

# AUSTRAL

## JOURNAL OF IMAGING

### REVISTA CHILENA DE RADIOLOGÍA

Indexada en: Scielo, Scopus, EMBASE, DOAJ, LATINDEX Catálogo 2.0, MIAR, Bibliovigilance, Dialnet  
ISSN: 2810-6954 / e-ISSN: 2810-708X

VOLUMEN 32. NÚMERO 1, ENERO-MARZO 2026



**Educación en radiología:  
desafíos y oportunidades para Latinoamérica**

**Internado virtual de radiología:  
una innovación surgida durante la pandemia de COVID-19**

**Competencias básicas en imagenología médica para  
estudiantes de la carrera de Medicina**

**Percepción estudiantil sobre sesgos y estereotipos  
de género presentes en su formación como radiólogos en una  
universidad chilena: aproximación inicial**

**Percepción sobre la inteligencia artificial en la educación radiológica:  
¿es el futuro del aprendizaje?**

**Retroalimentación con IA generativa en la evaluación  
de residentes de radiología: un estudio cuantitativo y cualitativo**

**Enseñanza de casos clínicos y protocolos de exámenes radiológicos  
mediante un taller interactivo**

**Diplomas europeos en radiología: ¿cómo, dónde y por qué?**

**Formación en imagenología. Desafíos**



**PERMANYER**  
www.permanyer.com

# AUSTRAL

## JOURNAL OF IMAGING

## REVISTA CHILENA DE RADIOLOGÍA

Indexada en: SciELO, Scopus, EMBASE, DOAJ, LATINDEX Catálogo 2.0, MIAR, Bibliovigilance, Dialnet

ISSN: 2810-6954 / e-ISSN: 2810-708X

VOLUMEN 32. NÚMERO 1, ENERO-MARZO 2026

### Comité Editorial

#### Editor Jefe

David Ladrón de Guevara Hernández  
*Clinica Las Condes, Santiago de Chile, Chile*

#### Editores Nacionales

**Juan P. Cruz**  
*Clinica Santa María e Instituto de Neurocirugía,  
Santiago, Chile*

**Carla Saez**  
*Hospital Clínico Universidad de Chile,  
Santiago, Chile*

**Claudia Astudillo-Abarca**  
*Clinica Las Condes,  
Santiago, Chile*

**Jorge Contardo-Pérez**  
*Hospital de Coquimbo,  
Coquimbo, Chile*

**Carlos Toledo**  
*Hospital las Higueras, Talcahuano,  
Bio Bio, Chile*

**Eduardo Bravo-Rius**  
*Hospital de niños Dr. Luis Calvo Mackenna,  
Santiago, Chile*

**Felipe Allende-Nuñez**  
*Universidad Mayor y Universidad de San Sebastián,  
Santiago, Chile*

**Felipe Zumaeta**  
*Hospital Regional de Iquique,  
Iquique, Chile*

#### Editores Internacionales

**Sonia Bermúdez-Muñoz**  
*Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá,  
Bogotá, Colombia*

**Janio Szklaruk**  
*MD Anderson Cancer Center,  
Houston, TX, Estados Unidos*

**Rafael Glikstein**  
*The Ottawa Hospital, University of Ottawa,  
Ottawa, Canadá*

**Fernando Yerovi-Guzmán**  
*Unidad de PET Ciclotrón, Hospital de Especialidades "Carlos Andrade Marín",  
Quito, Ecuador*

**Araceli Cué-Castro**  
*Hospital General "Dr. Enrique Cabrera",  
Ciudad de México, México*

**Cristina García-Villar**  
*Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz,  
Cádiz, España*



**PERMANYER**  
[www.permanyer.com](http://www.permanyer.com)

**Los trabajos originales deberán ser depositados en su versión electrónica en el siguiente URL:**

*<https://publisher.resochradi.permanyer.com>*



Esta obra se presenta como un servicio a la profesión médica. El contenido de la misma refleja las opiniones, criterios y/o hallazgos propios y conclusiones de los autores, quienes son responsables de las afirmaciones. En esta publicación podrían citarse pautas posológicas distintas a las aprobadas en la Información Para Prescribir (IPP) correspondiente. Algunas de las referencias que, en su caso, se realicen sobre el uso y/o dispensación de los productos farmacéuticos pueden no ser acordes en su totalidad con las aprobadas por las Autoridades Sanitarias competentes, por lo que aconsejamos su consulta. El editor, el patrocinador y el distribuidor de la obra, recomiendan siempre la utilización de los productos de acuerdo con la IPP aprobada por las Autoridades Sanitarias.



**PERMANYER**  
[www.permanyer.com](http://www.permanyer.com)

**Permanyer**

Mallorca, 310 – Barcelona (Cataluña), España  
[permanyer@permanyer.com](mailto:permanyer@permanyer.com)

**ISSN:** 2810-6954  
**Ref.:** 11901ACHI261



[www.permanyer.com](http://www.permanyer.com)

**Reproducciones con fines comerciales**

Sin contar con el consentimiento previo por escrito del editor, no podrá reproducirse ninguna parte de esta publicación, ni almacenarse en un soporte recuperable ni transmitirse, de ninguna manera o procedimiento, sea de forma electrónica, mecánica, fotocopiando, grabando o cualquier otro modo, para fines comerciales.

*Austral Journal of Imaging* (Revista Chilena de Radiología) es una publicación *open access* con licencia *Creative Commons* CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Las opiniones, hallazgos y conclusiones son las de los autores. Los editores y el editor no son responsables y no serán responsables por los contenidos publicados en la revista.

© 2026 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer.

## Educación en radiología: desafíos y oportunidades para Latinoamérica

### Radiology education: challenges and opportunities for Latin America

Marcel Koenigkam-Santos

Departamento de Medicina, Facultad de Medicina de Bauru; Departamento de Imagenología Médica, Hematología y Oncología Clínica, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade do São Paulo, São Paulo, Brasil

La educación en radiología es un tema de creciente interés y relevancia en todo el mundo. A medida que la especialidad avanza de manera vertiginosa, impulsada por la innovación tecnológica y la incorporación de herramientas como la inteligencia artificial, resulta imperativo reflexionar sobre cómo formamos a los futuros radiólogos y cómo integramos la enseñanza de la imagenología en la formación médica general.

Este número especial de la *Austral Journal of Imaging/Revista Chilena de Radiología*, fruto de la valiosa iniciativa del Capítulo de Educación de la Sociedad Chilena de Radiología, se presenta como un espacio de encuentro y reflexión para la comunidad radiológica latinoamericana. Nuestro objetivo es generar un debate constructivo sobre los desafíos, las carencias y las oportunidades en la educación en radiología, tanto en el pregrado como en la formación especializada, a lo largo de toda la vida profesional.

La realidad que enfrentamos en Brasil es probablemente similar a la de otros países de la región. La enseñanza de la radiología en el pregrado aún es escasa y, en muchos casos, delegada a profesionales no radiólogos. Son pocas las facultades de medicina que cuentan con docentes radiólogos formalmente vinculados a la institución. Esto genera que los estudiantes egresen con una formación limitada en interpretación básica de imágenes, en indicación adecuada de los

métodos diagnósticos y en comprensión de los riesgos asociados, como la radiación ionizante y el uso de contrastes.

En la formación de especialistas, particularmente en los programas de residencia médica, también enfrentamos desafíos significativos. Muchos servicios priorizan la actividad asistencial sobre la educativa, enfocando la participación de los residentes en cubrir la demanda del servicio más que en garantizar un aprendizaje estructurado y de calidad. Este modelo, si bien proporciona experiencia práctica, corre el riesgo de reproducir prácticas desactualizadas o centradas exclusivamente en la productividad, en detrimento del desarrollo de competencias profundas y del pensamiento crítico.

Sin embargo, es fundamental destacar que también existen numerosas experiencias exitosas en nuestra región. Iniciativas innovadoras, como el desarrollo de internados virtuales en tiempos de pandemia, la implementación de metodologías activas de aprendizaje –incluyendo gamificación– y la incorporación progresiva de la inteligencia artificial como herramienta complementaria en la enseñanza, demuestran la capacidad de adaptación y creatividad de nuestros educadores.

Los artículos que componen esta edición especial abordan temas centrales para el futuro de la educación en radiología: desde la definición de

#### Correspondencia:

Marcel Koenigkam-Santos  
E-mail: marcelk46@fmrp.usp.br

2810-6954 / © 2025 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 19-09-2025

Fecha de aceptación: 15-10-2025

DOI: 10.24875/AJI.M25000038

Disponible en internet: 17-02-2026

Austral J. Imaging. 2026;32(1):1-2

[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

competencias básicas para el pregrado hasta el análisis del impacto de la inteligencia artificial en la formación de especialistas, pasando por experiencias concretas de educación virtual y estrategias para mejorar la retroalimentación en el proceso de aprendizaje.


Esta diversidad de perspectivas refleja una convicción compartida: la educación es un pilar fundamental para el desarrollo de la radiología en Latinoamérica. Necesitamos fortalecer la presencia de la especialidad en el pregrado, mejorar la calidad y la estructura

de los programas de residencia, y fomentar la formación continua, siempre alineada con los avances tecnológicos y las necesidades cambiantes de la práctica médica.

Esperamos que este número especial inspire a radiólogos, docentes y tomadores de decisiones a repensar los modelos educativos actuales y a construir, de manera colaborativa, un futuro en el que la excelencia en la formación se traduzca en una mejor atención para nuestros pacientes y en un desarrollo sostenible para nuestra especialidad.

