



## VALORACIÓN DEL GRADO DE UTILIZACIÓN DE UNA APP INTERACTIVA PARA APRENDER RADIOLOGÍA.

### ASSESSMENT OF USE DEGREE OF AN INTERACTIVE APP TO LEARN RADIOLOGY.

Lucia Izquierdo Palomares<sup>1</sup>, Juan Mesa Quesada<sup>2</sup>, Ana Isabel Cerro Luna<sup>3</sup>, Luis Jiménez Reina<sup>4</sup> & Marina Álvarez Benito<sup>5</sup>.

Fecha de recepción: 30/09/2021; Fecha de revisión: 17/11/2021; Fecha de aceptación: 17/01/2022

#### Cómo citar este artículo:

Izquierdo-Palomares, L.<sup>1</sup>, Mesa-Quesada, J.<sup>2</sup>, Cerro-Luna, A.I.<sup>3</sup>, Jiménez-Reina, L.<sup>4</sup> & Álvarez-Benito, M.<sup>5</sup>. (2022). Aplicación para dispositivos móviles (app) como medio de enseñanza a alumnos de Radiología. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 11(1), 80-96.

Autor de Correspondencia: [juanmeque@gmail.com](mailto:juanmeque@gmail.com)

#### Resumen

Introducción: "Radiología plus" es una aplicación para dispositivo móvil (app) dirigida a alumnos de Grado de Medicina y de Fisioterapia de la Universidad de Córdoba. La app ha pretendido mostrar a los alumnos de una manera dinámica y ágil las diferentes técnicas de diagnóstico por la imagen, su utilidad para cada patología y área anatómica, y relacionar la imagen con otros datos clínicos.

Objetivo: Analizar el uso de la aplicación por parte de los estudiantes.

Material y Método: Se recopilaron casos clínicos procedentes del Hospital Universitario Reina Sofía representativos del trabajo diario de un Servicio de Radiología con técnicas clásicas y otras más avanzadas. La plataforma ha permitido a los profesores de la asignatura monitorizar durante el curso el uso de la aplicación por parte de los alumnos.

Resultados: El 82% (345 alumnos) del total de estudiantes matriculados hicieron uso de la aplicación. El grado de utilización, en función del número de casos resueltos por cada estudiante ha sido: 37,4% Leve (1-24 casos), 14,4% Moderado (25-49 casos), 24,3% Importante (50-74 casos), 3,8% Muy Importante (75-100 casos) y 2% Excelente (>100 casos).

Conclusión: La app ha tenido una amplia acogida por parte de los alumnos a la que estaba dirigida.

**Palabras clave:** diagnóstico, educación, medicina, tecnología.

#### Abstract

Introduction: "Radiología plus" is an application for mobile devices (app) for Medicine and Physiotherapy degree students at the University of Córdoba. The app tried to show students in a dynamic and easy way the different diagnostic imaging techniques, their usefulness for each pathology and anatomical area, and relate the image with other clinical data.

Objective: To analyze the use of the application by students.

Material and Method: Clinical cases from the Reina Sofía University Hospital were collected. They were representative of the daily work of a Radiology Service with classic techniques and other very advanced and innovative techniques of a high technical level. The platform allowed teachers of this subject to monitor the use of it by the students during the course.

Results: 82% (345 students) of the total number of students enrolled used the application. The follow-up divided into groups according to the cases resolved by each student was 37,4% Mild (1-24 cases), 14,4% Moderate (25-49 cases), 24,3% Important (50-74 cases), 3,8% Very Important (75-100 cases) y 2% Excellent (>100 cases).

Conclusion: The app has been widely received by the students to whom it was addressed.

**Key Words:** diagnosis, education, medicine, technology.

<sup>1</sup> Universidad de Córdoba (España), [sr2izpal@uco.es](mailto:sr2izpal@uco.es); CÓDIGO ORCID: 0000-0003-1071-9492

<sup>2</sup> Universidad de Córdoba (España), [juanmeque@gmail.com](mailto:juanmeque@gmail.com).

<sup>3</sup> Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), [ana.cerro@imibic.org](mailto:ana.cerro@imibic.org)

<sup>4</sup> Universidad de Córdoba (España), [cm1jirel@uco.es](mailto:cm1jirel@uco.es); CÓDIGO ORCID: 0000-0003-4434-7308

<sup>5</sup> Universidad de Córdoba (España), [maria.alvarez.benito.sspa@juntadeandalucia.es](mailto:maria.alvarez.benito.sspa@juntadeandalucia.es); CÓDIGO ORCID: 0000-0002-0273-3393

## 1. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos facilitan que los alumnos puedan llevar a cabo su aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento. Además, brindan la oportunidad de innovar en la forma de enseñar, adaptando la docencia al modo de vida de la sociedad actual (Estevez, 2018; García-Fernández et al., 2017; García-Peñalvo, 2015).

Por otra parte, la enseñanza de la Radiología en la Universidad sufre un gran cambio desde principios del siglo XXI, en su proceso de adaptación al plan Bolonia, con una transformación progresiva desde una docencia eminentemente teórica hacia una basada en la práctica, aunque apoyada por conceptos teóricos (Pereira et al., 2013).

Todo lo anterior ha motivado en nuestro centro al desarrollo de un proyecto centrado en el uso de las nuevas tecnologías como actividad de soporte a las sesiones prácticas, con el principal objetivo de acercar la radiología a los estudiantes (García-Peñalvo, 2015), aplicando el aprendizaje teórico en casos clínicos reales. Este ha consistido en el diseño de una aplicación para dispositivo móvil o tableta (app) llamada Radiología plus (RX+). La app esta dirigida a los alumnos que cursan la asignatura de Radiología de los grados de Medicina y Fisioterapia de la Universidad de Córdoba (UCO). Se trata de una herramienta interactiva e intuitiva que permite el aprendizaje a la hora de resolver cuestiones referentes a diferentes casos clínicos cuyo diagnóstico principal se basa en la imagen. El alumno tiene la posibilidad de conocer y familiarizarse con las técnicas de diagnóstico por la imagen, su utilidad para cada patología y área anatómica y relacionar la imagen con otros datos clínicos, simulando la práctica clínica diaria. Así, con esta herramienta no solo se pretende que los alumnos alcancen los objetivos docentes de su asignatura, si no que puedan conocer la utilidad real de la Radiología en la práctica clínica.

En este trabajo se presentan los resultados de la utilización de esta app durante el curso académico 2020/2021.

