



FACULTADE DE MEDICINA
E ODONTOLOXÍA

Traballo de
fin de grao

**Intelixencia Artificial en Radioloxía:
percepción dos estudantes de Medicina**

**Inteligencia Artificial en Radiología:
percepción de los estudiantes de Medicina**

**Artificial Intelligence in Radiology:
perception of medical students**

Autor/a: Andrés Soto Sánchez

Titor/a: Miguel Souto Bayarri

Cotitor/a: Andrés Barreiro Ares

Departamento: Psiquiatría, Radioloxía,
Saúde Pública, Enfermaría e Medicina

Xuño de 2025

ÍNDICE

RESUMEN	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
ABREVIATURAS	7
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Contexto cultural	8
1.2 Conceptos básicos	8
1.3 Aplicación de la IA con fines educativos	9
2. OBJETIVOS	11
3. MATERIAL Y MÉTODOS	12
4. RESULTADOS	15
4.1 Clasificación según el nivel formativo	15
4.2 Sexo	16
4.3 Edad.....	16
4.4 Valoración subjetiva del conocimiento	17
4.5 Valoración objetiva del conocimiento.....	17
4.6 Distribución según centro de formación.....	18
4.7 Uso diario de la IA	19
4.8 Influencia de la IA en la elección de especialidad.....	20
4.9 Grado de acuerdo con respecto a afirmaciones sobre IA	22
4.10 Evolución del papel de los radiólogos.....	27
4.11 Posibles aplicaciones de la IA en Radiología.....	28
4.12 Aceptación por parte de los pacientes	36
4.13 Responsabilidad legal en caso de error.....	37
5. DISCUSIÓN	38
6. CONCLUSIONES	42
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
8. ANEXOS	46

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) ha experimentado una importante evolución en los últimos tiempos y su aplicación en el mundo de la Radiología es ya una realidad. Son muchos los retos que supone y para afrontarlos con diligencia resulta crucial conocer las percepciones de los profesionales del futuro.

El objetivo del presente trabajo es evaluar los conocimientos, expectativas y preocupaciones de los estudiantes de Medicina y los médicos internos residentes (MIR) de Radiodiagnóstico al respecto.

Para ello, se ha elaborado una encuesta que se ha difundido a esta población entre enero y febrero de 2025. Se obtuvieron 351 respuestas (327 de estudiantes y 24 de residentes). Los participantes fueron clasificados en tres grupos de estudio: estudiantes noveles (2º, 3º y 4º de Medicina), estudiantes senior (5º y 6º de Medicina) y residentes.

La mayoría de los participantes se muestra optimista con respecto a las aplicaciones de la IA en Radiología y pocos consideran que vaya a sustituir a los radiólogos. No obstante, un porcentaje importante de estudiantes (49% del número total de estudiantes) sí considera que supondrá una reducción de su demanda laboral (frente a un 25% en el grupo de residentes). En general, los participantes no consideran que la IA sea un factor determinante a la hora de escoger Radiodiagnóstico como especialidad (más del 70% en los tres grupos), aunque los residentes tienden a verlo como un motivo a favor y los estudiantes como un motivo en contra. El grado de conocimiento acerca de la IA es medio-bajo, lo que sugiere que sería interesante desarrollar programas de formación en materia de IA a nivel de grado.

Palabras clave: inteligencia artificial; radiología; estudiantes de medicina; residentes de radiodiagnóstico; encuesta con cuestionario.

RESUMO

A Intelixencia Artificial (IA) experimentou unha importante evolución nos últimos tempos e a súa aplicación no mundo da Radioloxía é xa unha realidade. Son moitos os retos que supón e para afrontalos con dilixencia resulta crucial coñecer as percepcións dos profesionais do futuro.

O obxectivo do presente traballo é avaliar os coñecementos, expectativas e preocupacións dos estudantes de Medicina e os médicos internos residentes (MIR) de Radiodiagnóstico ao respecto.

Con tal fin, elaborouse unha enquisa que se difundiu a esta poboación entre xaneiro e febreiro de 2025. Obtivéronse 351 respostas (327 de estudantes e 24 de residentes). Os participantes foron clasificados en tres grupos de estudo: estudantes noveis (2º, 3º e 4º de Medicina), estudantes sénior (5º e 6º de Medicina) e residentes.

A maioría dos participantes móstrase optimista con respecto ás aplicacións da IA en Radioloxía e poucos consideran que vaia substituír aos radiólogos. Non obstante, unha porcentaxe importante de estudantes (49% do número total de estudantes) si considera que suporá una redución da súa demanda laboral (fronte a un 25% no grupo de residentes). En xeral, os participantes non consideran que a IA sexa un factor determinante á hora de escoller Radiodiagnóstico como especialidade (máis do 70% nos tres grupos), aínda que os residentes tenden a velo como un motivo a favor e os estudantes como un motivo en contra. O grao de coñecemento acerca da IA é medio-baixo, o que suxire que sería interesante desenvolver programas de formación en materia de IA a nivel de grao.

Palabras chave: intelixencia artificial; radioloxía; estudantes de medicina; residentes de radiodiagnóstico; enquisa con cuestionario.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has undergone significant developments in recent years and its application in the world of Radiology is now a reality. It poses many challenges, and to address them diligently, it is crucial to understand the perceptions of future professionals.

The objective of this study is to evaluate the state-of-the-art, expectations and concerns of medical students and residents in Radiology in this topic.

A survey was developed and distributed to this population between January and February 2025. A total of 351 responses were obtained (327 from students and 24 from residents). Participants were classified into three study groups: new students (2nd, 3rd, and 4th years of medical studies), senior students (5th and 6th years of medical studies), and residents.

Most participants are optimistic and positive about AI applications in Radiology, and few of them believe that it could replace radiologists. However, a significant percentage of students (49% of the total number of students) do believe that it will reduce their job demands (compared to 25% of the residents' group). In general, participants do not consider AI a determining factor when choosing Radiology as specialty (more than 70% in all three groups), although residents tend to consider it as a positive factor and students as a negative factor. The level of knowledge about AI is medium-low, which suggests that developing AI training programs at the undergraduate level would be interesting.

Keywords: artificial intelligence; radiology; medical students; radiology residents; survey with questionnaire.

ABREVIATURAS

CHUS: Hospital Clínico Universitario de Santiago.

CHUVI: Complejo Hospitalario Universitario de Vigo.

CST: Consorcio Sanitario de Tarrassa.

DRKKB: Deutsches Rotes Kreuz Kliniken Berlin.

EN: Estudiantes noveles.

ES: Estudiantes senior.

HCAM: Hospital Carlos Andrade Marín.

HCSC: Hospital Clínico San Carlos.

HCUV: Hospital Clínico Universitario de Valencia.

HCUVA: Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca.

HGRC: Hospital General Río Carrión.

HGUGM: Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

HGUMM: Hospital General Universitario J.M. Morales Meseguer.

HRUM: Hospital Regional Universitario de Málaga.

HUB: Hospital Universitario de Bellvitge.

HUC: Hospital Universitario de Canarias.

HULA: Hospital Universitario Lucus Augusti.

HULP: Hospital Universitario de La Princesa.

HUSE: Hospital Universitario Son Espases.

HUVN: Hospital Universitario Virgen de las Nieves.

HUVR: Hospital Universitario Virgen del Rocío.

IA: Inteligencia Artificial.

MIR: Médico Interno Residente.

UAH: Universidad de Alcalá de Henares.

UAM: Universidad Autónoma de Madrid.

UE: Universidad Europea de Madrid.

UMA: Universidad de Málaga.

USC: Universidad de Santiago de Compostela.

USPCEU: Universidad CEU San Pablo.

UVa: Universidad de Valladolid.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto cultural

En los últimos años se ha debatido mucho acerca de la Inteligencia Artificial -IA, de ahora en adelante- y de los posibles beneficios y riesgos derivados de la generalización de su uso. Son muchos los que alaban las herramientas basadas en ella. No obstante, también hay muchas personas escépticas, que tienen miedo de todos los cambios que esto pueda conllevar (1,2).

La irrupción de la IA afecta significativamente a todas las áreas del conocimiento. La Medicina no es una excepción. Dentro de ella, la Radiología es una de las especialidades más directamente involucradas. En los últimos años se han empezado a plantear cuestiones acerca de una posible reducción en la demanda de radiólogos, de la fiabilidad o no que estas herramientas pueden llegar a tener, de los cambios en los flujos de trabajo en los hospitales, etcétera. Todas ellas son preguntas interesantes, pero difíciles de responder de manera categórica. No obstante, sí que es cierto que la comunidad científica tiende a defender posturas moderadas, que reconocen la gran utilidad de la aplicación de la IA en Radiología sin dar por supuesto que esto suponga una amenaza laboral para los radiólogos (3).

A pesar de ello, es normal que surjan dudas entre los más jóvenes. Es normal también que estas dudas puedan condicionar la elección de especialidad de los nuevos residentes. Asimismo, el grado de conocimiento que los estudiantes tienen acerca de la IA es un factor crucial a la hora de determinar la importancia que esta tiene en su elección de especialidad.

1.2 Conceptos básicos

Antes de desarrollar en profundidad el tema de este trabajo, es preciso aclarar una serie de conceptos relacionados con la IA. En primer lugar, hay que definir el propio concepto de IA. Esto, paradójicamente, supone un problema en sí mismo, puesto que se trata de un tema novedoso y dinámico, de tal manera que no hay una definición globalmente aceptada. De hecho, hay proyectos importantes que buscan establecer una definición y una taxonomía que delimiten el concepto (4). No obstante, por el momento trabajaremos con una traducción literal de la definición propuesta por el Grupo de Expertos de Alto Nivel sobre Inteligencia Artificial de la Comisión Europea (5):

La inteligencia artificial (IA) se refiere a sistemas diseñados por humanos que, dado un objetivo complejo, actúan en el mundo físico o digital percibiendo su entorno, interpretando los datos recopilados, estructurados o no estructurados, razonando sobre el conocimiento derivado de estos datos y decidiendo las mejores acciones a tomar (según parámetros predefinidos) para lograr el objetivo dado. Los sistemas de IA también pueden diseñarse para aprender a adaptar su comportamiento analizando cómo el entorno se ve afectado por sus acciones previas.

Como disciplina científica, la IA incluye diversos enfoques y técnicas, como el aprendizaje automático (de los cuales el aprendizaje profundo y el aprendizaje por refuerzo son ejemplos específicos), el razonamiento automático (que incluye la planificación, la programación, la representación y el razonamiento del conocimiento, la búsqueda y la optimización) y la robótica (que incluye el control, la percepción, los sensores y los accionadores, así como la integración de todas las demás técnicas en sistemas ciberfísicos).

Esta definición es particularmente interesante porque, además de definir el propio concepto de IA, recoge otros aspectos importantes como son el Aprendizaje Automático (o *Machine Learning*) y el Aprendizaje Profundo (o *Deep Learning*). El primero hace referencia a la

capacidad de los sistemas de ir adquiriendo nueva información a medida que trabajan y tomar decisiones en base a ello, sin la necesidad de ninguna intervención por parte del ser humano. El segundo, por su parte, hace referencia al conjunto de técnicas de aprendizaje que se caracterizan por su complejidad y que están basadas en modelos de redes neuronales artificiales cuya funcionalidad se asemeja a la de un cerebro humano (6).

Asimismo, es importante entender el significado de otros conceptos como el Diagnóstico Asistido por Ordenador (*Computer-aided diagnosis*) y la Radiómica. El primero es un término relacionado con la aplicación de la IA específicamente en el ámbito de la Radiología y hace referencia a la capacidad que tienen algunas herramientas de detectar, delimitar, medir y clasificar lesiones o patrones radiológicos complejos en pruebas de imagen (7). Por su parte, la Radiómica es la extracción de alto rendimiento de características de imagen a través de pruebas radiológicas y tiene una especial aplicación en el campo de la oncología (8).

A la hora de valorar los errores que puedan ser derivados de un mal uso de la IA en Radiología conviene diferenciar dos conceptos antagónicos. Por una parte, cuando una herramienta basada en IA aplica criterios laxos para clasificar un hallazgo como patológico en base a que ha observado una gran variabilidad en su presentación, se puede cometer lo que se conoce como “overfitting” o sobreajuste (equivalente a un error tipo α). No obstante, puede darse la situación opuesta y que estos programas sean demasiado estrictos con sus criterios diagnósticos, etiquetando solamente como patológicas las imágenes más evidentes. En este caso se puede cometer lo que se conoce como “underfitting” o desajuste (equivalente a un error tipo β) (9).

1.3 Aplicación de la IA con fines educativos

Más allá del interés que tiene la introducción de herramientas basadas en IA en la práctica clínica habitual, es importante hacer un análisis del uso que los propios estudiantes hacen de este tipo de instrumentos. En los últimos años, se ha generalizado su empleo para la planificación del trabajo, la búsqueda de información o la redacción de textos. Además, de entre todos los artículos publicados acerca del uso de IA por parte de los estudiantes universitarios, se ha observado que predominan aquellos destinados a alumnos del área médica sobre el resto de las ramas del conocimiento (10), lo que podría sugerir un mayor interés por su parte.

Esto supone un reto desde dos puntos de vista. Por una parte, desde el punto de vista estrictamente formativo, hay estudios que alertan de que esto podría mermar el desarrollo intelectual/cultural de los estudiantes en la medida en que les facilita en exceso el trabajo, lo que podría suponer una pérdida de habilidades a la hora de manejar bases de datos, consultar libros de texto, etcétera. Por otra parte, genera un importante debate ético-legal, puesto que las fuentes de información en las que se basa la IA para generar sus respuestas pueden ser poco fiables, dando lugar a errores que puedan ser pasados por alto por parte de los estudiantes en caso de no conocer estas fuentes o de no molestarse en contrastarlas. Del mismo modo, la facilidad con la que se accede a la información y que permite la fácil redacción de textos puede promover el plagio o la violación de los derechos de autor (11).

Paralelamente, las herramientas basadas en IA generan múltiples oportunidades desde el punto de vista del profesorado. Particularmente en el ámbito de la docencia universitaria, se ha observado que la IA puede ser una herramienta pedagógica de utilidad a través de la personalización del aprendizaje, la retroalimentación inmediata, los sistemas de tutorías virtuales, el análisis de datos y los programas de simulación y modelado (12).

Asimismo, algunos autores del ámbito de las ciencias educativas han reconocido la gran aplicabilidad de la IA en lo que al Aprendizaje Basado en Juegos respecta (13). Más específicamente en el ámbito de la Radiología ya ha habido proyectos a nivel nacional como *League of Rays* (desarrollado por la UMA) que promueven el aprendizaje mediante el juego en entornos virtuales y que tienen un alto grado de aceptación por parte del alumnado. Estos autores concluyen que el uso del juego y del entorno virtual es de gran utilidad para el aprendizaje, pero que estos resultados son aún mayores cuando la participación por parte del alumnado es de carácter voluntario (14).

Al mismo tiempo, dada la irrupción de la IA, también han cambiado las expectativas con respecto a las competencias de los estudiantes egresados de las universidades. De este modo, cada vez se valoran más aspectos como las habilidades tecnológicas avanzadas, la adaptabilidad, la capacidad de aprendizaje continuo, el pensamiento crítico, el desempeño en la resolución de problemas, la colaboración con sistemas inteligentes y el hecho de hacer un uso ético y responsable de los recursos (12).

Si bien es cierto que la IA es un tema muy de moda en el ámbito de la investigación científica, los estudios que analizan la percepción que tienen los estudiantes acerca de la misma son escasos. Entre los que hay, se concluye que la valoración global que estos hacen es positiva, destacando beneficios como el ahorro de tiempo, la búsqueda de información, el aumento de precisión en la toma de decisiones y la personalización de la educación. No obstante, también se muestran preocupados acerca de los potenciales riesgos derivados de un uso inadecuado, esencialmente en materia de protección de datos y posibles sanciones. Asimismo, la formación específica que ellos han recibido al respecto ha sido nula o muy escasa, constituyendo el aprendizaje autodidacta la norma (15).

Dado que uno de los principales usos que los estudiantes hacen de las herramientas basadas en IA es la redacción de textos, algunas universidades españolas han empezado a buscar la manera de adaptarse a esto. A modo de ejemplo, profesores del grado de Educación Social de la Universidad de Murcia y de la Universidad de Castilla La Mancha han elaborado una propuesta de innovación docente orientada a comparar los textos redactados por los estudiantes y los textos redactados por Chat GPT Versión 3.5. Lejos de pensar que Chat GPT es una herramienta cuyo empleo por parte de los estudiantes debe ser perseguido y penalizado, estos autores abogan por formar en su buen uso, en línea con el objetivo de desarrollo sostenible número 4 (Educación de calidad), que defiende la necesidad de una adopción de la transformación digital, sin desterrar los sistemas de IA como parte de los elementos que entran en juego en la nueva realidad del siglo XXI (16). Su objetivo es detectar las ventajas que esto supone y valorar los posibles riesgos derivados de ello (pérdida de habilidades para la redacción propia, caída en el plagio, análisis crítico, etcétera) para adaptar sus planes docentes (17).