## Internado virtual de radiología: una innovación surgida durante la pandemia de COVID-19

### Virtual radiology clerkship: an innovation emerged during the COVID-19 pandemic

Francisco Garrido-Cisterna<sup>1,2\*</sup> , Javiera Araya-Campos<sup>1</sup>, Óscar Contreras-Olea<sup>1</sup>, Carlos Riquelme-Pizarro<sup>1</sup>, Florencia de Barbieri-Magnone<sup>1</sup>, Cristian García-Bruce<sup>1</sup>, Catalina Vial-Alliende<sup>3</sup>, Álvaro Burdiles-Orellana<sup>1</sup> y Marcela Cisternas-Martínez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Radiología y Diagnóstico por Imágenes, Escuela de Medicina; <sup>2</sup>Centro de Educación Médica y Ciencias de la Salud, Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile; <sup>3</sup>Centro de la Mama, Clínica MEDS La Dehesa; <sup>4</sup>Departamento de Inmunología Clínica y Reumatología, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile

#### Resumen

**Introducción:** El cierre de los centros universitarios y campos clínicos producto de la pandemia de COVID-19 impulsó a los educadores médicos a buscar soluciones creativas para mantener la docencia en este periodo. **Objetivo:** Describir el diseño e implementación de un internado virtual de radiología para estudiantes de Medicina en el contexto de emergencia sanitaria. **Material y métodos:** Este proyecto se realizó en varias etapas. Se determinaron los objetivos y contenidos que incluir, para luego crear la ruta de aprendizaje y diseñar los recursos digitales. El internado se implementó en formato a distancia entre agosto de 2020 y junio de 2021. La implementación fue evaluada con una encuesta de percepción de la docencia virtual. **Resultados:** Se diseñaron ocho unidades temáticas de aprendizaje, con clases grabadas, presentaciones interactivas y lecturas sobre los contenidos esenciales de la radiología de la atención primaria, que se combinaron con sesiones de videoconferencia con los tutores del curso. Un total de 110 estudiantes cursaron el internado virtual entre agosto de 2020 y junio de 2021, el 100% aprobó la rotación. Hubo una valoración positiva de la experiencia. **Conclusión:** La integración de las tecnologías permite fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en radiología.

**Palabras clave:** Radiología. Educación médica de pregrado. Internado clínico. COVID-19.

#### Abstract

**Introduction:** Closing doors of University campuses and clinical facilities, because of the COVID-19 pandemic, encouraged medical educators to come up with creative new solutions to keep teaching actively during that time. **Objective:** Describe the design and execution of a virtual clerkship in Radiology for medical students, in the context of the health emergency of the pandemic. **Material and methods:** This project was completed in several steps. Educational goals and contents were defined, in order to create a learning path and design the digital resources. The virtual clerkship was carried out in a distance learning format, between August 2020 and June 2021. The implementation was evaluated using a perception survey of the virtual clerkship. **Results:** Eight thematic units were designed, with recorded talks, interactive presentations and lectures about the essential contents of Radiology in primary care, combined with real time online meetings with the teachers of the course. A total of 110 students took this virtual clerkship between August 2020 and June 2021, and 100% approved the course, with a positive evaluation of the experience. **Conclusion:** Integrating new technologies allows to strengthen the process of teaching and learning in Radiology.

**Keywords:** Radiology. Undergraduate medical education. Clinical clerkship. COVID-19.

#### \*Correspondencia:

Francisco Garrido-Cisterna  
E-mail: fgarridoc@uc.cl

Fecha de recepción: 28-03-2024

Fecha de aceptación: 29-09-2024

DOI: 10.24875/AJI.24000012

Disponible en internet: 24-11-2025

Austral J. Imaging. 2026;32(1):3-9

[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

2810-6954 / © 2024 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Nuestra institución implementó el año 2015 un nuevo plan de estudios para la carrera de Medicina, por medio de un currículo de seis años basado en competencias y operacionalizado en metas de aprendizaje<sup>1</sup>. La radiología fue incorporada en este cambio curricular, integrándose de manera longitudinal en el plan de estudios, con una planificación secuencial desde el ciclo básico hasta el internado<sup>2</sup>.

El internado es la etapa final de las carreras de la salud, en la cual se espera que los estudiantes se integren al equipo de salud en escenarios ambulatorios y hospitalarios, para así consolidar sus competencias en diagnóstico, tratamiento, rehabilitación de la enfermedad y promoción y prevención en salud. Tradicionalmente nuestro departamento ofrece un internado optativo presencial de cuatro semanas de duración, que entrega a los internos la oportunidad de reforzar los conocimientos adquiridos en las etapas previas. En este internado, los estudiantes se integran al trabajo diario en las sesiones de informe radiológico; junto a médicos radiólogos y residentes asisten a clases, seminarios, reuniones clínicas y entregas de turno, e interactúan con tecnólogos médicos y técnicos en enfermería en las salas de adquisición de las diferentes técnicas de imágenes.

Con un impacto sin precedentes, la pandemia provocada por la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) ha desafiado a toda la humanidad desde el año 2020. Desde el punto de vista sanitario, la enfermedad generó una significativa presión sobre los sistemas de salud. En este contexto, la formación de profesionales de la salud se vio doblemente desafiada: la suspensión de las actividades clínicas llevó a que muchos estudiantes perdieran varios meses de experiencias educativas y, por otro lado, se creó la necesidad de reforzar la atención de pacientes en unidades de emergencia y pacientes críticos por parte de los docentes clínicos<sup>3</sup>. Lo anterior impulsó a las instituciones a buscar estrategias para mantener el proceso de enseñanza-aprendizaje en tiempos de crisis, con una rápida adopción de las tecnologías y herramientas digitales para garantizar la continuidad del proceso educativo, configurando lo que se denominó «educación remota de emergencia»<sup>4,5</sup>. Esto permitió continuar con los aprendizajes teórico-prácticos, priorizando la seguridad de los integrantes de la comunidad educativa.

Como parte de las medidas adoptadas por nuestra institución, se modificó la duración y metodologías de los internados obligatorios, para dar cumplimiento con los aforos y restricciones sanitarias. Además, se crearon

nuevos internados que aumentaron la oferta de internados electivos, junto con implementar tres nuevas rotaciones obligatorias para toda la cohorte: unidad de paciente crítico, simulación de procedimientos y un internado de profundización de competencias en imágenes para la atención primaria, dictado por el departamento de radiología<sup>6</sup>.

El objetivo de este artículo es describir el proceso de diseño e implementación del internado de radiología, impartido en formato virtual para internos de la carrera de Medicina durante el segundo semestre de 2020 y primer semestre de 2021.

## Material y métodos

Para el diseño, implementación y evaluación de esta experiencia educativa se utilizó el modelo de desarrollo curricular de Kern, que propone seis pasos para el diseño curricular<sup>7</sup>. A continuación describiremos los métodos utilizados para cada etapa del modelo propuesto por Kern:

- Etapas 1 y 2. Identificación del problema y evaluación de necesidades generales y específicas de los estudiantes. El levantamiento de necesidades se realizó teniendo como referencia el perfil de egreso, operacionalizado en las metas de aprendizaje del egresado de la carrera, el perfil de conocimientos EUNACOM (Examen Único Nacional de Conocimientos en Medicina) y las competencias comunes para los egresados de las escuelas de Medicina de la Asociación de Facultades de Medicina de Chile (ASOFAMECH)<sup>8,9</sup>. Además, se revisaron los programas de cursos previos que tributan al aprendizaje de la radiología, con el propósito de cautelar la articulación de este internado con las asignaturas de la fase de licenciatura.
- Etapas 3 y 4. Definición de propósitos y objetivos de aprendizaje y selección de metodologías docentes. El equipo docente definió por consenso los objetivos de aprendizaje susceptibles de lograr en este internado virtual. A partir de ello, se establecieron las metodologías docentes más apropiadas para el logro de los objetivos previamente definidos, en un ambiente virtual de aprendizaje.
- Etapas 5 y 6. Implementación y evaluación. Entre agosto de 2020 y julio de 2021, esta rotación se llevó a cabo de manera virtual para toda la cohorte de estudiantes que cursó el internado en ese periodo, utilizando Canvas® como el sistema de gestión de aprendizajes y Zoom® como plataforma de videoconferencias, durante dos semanas para cada grupo de rotación.

La evaluación del aprendizaje se planificó de la siguiente manera: prueba de conocimientos aplicada el último día de la rotación, evaluación con rúbrica de una presentación de un tema clínico con orientación radiológica (de libre elección) y una calificación por el cumplimiento de las actividades virtuales y sincrónicas del internado. Se obtuvieron los promedios, máximos y mínimos de las calificaciones obtenidas en cada uno de estos instrumentos y la nota final global ponderada promedio.

Al finalizar la rotación, se aplicó una encuesta de evaluación de la docencia para cursos remotos, de manera anónima y voluntaria. Este instrumento, diseñado por profesionales expertos en educación médica del Centro de Educación Médica y Ciencias de la Salud (CEMCIS) de la Facultad de Medicina, fue enviado por correo electrónico el último día de la rotación a todos los estudiantes. El instrumento contiene 14 oraciones y solicita el grado de acuerdo en escala Likert de 1 a 4 (1, nunca o casi nunca; 2, pocas veces; 3, muchas veces; 4, siempre o casi siempre). Se obtuvieron los promedios del grado de acuerdo para cada una de estas afirmaciones. Este instrumento incluía un espacio para preguntas de respuesta abierta sobre los aspectos positivos y sugerencias de mejora para el curso.

## Resultados

- Etapas 1 y 2. Identificación del problema y evaluación de necesidades generales y específicas de los estudiantes. Los documentos revisados, tanto de la institución como marcos referenciales nacionales de EUNACOM y ASOFAMECH, establecen lineamientos generales sobre los aprendizajes que un egresado de la carrera de Medicina debe poseer al finalizar el periodo de internado. Estas competencias son la indicación de estudios de imagen e interpretación de exámenes de uso frecuente en la práctica clínica, considerando su costo-efectividad. El profesor a cargo del internado cauteló la articulación de los contenidos del internado con los cursos previos, asegurando la progresión en la profundidad del desarrollo de los temas, de acuerdo con el nivel de formación de los estudiantes.
- Etapas 3 y 4. Definición de propósitos y objetivos de aprendizaje y selección de metodologías docentes. Los objetivos de aprendizaje se enfocaron en aquellas competencias que son necesarias para el ejercicio profesional de los médicos generales de atención primaria, los cuales se detallan en la [tabla 1](#).