## 2. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN

La app “Radiología Plus (Rx+)” ha estado disponible para los alumnos de la UCO del Grado de Medicina y del Grado Fisioterapia, quienes han podido acceder a la aplicación si estaban dados de alta en la base de datos con el correo electrónico de la UCO. Por defecto, se volcaron todos los datos de los alumnos matriculados a principio del curso académico 2020/2021 en las asignaturas de Radiología General y Radiología Clínica del grado de Medicina, de Radiología en el grado de Fisioterapia y de los alumnos de 6º curso del grado de Medicina que lo solicitaron tras dar difusión de la aplicación a través de los delegados de curso.

Se elaboraron más de 100 casos clínico-radiológicos, en los que participaron facultativos especialistas de área (FEA) y residentes de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Reina Sofía de Córdoba. No obstante, solamente colaboraron en la subida de casos a la plataforma dos personas con el objetivo de seguir un estilo concreto y guardar uniformidad en el diseño de estos. Los casos se presentan de forma periódica, todos los lunes y jueves, mediante un sistema de notificaciones *push* y un sistema rotatorio de publicación entre todas las secciones para conseguir equidad en el número de casos de cada una. Cada caso consta de una pequeña leyenda apoyada por imágenes anonimizadas seguida de preguntas con respuesta múltiple. Sólo una de las

respuestas es válida y no es posible avanzar en el caso hasta que no se selecciona la respuesta correcta. La mayoría de las respuestas, tanto acertadas como erróneas están apoyadas por una breve explicación mediante texto o imagen.

## 2.1. Guía de descarga y utilización de la aplicación

La aplicación se puede descargar de manera gratuita desde la App Store para dispositivos iOS y desde Play Store para dispositivos Android (Figura 1).

Radiología plus (Rx+)



Figura 1. Icono App "Radiología Plus".

Una vez que el usuario se registra correctamente (Figura 2), aparece una pantalla con una breve leyenda explicativa sobre la app (Figura 3).

Bienvenido a Radiología Plus (Rx+). Para acceder, introduzca su dirección de email de la UCO. La clave predeterminada para el primer acceso será su DNI en mayúsculas y sin guiones. Si tiene problemas para registrarse, puede ponerse en contacto en el email [appradiologiaplus@gmail.com](mailto:appradiologiaplus@gmail.com).

Correo Electrónico

Clave de Acceso

Pulse el botón **enviar** para continuar.

**Enviar** >

Figura 2. Formulario de registro.

**Rx+**

Radiología Plus (Rx+) es un proyecto docente dirigido a alumnos de medicina y fisioterapia de la Universidad de Córdoba que cursan la asignatura de Radiología. Permite acceder a casos clínicos cuyo diagnóstico principal se basa en la imagen radiológica y ayuda a conocer las diferentes técnicas de diagnóstico por la imagen, su utilidad para cada enfermedad y área anatómica, así como la correlación clínica-radiológica.

La aplicación está diseñada por la Unidad de Innovación Tecnológica del IMIBIC y financiada por el Plan de Innovación y Buenas Prácticas Docentes 2020-2021 de la Universidad de Córdoba (UCO). En el proyecto participan profesores de la UCO, Facultativos Especialistas de Área y Médicos Internos Residentes de Radiodiagnóstico del Hospital Reina Sofía de Córdoba (HURS)

Fecha de actualización: Octubre del 2020  
Versión actual: 1.9.7

\* Iconos creados por Font Awesome, Freepik, Smashicons, Prettycons y PixelPerfect de flaticon.com

Figura 3. Leyenda resumen explicativo sobre la app.

La aplicación “Radiología plus (Rx+)” consta de una página inicial con tres opciones de acceso al usuario (Figura 4): caso del día, banco de casos y estadística.



Figura 4. Pantalla inicial de la aplicación Rx+.

### 2.1.1. Caso del día

Si desde la pantalla principal se selecciona el icono “caso del día” (Figura 4) el usuario accede al último caso publicado. La aplicación dispone de un sistema de notificaciones *push* para avisar al usuario sobre la publicación de un nuevo caso. De forma programada se publican dos casos por semana, lunes y jueves, a las 12:00h, aunque la aplicación está diseñada para poder seleccionar el día y la hora de publicación y notificación para cada caso de forma individual.

### 2.1.2. Banco de casos

Desde este icono se accede a otra pantalla que permite seleccionar los casos según la sección a la que pertenecen o mostrar todos los casos ya publicados (Figura 4 y 5). Las secciones están ordenadas siguiendo el modelo “órganos y sistemas” propuesto por la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM): Neurorradiología, Radiología Abdominal, Radiología Cardiorácica, Radiología Pediátrica, Radiología de la Mama, Radiología Musculoesquelética y Radiología Vasculare Intervencionista (Figura 5 y 6). Para conseguir un resultado más visual, a cada sección se le ha asignado un icono y un color, que permanece en todas las pantallas que presentan un caso clínico de la misma.

Al seleccionar una sección, la siguiente pantalla muestra la lista de casos asignados a esta. A cada caso se le asigna un número de orden, presentando cada sección una enumeración permanente. En esta lista cada caso aparece con una ficha donde consta: el número del caso y su sección, breve leyenda sobre la información clínica, grado de dificultad (baja, media, alta), fecha de publicación, el estado (pendiente o finalizado), fecha de resolución por el usuario, los intentos con la fecha y las preguntas resueltas en el primer intento (Figura 6).