Por todas estas cuestiones, hemos considerado interesante estudiar cuáles son los conocimientos, temores, preocupaciones y expectativas de los estudiantes de Medicina y residentes de Radiodiagnóstico con respecto a estas nuevas herramientas y su aplicación en el ámbito de la Radiología. De este modo, se podrían conocer las principales debilidades del sistema para fortalecerlo y hacer que las nuevas generaciones salgan cada vez más preparadas para afrontar estos nuevos retos.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL: Conocer y valorar la percepción que los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico tienen al respecto de la incorporación de la IA en el mundo de la Radiología y de sus potenciales aplicaciones y retos.

OBJETIVOS SECUNDARIOS:

- Conocer y valorar la percepción que los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico tienen acerca de la posible amenaza laboral que supone la IA para los radiólogos.
- Conocer y valorar la influencia que la IA tiene a la hora de escoger Radiodiagnóstico como especialidad.
- Conocer y valorar la percepción que los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico tienen acerca de la preparación del personal sanitario para el uso de IA y sus opiniones acerca de la incorporación de estas cuestiones en la formación de grado.
- Conocer y valorar la percepción que los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico tienen acerca de la evolución del papel de los radiólogos en relación con el uso de IA.
- Conocer y valorar la percepción que los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico tienen acerca de la aceptación de los diagnósticos emitidos por IA por parte de los pacientes y sobre quién consideran que debería recaer la responsabilidad legal en caso de errores derivados del uso de IA.
- Conocer y valorar el uso que los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico hacen en su día a día de herramientas basadas en IA y sus conocimientos al respecto de estas herramientas con el fin de determinar la necesidad o no de una formación específica.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente Trabajo de Fin de Grado se basa en el análisis de los resultados de una encuesta (anexo 1) difundida entre estudiantes de Medicina (a partir de segundo curso) y residentes de Radiodiagnóstico. Para su elaboración, ha sido necesaria una revisión previa de la literatura publicada acerca de la materia en cuestión. La gran mayoría de preguntas son de elaboración propia. No obstante, algunas de ellas han sido tomadas de otras publicaciones (6,7,18,19).

La encuesta sobre la que se ha realizado el trabajo está dividida en dos grandes apartados. El primero de ellos está destinado a clasificar a los participantes en función de una serie de variables que se exponen resumidamente a continuación:

- Datos epidemiológicos: el objetivo de esta sección es caracterizar a los participantes, clasificándolos en función de su sexo y edad.
- Valoración subjetiva del conocimiento: el objetivo de esta sección (de una única pregunta) es analizar la percepción que cada participante tiene de su conocimiento acerca de la IA antes de plantearle preguntas teóricas acerca de la misma.
- Valoración objetiva del conocimiento: el objetivo de esta sección es definir el nivel basal real de conocimiento de los participantes. Posteriormente, esta información será utilizada con el fin de estudiar la posible influencia que pueda tener la formación previa en materia de IA sobre las expectativas de la aplicación de la IA en la Radiología.
- Clasificación en función del nivel formativo (estudiante o residente y año de formación): el objetivo de esta sección es derivar a cada participante a su sección de preguntas correspondiente (una para estudiantes y otra para residentes).

El otro gran apartado de la encuesta es el que incluye propiamente las preguntas acerca de la percepción de los participantes sobre la aplicación de la IA en Radiología (los estudiantes de Medicina son derivados a una sección y los residentes de Radiodiagnóstico a otra). Todas las preguntas son comunes a las dos secciones, a excepción de las cuatro primeras.

En el caso de los estudiantes de Medicina, estas cuatro primeras preguntas están orientadas a determinar cuál es la Facultad de Medicina en la que se están formando, cuál es el uso que hacen en su día a día de herramientas basadas en IA, cuál es su posición de cara a escoger Radiodiagnóstico como especialidad y cuál creen que será la influencia que tendrá la irrupción de la IA en esta decisión.

En el caso de los residentes de Radiodiagnóstico, estas cuatro primeras preguntas están orientadas a determinar cuál es el hospital en el que se están formando, si se emplean o no herramientas basadas en IA en su hospital de formación, cuál es el uso que hacen en su día a día de herramientas basadas en IA y qué influencia creen que habría tenido para ellos el haber sabido el impacto que iba a tener la IA en Radiología a la hora de escoger especialidad.

El resto de las preguntas de este gran apartado son idénticas para estudiantes y residentes y pretenden determinar cuáles son sus principales preocupaciones, cuál creen que será el papel de los radiólogos en el futuro, cuáles creen que son las principales aplicaciones en Radiología, cuál creen que será el grado de aceptación por parte de los pacientes de estas herramientas y qué repercusiones medicolegales puede tener todo este proceso.

Una vez elaborada la encuesta, y antes de dar comienzo a su difusión, se solicitó la autorización para su utilización al Comité de Ética en la Investigación de la USC, tal y como recoge la *Resolución Rectoral sobre el procedimiento de evaluación previa de trabajos de fin de estudios*

y otros trabajos académicos en el caso de intervención con seres humanos, obtención de muestras o de datos personales. Dicha autorización fue notificada oficialmente el día 29 de enero de 2025 con la emisión del informe correspondiente (anexo 2).

Para hacer llegar la encuesta a los estudiantes se ha contactado con los delegados de los distintos cursos de la Facultad de Medicina de la USC. Asimismo, dado que cualquier estudiante de Medicina puede contestar a estas preguntas (y de hecho valoramos muy positivamente la participación por parte de personas de otras facultades), algunos alumnos han compartido la encuesta con compañeros de otros centros. En ningún caso se ha identificado a los individuos participantes en el estudio, tal y como se acordó con el delegado de Protección de Datos de la USC antes de iniciar el trabajo.

Para hacer llegar la encuesta a los residentes, se ha solicitado la colaboración a la Sociedad Gallega de Radiología, que ha empleado sus listas de difusión con tal fin. En este caso tampoco se ha identificado a ninguno de los individuos participantes en la encuesta, de acuerdo con las indicaciones del delegado de Protección de Datos de la USC.

La encuesta ha estado abierta desde el día 29 de enero de 2025 hasta el día 26 de febrero de 2025. Se han obtenido un total de 351 respuestas (327 de estudiantes de Medicina y 24 de residentes de Radiodiagnóstico) y se han analizado en primer lugar desde un punto de vista descriptivo y después comparando los resultados entre los distintos grupos.

Para realizar las comparaciones pertinentes y buscando la mayor homogeneidad posible en cuanto al número de componentes de cada grupo, se ha decidido dividir a los participantes en tres grupos: estudiantes noveles (segundo, tercero y cuarto de Medicina), estudiantes senior (quinto y sexto de Medicina) y residentes.

Los datos han sido analizados empleando el programa informático SPSS versión 15.0 para Windows (IBM, Chicago, IL, EE. UU.). En todos los casos se ha considerado un nivel de significación α de 0,05.

Las variables cualitativas nominales han sido estudiadas empleando el estadístico de Chi-Cuadrado. No obstante, dadas las limitaciones técnicas de dicha prueba aplicada a nuestro caso (siempre existía al menos 1 casilla con una frecuencia esperada inferior a 5), se han calculado los niveles de significación estadística mediante la prueba exacta de Monte-Carlo, con un intervalo de confianza del 99% en base a 10.000 simulaciones.

Las variables cuantitativas discretas (las notas de la parte de valoración objetiva del conocimiento y todas las correspondientes al grado de acuerdo con una afirmación, en una escala del 1 al 5) han sido sometidas a una prueba de normalidad empleando la prueba de Kolmogorov-Smirnov por ser el tamaño muestral superior a 50. Todas las variables han demostrado no seguir una distribución normal con un p-valor = 0,000. Por lo tanto, al tratarse de distribuciones no normales a comparar entre 3 grupos, se ha empleado el estadístico de Kruskal-Wallis. En los casos en que esta prueba mostró significación estadística, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para cada una de las combinaciones de grupos (Estudiantes noveles frente a Estudiantes senior, Estudiantes noveles frente a Residentes y Estudiantes senior frente a Residentes) con el objetivo de localizar el grupo que se diferenciaba de los otros dos.

Es preciso señalar que el análisis de las preguntas no se ha hecho siguiendo estrictamente el orden en que aparecen las preguntas del formulario. Por cuestiones logísticas, era más manejable elaborar el formulario solicitando la clasificación en función del nivel formativo inmediatamente antes de las preguntas de opinión sobre la IA. Sin embargo, a la hora de realizar

el análisis, resulta más sencillo explicar en primer lugar la distribución en grupos para después continuar con el resto de los ítems.

Para elaborar la discusión, se han comparado los resultados obtenidos en este estudio con los resultados publicados en otros estudios en relación con la IA en Radiología, sus aspectos técnicos y su grado de aceptación por parte del personal médico y de los estudiantes. Para ello ha sido necesario revisar la literatura más relevante en este campo a través de bases de datos como PubMed o Web of Science.

Todas las tablas y figuras que conforman el presente trabajo son de elaboración propia.

4. RESULTADOS

4.1 Clasificación según el nivel formativo

Tal y como se explicó en el apartado de Material y Métodos, los participantes han sido asignados a tres grupos de trabajo en función de su nivel de formación. El grupo de estudiantes noveles está conformado por 155 participantes (44% de la muestra), el de estudiantes senior por 172 (49% de la muestra), y el de residentes por 24 (7% de la muestra).

En la tabla 1 se reflejan los niveles de formación de cada participante y el resultado tras la agrupación. En la figura 1 se representa esta misma distribución gráficamente, en función del porcentaje aproximado de cada grupo sobre el total de la muestra.

Tabla 1. Clasificación según el nivel formativo

Año de formación	Número	Grupo de estudio	Número
2º de Medicina	43	Estudiantes noveles	155
3º de Medicina	41		
4º de Medicina	71		
5º de Medicina	91	Estudiantes senior	172
6º de Medicina	81		
R1 de Radiodiagnóstico	9	Residentes	24
R2 de Radiodiagnóstico	7		
R3 de Radiodiagnóstico	6		
R4 de Radiodiagnóstico	2		
Total	351		351

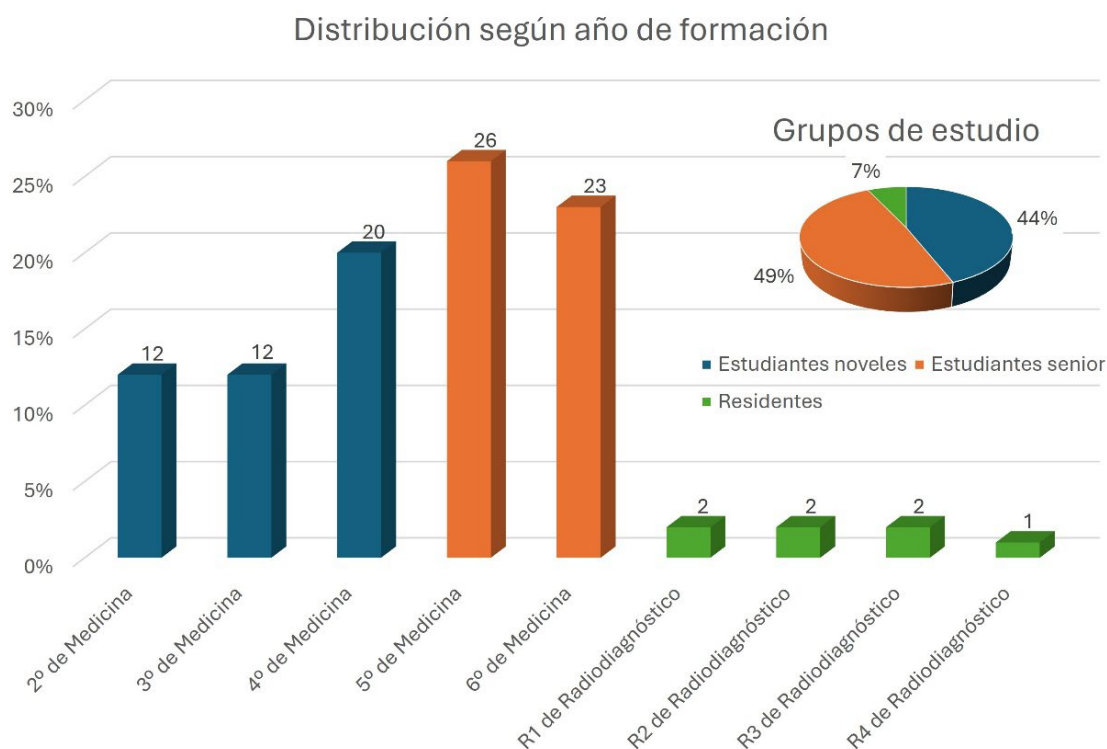


Figura 1. Distribución según año de formación y grupo de estudio expresada en porcentaje

4.2 Sexo

En la tabla 2 viene reflejada la distribución por sexo. En la figura 2 se muestra gráficamente la distribución por sexo, expresada en porcentaje, para cada grupo de estudio.

Tabla 2. Tabla de contingencia de la distribución por sexo en cada grupo de estudio ($p = 0,001$, IC 99% [0,000 – 0,002])

	Estudiantes noveles	Estudiantes senior	Residentes	Total
Varones	41	56	12	109 (31%)
Mujeres	114	116	12	242 (69%)
Total	155	172	24	351

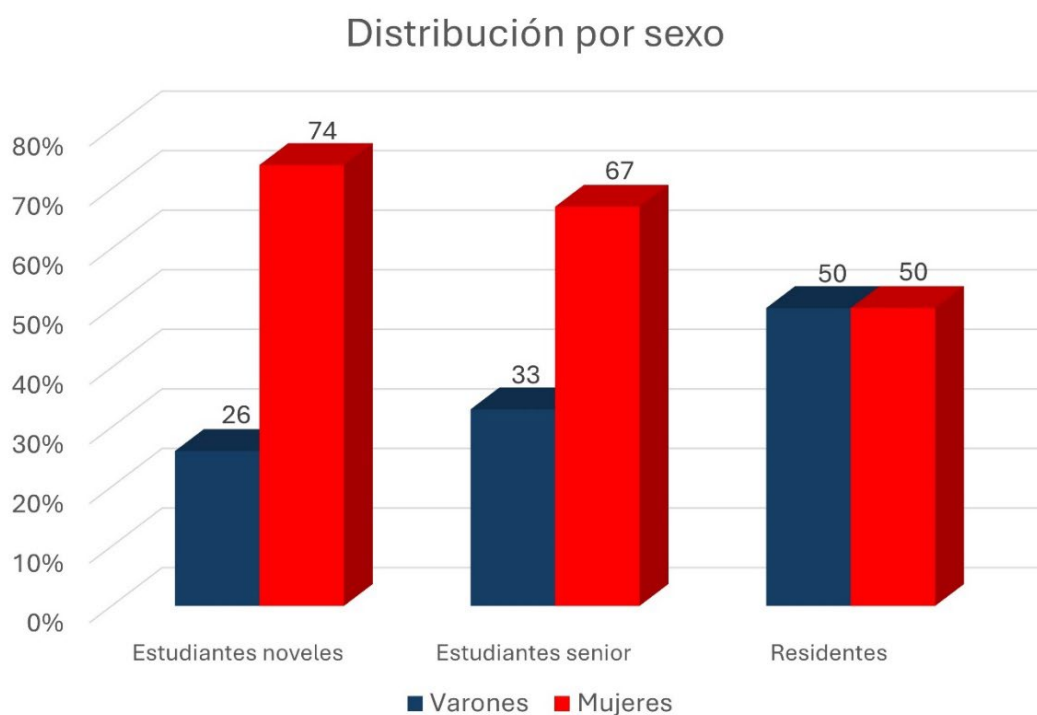


Figura 2. Distribución por sexo, expresada en porcentaje, para cada grupo de estudio

4.3 Edad

En la tabla 3 se representa la distribución de las edades (en años) en cada grupo expresando mediana, media y desviación típica. A medida que avanza el nivel formativo de los participantes, aumentan la media y mediana de su edad.