Los contenidos seleccionados para este curso se especifican en la [tabla 1](#) y se dividieron en ocho unidades temáticas. Una vez definidos los objetivos y contenidos, se desarrolló una ruta de aprendizaje que permitió guiar a los estudiantes en su estudio durante las dos semanas de rotación.

Para cada unidad temática se crearon los recursos de aprendizaje apropiados para el propósito del curso, que incluyeron 19 clases grabadas, cinco presentaciones interactivas autoinstructivas en formato Articulate y nueve lecturas complementarias.

Como parte del componente práctico, se diseñaron tres sesiones sincrónicas de revisión de casos y una actividad práctica asincrónica de interpretación de radiografías de pelvis pediátrica para tamizaje de displasia del desarrollo de la cadera. En esta última actividad los estudiantes, luego de descargar un visor DICOM gratuito, pudieron aplicar lo aprendido con casos reales anonimizados.

- Etapas 5 y 6. Implementación y evaluación. Esta rotación virtual fue dictada entre agosto de 2020 y junio de 2021, periodo en el cual 110 estudiantes cursaron el internado, distribuidos en 15 grupos de entre cuatro a 10 internos.

El primer día de la rotación, el docente a cargo presentó el internado en una videoconferencia, explicando la metodología del curso y la evaluación. Además, utilizando la plataforma Zoom®, se realizaron otras cinco sesiones de videoconferencia: tres sesiones para discutir casos o resolver dudas sobre las unidades de radiología de tórax y musculoesquelético y dos reuniones de presentación de revisiones de tema por parte de los internos.

Cada día, los internos cumplieron con el calendario de actividades planificada para la sesión ([Tabla 2](#)), con el apoyo a distancia de los profesores del curso por medio de un foro virtual y correo electrónico.

El 100% de los estudiantes aprobó el internado, con calificación promedio de la cohorte de un 6,4 (en escala de notas de 1,0 a 7,0). La [tabla 3](#) muestra las calificaciones promedio obtenidas en cada instrumento de evaluación.

El 45% de los estudiantes que cursaron el internado contestaron la encuesta de evaluación de la docencia virtual del CEMCIS. Los resultados de cada ítem se encuentran en la [tabla 4](#) (en escala Likert de 1 a 4). Esta misma encuesta incluyó un espacio para comentarios abiertos sobre el internado, de los cuales 26 fueron aspectos positivos y 22 por mejorar.

**Tabla 1.** Visión general del diseño del internado virtual

Objetivos de enseñanza-aprendizaje			
Demostrar las destrezas y habilidades básicas en indicación de imágenes diagnósticas disponibles en la atención primaria de salud, justificando su elección, basado en la condición clínica del paciente, contexto y recursos disponibles Interpretar los estudios radiológicos disponibles en el nivel primario de atención, con énfasis en radiografía de tórax, abdomen, imágenes osteoarticulares, imágenes pediátricas, imágenes mamarias y ultrasonografía diagnóstica Discutir las indicaciones, contraindicaciones y riesgos asociados a la administración de medios de contraste endovenosos (yodados y gadolinio) Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje, utilizando los recursos digitales disponibles			
Unidad temática	Contenidos priorizados	Recursos instruccionales	Estrategia de evaluación
Radiografía de tórax	Anatomía torácica en estudios de imagen Técnicas en imagenología torácica Patrones de enfermedad pulmonar: focos de condensación, atelectasias, enfermedades intersticiales, nódulos y masas, cáncer pulmonar y enfisema Patología de pleura y mediastino	Clases grabadas Presentaciones interactivas Plataforma de ejercitación Sesiones sincrónicas de revisión de casos (2)	Prueba sumativa final
Radiología osteoarticular	Imágenes en artropatías: artrosis, artritis reumatoidea, enfermedades por cristales, enfermedades del tejido conectivo y otras artropatías inflamatorias Radiología del trauma: fracturas y luxaciones	Clases grabadas Sesión sincrónica de revisión de casos	Prueba formativa Prueba sumativa final
Radiología pediátrica	Interpretación de la radiografía de tórax en niños Displasia del desarrollo de las caderas Fracturas en niños Maltrato infantil Emergencias abdominales	Clases grabadas Casos radiológicos de pelvis pediátrica (tamizaje displasia del desarrollo de caderas) Lecturas complementarias	Prueba formativa Prueba sumativa final
Radiología abdominal	Interpretación de la radiografía de abdomen simple: anatomía, patrones de dilatación de asas, gas intraluminal y extraluminal, calcificaciones y partes blandas	Clases grabadas	Prueba formativa Prueba sumativa final
Ultrasonografía	Bases de la ultrasonografía diagnóstica: principios básicos (física, equipo y terminología ecográfica), ultrasonografía de abdomen (anatomía y técnica) e indicaciones de estudios frecuentes: abdomen y pelvis, región escrotal, cuello, musculoesquelético, vascular, piel y partes blandas	Clases grabadas Apuntes	Prueba formativa Prueba sumativa final
Imágenes mamarias	Bases del diagnóstico por imágenes en patología mamaria: introducción, mamografía, ultrasonografía y BI-RADS	Clases grabadas	Prueba formativa Prueba sumativa final
Medios de contraste	Medios de contraste intravascular en radiología: yodo y gadolinio	Artículo de revisión	Prueba sumativa final
Taller de casos			Prueba formativa

BI-RADS: Breast Imaging-Reporting and Data System.

## Discusión

La irrupción de la pandemia por SARS-CoV-2 a comienzos del año académico 2020 impuso desafíos significativos al sistema educativo en todos sus niveles, incluida la educación universitaria en general y la formación de profesionales de la salud en particular. Este desafío fue mayor para la salud, por su papel

fundamental en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de pacientes afectados por esta nueva enfermedad. La limitación de acceso a las universidades y campos clínicos de pregrado para todas las carreras de la salud llevó a las autoridades y docentes a buscar soluciones creativas para enfrentar este desafío, como ocurrió en nuestro país y en el extranjero.

**Tabla 2.** Ejemplo de la planificación semanal de un grupo de internado

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Presentación del internado (Zoom®) Un paseo virtual por el servicio de radiología Proyecciones radiográficas Evaluación diagnóstica	Entrega de turno Módulo Radiografía de tórax: revisión de casos (Zoom®)	Entrega de turno Módulo MSK: Revisión de casos Artropatías (Zoom®)	Entrega de turno Módulo Pediatría: Radiografía de tórax (estudio personal)	Entrega de turno Módulo Ultrasonido (estudio personal)
Módulo Radiografía de tórax (estudio personal)	Módulo MSK: Artropatías (estudio personal)	Módulo Radiografía de abdomen (estudio personal)	Módulo Pediatría: Displasia de caderas (estudio personal) Foro 1	Módulo Imágenes mamarias (estudio personal)
Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
Entrega de turno Módulo Radiografía de tórax: revisión de casos (Zoom®)	Entrega de turno Módulo Pediatría: Fracturas y maltrato infantil (estudio personal) Foro 2	Entrega de turno Presentación de seminarios (Zoom®)	Entrega de turno Presentación de seminarios (Zoom®)	Entrega de turno Prueba final Encuesta de evaluación de la docencia
Módulo MSK: Trauma (estudio personal)	Controversias en radiología: medios de contraste (estudio personal)	Módulo Pediatría: Abdomen agudo (estudio personal)	Taller de preguntas EUNACOM (trabajo autónomo)	Libre

EUNACOM: Examen Único Nacional de Conocimientos en Medicina.

**Tabla 3.** Promedio de calificaciones obtenidas en los instrumentos de evaluación de aprendizajes

Instrumento	Promedio	Mínimo	Máximo
Prueba escrita	5,9	4,0	7,0
Presentación de tema	6,9	6,5	7,0
Cumplimiento de actividades	6,9	5,5	7,0

Esta experiencia educativa implementada en nuestro departamento representó un aporte concreto a la formación de los futuros médicos, que fue valorada positivamente por los estudiantes. Durante dos semanas tuvieron la oportunidad de consolidar los conocimientos radiológicos aprendidos en cursos previos, necesarios para su práctica como médico general, como la interpretación de las radiografías torácicas y osteoarticulares. Por otro lado, revisaron temas que no fueron cubiertos en los cursos previos en la licenciatura, como imágenes mamarias o las aplicaciones clínicas de la ultrasonografía. Los resultados obtenidos por los estudiantes en los instrumentos de evaluación de los aprendizajes son satisfactorios, el cual es levemente menor que la nota promedio obtenida por los estudiantes que cursan tradicionalmente el internado de manera electiva<sup>6,8</sup>.

Después de su versión virtual, este internado se dictó entre julio de 2021 y diciembre de 2022 en formato semipresencial, con actividades virtuales combinadas con sesiones presenciales en la sala de informe, lo que fue posible por la evolución de la situación sanitaria.

La educación médica, en todos sus niveles, implica necesariamente el contacto con pacientes y el equipo de salud en los campos clínicos ambulatorios y hospitalarios. En el caso de la radiología, el internado es una oportunidad para mostrar nuestro rol dentro del equipo de salud a los futuros médicos, mediante la interacción que existe con médicos tratantes, tecnólogos médicos, enfermeras, técnicos en enfermería y personal de apoyo administrativo. Lamentablemente, por medio de una modalidad virtual no siempre es posible llevar a cabo este objetivo en la práctica.