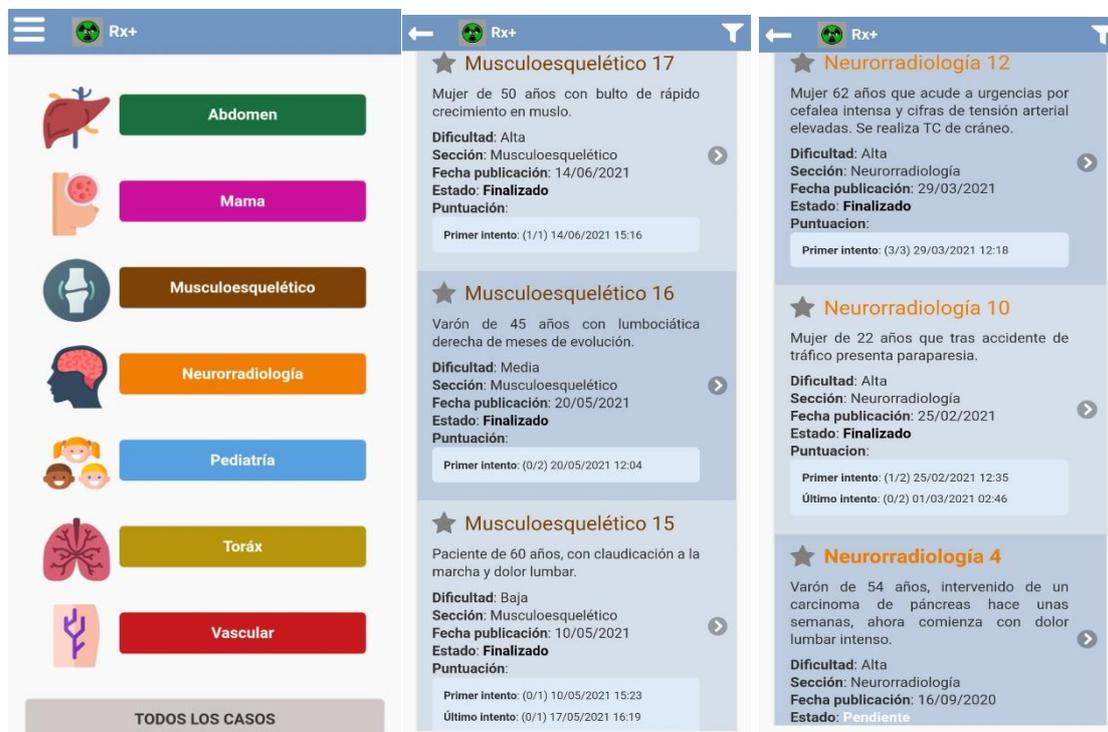


Figura 5. Casos identificados por secciones.

Figura 6. Listado de casos clínicos según la sección. A la izquierda: la sección de Musculo-esquelético, ordenada por el número del caso; a la derecha: la sección de Neurroradiología, ordenada por el grado de dificultad.

El usuario puede personalizar el banco de casos, ya que la aplicación permitía ordenar los casos clínicos por grado de dificultad, por antigüedad, por secciones, por orden alfabético, o bien puede filtrar los casos según la técnica radiológica utilizada o el origen de la patología tratada (Figura 7).

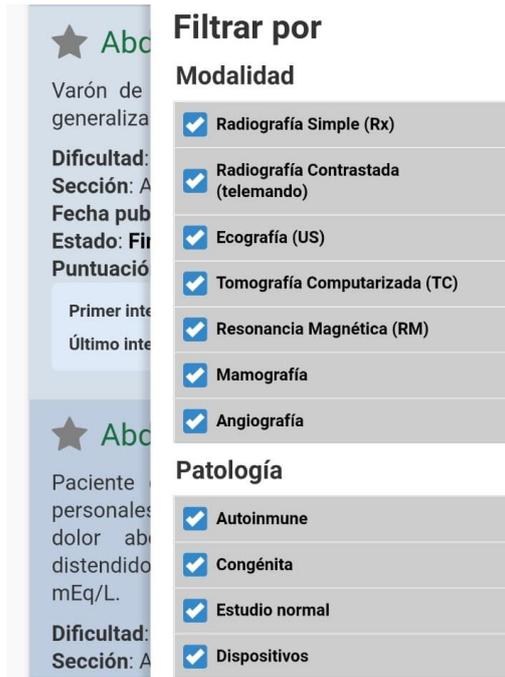


Figura 7. Desplegable de los filtros que se pueden aplicar por modalidad o patología.

### 2.1.3. Estadística

En esta sección el alumno puede ver el número de casos resueltos, no resueltos y pendientes por completar mediante una gráfica de forma global y otra dividida por secciones (Figura 8).

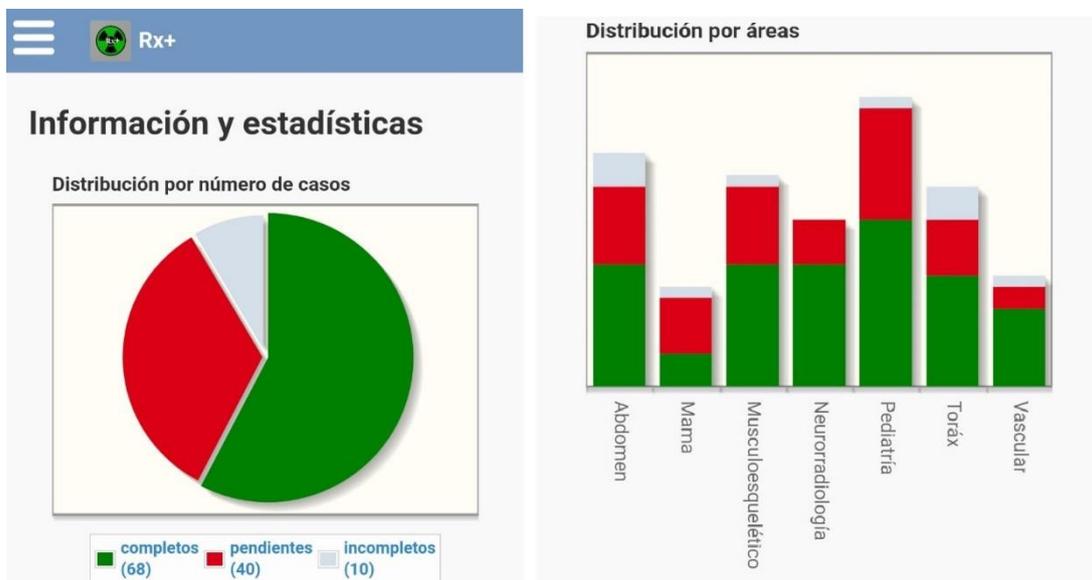


Figura 8. Estadística del número de casos completados, incompletos y pendientes: de forma global (A) y ordenados sección (B).

## 2.2. Resolución de casos

Tanto desde el icono caso del día como desde el del banco de casos, se puede acceder a los casos clínicos (Figura 4). En la primera pantalla de un caso clínico puede verse la sección y el número del caso, una breve leyenda de información clínica, el número de preguntas, la pregunta correspondiente, y las posibles respuestas. El alumno debe responder tantas veces como sea necesario hasta encontrar la respuesta correcta, de lo contrario, el sistema no permite avanzar en el caso; no obstante, en la base de datos se graba cuál había sido la primera respuesta seleccionada, con la finalidad de poder evaluar sus conocimientos. Cada vez que se elige una respuesta, cambia a color rojo si es falsa o a verde si es correcta. En la mayoría de los casos van asociadas a una breve explicación mediante texto o imagen. Al finalizar el caso, el alumno puede ver un resultado final con el porcentaje de preguntas acertadas en un primer intento (Figura 9 y 10).



Figura 9. (A y B) Ejemplo de Caso Clínico con diferentes desplegables. (C) Contestación errónea marcada en rojo con leyenda explicativa.