Tabla 3. Distribución de las edades (en años) en cada grupo de estudio ($p = 0,000$)

Grupo de estudio	Mediana	Media	Desviación típica
Estudiantes noveles	21	21,57	4,500
Estudiantes senior	23	23,20	1,737
Residentes	27	28,63	4,519

4.4 Valoración subjetiva del conocimiento

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en la sección 2 (*Indique su grado de acuerdo con la siguiente afirmación: Entiendo lo que es la IA*). En la figura 3 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 4. Tabla de contingencia de respuestas en la sección 2 ($p = 0,517$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	48	71	20	11	5	155
Estudiantes senior	52	93	20	6	1	172
Residentes	8	13	3	0	0	24
Total	108	177	43	17	6	351

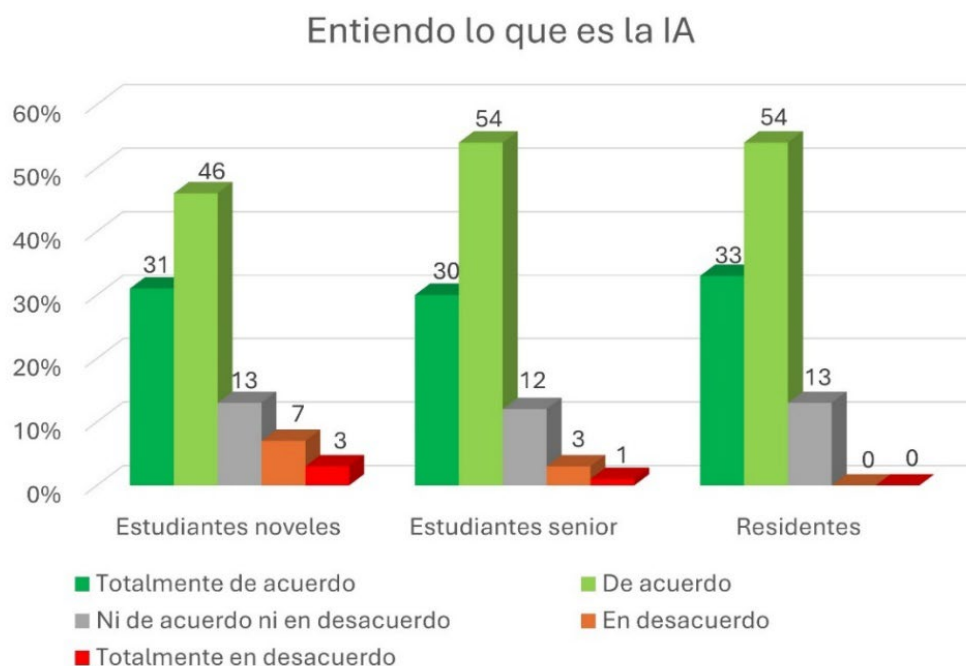


Figura 3. Distribución de respuestas en la sección 2, expresadas en porcentaje

4.5 Valoración objetiva del conocimiento

Para la valoración objetiva del conocimiento, se ha asignado un valor “1” a cada respuesta correcta y un valor “0” a cada respuesta incorrecta. Por lo tanto, la puntuación mínima es de 0 puntos y la máxima es de 5 puntos. Teniendo esto en cuenta, los promedios de los resultados en cada grupo fueron los siguientes: 2,98/5 para los estudiantes noveles, 3,06/5 para los estudiantes senior y 2,71/5 para los residentes.

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos tras sumar las puntuaciones en las cinco preguntas de valoración objetiva del conocimiento. En la figura 4 se muestra gráficamente la distribución de puntuaciones, expresadas en porcentaje.

Tabla 5. Tabla de contingencia de las puntuaciones obtenidas en la valoración objetiva del conocimiento ($p = 0,315$)

	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5	Total
Estudiantes noveles	2	46	64	35	6	2	155
Estudiantes senior	8	49	65	45	5	0	172
Residentes	0	4	12	5	3	0	24
Total	10	99	141	85	14	2	351

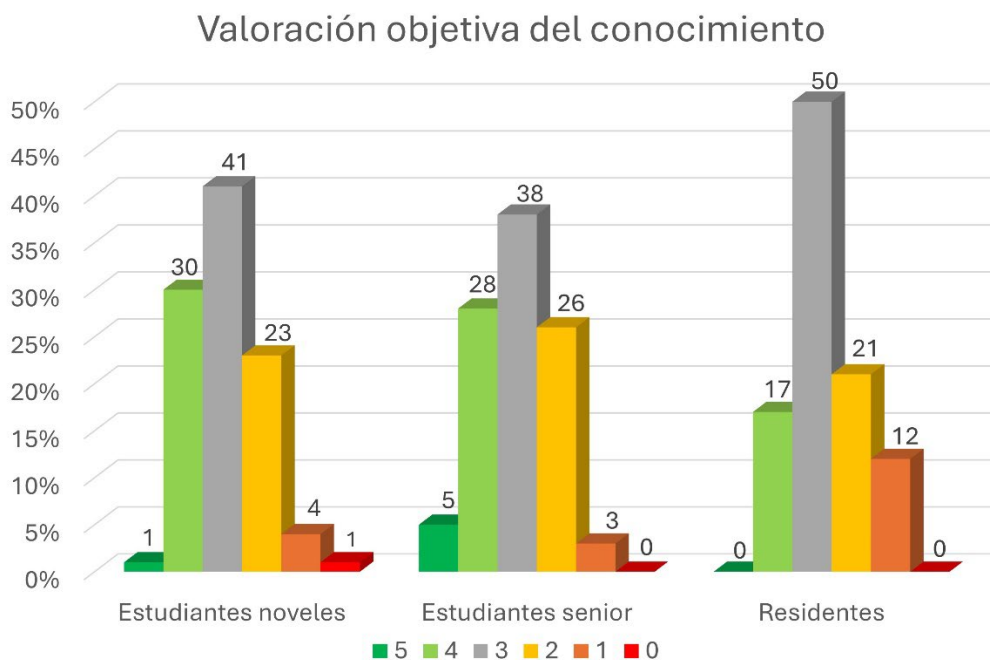


Figura 4. Distribución de los resultados en las preguntas de valoración objetiva del conocimiento, expresadas en porcentaje de puntuaciones

4.6 Distribución según centro de formación

En las tablas 6 y 7 se presenta el número de participantes procedentes de cada facultad de Medicina (Tabla 6) u hospital de formación (Tabla 7).

Tabla 6. Número de participantes según su facultad de Medicina

Facultad de Medicina	Número de participantes (n)
USC	313
USPCEU	7
UAM	2
UVa	2
UAH	1
UE	1
UMA	1
Total	327

Tabla 7. Número de participantes según su hospital de formación

Hospital de formación	Número de participantes (n)
CHUS	3
CHUVI	2
HULP	2
CST	1
DRKKB	1
HCAM	1
HCSC	1
HCUV	1
HCUVA	1
HGRC	1
HGUGM	1
HGUMM	1
HRUM	1
HUB	1
HUC	1
HULA	1
HUSE	1
HUVN	1
HUVR	1
Italia (no precisa qué hospital)	1
Total	24

En el caso de los residentes, se les ha interrogado acerca del uso de herramientas basadas en IA en la práctica clínica habitual en sus hospitales de formación. 19 de ellos (79%) afirman que sí se emplean estas herramientas, mientras que 5 de ellos (21%) lo niegan.

4.7 Uso diario de la IA

Se interrogó a todos los participantes acerca de su uso diario de IA, incluyendo su uso tanto en el ámbito académico-laboral como en la vida cotidiana. En esta escala, un valor de “1” indica que nunca se emplean estas herramientas y un valor de “5” indica que estas herramientas se emplean con mucha frecuencia.

En la tabla 8 se presentan los resultados obtenidos en esta pregunta. Dado que se han observado diferencias estadísticamente significativas, se ha realizado el debido análisis por pares (U de Mann-Whitney), obteniéndose los siguientes p-valor (en negrita el significativo): **EN vs ES p=0,000**; EN vs MIR p=0,215; ES vs MIR p=0,076. En la figura 5 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 8. Tabla de contingencia acerca del uso diario de IA (p = 0,000)

	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	Total
Estudiantes noveles	26	32	42	42	13	155
Estudiantes senior	14	20	37	57	44	172
Residentes	1	4	8	11	0	24
Total	41	56	87	110	57	351

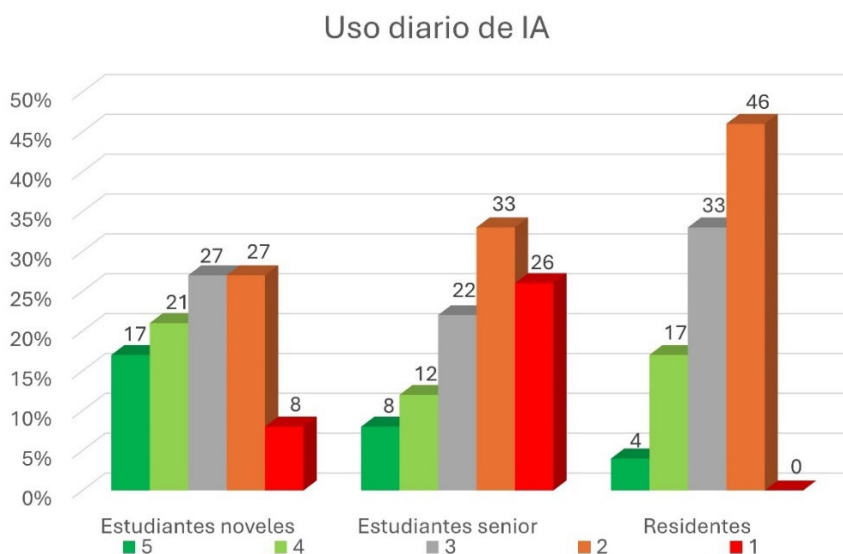


Figura 5. Distribución de respuestas sobre el uso diario de IA, expresadas en porcentaje

4.8 Influencia de la IA en la elección de especialidad

A todos los participantes se les interrogó acerca de la influencia que tendrá (en el caso de los estudiantes) o habría tenido (en el caso de los residentes) la IA a la hora de escoger o no Radiodiagnóstico como especialidad. Dado que se han formulado preguntas ligeramente distintas para estudiantes y para residentes, primero se expondrán de manera descriptiva los resultados de cada sección y posteriormente se establecerá una comparación entre ellas.

A los estudiantes se les preguntó, en primer lugar, sobre su preferencia por Radiodiagnóstico como especialidad (Tabla 9). Posteriormente, se les interrogó sobre la influencia que tiene la irrupción de la IA a la hora de tomar esta decisión (Tabla 10).

Tabla 9. Distribución de respuestas entre los estudiantes acerca de la preferencia por Radiodiagnóstico como especialidad

¿Cómo valora la especialidad de Radiodiagnóstico de cara a su elección MIR?	Número de respuestas (%)
Está dentro de mis 3 primeras opciones	14 (4%)
No está dentro de mis 3 primeras opciones	173 (53%)
No me lo planteo	140 (43%)
Total	327

Tabla 10. Distribución de respuestas entre los estudiantes acerca de la influencia de la IA a la hora de elegir especialidad

¿Considera que la irrupción y el avance de la IA condicionarán su elección de especialidad?	Número de respuestas (%)
Sí, haciendo más probable que escoja Radiodiagnóstico como especialidad	20 (6%)
Sí, haciendo menos probable que escoja Radiodiagnóstico como especialidad	74 (23%)
No considero que tenga influencia en la elección	233 (71%)
Total	327

A los residentes se les planteó una única pregunta en relación con este tema haciendo referencia a la influencia que creen que habría tenido esta información en caso de disponer de ella en el momento en que escogieron Radiodiagnóstico como especialidad (Tabla 11).

Tabla 11. Distribución de respuestas entre los residentes acerca de la influencia que creen que habría tenido la IA a la hora de elegir especialidad

Si hubiera conocido el impacto de la IA en Radiología en el momento de la elección de especialidad, habría sido...	Número de respuestas (%)
Un motivo a favor para escogerla	6 (25%)
Un motivo en contra para escogerla	1 (4%)
No habría tenido influencia	17 (71%)
Total	24

Transformando las respuestas de estas dos últimas preguntas de tal manera que los participantes consideren la IA como un motivo “a favor”, “en contra” o “indiferente” a la hora de escoger Radiodiagnóstico como especialidad, se hace un análisis comparativo entre los tres grupos de estudio. En la tabla 12 se reflejan los resultados de dicho análisis (p-valor ajustado = 0,003, IC 99% [0,001-0,004]). En la figura 6 se representan gráficamente los resultados obtenidos en esta pregunta tras la traducción y agrupación de respuestas.

Tabla 12. Tabla de contingencia sobre la influencia de la IA en la elección de Radiodiagnóstico como especialidad con respuestas agrupadas (p = 0,003)

	A favor	Indiferente	En contra	Total
Estudiantes noveles	13	111	31	155
Estudiantes senior	7	122	43	172
Residentes	6	17	1	24
Total	26	250	75	351

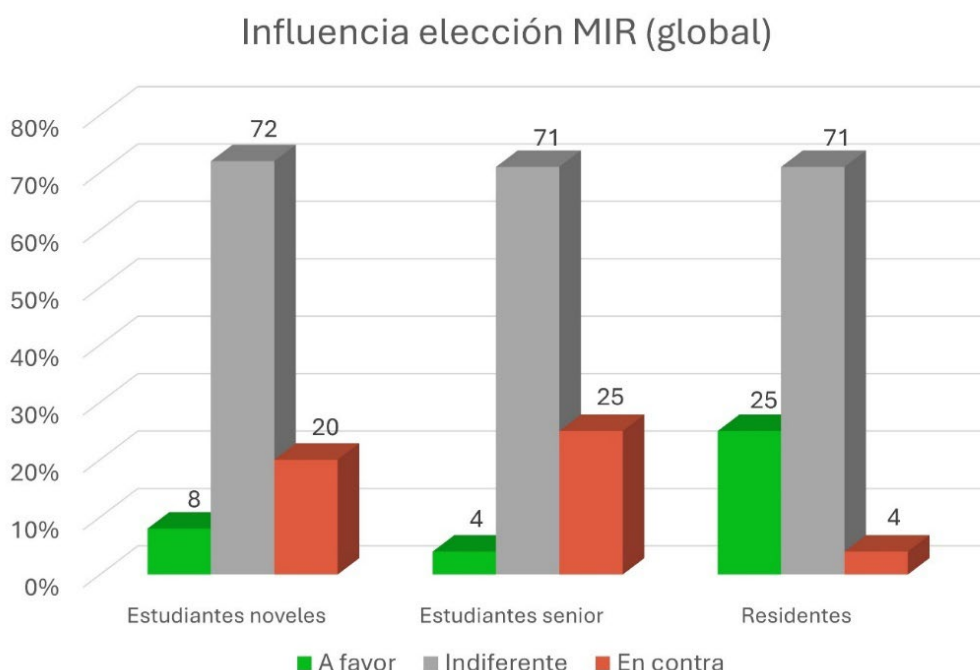


Figura 6. Distribución de respuestas para la pregunta sobre la influencia de la IA en la elección de Radiodiagnóstico como especialidad con las respuestas agrupadas, expresada en porcentaje

4.9 Grado de acuerdo con respecto a afirmaciones sobre IA

En la pregunta 5 del cuestionario (idéntica para todos los grupos) se proponen una serie de afirmaciones al respecto de la IA y su aplicación en la Radiología. Se pide a los participantes que manifiesten su grado de acuerdo con cada una de las afirmaciones en una escala del 1 al 5.

En la tabla 13 se representan los p-valores obtenidos para cada una de las seis afirmaciones propuestas. En los casos en los que se obtuvo significación estadística tras aplicar la prueba de Kruskal-Wallis, se reflejan en la columna final los p-valores de las comparaciones por pares, aplicando la prueba U de Mann-Whitney. Los p-valores estadísticamente significativos ($p < 0,05$) figuran destacados en negrita.