Otras instituciones del extranjero han abordado experiencias similares y su experiencia en la literatura<sup>10-12</sup>. Durfee et al. reportaron el diseño de un internado virtual de radiología de cuatro semanas en la Universidad de Harvard, en la que utilizaron como estrategias metodológicas las clases invertidas, sesiones didácticas de grupo pequeño y actividades asincrónicas de estudio personal<sup>13</sup>. Otra experiencia describe una estación de trabajo virtual, similar a nuestra

**Tabla 4.** Resultados de la encuesta de evaluación de la docencia virtual

Ítem	Promedio
1. Los objetivos de aprendizaje fueron claros y contribuyeron a guiar mi aprendizaje	3,9
2. La duración de las sesiones sincrónicas y asincrónicas fue adecuada	3,6
3. La entrega de contenidos fue clara y facilitó mi aprendizaje	3,8
4. Los ejemplos, situaciones y/o ejercicios fueron un aporte para comprender y aplicar de mejor forma los contenidos	3,7
5. Las actividades realizadas facilitaron mi aprendizaje (clases, talleres, foros y tutorías, entre otros)	3,8
6. El profesor estimuló la interacción y/o el trabajo en grupos pequeños	3,3
7. El profesor estimuló que los estudiantes hicieran preguntas	3,9
8. El profesor estuvo disponible para responder consultas	3,9
9. El profesor fue respetuoso en su trato con todos los estudiantes	3,9
10. Para evaluar aprendizajes se emplearon diferentes instrumentos (pautas estructuradas, forma y tipos de preguntas de pruebas)	3,9
11. Las evaluaciones se realizaron con criterios explícitos y conocidos por todos	3,9
12. Se entregó retroalimentación oportuna (individual, grupal) de los resultados de las evaluaciones (fortalezas, aspectos por mejorar)	3,2
13. La plataforma y los recursos TIC empleados facilitaron mi aprendizaje	3,8
14. Globalmente, el curso promovió mi pensamiento crítico, analítico y/o creativo	3,7

TIC: tecnologías de la información y las comunicaciones.

actividad práctica de interpretación de radiografía de pelvis infantil, con buena recepción por parte de los estudiantes<sup>14</sup>.

Destacamos como fortaleza de esta experiencia educativa la implementación de un internado para toda una cohorte de estudiantes de Medicina, lo que, a nuestro conocimiento, no existía hasta ese entonces en ninguna escuela de Medicina del país. A pesar de realizarse en una modalidad virtual, los estudiantes pudieron consolidar conocimientos adquiridos previamente, lo que se demuestra en las calificaciones finales de la rotación. Dentro de las limitaciones reconocemos que la evaluación del impacto de la experiencia solo se realizó dentro de los dos primeros niveles de Kirkpatrick: el nivel de satisfacción de los estudiantes (encuesta de percepción de la docencia virtual) y del aprendizaje, por medio de las calificaciones obtenidas por ellos. La transferencia de las habilidades aprendidas a la práctica, que representa los niveles superiores del modelo de evaluación de programas de Kirkpatrick, es un indicador relevante de impacto que no fue posible de obtener durante el periodo del internado. Por otro lado, el porcentaje de estudiantes que contestaron la encuesta de evaluación de la docencia fue bajo, lo que puede explicarse por su voluntariedad y la aplicación virtual del instrumento.

A la luz de esta experiencia educativa, es importante que los educadores en radiología reflexionemos sobre las lecciones aprendidas durante este complejo pero histórico periodo que nos ha tocado vivir. La innovación educativa, impulsada como respuesta a la pandemia, ofrece valiosas lecciones para la formación de profesionales de la salud.

La incorporación de tecnologías en la educación, combinada con actividades presenciales de aprendizaje significativo en el aula, como se observa en modelos de clase invertida, surge como una estrategia efectiva para potenciar la calidad de los aprendizajes en radiología<sup>15</sup>.

Los avances en las tecnologías de comunicación y aprendizaje virtual fueron fundamentales para mantener la continuidad de la actividad docente durante este periodo. El desafío para las próximas décadas es potenciar el uso de estas herramientas para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en radiología, sin olvidar el valor de la interacción entre docente y estudiante en la sala de informe radiológico. La integración de lo virtual y presencial, de manera planificada y estructurada, en un marco de innovación educativa, garantizará mejores aprendizajes en nuestra especialidad, y consecuentemente, una mejor calidad de la atención de los pacientes y sus familias.

## Conclusiones

La pandemia de COVID-19 impulsó la innovación educativa en todos los niveles de formación. Reportamos la experiencia de crear un internado virtual en radiología, con foco en las competencias necesarias para el médico general que se desempeña en la atención primaria de salud, la cual fue evaluada satisfactoriamente por los estudiantes y representó un aporte concreto para mantener la docencia en los tiempos más complejos de la pandemia. Las lecciones aprendidas durante este periodo, en lo que respecta a la docencia potenciada con tecnologías, nos permitirán mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el futuro.

## Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

## Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## Referencias

1. Cisternas M, Rivera S, Sirhan M, Thone N, Valdés C, Pertuzé J, et al. Reforma curricular de la carrera de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile. *Rev Med Chil.* 2016;144:102-7.
2. Garrido F, Burdiles A, Arau R, Cisternas M. Desarrollo de un curriculum de Radiología para la formación médica de pregrado: Experiencia de una Escuela de Medicina de Chile. *Rev Chil Radiol.* 2018;24(3):87-93.
3. Garrido F, Ríos J. Oportunidades educativas tras la pandemia: el tiempo es ahora. *ARS Médica.* 2020;45(2):5-7.
4. Bozkurt A, Karakaya K, Turk M, Karakaya Ö, Castellanos-Reyes D. The Impact of COVID-19 on education: a meta-narrative review. *TechTrends.* 2022;66(5):883-96.
5. Elsayes KM, Kamel S, Wang MX. Turning Radiology educational challenges into opportunities: the digital frontier. *Radiographics.* 2022;42(1):E6-E8.
6. Cisternas M, Rodríguez J, Llanos C, Garrido F, Nazar C, Thone N, et al. Implementación de la reforma curricular de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile: analizando la experiencia. *Rev Med Chil.* 2022;150(6):821-7.
7. Thomas PA, Kern DE, Hughes MT, Tackett SA, Chen BY. Curriculum development for medical education: a six-step approach. 4<sup>th</sup> Edition. Johns Hopkins University Press; 2022.
8. Perfil de conocimientos EUNACOM [Internet]. EUNACOM; 2010 [citado 8 agosto 2024]. Disponible en: <http://www.eunacom.cl/contenidos/PerfilNew.pdf>
9. Competencias comunes para los egresados de las Escuelas de Medicina ASOFAMECH [Internet]. 2016 [citado 8 agosto 2024]. Disponible en: <https://www.asofamech.cl/documentos/>
10. Francis S, Kim E, Jotkowitz A, Huneke M, Taragin BH. COVID-necessitated online radiology elective improves student imaging appropriateness in clinical case vignettes. *Acad Radiol.* 2023;30(10):2401-5.
11. Muñoz-Núñez CF. Online training in radiology during the COVID-19 pandemic. *Radiología.* 2022;64(5):433-44.
12. Goldenson RP, Avery LL, Gill RR, Durfee SM. The virtual homeroom: utility and benefits of small group online learning in the COVID-19 Era. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2022;51(2):152-4.
13. Durfee SM, Goldenson RP, Gill RR, Rincon SP, Flower E, Avery LL. Medical student education roadblock due to COVID-19: virtual radiology core clerkship to the rescue. *Acad Radiol.* 2020;27(10):146-6.
14. Rizvi T, Borges NJ. Virtual Radiology workstation: improving medical students' radiology rotation. *Med Sci Educ.* 2020;30(1):117-21.
15. Hunter Lanier M, Austin Wheeler C, Ballard DH. A new normal in radiology resident education: lessons learned from the COVID-19 pandemic. *RadioGraphics.* 2021;41(3):E71-E72.

# Competencias básicas en imagenología médica para estudiantes de la carrera de Medicina

## Basic competencies in medical imaging for Medical Career students

Patricia Guzmán-Falcón<sup>1\*</sup>  y Rigoberto Marín-Catalán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Imagenología, Hospital San Juan de Dios; <sup>2</sup>Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile

### Resumen

**Introducción:** La imagenología ha mostrado un desarrollo vertiginoso en las últimas década. Sin embargo, la mayoría de las carreras de Medicina en Chile no cuentan con instancias formales de docencia en el área. En consecuencia, los médicos recién egresados muestran deficiencias de formación que se expresan en su práctica médica diaria. **Objetivo:** Determinar las competencias básicas del ámbito de la imagenología que deben desarrollar los(as) egresados(as) de las carreras de Medicina. **Material y métodos:** Un comité de expertos analizó los principales currículos de radiología para pregrado disponibles en la literatura nacional e internacional, a partir de estos elaboró un documento que propone las competencias básicas del ámbito de la imagenología que deben desarrollar los(as) egresados(as) de carreras de Medicina. Posteriormente, estas competencias fueron sometidas a un test de concordancia con los médicos especialistas en imagenología de la Sociedad Chilena de Radiología (SOCHRADI) por medio de un test tipo Likert enviado a sus casillas electrónicas. **Resultados:** La comunidad radiológica de Chile mostró amplia concordancia con las competencias propuestas por el comité de expertos. **Conclusiones:** Se proponen cinco competencias básicas del ámbito de la imagenología que deben ser desarrolladas en pregrado de Medicina.

**Palabras clave:** Educación médica. Imágenes diagnósticas. Radiología. Currículo. Curriculum.

### Abstract

**Introduction:** Radiology has experienced rapid development in recent decades. However, most medical programs in Chile lack formal teaching structures in this area. As a result, newly graduated physicians often exhibit training deficiencies that manifest in their daily medical practice. **Objective:** Determine the basic competencies in the field of Imaging that should be developed by the graduates of Medical Careers. **Material and methods:** A committee of experts analyzed the main undergraduate radiology curricula available in the national and international literature and, based on these, prepared a document proposing the basic competencies in the field of Imaging that should be developed by medical graduates. Subsequently, these competencies were subjected to a concordance test with the medical specialists in Imaging of the Chilean Society of Radiology (SOCHRADI) through a Likert scale questionnaire sent to their electronic mailboxes. **Results:** The Chilean radiology community showed broad agreement with the competencies proposed by the expert committee. **Conclusions:** Five core competencies in radiology are proposed for incorporation into undergraduate medical training.