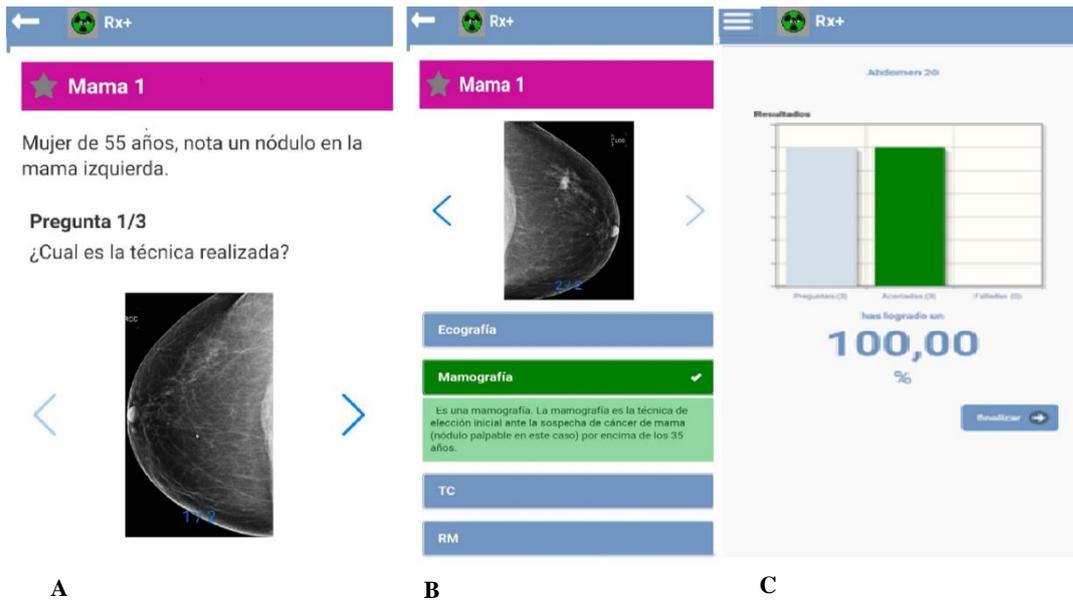


Figura 10. (A) Ejemplo de Caso Clínico con diferentes desplegables. (B) Respuesta correcta marcada en verde con leyenda explicativa. (C) Estadística de este caso clínico.

Cualquier caso se puede marcarse como favorito. Para ello se debe seleccionar la estrella gris, (Figura 11.A) y esta se volverá amarilla (Figura 11.B). Así es posible identificar rápidamente los casos favoritos, ya que los casos marcados serán los primeros en aparecer en la lista del usuario (Figura 11.B).

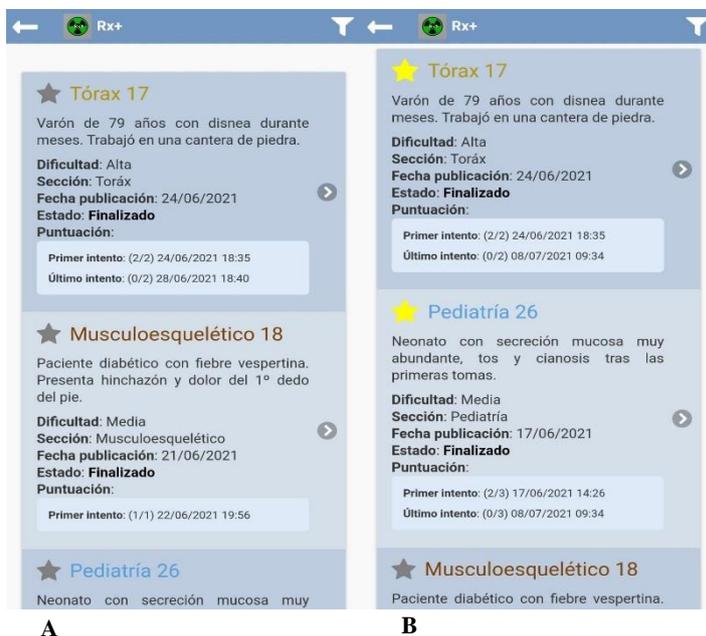


Figura 11. (A) Lista de casos no seleccionados, y (B) seleccionados (estrella amarilla) como favoritos.

Los casos utilizados en la app Radiología plus están anonimizados y guardados en formato JPG para que no tengan asociados datos ocultos de los estudios. Además, la app ha sido sometida a un estudio de la medida de cumplimiento de protección mp.sw2 acorde con el Reglamento Europeo de Protección de Datos por la Unidad de Seguridad TIC del Hospital Universitario Reina Sofía de Córdoba.

### 3. RESULTADOS

Los usuarios de la app “Radiología Plus” (Rx+) han sido los alumnos matriculados en el Grado de Medicina o del Grado de Fisioterapia de la Universidad de Córdoba. Por defecto se han volcado todos los datos de los alumnos matriculados a principio del curso 2020/21 en las asignaturas Radiología General y Radiología Clínica del Grado de Medicina, de los matriculados en la asignatura de Radiología del Grado de Fisioterapia, y de los alumnos de 6º curso del Grado de Medicina que lo hubieran solicitado. Un total de 376 alumnos fueron dados de alta en la app Rx+. Una vez finalizado el curso, se pudo comprobar que varios alumnos pasaron a estado inactivo en la plataforma sigma, por lo que no activaron la aplicación al no cursar la asignatura (Tabla 1).

Tabla 1.

*Clasificación de los alumnos a los que se ha dirigido la app “Radiología Plus (Rx+).*

Asignaturas	Grado	Cuso	Nº de alumnos registrados	Nº alumnos activos
Radiología Clínica	Medicina	5º	122	108
Radiología General	Medicina	2º	147	137
Radiología	Fisioterapia	2º	45	38
Prácticas	Medicina	6º	62	62
Total			376	345

\*Datos recogidos de la plataforma UCO sigma.

El 82% del total de alumnos matriculados hicieron uso de la aplicación. Entre los matriculados en Radiología Clínica, de 5º curso, el 95,4% participaron en la resolución de casos; de los matriculados en Radiología General, de 2º curso, el 95,6% y el 46,8% en 6º curso del Grado de Medicina. El 52,6% de los estudiantes matriculados en Radiología de 2º curso del Grado de Fisioterapia utilizaron la app. Los alumnos del Grado de Medicina fueron los usuarios principales de esta aplicación, mientras que los alumnos del Grado de Fisioterapia sólo representaban un 10% de los usuarios (Figura 12).