Tabla 13. Niveles de significación para las afirmaciones de la pregunta 5

Afirmación	p-valor (Kruskal-Wallis)	Comparación entre grupos	p-valor (U de Mann-Whitney)
5.1. La introducción de las herramientas de IA reducirá la demanda de radiólogos	0,008	EN vs ES	0,027
		EN vs MIR	0,127
		ES vs MIR	0,007
5.2. La introducción de herramientas de IA sustituirá a los radiólogos	0,037	EN vs ES	0,119
		EN vs MIR	0,021
		ES vs MIR	0,090
5.3. La introducción de herramientas de IA aumentará la precisión de los diagnósticos	0,048	EN vs ES	0,019
		EN vs MIR	0,974
		ES vs MIR	0,207
5.4. La IA va a revolucionar el campo de la Radiología	0,559		
5.5. Los radiólogos, residentes de Radiología y estudiantes de Medicina están preparados para el uso de herramientas de IA	0,009	EN vs ES	0,002
		EN vs MIR	0,697
		ES vs MIR	0,298
5.6. Es preciso mejorar la formación en cuanto al uso de herramientas de IA en el Grado de Medicina.	0,000	EN vs ES	0,697
		EN vs MIR	0,000
		ES vs MIR	0,000

En la tabla 14 se presentan los resultados obtenidos para la afirmación 5.1 (*La introducción de las herramientas de IA reducirá la demanda de radiólogos*). En la figura 7 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 14. Tabla de contingencia para la afirmación 5.1 ($p = 0,008$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	13	53	22	57	10	155
Estudiantes senior	13	82	24	47	6	172
Residentes	2	4	5	9	4	24
Total	28	139	51	113	20	351

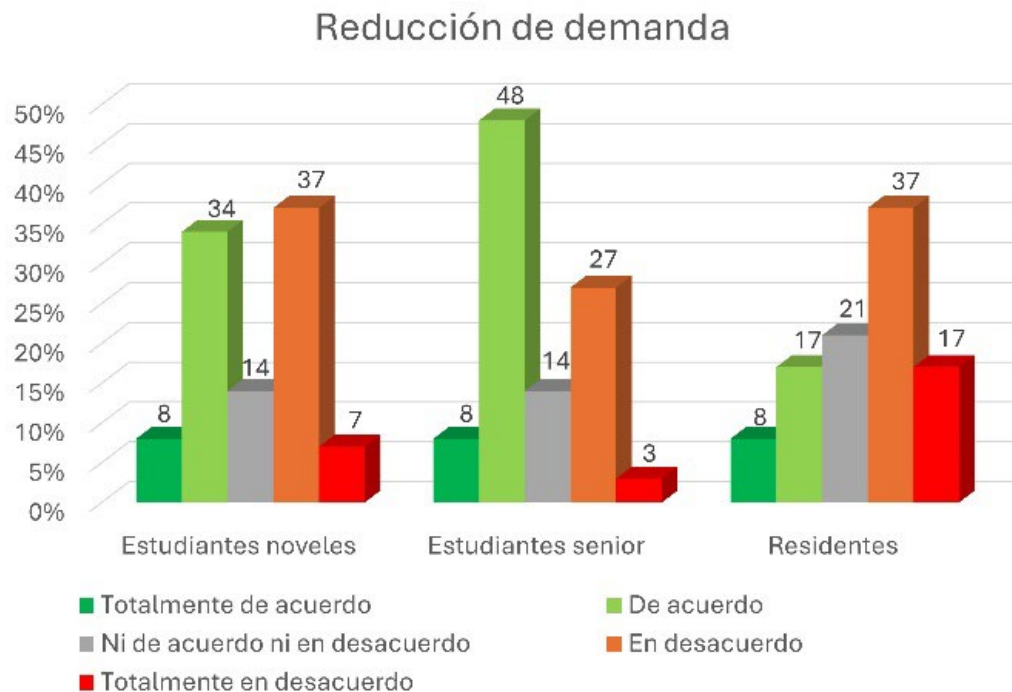


Figura 7. Distribución de respuestas a la afirmación 5.1, expresadas en porcentaje

En la tabla 15 se presentan los resultados obtenidos para la afirmación 5.2 (*La introducción de herramientas de IA sustituirá a los radiólogos*). En la figura 8 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 15. Tabla de contingencia para la afirmación 5.2 ($p = 0,037$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	4	17	23	63	48	155
Estudiantes senior	4	12	16	80	60	172
Residentes	1	0	2	8	13	24
Total	9	29	41	151	121	351

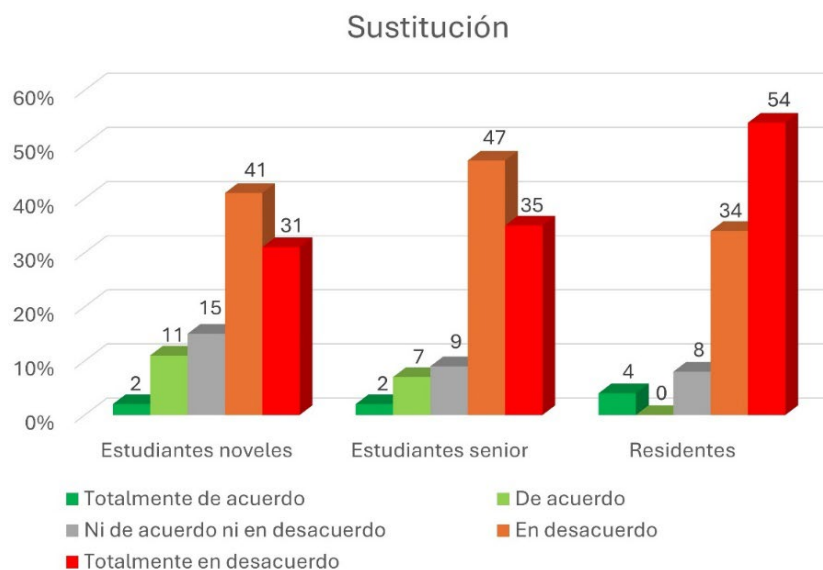


Figura 8. Distribución de respuestas a la afirmación 5.2, expresadas en porcentaje

En la tabla 16 se presentan los resultados obtenidos para la afirmación 5.3 (*La introducción de herramientas de IA aumentará la precisión de los diagnósticos*). En la figura 9 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 16. Tabla de contingencia para la afirmación 5.3 ($p = 0,048$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	50	80	17	8	0	155
Estudiantes senior	41	88	23	16	4	172
Residentes	6	16	2	0	0	24
Total	97	184	42	24	4	351

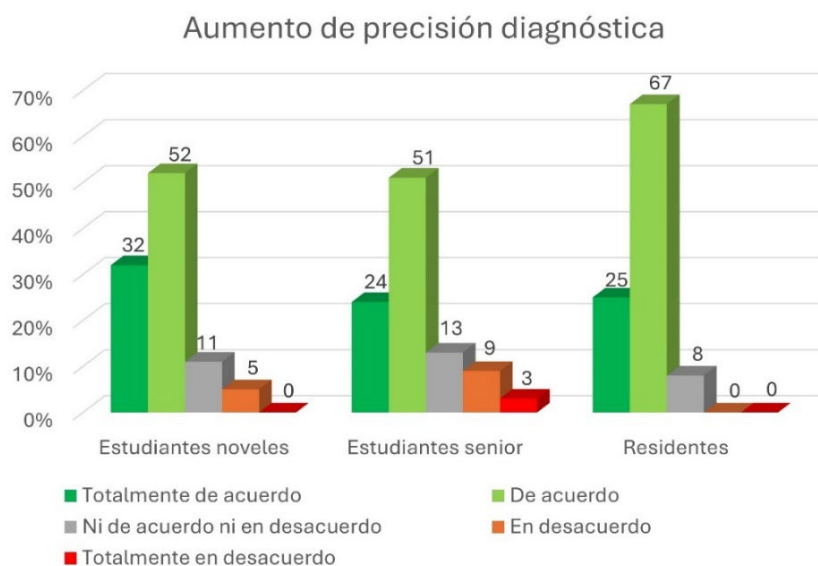


Figura 9. Distribución de respuestas a la afirmación 5.3, expresadas en porcentaje

En la tabla 17 se presentan los resultados obtenidos para la afirmación 5.4 (*La IA va a revolucionar el campo de la Radiología*). En la figura 10 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 17. Tabla de contingencia para la afirmación 5.4 ($p = 0,559$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	54	84	13	3	1	155
Estudiantes senior	55	89	19	6	3	172
Residentes	8	13	3	0	0	24
Total	117	186	35	9	4	351

Revolución del campo de la Radiología

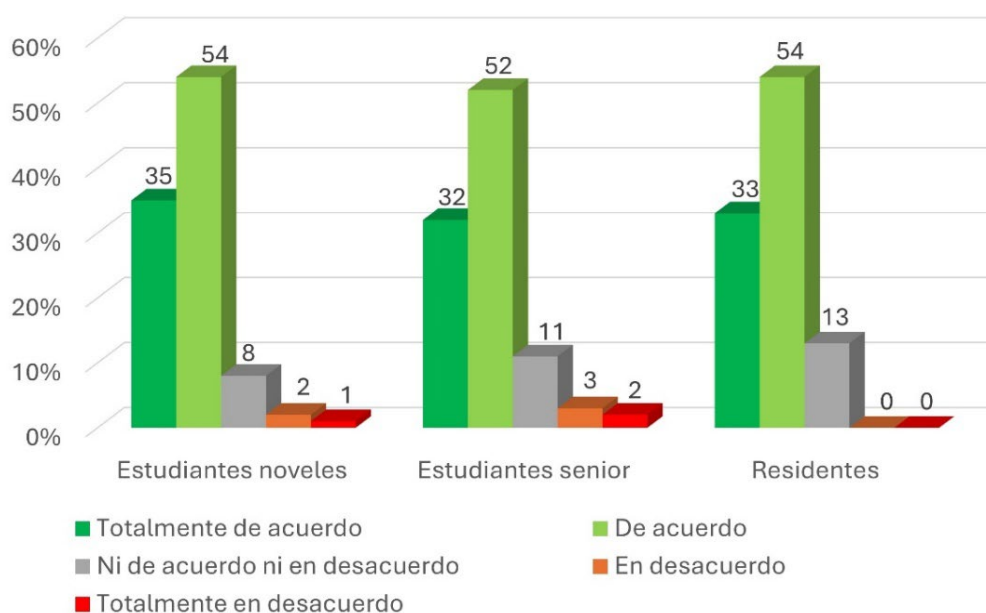


Figura 10. Distribución de respuestas a la afirmación 5.4, expresadas en porcentaje

En la tabla 18 se presentan los resultados obtenidos para la afirmación 5.5 (*Los radiólogos, residentes de Radiología y estudiantes de Medicina están preparados para el uso de herramientas de IA*). En la figura 11 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 18. Tabla de contingencia para la afirmación 5.5 ($p = 0,009$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	6	16	45	75	13	155
Estudiantes senior	1	14	39	84	34	172
Residentes	1	3	6	10	4	24
Total	8	33	90	169	51	351

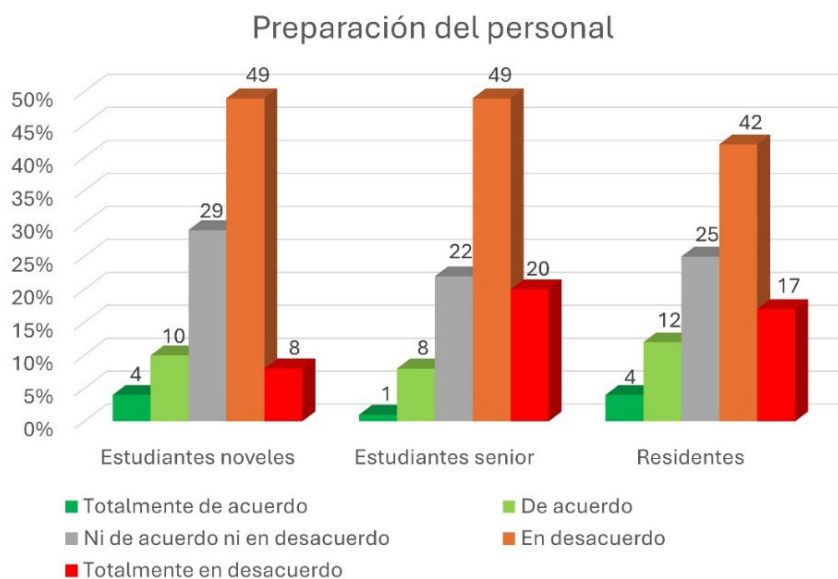


Figura 11. Distribución de respuestas a la afirmación 5.5, expresadas en porcentaje

En la tabla 19 se presentan los resultados obtenidos para la afirmación 5.6 (*Es preciso mejorar la formación en cuanto al uso de herramientas de IA en el Grado de Medicina*). En la figura 12 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 19. Tabla de contingencia para la afirmación 5.6 ($p = 0,000$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	62	76	14	1	2	155
Estudiantes senior	80	73	15	2	2	172
Residentes	4	8	8	2	2	24
Total	146	157	37	5	6	351

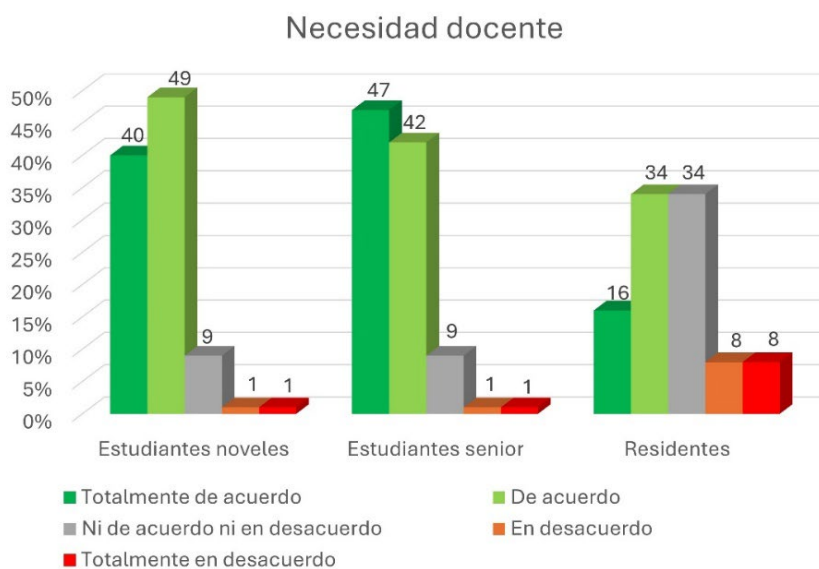


Figura 12. Distribución de respuestas a la afirmación 5.6, expresadas en porcentaje

4.10 Evolución del papel de los radiólogos

En la tabla 20 se presentan los resultados obtenidos en la pregunta 6 (*¿Cómo considera que evolucionará el papel de los radiólogos debido a la aparición de la IA?*). La distribución de respuestas entre los tres grupos de estudio se ha comparado empleando el estadístico de Chi-Cuadrado con la prueba exacta de Monte Carlo. Se han observado diferencias estadísticamente significativas (p-valor ajustado = 0,001, IC 99% [0,000-0,002]).

En la figura 13 se representan gráficamente mediante un diagrama de barras los resultados obtenidos en la pregunta 6. Se observa que en el grupo de estudiantes noveles hay una gran disparidad de opiniones, mientras que en el grupo de estudiantes senior hay una tendencia a pensar que la evolución de los radiólogos será hacia un perfil más clínico. Esta tendencia es mucho más evidente en el grupo de residentes, donde el 79% coincide en que este será su futuro rol.

Tabla 20. Tabla de contingencia para la pregunta 6 (p = 0,001)

	Perfil clínico	Sin modificaciones	Perfil técnico	Total
Estudiantes noveles	82	5	68	155
Estudiantes senior	109	3	60	172
Residentes	19	3	2	24
Total	210	11	130	351

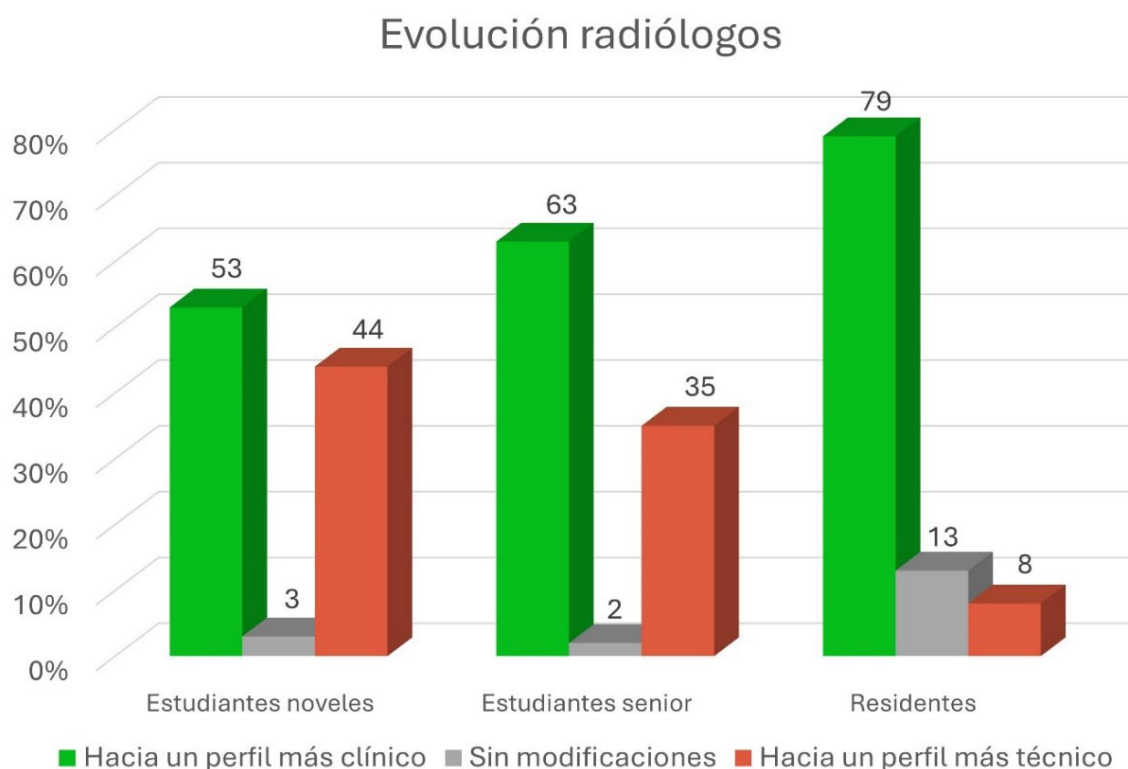


Figura 13. Distribución de respuestas para la pregunta 6, expresada en porcentaje, para cada grupo de estudio

4.11 Posibles aplicaciones de la IA en Radiología

En la pregunta 7 del cuestionario (idéntica para todos los grupos) se proponen una serie de posibles aplicaciones de la IA en la Radiología. Se pide a los participantes que manifiesten su grado de acuerdo con la importancia de cada una de estas aplicaciones en una escala del 1 al 5.