**Keywords:** Medical education. Diagnostic imaging. Radiology. Curriculum.

#### \*Correspondencia:

Patricia Guzmán-Falcón

E-mail: patricia.guzman.f@redsalud.gob.cl

2810-6954 / © 2025 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 03-01-2025

Fecha de aceptación: 07-02-2025

DOI: 10.24875/AJI.25000001

Disponible en internet: 11-11-2025

Austral J. Imaging. 2026;32(1):10-16

[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

## Introducción

El desarrollo actual de la imagenología, diagnóstica e intervencional, permite diagnósticos más rápidos y tratamientos menos invasivos, lo que ha generado un gran aumento de su demanda, elevando costos y aumentando la exposición de la población a radiación ionizante. En relación con los costos, en EE.UU. se ha calculado que el gasto en tomografía computarizada (TC) aumentó de \$975 millones a \$2,17 billones y en resonancia magnética (RM) de \$1 a \$2,98 billones entre 2000 y 2006<sup>1</sup>. Por otra parte, la radiación en tejidos vivos (medido en sieverts) se dividen en determinísticos y estocásticos; los primeros son dependientes de la dosis y causan daños cuando se sobrepasa un umbral de radiación, mientras que los estocásticos, como el cáncer, son dependientes de la probabilidad y acumulativos. Como ejemplo de aquello, se ha descrito que adultos en EE.UU. reciben una dosis media de  $2,4 \pm 6$  mSv/año, principalmente de la TC, lo que influye en la aparición de tumores sólidos y leucemia<sup>2</sup>.

Por otra parte, hace ya casi 20 años que la comunidad radiológica viene advirtiendo la inadecuada educación radiológica que reciben los estudiantes de pregrado de Medicina. Un estudio realizado en Cartagena, Colombia, en el año 2014<sup>3</sup>, evaluó el desempeño de 194 estudiantes del último año de la carrera de Medicina por medio de un cuestionario de 17 preguntas, divididas en tres temas. Ninguno de los alumnos del estudio tuvo un desempeño global aceptable.

Aun cuando no existen trabajos específicos al respecto, la percepción de los radiólogos en Chile en relación con el desempeño de médicos recién egresados en la práctica diaria concuerda con los estudios previos, los colegas ponderan inadecuadamente los riesgos asociados a la exposición a radiación ionizante o al uso de medios de contraste, fallan en indicar adecuadamente estudios de imágenes considerando las condiciones de cada paciente, desconocen protocolos básicos en TC o resonancia magnética (RM) y muestran inseguridad en interpretar imágenes de radiología simple. Ello ocurre porque en Chile, en general, no existen cursos obligatorios de imagenología en pregrado, y para implementarlos se requiere establecer cuáles son las competencias básicas de imagenología que deben adquirir los estudiantes de Medicina en pregrado. Hasta ahora no se realizó un levantamiento de competencias de imagenología para pregrado. El perfil de conocimientos EUNACOM<sup>4</sup> (Examen Único Nacional de Conocimientos de Medicina) solo muestra una aproximación sobre los niveles en que se

deben manejar distintos tipos de exámenes imagenológicos como radiografías simples, ecografías, TC y RM. Por otro lado, en el documento *Competencias comunes para los egresados de las Escuelas de Medicina*, de la Asociación de Facultades de Medicina de Chile, solo aparece como competencia específica de imagenología «solicitar e interpretar exámenes de laboratorio e imágenes de uso frecuente, necesarios para el diagnóstico y tratamiento considerando costo-efectividad»<sup>5</sup>.

El objetivo general de este estudio es determinar las competencias básicas del ámbito de la imagenología que deben desarrollar los(as) egresados(as) de la carrera de Medicina.

Los objetivos específicos de este estudio son:

- Identificar las competencias básicas del ámbito de la imagenología declaradas en distintas instituciones internacionales, académicas y profesionales del egresado de la carrera de Medicina.
- Seleccionar las competencias básicas de la especialidad de imagenología declaradas en instituciones médicas internacionales para pregrado, adaptadas al contexto chileno.
- Proponer las competencias básicas de imagenología para el pregrado de la carrera de Medicina a partir de un proceso de validación por la comunidad de Imagenología de Chile.

Para efectos de este estudio se consideró competencia como «una síntesis de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten actuar de manera eficiente ante una situación»<sup>6</sup>, por tratarse de una definición sencilla, pragmática y en línea con la innovación curricular.

## Material y métodos

### Primera fase. Recopilación de currículos-análisis documental

Se recopilaron y analizaron los documentos que contenían actividades curriculares de formación en imagenología de distintas instituciones académicas y profesionales internacionales para su evaluación y comparación.

Primeramente se realizó una búsqueda bibliográfica, terminada el 15 de junio de 2022 en los motores de búsqueda Google, PubMed, ERIC y SciELO. Las palabras claves utilizadas fueron: “undergraduate curriculum” AND “radiology”.

En PubMed se constató un crecimiento exponencial de trabajos acerca del tema desde 2006 hasta la fecha actual, ilustrando la creciente preocupación de la comunidad radiológica por la materia. Muchos hablan sobre la necesidad de incorporar radiología en

pregrado en Medicina o bien cómo hacerlo<sup>7-13</sup>, pero ninguno detalla un currículum de radiología o imagenología para pregrado.

Luego se revisaron las páginas web de las principales sociedades de radiología en Occidente, y en particular en Latinoamérica, como:

- Colegio Americano de Radiología.
- Sociedad Europea de Radiología (SER).
- Colegio Interamericano de Radiología.
- Sociedad Paulista de Radiología de Brasil.
- Sociedad de Radiología de Chile (SOCHRADI).

De todas ellas, la única que muestra un currículum de radiología de pregrado es la SER.

Al concluir esta etapa se encontraron tres currículums de radiología para pregrado:

- SER<sup>14</sup>.
- Colegio Real de Radiólogos del Reino Unido<sup>15</sup>.
- Universidad de Columbia Británica de Vancouver, Canadá<sup>16</sup>.

## **Segunda fase. Selección de competencias para el contexto chileno**

Se conformó un «comité de diseño» constituido por cuatro radiólogos de la Universidad de Chile seleccionados con criterios de inclusión específicos que respondieron a un correo enviado el 20 de junio de 2022 aceptando a participar en esta segunda fase.

A mediados de agosto de 2022, el comité de diseño elaboró el documento denominado *Competencias básicas del ámbito de la Imagenología para estudiantes de la carrera de Medicina 2023*, las cuales se basaron principalmente en el currículum del Colegio Real de Radiólogos del Reino Unido.

## **Tercera fase. Validación de competencias**

El documento *Competencias básicas del ámbito de la Imagenología para estudiantes de la carrera de Medicina 2023* se sometió a una consulta de concordancia a médicos especialistas en imagenología por medio de un cuestionario autoaplicado tipo Likert para validarlas.

### **CONFECCIÓN DE CUESTIONARIO AUTOAPLICADO. CONSULTA DE CONCORDANCIA CON COMPETENCIAS DESCRITAS**

La consulta se realizó mediante un cuestionario autoaplicado, un formulario de Google que fue enviado a las casillas electrónicas de los radiólogos existentes en la base de datos de la SOCHRADI.

Este cuestionario constó de dos partes: una que caracterizaba los sujetos con preguntas sobre la cantidad de años en el ejercicio de la radiología, el sistema de salud en que trabajaban, si ejercían o no un cargo de jefatura, y si realizaban o no docencia en radiología. La segunda parte correspondió al test de concordancia, propiamente tal.

Para cada competencia, se desarrolló una escala tipo Likert con las siguientes posibles respuestas:

- Muy importante.
- Importante.
- Poco importante.
- No es importante.
- Corresponde a la especialidad.

El cuestionario autoaplicado fue sometido a la validación por tres expertos y además a una prueba de pilotaje para asegurar su validez.

## **Cuarta fase. Sujetos de estudio y criterios de inclusión**

Los sujetos de estudio fueron médicos de la especialidad de Imagenología de Chile.

El criterio de muestreo fue no probabilístico, por conveniencia, ya que a pesar que se conocía cuántos médicos especialistas en imagenología existen en Chile en el año 2022 (1,319 radiólogos inscritos en la Superintendencia de Salud), no existe una base de datos que los incluya.

Los criterios de inclusión fueron:

- Ser médico con especialidad de imagenología en Chile en el año 2023.
- Ser radiólogo socio de la SOCHRADI.

Criterio de exclusión:

- No haber contestado el cuestionario de concordancia.

La muestra corresponde a aquellos médicos especialistas en imagenología que se encontraban en la base de datos de la SOCHRADI en el año 2023.

## **Análisis estadístico**

La información recibida desde los cuestionarios autoaplicados se tabuló en el programa Microsoft Excel. Los resultados se sometieron a dos análisis estadísticos: uno antes de realizados algunos ajustes metodológicos (detallados en apartado de resultado) y otro después de realizados.

Para el análisis descriptivo de las variables categóricas se calcularon sus frecuencias absolutas y relativas.

Se utilizó la prueba exacta de Fisher para evaluar la independencia de las variables.

## Resultados y productos

### Resultado de la primera fase

Tal como se ha descrito anteriormente, en la primera fase del estudio se seleccionaron tres currículos: el de la Sociedad Europea de Radiología, el del Colegio Real de Radiólogos del Reino Unido y el de la Universidad de Columbia Británica de Vancouver, Canadá.

### Resultado de la segunda fase

La segunda fase del estudio generó el documento *Competencias básicas del ámbito de la Imagenología para estudiantes de la carrera de Medicina 2023*, que describe las competencias básicas del ámbito de la imagenología seleccionadas por el comité de diseño:

- Competencia I. Explicar exámenes de imágenes de manera apropiada, según sea requerido. El médico graduado debe ser capaz de explicar en qué consisten los exámenes de imagen más comunes al paciente (o su representante) y a su familia, de manera que ellos puedan tomar una decisión informada y compartida con el equipo tratante en relación con el proceso diagnóstico de su condición.
- Competencia II. Proponer y justificar el estudio de imagen apropiado para cada paciente. El médico graduado debe ser capaz de solicitar los estudios de imágenes adecuados de acuerdo con la hipótesis diagnóstica y condiciones generales del paciente.
- Competencia III. Ser capaz de evaluar e interpretar adecuadamente exámenes de radiología simple comúnmente utilizados en la evaluación primaria de pacientes con una condición aguda. El médico graduado desarrollará una sistematización para interpretar radiografías simples, siendo capaz de reconocer las patologías agudas o de emergencia más frecuentes.
- Competencia IV. Formular un plan de acción apropiado en respuesta de los hallazgos de los estudios de imagen. El médico graduado será capaz de comprender los alcances de los informes radiológicos, lo que le permitirá tomar decisiones coherentes en el manejo de los pacientes.
- Competencia V. Entender el rol de la radiología intervencional en el diagnóstico y manejo terapéutico del paciente. El médico graduado será capaz de sintetizar la variedad de alternativas diagnósticas y terapéuticas que ofrece la radiología intervencional.