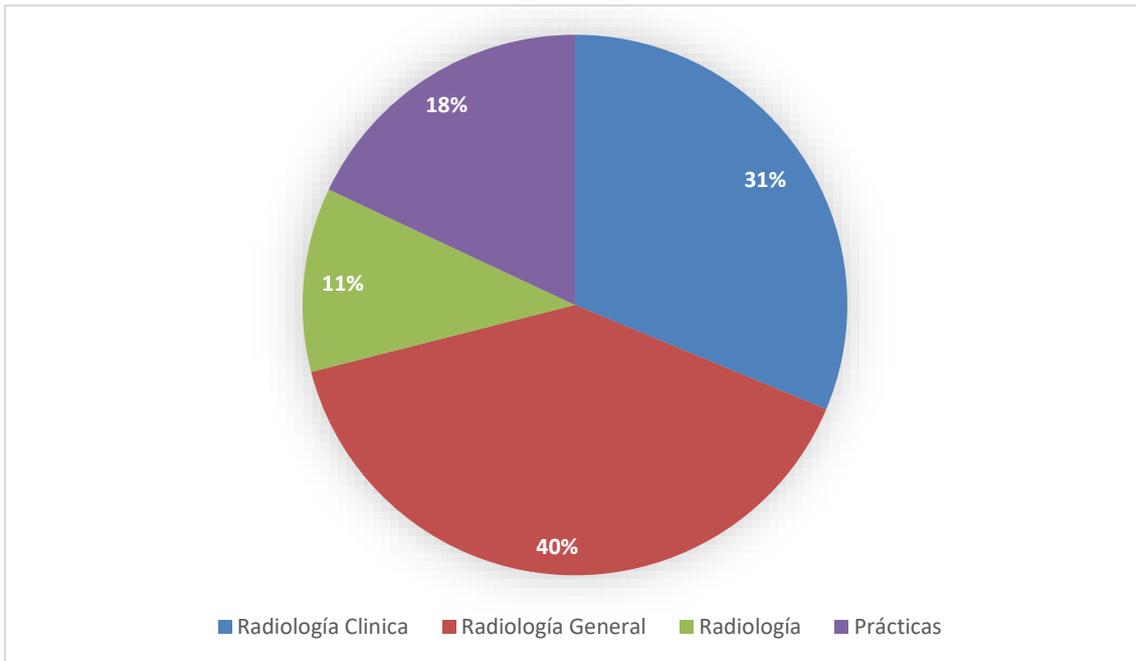


Figura 12. Proporción de alumnos activos en la app de cada asignatura.

Durante el curso académico 2020/2021, la utilización de la aplicación fue obligatoria para los alumnos de Radiología General, con la resolución de 10 casos, y para los alumnos de Radiología Clínica, con 16 casos. Mientras que para los alumnos de Radiología del Grado de Fisioterapia la utilización de la app fue voluntaria.

Para poder analizar el seguimiento de los usuarios de la aplicación se dividió en grupos según los casos resueltos por el estudiante: nulo (0 casos), leve (1-24 casos), moderado (25-49 caos), importante (50-74 casos), muy importante (75-100 casos) y excelente (>100) (Tabla 2).

Tabla 2.  
Número de casos resueltos en relación con la asignatura cursada. "Fuente: Elaboración propia".

Curso	Grado de Medicina			Grado de Fisioterapia	Número Total de Alumnos
	Sexto n=62	Quinto n=108	Segundo n=137	Segundo n=38	
<b>Casos Resueltos</b>					
<b>Nulo (0 casos)</b>	33 (53.2%)	5 (4.6%)	6 (4.4%)	18 (47.4%)	62 (17.9%)
<b>Leve (1-24 casos)</b>	16 (25.8%)	5 (4.6%)	95 (69.3%)	13 (34.2%)	129 (37.4%)
<b>Moderado (25-49 casos)</b>	8 (12.9%)	12 (11.1%)	25 (18.2%)	5 (13.2%)	50 (14.5%)
<b>Importante (50-74 casos)</b>	4 (6.47%)	74 (68.5%)	5 (3.7%)	1 (2.6%)	84 (24.3%)
<b>Muy importante (75-100 casos)</b>	0	9 (8.3%)	3 (2.2%)	1 (2.6%)	13 (3.8%)
<b>Excelente (&gt;100 casos)</b>	1 (1.6%)	3 (2.8%)	3 (2.2%)	0	7 (2%)

Los alumnos más activos han sido los de quinto curso. Ya que sólo era necesario pertenecer al grupo Leve, resolviendo menos de 24 casos para cumplir con los requisitos mínimos obligatorios establecidos en la asignatura; sin embargo, el mayor número de alumnos se sitúa entre los 50-74 casos resueltos (grupo Importante), incluso 12 de los alumnos de este curso siguieron utilizando la aplicación una vez finalizada la asignatura. Un total de 119 casos estuvieron disponibles en la app durante el curso académico 2020/21. La publicación de casos clínicos no fue simétrica entre las diferentes secciones (Figura 13), la sección de Pediatría con 26 casos y la de Abdomen con 21 casos fueron las que aportaron mayor número.

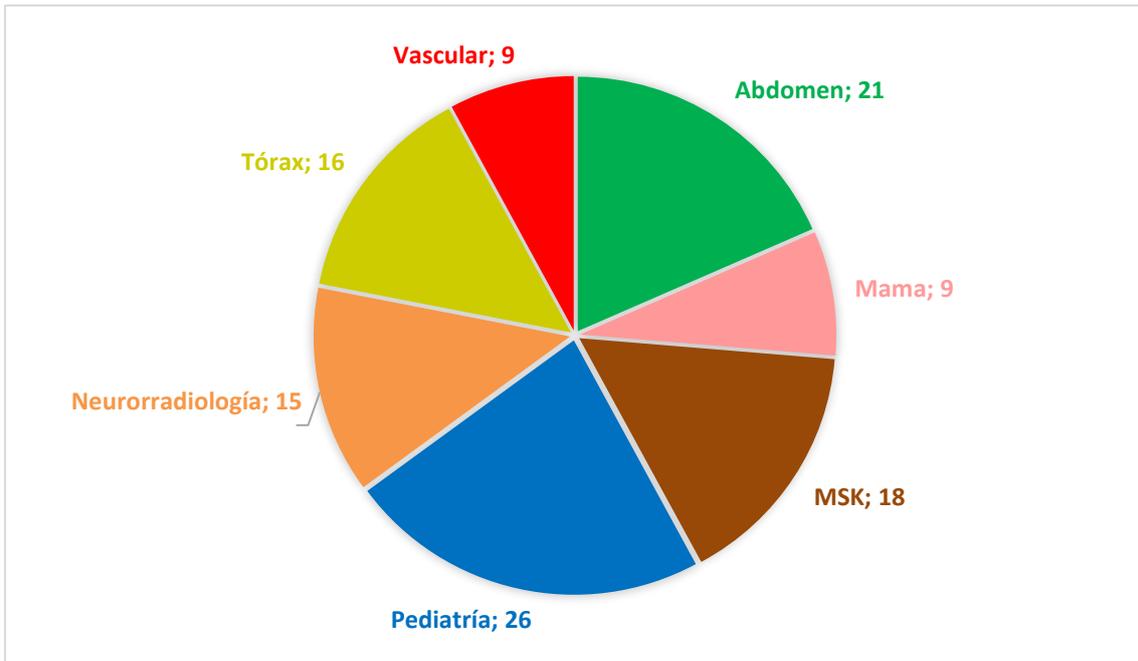


Figura 13. Casos clínicos publicados clasificados por secciones.