En la tabla 21 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.1 (*Análisis de la pertinencia de la prueba solicitada*). En la figura 14 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 21. Tabla de contingencia para la propuesta 7.1 ($p = 0,992$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	25	72	31	19	8	155
Estudiantes senior	23	89	27	28	5	172
Residentes	6	9	2	5	2	24
Total	54	170	60	52	15	351

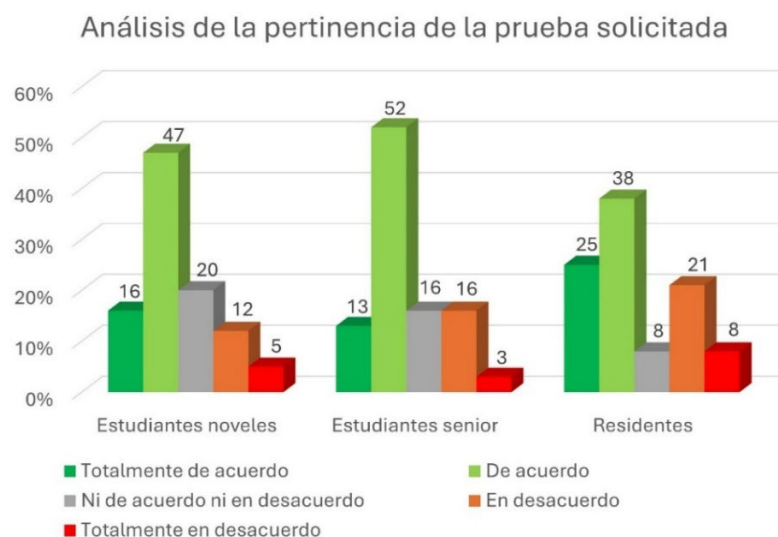


Figura 14. Distribución de respuestas para la propuesta 7.1, expresadas en porcentaje

En la tabla 22 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.2 (*Priorización de las pruebas*). En la figura 15 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 22. Tabla de contingencia para la propuesta 7.2 ($p = 0,070$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	24	78	30	18	5	155
Estudiantes senior	33	86	25	22	6	172
Residentes	9	11	1	2	1	24
Total	66	175	56	42	12	351

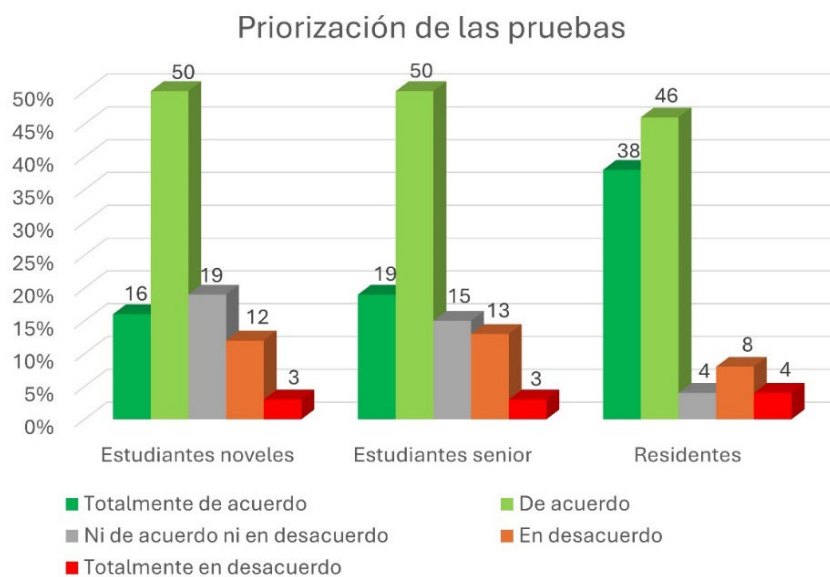


Figura 15. Distribución de respuestas para la propuesta 7.2, expresadas en porcentaje

En la tabla 23 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.3 (*Análisis de la calidad de la prueba de imagen una vez realizada*). En la figura 16 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 23. Tabla de contingencia para la propuesta 7.3 ($p = 0,742$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	55	83	13	3	1	155
Estudiantes senior	67	89	7	8	1	172
Residentes	9	14	1	0	0	24
Total	131	186	21	11	2	351

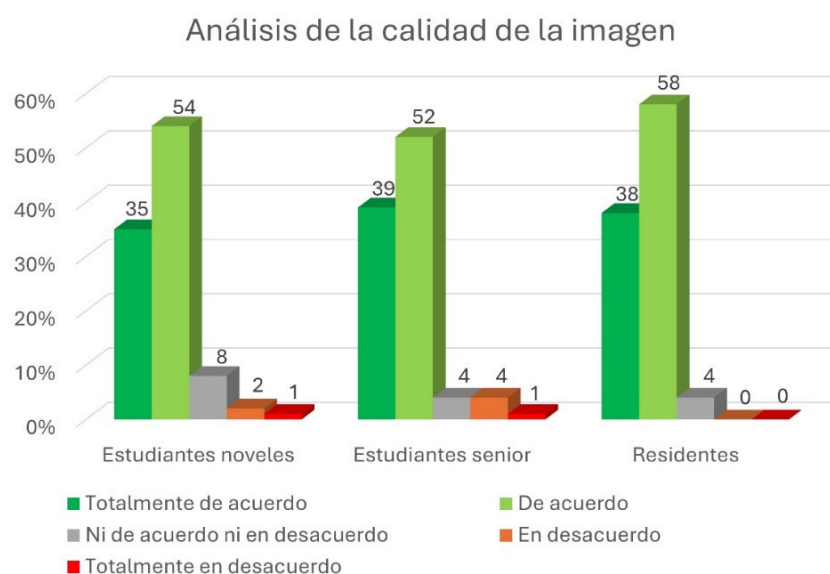


Figura 16. Distribución de respuestas para la propuesta 7.3, expresadas en porcentaje

En la tabla 24 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.4 (*Interpretación de imágenes radiológicas*). En la figura 17 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 24. Tabla de contingencia para la propuesta 7.4 ($p = 0,254$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	37	82	30	6	0	155
Estudiantes senior	43	104	13	11	1	172
Residentes	3	15	6	0	0	24
Total	83	201	49	17	1	351

Interpretación de imágenes radiológicas

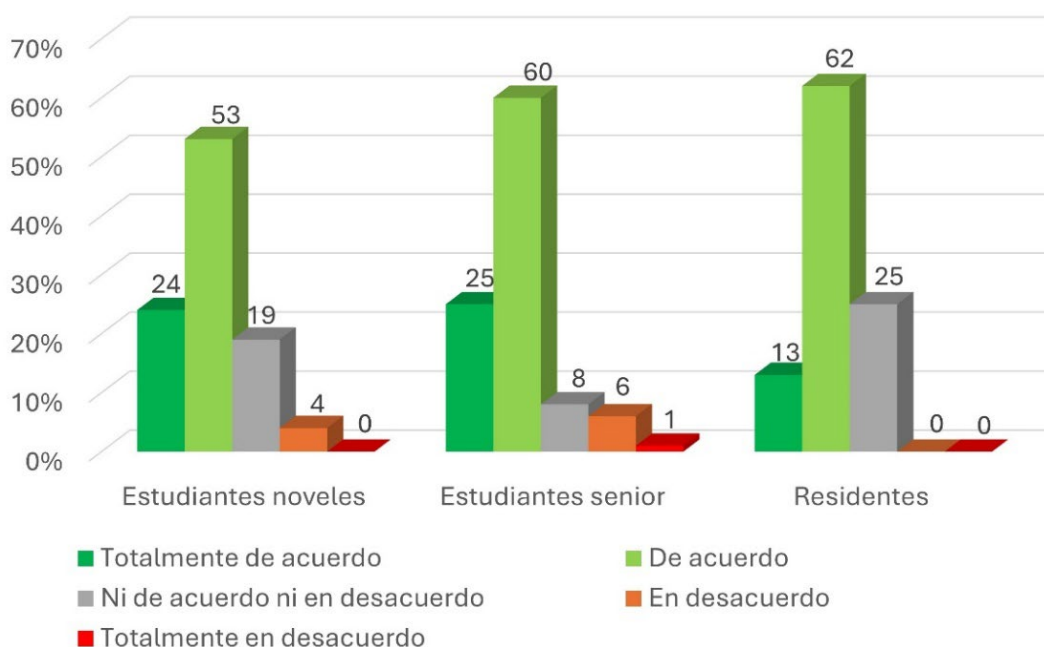


Figura 17. Distribución de respuestas para la propuesta 7.4, expresadas en porcentaje

En la tabla 25 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.5 (*Comparación con pruebas de imagen previas*). En la figura 18 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje, para cada grupo de estudio.

Tabla 25. Tabla de contingencia para la propuesta 7.5 ($p = 0,462$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	73	77	3	1	1	155
Estudiantes senior	77	87	5	2	1	172
Residentes	8	15	1	0	0	24
Total	158	179	9	3	2	351

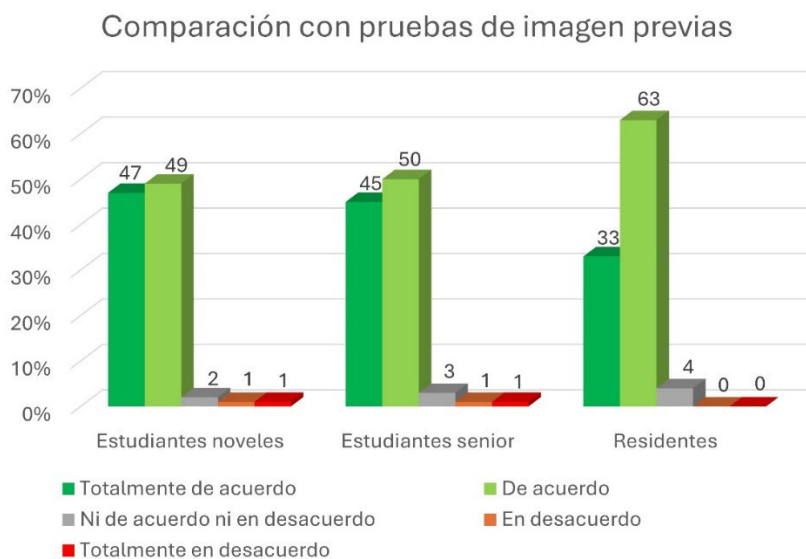


Figura 18. Distribución de respuestas para la propuesta 7.5, expresadas en porcentaje

En la tabla 26 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.6 (*Integración de resultados radiológicos con parámetros clínicos, analíticos, histológicos, microbiológicos, etcétera*). En la figura 19 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 26. Tabla de contingencia para la propuesta 7.6 ($p = 0,077$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	50	83	14	7	1	155
Estudiantes senior	46	91	16	13	6	172
Residentes	7	7	4	6	0	24
Total	103	181	34	26	7	351

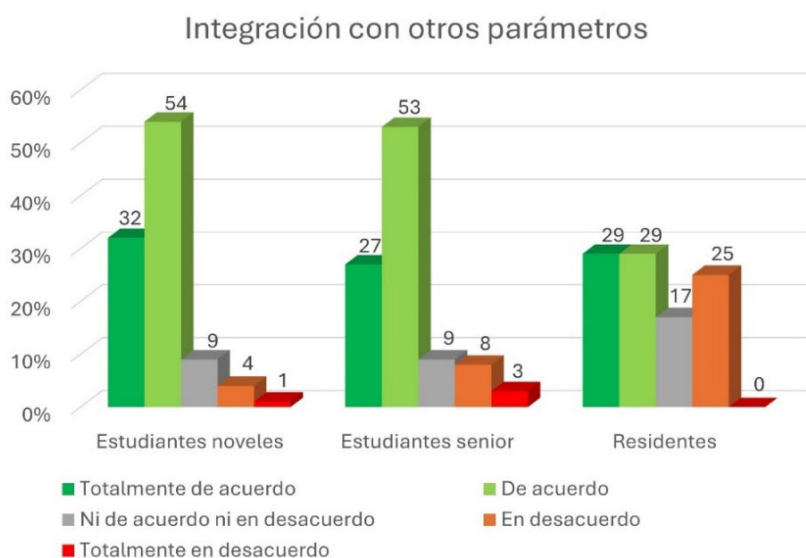


Figura 19. Distribución de respuestas para la propuesta 7.6, expresadas en porcentaje

En la tabla 27 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.7 (*Agilización de programas de cribado*). Dado que se han observado diferencias estadísticamente significativas, se ha realizado el debido análisis por pares (U de Mann-Whitney), obteniéndose los siguientes p-valor (en negrita los significativos): EN vs ES $p=0,358$; **EN vs MIR $p=0,013$** ; **ES vs MIR $p=0,030$** . En la figura 20 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 27. Tabla de contingencia para la propuesta 7.7 ($p = 0,038$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	52	79	19	4	1	155
Estudiantes senior	61	94	13	3	1	172
Residentes	14	9	1	0	0	24
Total	127	182	33	7	2	351

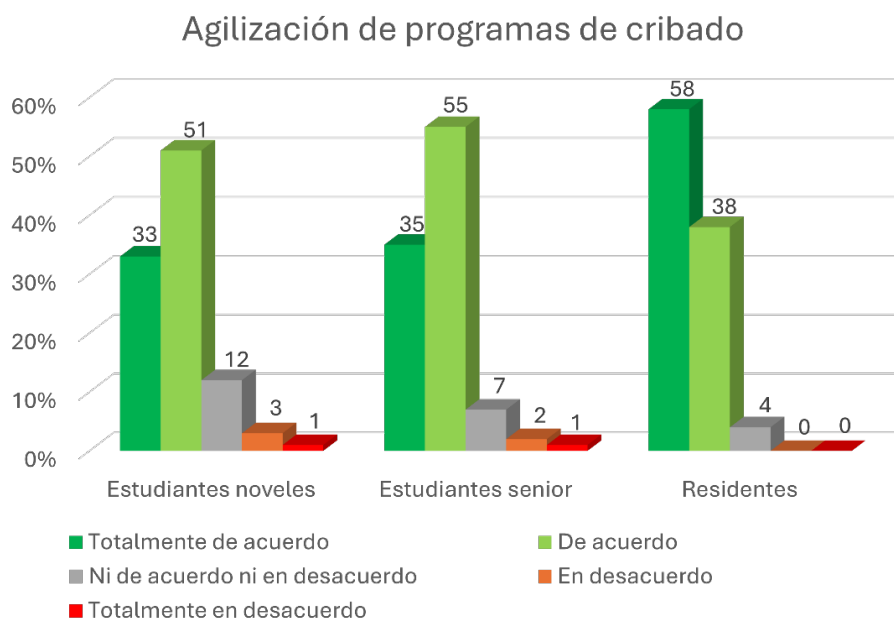


Figura 20. Distribución de respuestas para la propuesta 7.7, expresadas en porcentaje

En la tabla 28 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.8 (*Reducción de las dosis de radiación*). En la figura 21 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 28. Tabla de contingencia para la propuesta 7.8 ($p = 0,053$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	24	55	51	20	5	155
Estudiantes senior	31	73	43	20	5	172
Residentes	8	10	3	2	1	24
Total	63	138	97	42	11	351

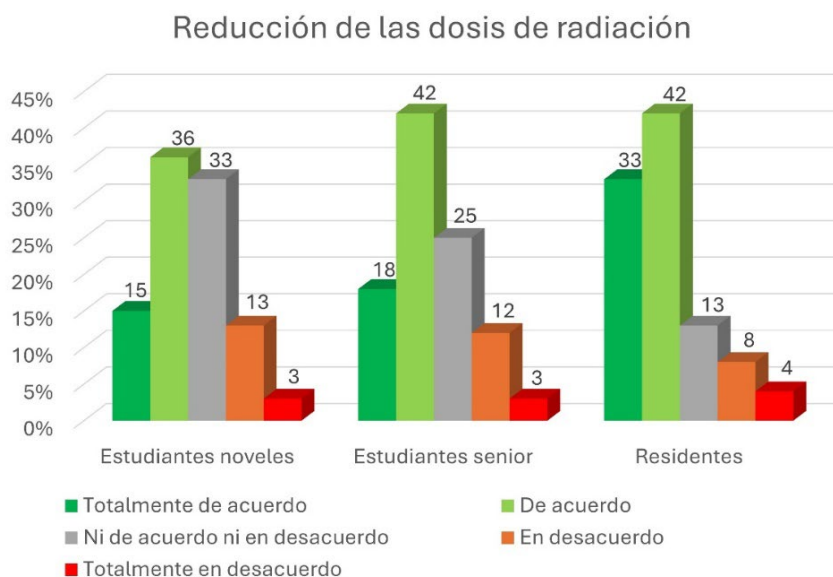


Figura 21. Distribución de respuestas para la propuesta 7.8, expresadas en porcentaje