### Resultados de la tercera fase

#### TASA DE RESPUESTA DE LA CONSULTA DE CONCORDANCIA POR MEDIO DE CUESTIONARIO AUTOAPLICADO ENVIADO POR CORREO ELECTRÓNICO

El primer envío realizado por la SOCHRADI se hizo a 761 personas, de ellas 156 abrieron el correo electrónico y 88 respondieron el cuestionario. Teniendo en cuenta el número de radiólogos(as) que abrieron el correo electrónico, el porcentaje de respuesta para el primer envío fue del 56,4% y para el segundo envío fue del 71%.

#### AJUSTES METODOLÓGICOS

Dada la dispersión de los datos, al existir muchas categorías para la pregunta «¿Cuántos años lleva usted en el ejercicio de la radiología?» y con las categorías de la escala de Likert que evaluaba la concordancia del(a) radiólogo(a) con cada competencia, se realizaron los siguientes ajustes:

Para el caso de la pregunta «¿Cuántos años lleva usted en el ejercicio de la radiología?», las categorías quedaron: «5 o menos años», «5 a 10 años» y «10 o más años».

En el caso de la escala de Likert, las categorías se reagruparon en: «más importante», que corresponde «muy importante» e «importante»; «menos importante», que corresponde a «poco importante» y «no es importante», y la categoría «corresponde a la especialidad».

Terminados los ajustes metodológicos se realizaron nuevamente los estudios estadísticos.

#### ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

La base de datos contiene un 0% de observaciones faltantes.

Se contó con una base de datos (en formato Excel) con 144 respuestas de médicos radiólogos a la encuesta autoaplicada. Se eliminaron ocho entradas correspondientes a sujetos que contestaron dos o tres veces la encuesta o médicos sin la especialidad en radiología (un sujeto). Se anonimizaron los nombres de los sujetos y se identificaron con números. La base final contiene 135 observaciones.

#### ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE SUJETOS

La [tabla 1](#) muestra cómo se caracterizaban los radiólogos que respondieron el cuestionario.

Para el análisis descriptivo de las variables categóricas se calcularon sus frecuencias absolutas y relativas.

**Tabla 1.** Caracterización de radiólogos que respondieron el cuestionario autoaplicado

Respuestas	Total (n = 135)
Años en el ejercicio de la radiología	
5 o menos años	23 (17,0%)
5 a 10 años	31 (23,0%)
10 o más años	81 (60,0%)
Sistema de salud en que trabaja	
Sistema público	17 (12,6%)
Sistema privado	35 (25,9%)
Ambos	83 (61,5%)
Cargo de jefatura	
Sí	43 (31,9%)
No	92 (68,1%)
Docencia en radiología	
Sí	100 (74,1%)
No	35 (25,9%)

**Tabla 2.** Respuesta de concordancia de los sujetos con respecto a cada competencia

Competencia	Categorías (número de sujetos)		
	Menos importante	Más importante	Corresponde a la especialidad
I	0	135	0
II	0	135	0
III	0	134	1
IV	4	125	6
V	28	85	22

La mayoría de los encuestados (60%) llevaba 10 años o más en el ejercicio de la profesión de la radiología.

En cuanto al sistema en el que trabajan, la mayoría de ellos trabajaban en ambos sistemas de salud, público y privado. Cerca del 68,1% no ejercía un cargo de jefatura y la gran mayoría, un 74,1%, realizaba docencia en radiología.

### ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO DE CONCORDANCIA

La **tabla 2** muestra las respuestas de concordancia de los sujetos que respondieron el cuestionario autoaplicado.

La **figura 1** muestra el porcentaje de cada categoría (más importante, menos importante y corresponde a la especialidad) asignada a cada competencia.

Tanto la **tabla 2** como la **figura 1** muestran la amplia concordancia con todas las competencias propuestas.

La competencia que tuvo menos concordancia fue la competencia «entender el rol de la radiología intervencional en el diagnóstico y manejo terapéutico del paciente», con un 63%.

### ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESPUESTAS DE CONCORDANCIA DE LOS DISTINTOS SUBGRUPOS DE LA MUESTRA

Se realizó un análisis comparativo de las respuestas de concordancia con los distintos subgrupos de radiólogos, divididos de acuerdo con los años de desempeño en radiología, al tipo de sistema en que trabajaban, si ejercían o no un cargo de jefatura o si realizaban o no docencia radiológica, por medio de un análisis de independencia de variables. Se consideró un nivel de significancia estadística ( $p$ ) < 0,05. Todos los análisis estadísticos se realizan con el *software R 4.3.0*.

Tras el análisis de los resultados, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el grado de concordancia de los radiólogos al comparar los diferentes subgrupos de radiólogos.

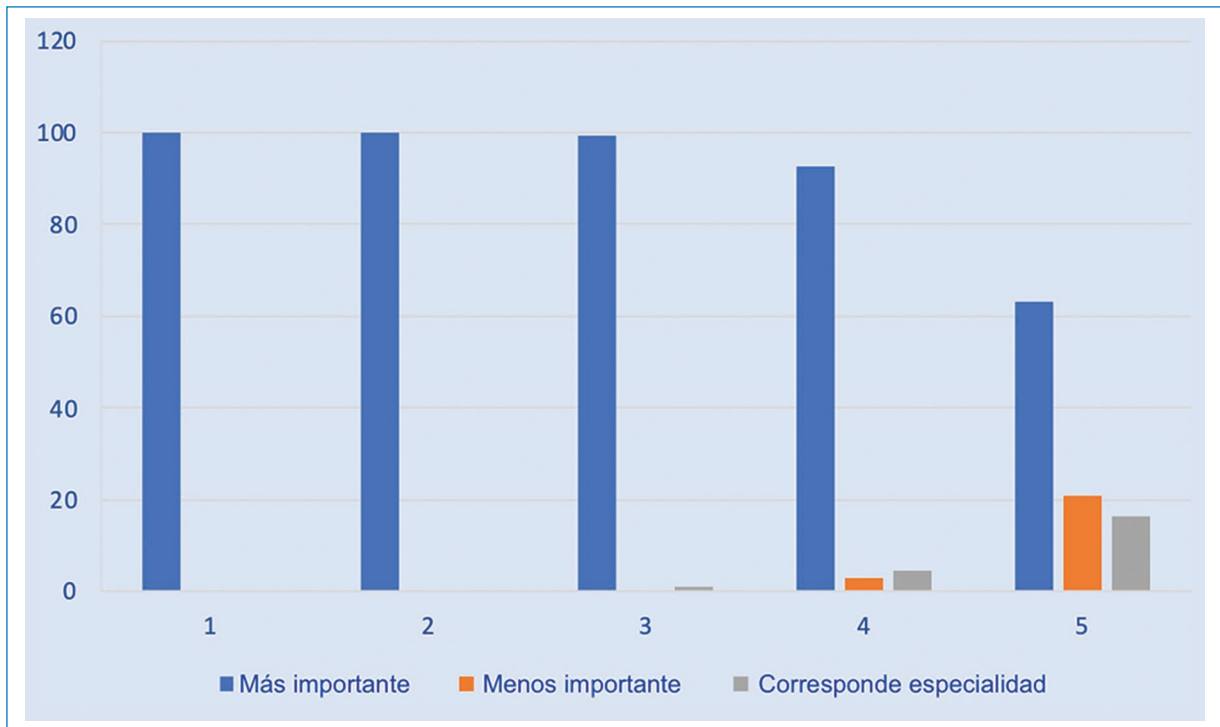
### Discusión

Integrar competencias del ámbito de la imagenología al pregrado de la carrera de Medicina se alinea con múltiples estudios de la literatura.

En Chile, si bien hay algunas universidades como la Universidad Católica y la Universidad Nacional Andrés Bello que ya han incorporado aspectos de la imagenología en distintos niveles dentro de la carrera de Medicina, aún no se ha realizado un levantamiento de las competencias de imagenología para estudiantes del pregrado de Medicina.

El subgrupo de radiólogos más representado en la tercera fase del estudio fue el de con más de 10 años de ejercicio en radiología, reflejando su mayor preocupación por la falta de competencias de los médicos recién egresados.

El 74,1% de los sujetos declaró que realizaba docencia en radiología, concordante con un mayor interés de aquellos que enseñan radiología por responder un cuestionario sobre competencias en el área. Por otro lado, este alto porcentaje otorga un mayor peso a los resultados del test de concordancia, una vez que al realizar docencia es probable que las respuestas hayan sido más reflexionadas. Además, los radiólogos que realizan docencia tienden a trabajar en establecimientos de salud de mayor complejidad y/o que corresponden a



**Figura 1.** Porcentaje de cada categoría Likert de concordancia para cada una de las cinco competencias del estudio.

campus clínico formador de carreras de Medicina y evidencian mejor la falta de competencias en imagenología, particularmente, de los médicos recién graduados.

El documento titulado *Competencias básicas del ámbito de la Imagenología para estudiantes de la carrera de Medicina 2023*, desarrollado por el comité de diseño, está basado principalmente en el currículum propuesto en el Reino Unido, currículum evaluado como el mejor por el comité, en parte porque está basado en competencias, tal como lo concebido por Sarramona<sup>6</sup>. Por otro lado, este currículum ya está en uso desde el año 2022 y se conecta con las competencias exigidas en el *Medical Licensing Assessment*, que puede equivaler al EUNACOM aplicado en Chile. Es decir, es coherente con las competencias generales que deben adquirir los médicos en pregrado.