\*MSK: Musculoesquelético.

Los quince casos más visitados correspondieron a diferentes secciones: cinco a la sección de Tórax, cuatro a la de Neurorradiología, tres a la de Musculoesquelético, uno a la sección de Mama, otro de la sección de Pediatría y otro a la de Abdomen. El caso que resolvieron mayor número de estudiantes, un total de 188, fue de la sección de Neurorradiología. El caso de Vascular más visitado ocupa el puesto 26, con 147 estudiantes (Tabla 3).

Tabla 3

Relación del número de casos clínicos resueltos por alumno clasificados por secciones.

Sección	Nº de alumnos						
	1-24	25-29	50-74	75-99	100-124	125-149	>150
Abdomen	0	1	4	2	5	6	3
Mama	0	0	2	0	0	4	3
MSK	1	1	3	4	0	3	6
Neurorradiología	0	0	6	1	2	1	5
Pediatría	1	3	6	2	7	6	1
Tórax	0	2	3	2	2	1	6
Vascular	0	0	4	0	2	3	0

\*MSK: Musculoesquelético.

Hubo un total de 12173 casos resueltos de la app. Las visitas totales en porcentajes por secciones fueron: 20% en Pediatría, 19.5% en Abdomen, 16.3% en Musculoesquelético, 13.8% en Tórax, 13.6% en Neurorradiología, 9.4% en Mama y 7.5% en Vascular.

A pesar de poder recoger la fecha de publicación de los casos en la app, no hemos visto que exista correlación con el número de visitas. El caso más visitado no estaba en la base de datos inicial, aunque si se ha observado que entre los casos menos visitados se encontraban los publicados en junio, una vez finalizado el periodo de exámenes del segundo cuatrimestre. Una situación similar ocurrió con los publicados entre diciembre y febrero, periodo en el que las clases del primer cuatrimestre habían finalizado y las del segundo aún no habían comenzado.

El análisis del seguimiento de los casos por parte de los alumnos de Radiología del Grado de Fisioterapia nos muestra que la sección con mayor número de casos resueltos fue de la sección de Musculoesquelético (Figura 14), resolviendo un 37% de los alumnos los 11 casos publicados durante el cuatrimestre del curso 2020/2021 (Figura 15). A pesar de que el curso estaba concluido, ocho alumnos del Grado de Fisioterapia resolvieron al menos un caso de los publicados en periodo festivo de Navidad.

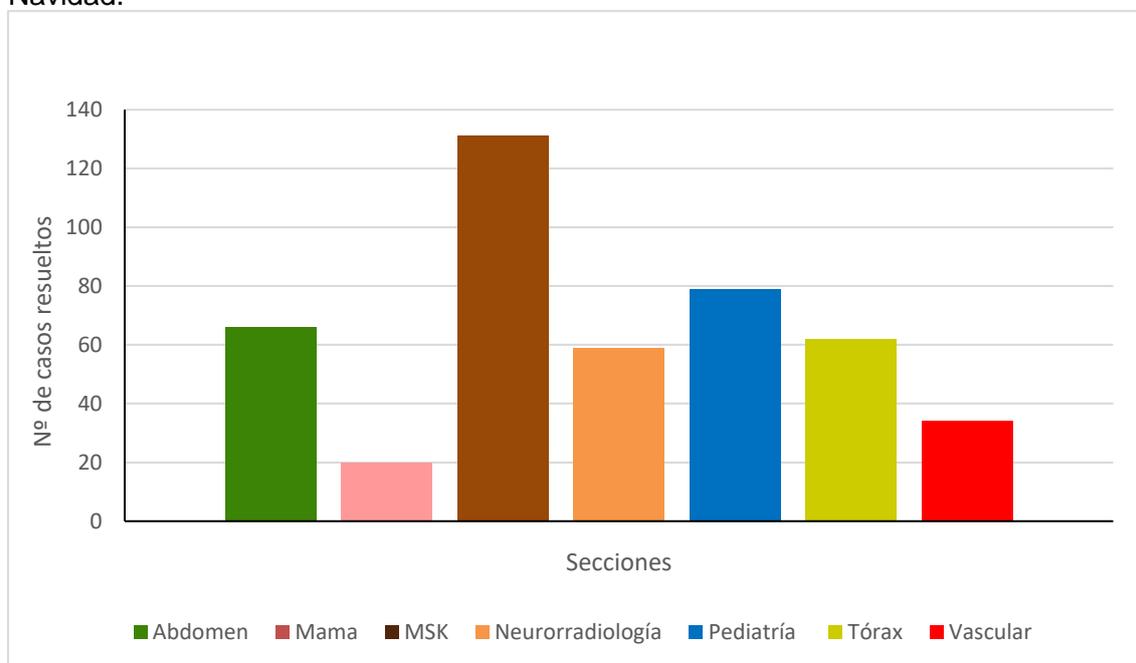


Figura 14. Número de casos resueltos en el Grado de Fisioterapia por secciones.

\*MSK: Musculoesquelético.