En la tabla 29 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.9 (*Reducción del gasto asistencial*). En la figura 22 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 29. Tabla de contingencia para la propuesta 7.9 ($p = 0,095$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	29	66	41	17	2	155
Estudiantes senior	37	84	34	15	2	172
Residentes	2	11	7	3	1	24
Total	68	161	82	35	5	351

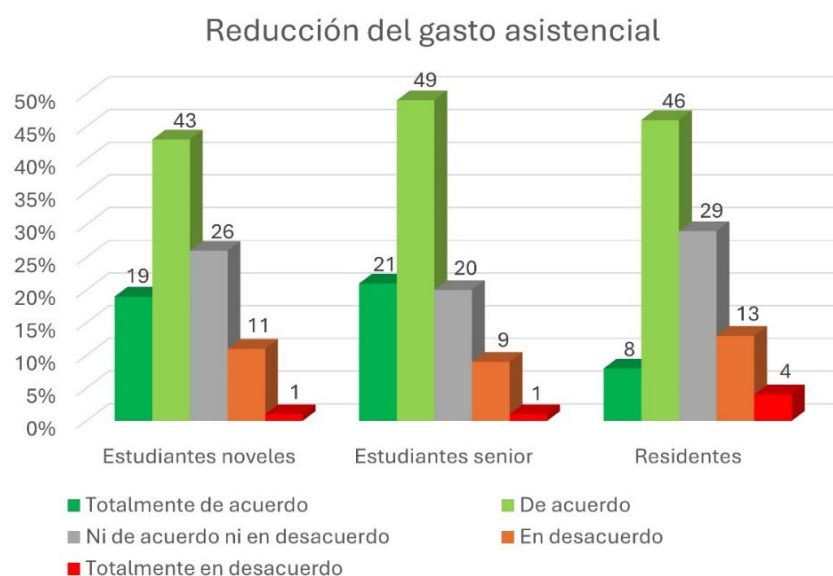


Figura 22. Distribución de respuestas para la propuesta 7.9, expresadas en porcentaje

En la tabla 30 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.10 (*Organización de la información con fines docentes e investigadores*). En la figura 23 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 30. Tabla de contingencia para la propuesta 7.10 ($p = 0,662$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	41	93	17	3	1	155
Estudiantes senior	53	98	16	5	0	172
Residentes	7	15	2	0	0	24
Total	101	206	35	8	1	351

Organización de la información

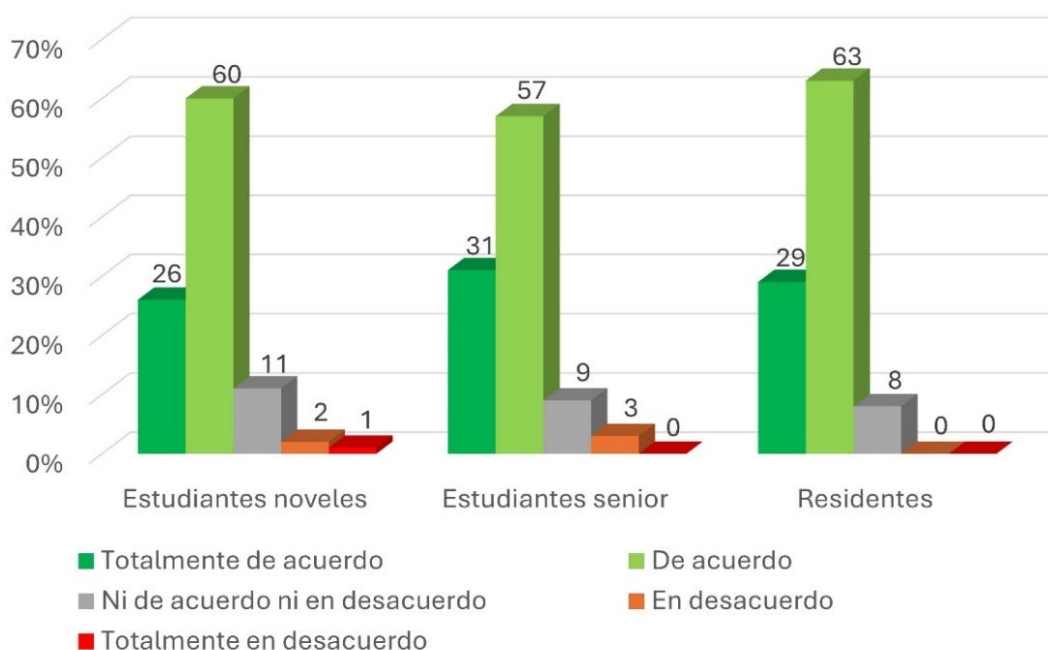


Figura 23. Distribución de respuestas a la afirmación 7.10, expresadas en porcentaje.

En la tabla 31 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.11 (*Reducción del burn-out de los radiólogos y disminución de los errores debidos al cansancio*). En la figura 24 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 31. Tabla de contingencia para la propuesta 7.11 ($p = 0,702$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	47	70	26	9	3	155
Estudiantes senior	47	85	24	15	1	172
Residentes	7	8	6	3	0	24
Total	101	163	56	27	4	351

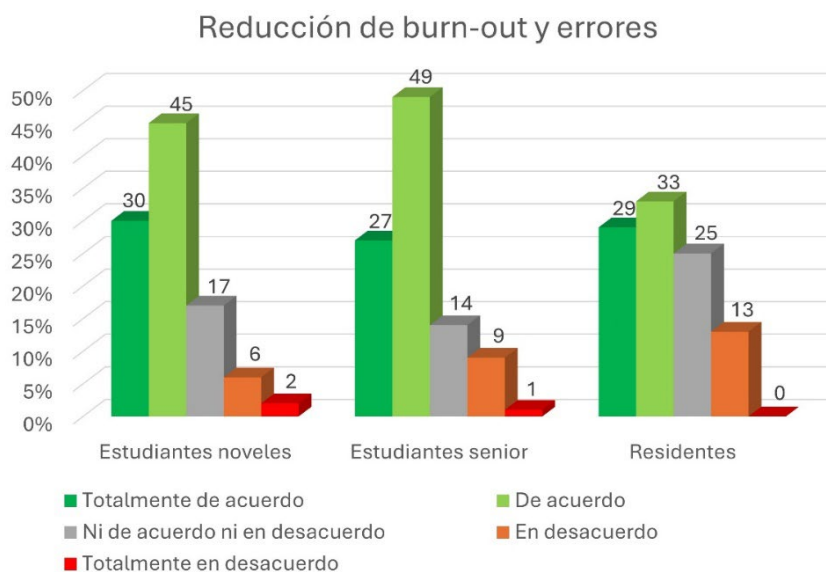


Figura 24. Distribución de respuestas para la propuesta 7.11, expresadas en porcentaje

En la tabla 32 se presentan los resultados obtenidos para la propuesta 7.12 (*Desarrollo de la Telerradiología*). En la figura 25 se muestra gráficamente la distribución de respuestas, expresadas en porcentaje.

Tabla 32. Tabla de contingencia para la propuesta 7.12 ($p = 0,233$)

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
Estudiantes noveles	25	73	48	9	0	155
Estudiantes senior	40	77	44	8	3	172
Residentes	7	11	4	2	0	24
Total	72	161	96	19	3	351

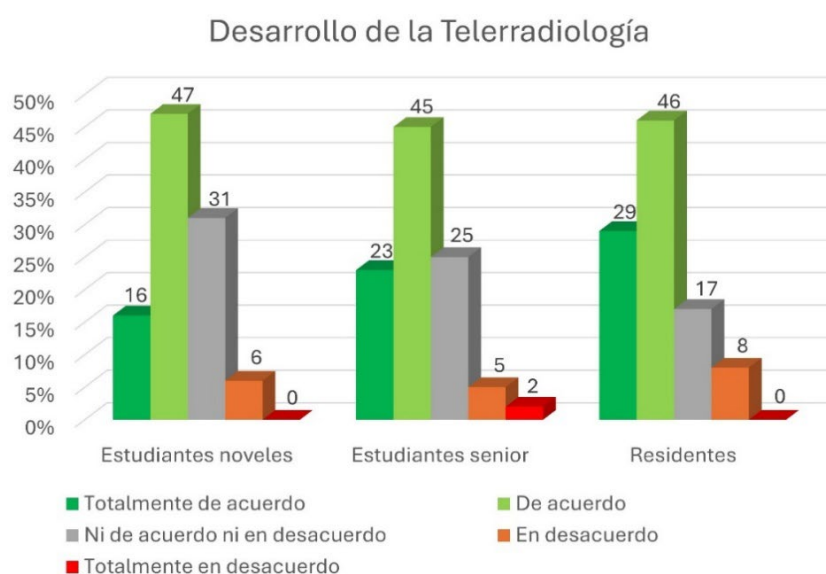


Figura 25. Distribución de respuestas para la propuesta 7.12, expresadas en porcentaje

4.12 Aceptación por parte de los pacientes

En la tabla 33 se presentan los resultados obtenidos en la pregunta 8 (*Los pacientes aceptarán los diagnósticos emitidos por parte de la IA...*). La distribución de respuestas entre los tres grupos de estudio se ha comparado empleando el estadístico de Chi-Cuadrado con la prueba exacta de Monte Carlo. No se han observado diferencias estadísticamente significativas (p -valor ajustado = 0,765, IC 99% [0,754-0,775]).

En la figura 26 se representan gráficamente mediante un diagrama de barras los resultados obtenidos en la pregunta 8. Se observa que hay un claro consenso entre los tres grupos en que el grado de aceptación por parte de los pacientes será bajo.

Tabla 33. Tabla de contingencia para la pregunta 8 ($p = 0,765$)

	En mayor grado que los emitidos por radiólogos expertos	En menor grado que los emitidos por radiólogos expertos	Sólo si estos son revisados por radiólogos expertos	Total
Estudiantes noveles	9	42	104	155
Estudiantes senior	5	46	121	172
Residentes	1	6	17	24
Total	15	94	242	351

Aceptación por parte de pacientes

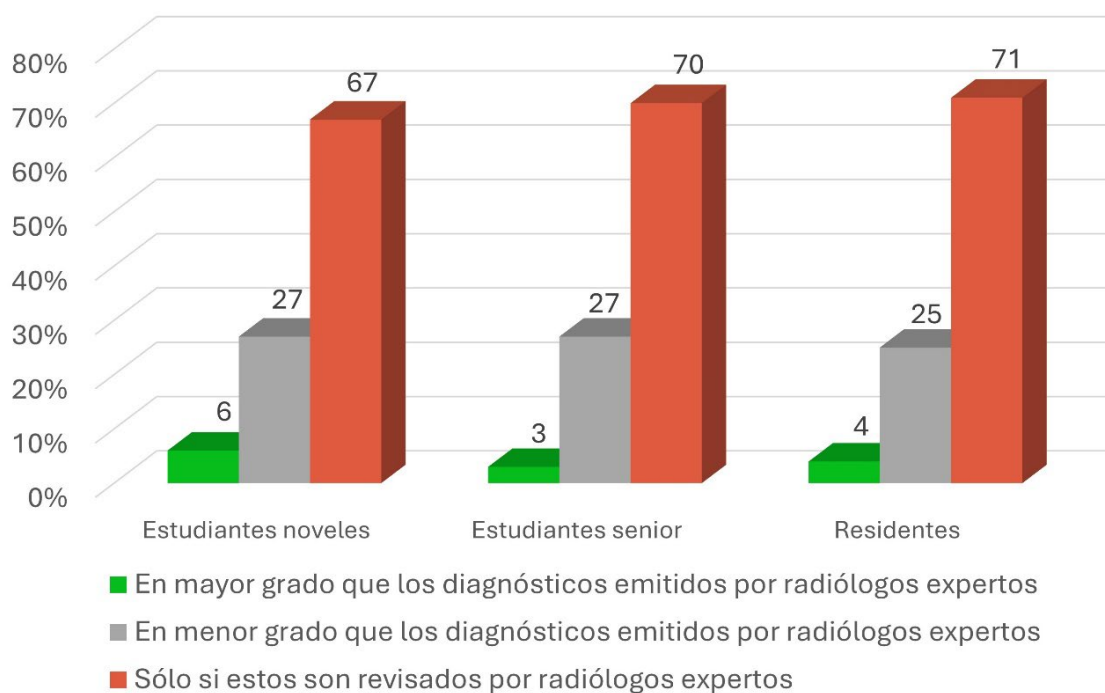


Figura 26. Distribución de respuestas para la pregunta 8, expresada en porcentaje

4.13 Responsabilidad legal en caso de error

En la tabla 34 se presentan los resultados obtenidos en la pregunta 9 (*¿Sobre quién considera que debería recaer la responsabilidad legal en caso de errores por parte de las herramientas de IA?*). La distribución de respuestas entre los tres grupos de estudio se ha comparado empleando el estadístico de Chi-Cuadrado con la prueba exacta de Monte Carlo. Se han observado diferencias estadísticamente significativas (p-valor ajustado = 0,001, IC 99% [0,000-0,002]).

En la figura 27 se representan gráficamente mediante un diagrama de barras los resultados obtenidos en la pregunta 9. Se observa que hay un cierto consenso entre los tres grupos en que deberían existir modelos de responsabilidad compartida. Sin embargo, es también evidente que los estudiantes, tanto noveles como senior, valoran más positivamente que los residentes la posibilidad de responsabilizar a los radiólogos de estos errores; mientras que los residentes valoran mucho más favorablemente que los estudiantes la posibilidad de responsabilizar a las empresas que elaboren las herramientas de IA.

Tabla 34. Tabla de contingencia para la pregunta 9 (p = 0,001)

	Sobre los radiólogos	Sobre el médico solicitante de la prueba	Sobre las empresas que elaboren las herramientas de IA	Deberían existir modelos de responsabilidad compartida	Total
Estudiantes noveles	34	4	11	106	155
Estudiantes senior	30	1	20	121	172
Residentes	2	0	10	12	24
Total	66	5	41	239	351

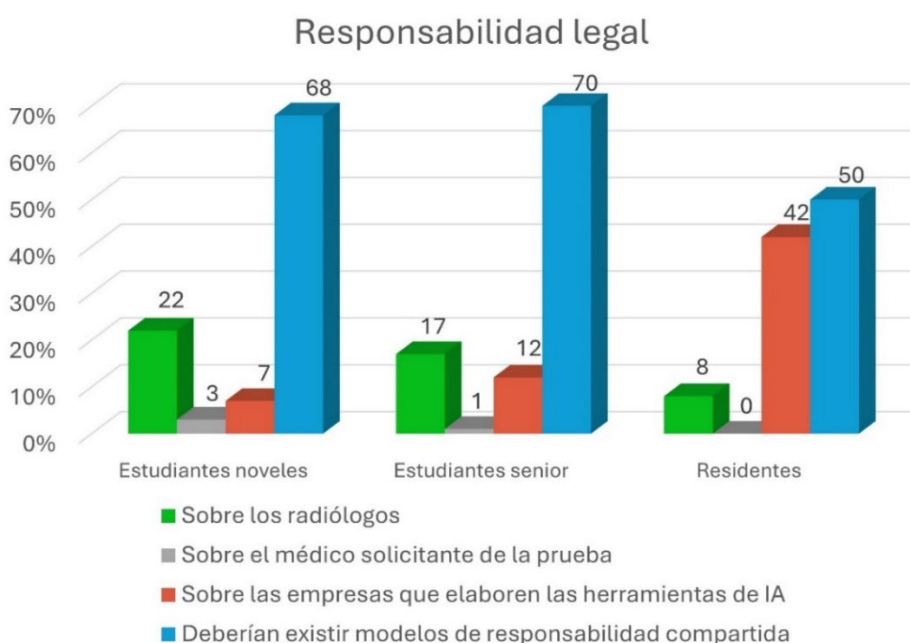


Figura 27. Distribución de respuestas para la pregunta 9, expresada en porcentaje

5. DISCUSIÓN

Antes de comenzar el análisis de los resultados, es necesario hacer una breve descripción de la muestra y de los condicionantes derivados de ella. En primer lugar, se observa una diferente distribución por sexos entre los estudiantes y residentes, teniendo un claro predominio femenino los grupos de estudiantes y una distribución homogénea el grupo de residentes.

Por otra parte, hay una diferencia estadísticamente significativa en lo que a la distribución en función de la edad respecta en relación con el nivel académico. No obstante, consideramos esta diferencia poco relevante desde el punto de vista práctico por su pequeña magnitud.

Finalmente, es necesario destacar que la inmensa mayoría (96%) de estudiantes de Medicina (noveles y senior) provienen de la USC y, los que no lo hacen, provienen de otras universidades españolas; mientras que los hospitales de formación de los residentes son mucho más variados (sólo un 25% son de hospitales gallegos y un 12,5% son de hospitales de otros países).