Sin embargo, en esencia, las competencias levantadas en este artículo también se asemejan a aquellas descritas en el currículum de la SER, que contiene 49 competencias que se van reiterando a lo largo del documento en los distintos módulos propuestos en el currículum. La única competencia descrita en el documento del presente artículo que no está contemplada en el documento de la SER es: «Formular un plan de acción apropiado en respuesta de los hallazgos

informados». Sin embargo, esta competencia está profundamente arraigada en el quehacer médico.

Por otra parte, en el currículum de la Universidad de la Columbia Británica se describen 22 competencias, 16 que se asemejan a las cinco competencias del documento del presente estudio. Aquellas que no coinciden hacen referencia al conocimiento de guías del Colegio Americano de Radiología y de la Asociación de Radiólogos Canadienses, por lo tanto no tienen relación con nuestro contexto nacional.

En el acápite de resultados, se demostró una amplia concordancia de los(as) radiólogos(as) con las competencias seleccionadas por el comité de diseño. Tanto es así, que el 100% de los sujetos del estudio consideraron que las competencias I y II eran muy importantes o importantes en un currículum de imagenología para pregrado; las dos competencias que siguen tuvieron un altísimo grado de concordancia (99,3 y 92,6% respectivamente).

Esta amplia concordancia no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los distintos subgrupos de radiólogos. Si bien no se encontraron estudios en la literatura con los que contrastar estos resultados, esta falta de diferencias estadísticamente significativas es coherente con el amplio consenso en los distintos currículos encontrados con respecto

**Tabla 3.** Competencias básicas del ámbito de la imagenología que deben adquirir los estudiantes de la carrera de Medicina en Chile

1	Explicar exámenes de imágenes de manera apropiada, según sea requerido
2	Proponer y justificar el estudio de imagen apropiado para cada paciente
3	Ser capaz de evaluar e interpretar adecuadamente exámenes de radiología simple, comúnmente utilizados en la evaluación primaria de pacientes con una condición aguda
4	Formular un plan de acción apropiado en respuesta de los hallazgos de los estudios de imagen
5	Entender el rol de la Radiología intervencional en el diagnóstico y manejo terapéutico del paciente

a los aspectos básicos de imagenología que deben manejar los estudiantes de Medicina de pregrado, que se diferencian más en la forma de redacción que en el fondo. Por otro lado, las competencias básicas del ámbito de la imagenología descritas en este documento están muy alineadas con los principios bioéticos de no maleficencia, beneficencia y autonomía.

## Conclusiones

En conclusión, se proponen las competencias básicas del ámbito de la imagenología que deben adquirir los estudiantes de la carrera de Medicina en Chile en la [tabla 3](#).

La comunidad radiológica mostró una amplia concordancia con las competencias propuestas.

El documento propuesto, que contiene las competencias básicas de imagenología, sirve como un recurso para orientar la formación en imagenología en estudiantes de pregrado en Medicina, una vez que es en esa instancia donde se debieran adquirir dichas competencias con la finalidad de resolver las dificultades observadas en el quehacer de los colegas recién egresados. Además sirve como punto de referencia para el diseño de cursos de capacitación continua dirigidos a médicos generales que carecen de las competencias necesarias en el campo de la imagenología.

## Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio. El proyecto de estudio fue aprobado por un Comité de Ética Chileno acreditado, en la resolución exenta número 07810/2023.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## Referencias

- Lehnert BE, Bree RL. Analysis of appropriateness of outpatient CT and MRI referred from primary care clinics at an academic medical center: how critical is the need for improved decision support? *J Am Coll Radiol.* 2010;7:192-7.
- Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Ting HH, Shah ND, et al. Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med.* 2009;361(9):849-57.
- Martínez A, Pérez G, Benavides M, Navarro S, Bernal M. Conocimientos de los estudiantes de último año del pregrado de medicina en el uso de estudios imaginológicos frecuentes, Cartagena 2014. *Estudio Atenea. Rev Colomb Radiol.* 2015;26(4):4296-301.
- Altamirano P, González R, Hanne C, Moreno R, Muñoz M, Pantoja M. Perfil de Conocimientos. EUNACOM versión 2 (2010) [Internet]. 2010 [citado 2025 Abr 5]. Disponible en: <https://www.eunacom.cl/contenidos/PerfilNew.pdf>
- Competencias comunes para los egresados de las escuelas de Medicina ASOFAMECH [Internet]. Asociación de Facultades de Medicina de Chile; mayo 2016. [citado 2025 Feb 8]. Disponible en: <https://www.asofamech.cl/documentos/>
- Sarramona J. La competencias profesionales del profesorado de secundaria. *Estud Educ.* 2007;12:31-40.
- Bell LTO, Dick O, Ali N, Little D. Undergraduate radiology education: foundation doctors' experiences and preferences. *Clin Radiol.* 2019;74(6):480-6.
- Bhogal P, Booth TC, Phillips AJ, Golding SJ. Radiology in the undergraduate medical curriculum - Who, how, what, when, and where? *Clin Radiol.* 2012;67(12):1146-52.
- Branstetter IV BF, Humphrey AL, Schumann JB. The long-term impact of preclinical education on medical students' opinions about Radiology. *Acad Radiol.* 2008;15(10):1331-9.
- Chew C, O'Dwyer PJ. Undergraduate medical education: a national survey of consultant radiologists. *Br J Radiol.* 2020;93(1112):20200380.
- Dmytriw AA, Mok PS, Gorelik N, Kavanaugh J, Brown P. Radiology in the undergraduate medical curriculum: too little, too late? *Med Sci Educ.* 2015;25(3):223-7.
- Garrido CF, Burdiles OÁ, Arau UR, Cisternas MM. Desarrollo de un currículum de Radiología para la formación médica de pregrado: experiencia de una escuela de medicina de Chile. *Rev Chil Radiol.* 2018;24(3):87-93.
- Gunderman RB, Siddiqui AR, Heitkamp DE, Kipfer HD. The vital role of radiology in the Medical School Curriculum. *AJR Am J Roentgenol.* 2003;180(5):1239-42.
- European Training Curriculum for Radiology [Internet]. European Society for Radiology; 2024. Disponible en: [https://www.myesr.org/app/uploads/2024/02/ESR\\_2024\\_European\\_Training\\_Curriculum\\_Level\\_I\\_II.pdf](https://www.myesr.org/app/uploads/2024/02/ESR_2024_European_Training_Curriculum_Level_I_II.pdf)
- Undergraduate radiology curriculum [Internet]. UK: The Royal College of Radiologists; february 2022. Disponible en: [https://www.rcr.ac.uk/media/utc3d4/rcr-curriculum\\_undergraduate-radiology-curriculum\\_february-2022.pdf](https://www.rcr.ac.uk/media/utc3d4/rcr-curriculum_undergraduate-radiology-curriculum_february-2022.pdf)
- Darras KE, Clark SJ, Tso DK, Liang TI, Krebs C, Tonseth RP, et al. Development of an undergraduate radiology curriculum: ten-year experience from the University of British Columbia *Can Assoc Radiol J.* 2017;68(3):237-42.

# Percepción estudiantil sobre sesgos y estereotipos de género presentes en su formación como radiólogos en una universidad chilena: aproximación inicial

## Student perception of gender biases and stereotypes present in their training as radiologists at a Chilean university: initial approach

Sandra Araya-Leal<sup>1,2\*</sup>, Jorge Díaz-Jara<sup>1</sup> y Alejandra López-Pizarro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Radiología; <sup>2</sup>Dirección Académica, Unidad de Calidad, Acreditación y Certificación. Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile

### Resumen

**Introducción:** La igualdad de género es fundamental en el ámbito educativo, y por ello la Universidad de Chile ha desarrollado acciones, políticas y reglamentos para avanzar hacia una docencia con enfoque de género, libre de estereotipos y de conductas sexistas. **Objetivo:** Conocer la percepción del estudiantado del programa de radiología sobre los sesgos y los estereotipos de género presentes en su formación, para implementar acciones de mejora. **Material y métodos:** Se efectuó un cuestionario online anónimo sobre el tema señalado. Para el análisis de los resultados se dicotomizaron las categorías de respuesta y se calcularon las frecuencias absolutas y relativas, estableciendo fortalezas o debilidades en relación con la equidad de género. **Resultados:** Las fortalezas detectadas fueron la valoración de la maternidad/paternidad, la apreciación igualitaria de las opiniones en el ámbito académico y la ausencia de expresiones sexistas en el material docente, entre otras. Como debilidades se mencionaron el trato diferente a hombres y mujeres, la tendencia a minimizar las conductas machistas o sexistas, y la existencia de algunos estereotipos de género. Como propuestas de mejora se propone el diseño de un sistema de reporte interno y capacitación. **Conclusiones:** Se percibe un ambiente respetuoso en las interacciones académicas. Sin embargo, persisten ciertas expresiones o conductas sexistas, en el trato cotidiano o coloquial, que constituyen aspectos de intervención.

**Palabras clave:** Educación médica. Sexismo. Sesgo de género. Igualdad de género.

### Abstract

**Introduction:** Gender equality is fundamental in education; therefore, the University of Chile has developed actions, policies, and regulations to advance teaching with a gender perspective, free of sexist stereotypes and behaviors. **Objective:** To determine the perception of radiology students regarding the gender biases and stereotypes in their training, in order to implement improvement actions. **Material and methods:** An anonymous online questionnaire was conducted on the aforementioned topic. To analyze the results, the response categories were dichotomized, and absolute and relative frequencies were calculated, establishing strengths and weaknesses in relation to gender equity. **Results:** Strengths identified included the appreciation of motherhood/fatherhood, the equal appreciation of opinions in the academic setting, and the absence of sexist expressions in teaching materials, among others. The different treatment of men and women, the tendency to minimize macho or sexist behavior, and the existence of some gender stereotypes were mentioned as weaknesses. As suggestions for improvement, we propose the design of an internal reporting and training system.