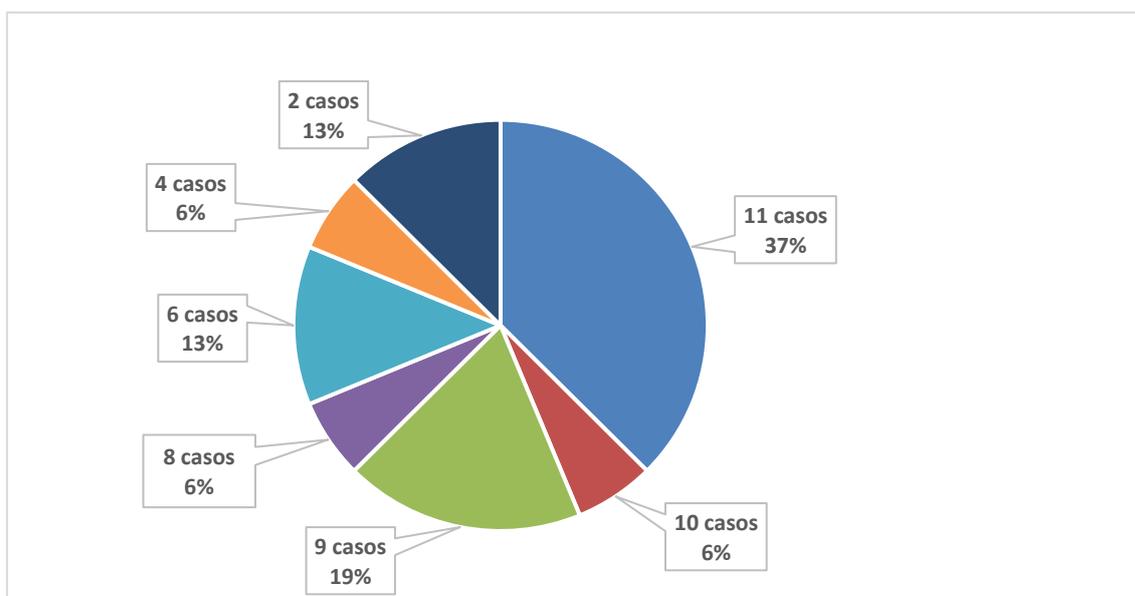


Figura 15. Casos Resueltos de la Sección de Musculoesquelético por los alumnos del Grado de Fisioterapia.

#### 4. DISCUSIÓN

Actualmente, los jóvenes adquieren la información de una manera rápida, breve y muy visual mediante el uso de sus dispositivos móviles (Kuhnel et al., 2018; Martínez, Mir & García-Romano, 2017). La implantación de las nuevas tecnologías, como medio complementario de aprendizaje activo en diferentes campos incluida la salud, permite su utilización según las necesidades y momentos que el estudiante requiere (Blilat & Ibriz, 2020; Cruz-Barragán & Barragán-López, 2014; García-Peñalvo, 2015; Martínez, Mir & García-Romano, 2017).

En el campo de la enseñanza de radiología existen múltiples páginas web, algunas pertenecientes a sociedades radiológicas (Bell, 2022; *Society of Skeletal Radiology*; *Sociedad Española de Radiología Médica*; *Sociedad radiológica de América del Norte*, American College of Radiology) y dirigidas fundamentalmente a médicos especialistas. Desde la Universidad de Málaga (UMA) se ha potenciado la enseñanza de Radiología desde un mundo virtual *Second Life*, si bien este modelo simula las clases teóricas o prácticas en un mundo virtual desde un ordenador (Lorenzo-Álvarez, et al., 2020).

Esta situación ha llevado a los profesores de radiología de la UCO a desarrollar y utilizar como apoyo en la enseñanza universitaria la app “Radiología plus” para teléfonos móviles, basada principalmente en imágenes y orientada a alumnos (Cruz-Barragán & Barragán-López, 2014). Esta nueva herramienta de aprendizaje puede ayudar de una manera dinámica a monitorizar a los estudiantes como grupo o individualmente, y por tanto realizar las intervenciones que sean necesarias para que los alumnos consigan con éxito los objetivos marcados.

La aplicación “Radiología Plus (Rx+)” ha tenido gran aceptación como herramienta de aprendizaje entre los alumnos de los distintos cursos y grados a los que

va dirigida, más allá de los objetivos marcados en las diferentes asignaturas, siendo utilizada de forma global por el 82% de los alumnos matriculados: 46,8% de los alumnos de 6º curso de Medicina, 95,4% de los de 5º curso del grado de Medicina, 95,6% de los de 2º curso del Grado de Medicina y el 52,6% de los alumnos del Grado de Fisioterapia. Incluso la implicación de algunos alumnos del Grado de Medicina ha sido excepcional con un seguimiento casi completo de los casos publicados, lo que ocurrió con nueve alumnos de 5º curso, y tres alumnos de 2º curso. Resultados similares han sido descrito otros autores en experiencias docentes con nuevas tecnologías (Blilat & Ibriz, 2020; Cruz-Barragán & Barragán-López, 2014; García-Peñalvo, 2015; García-Fernández et al., 2017, Kuhnelt et al., 2018; Martínez, Mir & García-Romano, 2017).

En cuanto al grado de utilización, en función del número de casos resueltos por cada estudiante, el 69,3% de alumnos matriculados de 2º año del Grado de Medicina se encontraba en el grupo Leve (1-24 casos), el 18,2% en el Moderado (25-49 casos) y porcentajes más pequeños en grupos superiores. Este hecho se puede explicar porque la asignatura se cursa durante el primer cuatrimestre coincidiendo con la puesta en marcha de la aplicación (Kuhnelt et al., 2018) y porque el requisito establecido en la asignatura fue resolver un mínimo de 10 casos. Otra causa que ha podido influir es su momento de formación académico en el primer ciclo, donde la parte teórica prima sobre la aplicación de sus conocimientos a la práctica clínica-hospitalaria. Además, son alumnos que por las circunstancias de la pandemia durante el curso académico 2020-2021 no han tenido contacto con el hospital, y quizá no les hemos sabido transmitir la oportunidad de aprendizaje que supone esta app.

Los alumnos de 5º han participado muy activamente, habiendo utilizado la aplicación el 95,4% de ellos, a pesar de no ser una actividad imprescindible para superar la asignatura. Además, la media de casos resueltos por alumno ha sido superior en este curso, encontrándose el 68% de los alumnos en el grupo Importante (25-49 casos). Un motivo que puede haber tenido peso en su implicación, es que cursaron las clases y los seminarios por videoconferencia. Además, no pudieron asistir al hospital para realizar las prácticas. Todo esto debido a la modalidad de enseñanza a distancia ("on line") como consecuencia de la pandemia. Por lo que la app les mostraba una manera más práctica la asignatura simulando la práctica radiológica diaria. Otra justificación es que estos alumnos conocen la aplicación clínica de las diferentes asignaturas que estudiaron en cursos anteriores por lo que pueden apreciar mejor la utilidad de la app como complemento de su estudio teórico tanto de la asignatura Radiología Clínica como del resto.

Aunque la utilización de la app no formaba parte de sus actividades académicas del curso 2020/2021, se puede comprobar como 46,8% de alumnos de 6º curso del Grado de Medicina participaron en la resolución de casos de manera voluntaria, si bien el grado de utilización o número de casos resueltos por alumno no ha sido muy elevado (25,8% pertenecían al grupo Leve). Una situación similar ocurrió con los alumnos de 2º año del Grado de Fisioterapia, con un seguimiento voluntario de la app por parte del 52,6% de los matriculados en la asignatura de Radiología en el curso 2020/21, encontrándose el 34,2% de los mismos en el grupo Leve en cuanto a la resolución de casos.

Hay que reseñar que la publicación de casos por secciones ha sido asimétrica, Pediatría (20%) frente a Mama (9.5%) o Vascular (7.5%). Este hecho no parece haber influido en la participación de los alumnos del Grado de Medicina; sin embargo, se puede plantear la cuestión de si los alumnos del Grado de Fisioterapia hubieran resuelto más casos si la sección de Musculoesquelético o Neurorradiología hubieran publicado un mayor número de casos clínicos.