Pasando ya a la discusión de los resultados, comenzamos por analizar el grado de conocimiento (percibido y demostrado) de los participantes. Desde el punto de vista subjetivo, más de un 75% de los encuestados en los tres grupos consideraron que entendían bien o muy bien lo que era la IA. Sin embargo, esta percepción no se vio reflejada en el cuestionario de valoración objetiva (en torno a un 3/5 de media en los tres grupos, sin diferencias estadísticamente significativas). Teniendo en cuenta que eran preguntas de verdadero/falso, sólo por azar correspondería acertar dos o tres de esas preguntas, lo que sugiere que el nivel de conocimiento acerca de la IA no es muy elevado en ningún grupo. Esto llama la atención, ya que cabría esperar que el grupo de residentes obtuviese mejores resultados, máxime teniendo en cuenta que el 79% de ellos afirman que se usa IA en la práctica clínica habitual de sus hospitales. Por lo tanto, caben dos posibles hipótesis. La primera es que el conocimiento sobre IA es medio-bajo tanto entre los estudiantes como entre los residentes. La segunda es que la encuesta no haya sido capaz de evidenciar la diferencia de conocimiento entre estudiantes y residentes.

Con respecto al uso diario que hacen los encuestados de la IA, parece que los que más la emplean son los EN (el 38% puntúan 4 o 5 sobre 5), y los que menos los ES (el 59% puntúan 1 o 2 sobre 5). Sólo se obtienen diferencias estadísticamente significativas entre los dos primeros grupos, probablemente condicionadas por la alta frecuencia de valores extremos (positivos en EN y negativos en ES). De todos modos, lo más sorprendente de esta pregunta es que un 46% del grupo de residentes responde con un 2 sobre 5, lo cual parece ir en contra de que el 79% de ellos esté formándose en hospitales donde se emplean herramientas basadas en IA.

Desde el punto de vista de la influencia que este tema tiene a la hora de elegir la especialidad, hay que destacar en primer lugar que los tres grupos de estudio coinciden en que la IA no es un aspecto determinante en esta cuestión (aproximadamente un 70% de respuestas en los tres grupos), coincidiendo con los resultados de una encuesta previa sobre una población similar (7). No obstante, si sólo se tienen en cuenta en el análisis a los individuos que le dan relevancia a este aspecto, hay diferencias entre los grupos. De los estudiantes (noveles y senior) que consideran la IA un factor para tener en cuenta, el 21% (20/94) lo consideran un motivo a favor y el 79% (74/94) lo consideran un motivo en contra. Sin embargo, entre los residentes que lo consideran un motivo importante, un 86% (6/7) lo consideran un motivo a favor y un 14% un motivo en contra (1/7). Esta discrepancia puede estar justificada por una diferencia de conocimiento entre estos dos grupos de lo que supone la IA en la práctica clínica real. Por todo esto, aunque la mayor parte de estudiantes no considera este aspecto crucial, nuestros resultados

coinciden con los de otros autores en el sentido de que sí hay un porcentaje no despreciable (20-25%) que lo valora negativamente a la hora de escoger la especialidad (20). En cualquier caso, estos resultados no se corresponden con los obtenidos en una encuesta dirigida a estudiantes árabes, donde el 63,2% indicaba que la IA les haría replantearse la elección de especialidad y un 16,1% se mostraba dubitativo en este sentido (21).

Pasamos ahora a analizar las respuestas para las afirmaciones propuestas en la pregunta 5 del cuestionario. Las respuestas correspondientes a las afirmaciones 5.1 y 5.2 reflejan que los residentes tienen bastante claro que la IA no generará una reducción de demanda de radiólogos ni mucho menos los sustituirá. Los ES sí que creen que habrá una reducción de demanda. A pesar de que pocos participantes creen que llegará a haber una sustitución, los únicos que defienden ligeramente esto son los EN. En este sentido, la visión de nuestros participantes coincide con la visión general de la comunidad científica, considerando que la IA supone un avance interesante para la Radiología pero que no tendrá la capacidad de sustituir a los radiólogos (22,23). Asimismo, en una encuesta dirigida a estudiantes alemanes se ha observado que estos, en general, no creen que la figura del radiólogo humano vaya a desaparecer debido a la introducción de la IA (24). Sin embargo, otros autores han descrito un mayor grado de preocupación entre los estudiantes con respecto a esta posibilidad de sustitución (21). En la afirmación 5.3 se observa bastante consenso en que la IA aumentará la precisión de los diagnósticos, con diferencias estadísticamente significativas entre EN y ES, pero con poca significación práctica. En la afirmación 5.4 se objetiva un consenso absoluto en que la IA revolucionará el campo de la Radiología (más del 80% están de acuerdo o totalmente de acuerdo en los tres grupos), en línea con los resultados obtenidos por otros autores en encuestas realizadas sobre poblaciones similares (7,24). Las respuestas a la afirmación 5.5 reflejan bastante coincidencia en que radiólogos, residentes de Radiología y estudiantes de Medicina no están preparados para el uso de herramientas de IA. Se observan ligeras diferencias en el grupo de EN con respecto a los otros dos, quizás debidas a que están más acostumbrados a usar la IA en su día a día, tal y como contestaron en la pregunta 2 de la parte 2 del cuestionario. Finalmente, en la afirmación 5.6 se muestra un elevado grado de acuerdo entre los estudiantes en que es preciso mejorar la formación en cuanto al uso de herramientas de IA en el Grado de Medicina (el 89% están de acuerdo o totalmente de acuerdo en ambos grupos). Sin embargo, el grado de acuerdo con esta afirmación es menor en el grupo de residentes (sólo el 50% están de acuerdo o totalmente de acuerdo). En cualquier caso, parece evidente la necesidad de mayor formación en materia de IA en vista de la percepción de los participantes y del nivel demostrado en el cuestionario de evaluación objetiva. Muchos estudios han llegado a esta misma conclusión, tanto con una finalidad de aplicación clínica como docente e investigadora, dados los múltiples problemas bioéticos que pueden derivar de un mal uso de la IA (21,25,26).

Con respecto a la evolución del papel de los radiólogos (pregunta 6) se observa una cierta división de opiniones entre los grupos de estudiantes sobre si la evolución debe ser hacia un perfil más clínico o técnico. No obstante, entre los residentes hay una marcada tendencia a pensar que la evolución debe ser hacia un perfil más clínico. Esta posición del grupo de residentes coincide con la opinión generalizada entre los radiólogos, tal y como se reflejó en una encuesta realizada a nivel de la Sociedad Europea de Radiología (18).

En general, todos los participantes coinciden en que las aplicaciones propuestas en la pregunta 7 son de utilidad. En el único caso en el que se observan diferencias estadísticamente significativas entre grupos es en la afirmación 7.7 (Agilización de programas de cribado). En este caso, el grado de acuerdo de los residentes es mayor que el de los estudiantes. Esto puede

ser debido, una vez más, al conocimiento más real de las aplicaciones prácticas por parte del grupo de residentes, puesto que la agilización de programas de cribado es una aplicación bien conocida de la IA en Radiología (27). Sin embargo, hay que matizar que en general los estudiantes también la reconocen como una aplicación útil y pudiera ser que esta diferencia no tuviese mayor relevancia práctica. Paradójicamente, cabe destacar que en la propuesta 7.6 (Integración de resultados radiológicos con parámetros clínicos, analíticos, histológicos, microbiológicos, etcétera) no se llega a obtener significación estadística ($p=0,077$), pero sí se aprecia un menor grado de acuerdo por parte de los residentes que de los estudiantes, probablemente en la línea de los resultados de las afirmaciones 5.1 y 5.2 donde los residentes se mostraban más reticentes a pensar que la IA podría desempeñar tareas humanas.

A pesar del reconocimiento de todas estas aplicaciones, es importante señalar que la incorporación de la IA a la Medicina también entraña riesgos. En los últimos años se han descrito disminuciones en la capacidad de predicción por parte de sistemas que emplean *Machine Learning* en relación con las variaciones de los datos (*data drift*) (28). Esto quiere decir que, al modificarse una serie de parámetros (la forma de presentación de enfermedad, el tipo de técnica radiológica empleada o los condicionantes clínicos que los acompañan) en relación con el paso del tiempo, los algoritmos de *Machine Learning* pierden precisión y las tasas de error aumentan con respecto a las notificadas en el momento de implantación del sistema. A modo de ejemplo, Duckworth et al (29) estudiaron la capacidad de un modelo de *Machine Learning* para identificar pacientes de alto riesgo en el Servicio de Urgencias. Antes de la pandemia de COVID-19, la tasa de acierto del sistema medida como área bajo la curva era de 0,856, con un intervalo de confianza al 95% de [0,852-0,859]. Posteriormente a la pandemia, su tasa de acierto cayó hasta 0,826, con un intervalo de confianza al 95% de [0,814-0,837]. En este caso, la pandemia de COVID-19 supuso una fuente de “data drift” que condicionó una disminución de la precisión del modelo de *Machine Learning*. Se están realizando múltiples estudios para poner fin a este problema y parece que la solución debe partir de un enfoque holístico, que integre conceptos estadísticos, informáticos y de ingeniería (30). De hecho, ya se han propuesto algunos modelos que han demostrado eficacia en la monitorización del “data drift” basándose en métodos de Control Estadístico de Procesos (31).

Con respecto al grado de aceptación por parte de los pacientes, y coincidiendo con lo observado en estudios previos (6,18), se evidencia un gran acuerdo entre los tres grupos de estudio en que la IA tendrá un bajo grado de aceptación por parte de los pacientes, puesto que en torno al 70% opina que requerirán la supervisión de un radiólogo y un 25% que aceptarán el diagnóstico, pero en menor medida de lo que lo harían si lo emitiese un radiólogo. Esto puede estar justificado por dos motivos. El primero es que la gente tenga una mala imagen de la IA y desconfíe de su eficacia. El segundo, que la gente tenga en muy alta estima a los radiólogos y no contemple la posibilidad de error. En todo caso, al analizar el resultado de esta pregunta hay que tener presente que esta es la opinión que estudiantes de Medicina y residentes de Radiodiagnóstico tienen. No es un reflejo directo de lo que la gente opina. Para ello, habría que realizar una encuesta destinada a la población general y analizar entonces los resultados. Es importante tener en cuenta este aspecto puesto que cabe la posibilidad de que la percepción que estudiantes y residentes tienen acerca de la aceptación popular no coincida con la realidad.

En último lugar, se ha analizado cuál es la opinión de estudiantes y residentes acerca de la responsabilidad legal en caso de error. La primera reflexión en este caso es que las respuestas de EN y ES son prácticamente equiparables; mientras que el grupo de residentes sí se diferencia de los otros dos. En todo caso, hay varias similitudes y diferencias. En primer lugar, cabe

destacar que nadie o casi nadie considera que la responsabilidad legal deba recaer sobre los médicos solicitantes de las pruebas. En segundo lugar, se puede apreciar que el porcentaje de participantes que considera que la responsabilidad debe recaer sobre los radiólogos decae con el nivel formativo (22% en EN, 17% en ES y 8% en MIR). Asimismo, un porcentaje relevante de residentes (42%) considera que la responsabilidad debería recaer sobre las empresas que desarrollen las herramientas de IA. A pesar de todo, los modelos de responsabilidad compartida son la opción mayoritaria en los tres grupos de estudio. Estos resultados no coinciden con los publicados en estudios previos. Por ejemplo, en la encuesta realizada a nivel de la Sociedad Europea de Radiología, un 41,1% de radiólogos consideraba que la responsabilidad debería recaer sobre los propios radiólogos, en empate con los modelos de responsabilidad compartida (18). Por su parte, Waymel et al (19) publicaron tasas de hasta el 60% de acuerdo entre los radiólogos en que dicha responsabilidad tenía que recaer exclusivamente sobre ellos.

Recapitulando, consideramos que la percepción general que estudiantes de Medicina y residentes de Radiodiagnóstico tienen hacia la IA es positiva, dado que ven en ella una oportunidad para mejorar la calidad de la atención al paciente en múltiples aspectos. Además, queda claro también que muchos de ellos están haciendo uso de herramientas basadas en IA dentro de su formación universitaria, aunque de manera esencialmente autodidacta. En esta línea de pensamiento, sería interesante desarrollar futuros estudios que investigasen la percepción que tanto pacientes como docentes universitarios tienen acerca de la aplicación de la IA en sanidad y docencia respectivamente, con el fin de adaptar los programas a sus necesidades e inquietudes. Hay que tener en cuenta que la IA afecta a todas las áreas del conocimiento, incluidas todas las disciplinas médicas. Sería interesante también explorar la percepción que estudiantes de Medicina y médicos tienen acerca de su aplicación en otras especialidades, tanto clínicas como quirúrgicas como de diagnóstico.

Para finalizar esta discusión, consideramos enriquecedor exponer algunas limitaciones del presente estudio:

En primer lugar, la muestra obtenida en el grupo de residentes es subóptima. A pesar de que la población diana del grupo de residentes de Radiodiagnóstico es menor que la de estudiantes de Medicina, el número de respuestas obtenido no satisface nuestras expectativas. Además, este hecho ha condicionado algunos aspectos del estudio, en esencial con respecto al análisis estadístico, tal y como se expone en el apartado de Material y Métodos. En cualquier caso, de este hecho también es posible sacar una conclusión: parece que la aplicación de la IA en Radiología no es un tema que preocupe en exceso a los residentes de Radiodiagnóstico. Esta consideración, además, coincide con las opiniones expresadas por los participantes pertenecientes al grupo de residentes con respecto a la posibilidad de reducción de demanda laboral / sustitución manifestada en las afirmaciones 5.1 y 5.2.

Por otra parte, la escasa formación en materia de IA (ya descrita por otros autores y corroborada en el presente estudio) puede condicionar la contestación de algunas preguntas de manera poco fiable. Sin embargo, esto también permite sacar la conclusión de que sería beneficioso desarrollar medidas para mejorar la educación en este sentido y tratar de incorporar y regular el uso de herramientas basadas en IA para que el alumnado esté más familiarizado con ellas.

Finalmente, se podría considerar como limitación la ausencia de estudiantes de primer curso de Medicina en la muestra. No obstante, en la planificación del trabajo se consideró preferible no incluirlos en el estudio atendiendo a razones bioéticas.

6. CONCLUSIONES

PRIMERA: Los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico consideran que la IA supondrá un avance en el mundo de la Radiología y reconocen sus múltiples aplicaciones.

SEGUNDA: Los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico coinciden en que la IA no sustituirá a los radiólogos, estando más convencidos de ello los residentes. Los estudiantes sí consideran que supondrá una reducción en sus posibilidades de empleo.

TERCERA: La mayor parte de los participantes (en torno al 70% en los tres grupos de estudio) no considera que la IA sea un factor que condicione la elección de especialidad. Entre los que sí lo valoran, los residentes tienden a verlo como un motivo a favor de escoger Radiodiagnóstico, mientras que los estudiantes tienden a verlo como un motivo en contra.

CUARTA: Los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico coinciden en que el personal sanitario no está adecuadamente preparado para la utilización de herramientas basadas en IA y consideran (en mayor medida los estudiantes) que sería necesario incrementar la formación al respecto a nivel de grado.

QUINTA: Los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico coinciden en que el papel de los radiólogos cambiará debido a la introducción de la IA. Los residentes se posicionan claramente a favor de un perfil más clínico mientras que entre los estudiantes hay más discrepancia entre la evolución hacia un perfil más clínico o un perfil más técnico.

SEXTA: Los estudiantes de Medicina y los residentes de Radiodiagnóstico coinciden en que el grado de aceptación de los diagnósticos emitidos por IA por parte de los pacientes será bajo y creen que la responsabilidad legal en caso de errores derivados del uso de IA debe abordarse a través de la legislación y de modelos de responsabilidad compartida. Sin embargo, un porcentaje importante de estudiantes considera que esta responsabilidad debería recaer sobre los radiólogos; mientras que otro porcentaje también importante de residentes considera que debería recaer sobre las empresas que desarrollen programas de IA.