El mayor número de casos resueltos pertenecían a las secciones de Pediatría y de Abdomen, quizás porque son las que publicaron un mayor número de casos (40%). Los casos con más éxito han sido de las secciones de Tórax y de Musculoesquelético. Una posible explicación es que los alumnos están más interesados en estas áreas anatómicas; además, el porcentaje de horas lectivas de la sección de tórax es superior al de otras secciones en el Grado de Medicina, al igual que ocurre con la sección de Musculoesquelético en el Grado de Fisioterapia. El caso más visitado pertenecía a la sección de Neurorradiología, sección con bastante peso en horas lectivas respecto a otras en ambos grados.

Los casos de la sección de Musculoesquelético fueron los más visitados por los alumnos del Grado de Fisioterapia, llegando a resolver seis de los alumnos todos los casos publicados de esta sección durante el cuatrimestre cursado.

Estos resultados pueden orientar en un futuro hacia la proporción de casos a publicar por las diferentes secciones. Además, se tendrá en cuenta el grado y curso de los alumnos que están en ese periodo cursando la asignatura, para poder conseguir mayor seguimiento por parte de los alumnos (Blilat & Ibriz, 2020; Kuhnel et al., 2018; Martínez, Mir & García-Romano, 2017).

Existen varios motivos por los que algunos alumnos no han realizado ningún caso (grupo de 0 casos). Además de los estudiantes que se matricularon en la asignatura pero que pasaron a pasivo, otro grupo correspondía a alumnos de intercambio, por lo que, aunque estaban matriculados, no cursaron la asignatura en la UCO; otro grupo, menos numeroso, correspondía a alumnos que han decidido no participar en las actividades distintas al examen; un alumno matriculado superó la asignatura en el examen extraordinario a principio de curso; y por último, hubo alumnos de sexto que solicitaron su inclusión en la base de datos pero que finalmente no se la descargaron (53%).

Este estudio presenta varias limitaciones, como la dificultad de explotación de datos estadísticos de la aplicación, ya que este aspecto no se desarrolló en profundidad durante el diseño de la app. Tampoco se ha llevado a cabo un cuestionario de evaluación por parte de los estudiantes con el objetivo de poder conocer la motivación para su utilización, así como su opinión sobre la misma y si les ha resultado útil durante el estudio de la asignatura. Otra limitación ha sido la no utilización de la app por los profesores como seguimiento de la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos. Además, la aplicación estaba limitada a los alumnos de la facultad de medicina, no siendo posible el acceso de alumnos de otras universidades.

Todos estos aspectos se tendrán en cuenta en futuras versiones de la aplicación y en futuros estudios.

## **CONCLUSIONES**

La app “Radiología Plus (Rx+)” ha sido diseñada para introducir una mejora en la enseñanza y aprendizaje de conceptos radiológicos, en un entorno amigable, de forma sencilla y ágil, mediante un sistema de casos clínicos con preguntas y respuestas asociadas a imágenes. Se trata de un complemento a la enseñanza tradicional, facilitando el aprendizaje activo fuera del aula, dada la posibilidad de acceder a la misma

en cualquier momento y lugar aprovechando del “m-learning” tres de sus R: recordar, recuperar, relacionar. Esta ha tenido mucho éxito entre los alumnos (82% de los matriculados), superando ampliamente el número de casos obligatorios como una actividad de cada asignatura, especialmente en los estudiantes de los cursos superiores.

Esta aplicación seguirá estando accesible a los alumnos que se hayan dado de alta una vez superados sus estudios de Radiología en la UCO, para que complementen los conocimientos que adquieran en otras asignaturas clínicas de ambos grados. Además, les puede acompañar en los diferentes momentos de su formación durante su carrera profesional.

En un futuro se pretende extender la aplicación para el resto de los estudiantes del Grado de medicina, enfermería y fisioterapia del territorio español, tanto públicas como privadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bell, D. (2022). *Sociedad radiológica de América del Norte* | Artículo de referencia de radiología | Radiopaedia.org. <https://radiopaedia.org>
- Blilat, A., & Ibriz, A. (2020). Design and implementation of P2P based mobile app for collaborative learning in higher education, 14(7), 115-132. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i07.13167>.
- Cruz-Barragán, A., & Barragán-López, A. D. (2014). Aplicaciones Móviles para el proceso de enseñanza-aprendizaje en enfermería. *Revista Salud y Administración*, 1(3), 51-57. <https://bit.ly/370Nc8F>
- Esteves, D. (2018). Colaborar para innovar: contribuciones desde un caso portugués para rediseñar la noción de innovación educativa. *Revista Educación, Política y Sociedad*, 3(1), 7-30. <https://bit.ly/2wBYw5N>.
- García-Fernández, J., Fernández-Gavira, J., Sánchez Oliver, A. J., & Grimaldi Puyana, M. (2017). Gamificación y aplicaciones móviles para emprender: una propuesta educativa en la enseñanza superior. <http://hdl.handle.net/10433/5306>
- García-Peñalvo, F.J. (2015). Mapa de tendencias en Innovación Educativa. *EKS*, 16(4), 6-23. <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015164623>
- Kuhnel, M., Seiler, L., Honal, A., & Ifenthaler, D. (2018). Mobile learning analytics in higher education: Usability testing and evaluation of an app prototype. *Interactive Technology and Smart Education*. <http://dx.doi.org/10.1108/ITSE-04-2018-0024>.
- Lorenzo-Alvarez, R., Rudolphi-Solero, T., Ruiz-Gomez, MJ, & Sendra-Portero, F. (2020). Aprendizaje basado en juegos en mundos virtuales: un juego en línea multiusuario para la educación médica en radiología de pregrado dentro de Second Life. *Educación en ciencias anatómicas*, 13(5), 602-617.
- Martínez, G. F., Mir, F., & Garcia Romano, L. (2017). Caracterización de aplicaciones móviles para la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana. *Enseñanza de las ciencias, (Extra)*, 1597-1604. <https://ddd.uab.cat/record/184395>.
- Pereira, J., Nájera A., Arribas, E., & Arenas, M. (2013). *Actividades de innovación en la educación universitaria española*. La Coruña: APURF. <https://g.co/kgs/837YZ4>
- Society of Skeletal Radiology*. SSR. <https://skeletalrad.org>
- Sociedad Española de Radiología Médica*. SERAM. <https://seram.es>
- Sociedad radiológica de América del Norte*. RSNA. <https://www.rsna.org>
- American College of Radiology*. ACR. <https://acr.org>