SÉPTIMA: Porcentajes relevantes de estudiantes de Medicina y residentes de Radiodiagnóstico hacen uso de herramientas basadas en IA de manera habitual. No obstante, su grado de conocimiento acerca de las mismas es medio-bajo. Sería interesante reforzar su formación para permitirles hacer un buen uso de estas herramientas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mazurowski MA. Artificial Intelligence May Cause a Significant Disruption to the Radiology Workforce. *J Am Coll Radiol* [Internet]. 2019 [Consultado 24 Abr 2025]; 16(8):1077-1082. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30975611/>
2. Arvai N, Katonai G, Mesko B. Health Care Professionals' Concerns About Medical AI and Psychological Barriers and Strategies for Successful Implementation: Scoping Review. *J Med Internet Res* [Internet]. 2025 [Consultado 27 Abr 2025]; 27:e66986. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40267462/>
3. Aravazhi PS, Ravindran KO, Balasubramani K, Kamil M, Gouthaman K, Karki L, Thiyagarajan S, Nair AS. Radiologists' perceptions and readiness for integrating artificial intelligence in diagnostic imaging: A survey-based study. *Bioinformatics* [Internet]. 2024 [Consultado 20 Abr 2025]; 20(12):1943-1947. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40230922/>
4. Samoili S, López Cobo M, Gómez Gutierrez E, De Prato G, Martínez-Plumed F, Delipetrev B. AI Watch. Defining Artificial Intelligence. Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence [Internet]. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2020 [Consultado 21 Abr 2025]. Disponible en: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118163>
5. The European Commission's High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines [Internet]. Brussels: European Commission; 2018 [Consultado 21 Abr 2025]. Disponible en: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ai_hleg_definition_of_ai_18_december_1.pdf
6. Martín Noguerol T, Paulano-Godino F, Martín-Valdivia MT, Menias CO, Luna A. Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats Analysis of Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Radiology. *J Am Coll Radiol* [Internet]. 2019 [Consultado 28 Jun 2024]; 16(9 Pt B):1239-1247. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31492401/>
7. Barreiro-Ares A, Morales-Santiago A, Sendra-Portero F, Souto-Bayarri M. Impact of the Rise of Artificial Intelligence in Radiology: What Do Students Think? *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023 [Consultado 28 Jun 2024]; 20(2):1589. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36674348/>
8. Lambin P, Rios-Velazquez E, Leijenaar R, Carvalho S, van Stiphout RG, Granton P, Zegers CM, Gillies R, Boellard R, Dekker A, Aerts HJ. Radiomics: extracting more information from medical images using advanced feature analysis. *Eur J Cancer* [Internet]. 2012 [Consultado 21 Abr 2025]; 48(4):441-446. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22257792/>
9. Choy G, Khalilzadeh O, Michalski M, Do S, Samir AE, Pianykh OS, Geis JR, Pandharipande PV, Brink JA, Dreyer KJ. Current Applications and Future Impact of Machine Learning in Radiology. *Radiology* [Internet]. 2018 [Consultado 28 Jun 2024]; 288(2):318-328. Disponible en: <https://doi.org/10.1148/radiol.2018171820>
10. Niño SA, Castellanos JC, López ML, Parra KL. Inteligencia artificial en la formación universitaria: una revisión de estudios centrados en la opinión de los estudiantes. *Form Univ* [Internet]. 2025 [Consultado 21 Abr 2025]; 18(2):107-124. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-50062025000200107>

11. Nguyen QH. AI and Plagiarism: Opinion from Teachers, Administrators and Policymakers. PAIC [Internet]. 2023 [Consultado 23 Abr 2025]; 4:75-85. Disponible en: <https://doi.org/10.54855/paic.2346>
12. Gamez Quintanilla E. La inteligencia artificial como recurso educativo en la educación superior universitaria: una revisión sistemática [Internet]. ResearchGate. 2024 [Consultado 23 Feb 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/380733038>
13. Suárez-Gómez J. El futuro de la educación superior. Una mirada desde la inteligencia artificial. Fedumar Pedagog. Educ [Internet]. 2023 [Consultado 27 Abr 2025]; 10(1):109-117. Disponible en: <https://doi.org/10.31948/rev.fedumar10-1.art-10>
14. Lorenzo Álvarez R, Rudolphi Solero T, Sendra Portero F. Qué opinan los estudiantes de medicina sobre League of Rays, un juego virtual multiusuario para aprender radiología. SERAM [Internet]. 2018 [Consultado 30 Abr 2025]; 2(1). Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/7014>
15. López Chacón ML, Castellanos Ramírez JC, Niño Carrasco SA, Parra Encinas KL. Una revisión sistemática de estudios sobre IA: Aproximaciones desde la perspectiva del estudiantado. EPSIR [Internet]. 2025 [Consultado 23 Feb 2025]; 10:1-17. Disponible en: <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1704>
16. Alonso JA, Ayuso A. Acercar los Objetivos de Desarrollo Sostenible a la ciudadanía. El compromiso de Europa con la Agenda 2030 [Internet]. Barcelona: Fundación CIDOB; 2017 [Consultado 30 Abr 2025]. Disponible en: <https://www.cidob.org/publicaciones/acercar-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-la-ciudadania-el-compromiso-de-europa>
17. Álvarez Muñoz JS, Hernández Prados MÁ. La dicotomía educativa entre la pluma humana y la mente algorítmica: Una propuesta de innovación educativa sobre IA en educación social. Edetania [Internet]. 2024 [Consultado 23 Feb 2025]; (65):137-166. Disponible en: <https://revistas.ucv.es/edetania/index.php/Edetania/article/view/1141>
18. European Society of Radiology (ESR). Impact of artificial intelligence on radiology: a EuroAIM survey among members of the European Society of Radiology. Insights Imaging [Internet]. 2019 [Consultado 28 Jun 2024]; 10(1):105. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13244-019-0798-3>
19. Waymel Q, Badr S, Demondion X, Cotten A, Jacques T. Impact of the rise of artificial intelligence in radiology: What do radiologists think? Diagn Interv Imaging [Internet]. 2019 [Consultado 28 Jun 2024]; 100(6):327-336. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2019.03.015>
20. van Hoek J, Huber A, Leichtle A, Härmä K, Hilt D, von Tengg-Kobligk H, Heverhagen J, Poellinger A. A survey on the future of radiology among radiologists, medical students and surgeons: Students and surgeons tend to be more skeptical about artificial intelligence and radiologists may fear that other disciplines take over. Eur J Radiol [Internet]. 2019 [Consultado 28 Jun 2024]; 121:108742. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2019.108742>
21. Arif WM. Radiologic Technology Students' Perceptions on Adoption of Artificial Intelligence Technology in Radiology. Int J Gen Med [Internet]. 2024 [Consultado 14 Ene 2025]; 17:3129-3136. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/IJGM.S465944>
22. Pesapane F, Codari M, Sardanelli F. Artificial intelligence in medical imaging: threat or opportunity? Radiologists again at the forefront of innovation in medicine. Eur Radiol Exp [Internet]. 2018 [Consultado 4 May 2025]. 2(1):35. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s41747-018-0061-6>

23. Langlotz CP. Will artificial intelligence replace radiologists? *Radiol Artif Intell* [Internet]. 2019 [Consultado 4 May 2025]; 1(3):e190058. Disponible en: <https://doi.org/10.1148/ryai.2019190058>
24. Pinto Dos Santos D, Giese D, Brodehl S, Chon SH, Staab W, Kleinert R, Maintz D, Baeßler B. Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey. *Eur Radiol* [Internet]. 2019 [Consultado 4 May 2025]; 29(4):1640-1646. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5601-1>
25. Lazăr AM, Repanovici A, Popa D, Ionas DG, Dobrescu AI. Ethical Principles in AI Use for Assessment: Exploring Students' Perspectives on Ethical Principles in Academic Publishing. *Educ Sci* [Internet]. 2024 [Consultado 14 Ene 2025]; 14(11):1239. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/educsci14111239>
26. Dabis A, Csáki C. AI and ethics: Investigating the first policy responses of higher education institutions to the challenge of generative AI. *Humanit Soc Sci Commun* [Internet]. 2024 [Consultado 5 May 2025]; 11(1):1006. Disponible en: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03526-z>
27. Azavedo E, Zackrisson S, Mejåre I, Heibert Arnlin M. Is single reading with computer-aided detection (CAD) as good as double reading in mammography screening? A systematic review. *BMC Med Imaging* [Internet]. 2012 [Consultado 4 May 2025]; 12:22. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1471-2342-12-22>
28. Sahiner B, Chen W, Samala RK, Petrick N. Data drift in medical machine learning: implications and potential remedies. *Br J Radiol* [Internet]. 2023 [Consultado 3 May 2025]; 96(1150):20220878. Disponible en: <https://doi.org/10.1259/bjr.20220878>
29. Duckworth C, Chmiel FP, Burns DK, Zlatev ZD, White NM, Daniels TWV, Kiuber M, Boniface MJ. Using explainable machine learning to characterise data drift and detect emergent health risks for emergency department admissions during COVID-19. *Sci Rep* [Internet]. 2021 [Consultado 4 May 2025]; 11(1):23017. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02481-y>
30. Mannapur SB. Understanding Data Drift and Concept Drift in Machine Learning Systems. *Int J Sci Res Comput Sci Eng Inf Technol* [Internet]. 2025 [Consultado 5 May 2025]; 11(1):318-330. Disponible en: <https://doi.org/10.32628/CSEIT25111239>
31. Zamzmi G, Venkatesh K, Nelson B, Prathapan S, Yi P, Sahiner B, Delfino JG. Out-of-Distribution Detection and Radiological Data Monitoring Using Statistical Process Control. *J Imaging Inform Med* [Internet]. 2025 [Consultado 3 May 2025]; 38(2):997-1015. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10278-024-01212-9>

8. ANEXOS

ANEXO 1

Hola, soy Andrés Soto Sánchez, alumno de 6º de Medicina en la Universidad de Santiago de Compostela. Como parte de mi Trabajo de Fin de Grado, realizo una encuesta para comparar las percepciones acerca de la aplicación de herramientas basadas en **Inteligencia Artificial (IA)** en el campo de la **Radiología** entre los **estudiantes de Medicina** (a partir de 2º curso) y los **Médicos Internos Residentes de Radiodiagnóstico (MIR)**.

¡Muchas gracias por su participación!

PARTE 1 (COMÚN A TODOS LOS PARTICIPANTES)

Sección 1: DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

- Sexo:
 - Varón.
 - Mujer.
- Edad (en años).

Sección 2: VALORACIÓN SUBJETIVA DEL CONOCIMIENTO

Indique su grado de acuerdo con la siguiente afirmación (*Totalmente de acuerdo – De acuerdo – Ni de acuerdo ni en desacuerdo – En desacuerdo – Totalmente en desacuerdo*): Entiendo lo que es la IA.

Sección 3: VALORACIÓN OBJETIVA DEL CONOCIMIENTO

En esta sección se pretende evaluar el nivel de conocimientos que tienen estudiantes y residentes acerca de la IA en Radiología. Indique si considera que las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- 1. Las herramientas de Machine Learning necesitan una programación específica para el aprendizaje. (V/F)
- 2. El Deep Learning es el conjunto de técnicas basadas en redes neuronales artificiales que procesan datos y son capaces, entre otras cosas, de reconocer automáticamente patrones de imágenes biomédicas. (V/F)
- 3. La Inteligencia Artificial es un subtipo de Radiómica. (V/F)
- 4. Los sistemas de CAD (Computer Aided Diagnosis) se basan principalmente en algoritmos de segmentación y permiten clasificar y calificar las lesiones segmentadas como malignas o benignas en función de sus características morfológicas o fisiopatológicas. (V/F)
- 5. Dentro de los algoritmos de Machine Learning, los sesgos conducen a sobreajuste (overfitting), mientras que la alta variación conduce a desajuste (underfitting). (V/F)

Sección 4: CLASIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL FORMATIVO

¿A qué grupo pertenece?

- Estudiante de 2º de Medicina.
- Estudiante de 3º de Medicina.
- Estudiante de 4º de Medicina.
- Estudiante de 5º de Medicina.
- Estudiante de 6º de Medicina.

- Médico residente de 1º de Radiodiagnóstico.
- Médico residente de 2º de Radiodiagnóstico.
- Médico residente de 3º de Radiodiagnóstico.
- Médico residente de 4º de Radiodiagnóstico.

PARTE 2 (UNA SECCIÓN PARA ESTUDIANTES Y OTRA PARA RESIDENTES)

Sección 5: PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE MEDICINA

- Pregunta 1. ¿En qué facultad de Medicina estudia?
- Pregunta 2. En una escala del 1 al 5, siendo 1 “Nunca” y 5 “Con mucha frecuencia”, ¿Con qué frecuencia hace uso de herramientas de IA en su día a día (se incluye su uso en el ámbito académico-laboral y en la vida cotidiana)?
- Pregunta 3. ¿Cómo valora la especialidad de Radiodiagnóstico de cara a su elección MIR?
 - Está dentro de mis 3 primeras opciones.
 - No está dentro de mis 3 primeras opciones.
 - No me lo planteo.
- Pregunta 4. ¿Considera que la irrupción y el avance de la IA condicionarán su elección de especialidad?
 - Sí, haciendo más probable que escoja Radiodiagnóstico como especialidad.
 - Sí, haciendo menos probable que escoja Radiodiagnóstico como especialidad.
 - No considero que tenga influencia en la elección.
- Pregunta 5. Valore su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones (*Totalmente de acuerdo – De acuerdo – Ni de acuerdo ni en desacuerdo – En desacuerdo – Totalmente en desacuerdo*):
 - 5.1. La introducción de las herramientas de IA reducirá la demanda de radiólogos.
 - 5.2. La introducción de herramientas de IA sustituirá a los radiólogos.
 - 5.3. La introducción de herramientas de IA aumentará la precisión de los diagnósticos.
 - 5.4. La IA va a revolucionar el campo de la Radiología.
 - 5.5. Los radiólogos, residentes de Radiología y estudiantes de Medicina están preparados para el uso de herramientas de IA.
 - 5.6. Es preciso mejorar la formación en cuanto al uso de herramientas de IA en el Grado de Medicina.
- Pregunta 6. ¿Cómo considera que evolucionará el papel de los radiólogos debido a la aparición de la IA?
 - Hacia un perfil más clínico.
 - Hacia un perfil más técnico.
 - No habrá modificaciones relevantes en este aspecto.
- Pregunta 7. ¿Qué aplicaciones potenciales podría tener la IA en Radiología? (*Totalmente de acuerdo – De acuerdo – Ni de acuerdo ni en desacuerdo – En desacuerdo – Totalmente en desacuerdo*):
 - 7.1. Análisis de la pertinencia de la prueba solicitada.
 - 7.2. Priorización de las pruebas.
 - 7.3. Análisis de la calidad de la prueba de imagen una vez realizada.
 - 7.4. Interpretación de imágenes radiológicas.

- 7.5. Comparación con pruebas de imagen previas.
- 7.6. Integración de resultados radiológicos con parámetros clínicos, analíticos, histológicos, microbiológicos, etcétera.
- 7.7. Agilización de programas de cribado.
- 7.8. Reducción de las dosis de radiación.
- 7.9. Reducción del gasto asistencial.
- 7.10. Organización de la información con fines docentes e investigadores.
- 7.11. Reducción del burn-out de los radiólogos y disminución de los errores debidos al cansancio.
- 7.12. Desarrollo de la Telerradiología.
- Pregunta 8. Los pacientes aceptarán los diagnósticos emitidos por parte de la IA...:
 - En mayor grado que los emitidos por radiólogos expertos.
 - En menor grado que los emitidos por radiólogos expertos.
 - Sólo si estos son revisados por radiólogos expertos.
- Pregunta 9. ¿Sobre quién considera que debería recaer la responsabilidad legal en caso de errores por parte de las herramientas de IA?
 - Sobre los radiólogos.
 - Sobre el médico solicitante de la prueba.
 - Sobre las empresas que elaboren las herramientas de IA.
 - Deberían existir modelos de responsabilidad compartida.

Sección 6: PERCEPCIÓN DE LOS RESIDENTES DE RADIODIAGNÓSTICO

- Pregunta 1. ¿En qué hospital está haciendo la residencia?
- Pregunta 2. ¿Se emplean herramientas de IA en la práctica clínica habitual en su hospital?
 - Sí.
 - No.
 - No lo sé.
- Pregunta 3. En una escala del 1 al 5, siendo 1 “Nunca” y 5 “Con mucha frecuencia”, ¿Con qué frecuencia hace uso de herramientas de IA en su día a día (se incluye su uso en el ámbito académico-laboral y en la vida cotidiana)?
- Pregunta 4. Si hubiera conocido el impacto de la IA en Radiología en el momento de la elección de especialidad, habría sido...
 - Un motivo a favor para escogerla.
 - Un motivo en contra para escogerla.
 - No habría tenido influencia.
- Preguntas 5, 6, 7, 8 y 9 coincidentes con la Sección de Estudiantes.

ANEXO 2



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DA USC

Tel. 982823558

Correo electrónico: comite.etica.investigacion@usc.es

Visto o informe realizado por D./Da **Julián Álvarez Escudero**, responsable do **Comisión de Traballo Fin de Grao en Medicina da Facultade de Medicina e Odontoloxía**, órgano responsable da revisión e informe previo das propostas de traballos académicos do tipo proxecto de investigación e/ou intervención con seres humanos, as súas mostras e os seus datos das titulacións adscritas a este Centro en canto o cumprimento das condicións e requisitos esixidos para ser informado favorablemente polo Comité de Ética na Investigación da USC

O Comité de Ética na Investigación da USC da o visto e prace a proposta titulada **“Comparación da percepción entre estudantes de Medicina e residentes de Radioloxía sobre a aplicación de intelixencia artificial en Radioloxía”** presentada por D./Da. **Andrés Soto Sánchez** baixo a titorización de D./Da. **José Miguel Souto Bayarri**.

Lugo, a 29 de xaneiro de 2025

O Presidente do Comité de Ética na Investigación da USC

Asdo. J. Manuel Cifuentes Martínez



Sinatura dixital / Firma digital / Digital signature

Asinante/Firmante/Signer: JOSE MANUEL CIFUENTES MARTINEZ, NIF ***9834**, 29/01/2025 14:04:13.

CSV: 2027-E3BB-441B-A26E