### \*Correspondencia:

Sandra Araya-Leal  
E-mail: saraya@hcuch.cl

Fecha de recepción: 10-02-2025

Fecha de aceptación: 18-05-2025

DOI: 10.24875/AJI.25000010

Disponible en internet: 11-11-2025

Austral J. Imaging. 2026;32(1):17-24

[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

2810-6954 / © 2025 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Conclusions:** *A respectful environment is perceived in academic interactions. However, certain sexist expressions or behaviors persist in everyday and/or colloquial interactions, which are aspects that require intervention.*

**Keywords:** *Medical education. Sexism. Gender bias. Gender equality.*

## Introducción

De los 17 Objetivos Estratégicos para el Desarrollo Sostenible establecidos por las Naciones Unidas para el año 2030, el objetivo 5, referido a la igualdad de género, pretende «lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas»<sup>1</sup>. Esto implica desafíos en distintos ámbitos, y entre ellos el educativo es fundamental, desde las etapas iniciales de la niñez hasta el aprendizaje en las personas adultas. Como ya señaló Caballero<sup>2</sup> en 2011, «en la educación superior, las problemáticas de género poseen un cierto carácter de inconsciencia y de involuntariedad, o sea, se provocan sin premeditación, casi de forma impredecible», lo que puede llevar a una difícil toma de conciencia sobre el tema. Por ejemplo, en la primera encuesta sobre educación no sexista de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile para pregrado, efectuada el año 2021, se señalaba, entre otros aspectos, el uso de estereotipos de género en la enseñanza, lo cual es mayormente percibido por las personas de género no binario o fluido, de las que un 50% indican que “muchas veces” o “siempre” se reproducen estereotipos de género, no siendo tan relevante para los/las demás<sup>3</sup>.

En cuanto a las acciones a implementar, como mencionaba Palomar<sup>4</sup> en 2005, «la puesta en práctica de una perspectiva de género en las instituciones de educación superior no puede quedarse en el ámbito de la retórica, sino en una serie de expresiones concretas que permitan evaluar si dicha perspectiva se ha incorporado institucionalmente al mundo universitario».

En un estudio efectuado por Espinoza y Albornoz<sup>5</sup> en 2023 en una universidad pública de Chile, también se destaca la necesidad de una formación docente con enfoque de género y que este sea traducido en prácticas pedagógicas.

Instituciones internacionales del ámbito radiológico, como la Radiological Society of North America (RSNA) y el American College of Radiology (ACR), también han comenzado a abordar este tema. La RSNA incorporó en su página web un acceso directo denominado «Diversidad, equidad e inclusión», donde se concentran información, alternativas formativas y publicaciones en torno al tema, destacando la creación de un comité de diversidad, equidad e inclusión en 2018<sup>6</sup>. En una publicación de la RSNA del año 2024, Wang et al.<sup>7</sup> señalan que el 26,9% de

los/las radiólogos/as en formación del área diagnóstica y el 10% de los/las intervencionistas son mujeres; sin embargo, el liderazgo de la institución es mayoritariamente masculino, aun cuando entre 2014 y 2023 aumentó la presencia de mujeres del 28% al 42%.

A su vez, el ACR, en una publicación de Everett<sup>8</sup>, integrante de su comité directivo, señala que han otorgado su máximo galardón a 206 radiólogos/as hasta 2023 y solo un 7% eran mujeres. Otros datos, como que la primera presidenta del ACR fue en 2018, 95 años después de su fundación, y que solo el 32% del comité de directores son mujeres, dan cuenta de la necesidad de avanzar en equidad de género. Un primer paso fue la creación de una comisión de la ACR sobre mujeres y diversidad en 2012, y en el año 2022 se aprobó la resolución sobre la licencia familiar/médica remunerada de 12 semanas.

En sintonía con lo anterior, la Universidad de Chile ha desarrollado diversas acciones, políticas y reglamentos que resguardan ciertos derechos. En 2012 se creó la Comisión de Igualdad y en 2013 la Oficina de Igualdad de Oportunidades<sup>9</sup>, y desde 2017 se han aprobado diversas normativas, como la *Política para prevenir el acoso sexual*<sup>10</sup>, el *Protocolo de actuación en casos de violencia sexual, laboral y discriminación arbitraria*<sup>11</sup> y la *Política de corresponsabilidad social*<sup>12</sup>. En 2018 se generó el instructivo de uso de nombre social<sup>13</sup> y se crearon la Dirección de Igualdad de Género (DIGEN), la Comisión de Género y Diversidades del Senado Universitario, y las unidades de género en las facultades y en los institutos.

En 2020 se inició la formulación de la *Política de igualdad de género*<sup>14</sup>, aprobada en 2022, para elaborar propuestas metodológicas contra el sexismo y revisar el modelo educativo, la docencia, el currículo y la formación docente. También en 2022 se gestó la certificación del sello *Genera Igualdad* por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo<sup>15</sup>.

Más recientemente, en 2023, se promulgó la *Política universitaria de diversidades, disidencias sexuales y de género*<sup>16</sup>, que tiene como principal objetivo fortalecer las oportunidades de participación, asegurar el ejercicio de los derechos y erradicar la discriminación y la violencia.

Desde 2021, la universidad cuenta con un modelo educativo que asume la igualdad de género y la no discriminación como uno de sus principios orientadores<sup>17</sup>.

Desde el punto de vista externo a la universidad, los procesos de acreditación institucionales regidos por la Comisión Nacional de Acreditación consideran la equidad de género y el respeto a la diversidad e inclusión en su criterio N.º 7<sup>18</sup>, y para su cumplimiento se requiere contar, primero, con políticas y reglamentos, y segundo, con mecanismos de gestión y procesos formalizados, para finalmente evidenciar los resultados alcanzados y las acciones de mejora.

Dado el contexto anterior, hoy resulta fundamental que todos los programas universitarios implementen acciones para avanzar en la equidad de género. Un aspecto determinante es la docencia con perspectiva de género, la cual implica una mirada inclusiva, que considera al género como variable para analizar las prácticas, en este caso educativas, con el fin de erradicar la desigualdad en los procesos de aprendizaje<sup>19</sup>. Como señala el modelo educativo de la Universidad de Chile, «es importante considerar que los sistemas educativos en general (...) no son neutros (...), por el contrario, impactan en la creación e institucionalización de normas y valores que legitiman roles y estereotipos de género, al mismo tiempo que consolidan patrones hegemónicos desiguales y relaciones de poder entre hombres y mujeres»<sup>17</sup>.

En el contexto institucional, la dirección del Programa de Título de Especialista en Radiología se ha planteado la necesidad de conocer las percepciones de sus estudiantes sobre los sesgos y estereotipos de género presentes en su formación, así como sus sugerencias al respecto, con el fin de poder planificar e implementar acciones que generen ambientes más respetuosos e inclusivos al interior del programa y del departamento de radiología. Con este propósito se decidió llevar a cabo un estudio exploratorio al estudiantado del Programa de Radiología en sus tres niveles, mediante un levantamiento de información inicial.

## Material y métodos

El levantamiento de información planteado se realizó mediante una encuesta *online*, de carácter anónimo, con 21 preguntas (afirmaciones) en formato de escala de Likert, ante las cuales el/la estudiante debía indicar su nivel de acuerdo (total acuerdo, acuerdo, desacuerdo o total desacuerdo) con planteamientos distribuidos en cuatro ítems: 1) uso de lenguaje o expresiones sexistas; 2) estereotipos de género en la práctica docente-asistencial; 3) sesgos de género en las interacciones diarias; y 4) conocimiento de la

normativa institucional y los lineamientos internos. Además, los/las encuestados/as podían seleccionar, de un listado de iniciativas para la mejora, las que consideraban más adecuadas, y emitir otras opiniones en un espacio destinado a comentarios libres.

El instrumento se diseñó desde el área de gestión académica del departamento de radiología, con la aprobación de la dirección del departamento y basándose en documentos emitidos por la universidad, particularmente la *Guía de recomendaciones para el ejercicio de una docencia no sexista en la formación de profesionales de la salud*, diseñada por la DIGEN de la Facultad de Medicina en el año 2024<sup>20</sup>.

Para el análisis de las respuestas obtenidas mediante el cuestionario Likert, las categorías «de acuerdo» y «totalmente de acuerdo» se agruparon como una sola categoría (acuerdo), al igual que las categorías «en desacuerdo» y «totalmente en desacuerdo» (desacuerdo). Esto permitió el análisis dicotómico de los atributos de valoración.

Se utilizó estadística descriptiva calculando las frecuencias absolutas y relativas de las respuestas recategorizadas en forma dicotómica, considerando como fortalezas los aspectos a favor de la equidad de género cuyas frecuencias relativas fueron superiores al 50%, y como debilidades los enunciados que consideraban estereotipos o sesgos de género con una frecuencia relativa superior al 50%.

## Resultados

La encuesta fue respondida por el 92% del cuerpo estudiantil de primer a tercer año de la especialidad (24 estudiantes). No se preguntó sobre el sexo ni la identidad de género de cada estudiante.

### Fortalezas

Entre las fortalezas detectadas (Tabla 1) destacan el respeto y la consideración por la maternidad/paternidad y las facilidades entregadas a los/las estudiantes en esa condición (65% y 73%, respectivamente). Otros ámbitos calificados positivamente fueron la valoración igualitaria de las opiniones y las ideas de hombres y mujeres en el ámbito académico (63%), la ausencia de expresiones e imágenes sexistas en el material docente (83%), y la consideración de variables asociadas al género en el análisis de casos clínicos (63%). Un aspecto también importante es la percepción positiva de que, aun cuando la mayoría de los directivos del programa son hombres, están

**Tabla 1.** Fortalezas detectadas

Enunciados del cuestionario	Frecuencia		Fortalezas
	Absoluta	Relativa	
	Categorías dicotomizadas correspondientes a las frecuencias presentadas		
El departamento ofrece igualdad de oportunidades a hombres y mujeres para acceder a cargos de jefatura o responsabilidad	21	88%	El cuerpo estudiantil reconoce la existencia de igualdad de oportunidades para acceder a cargos de jefatura o responsabilidad
	Acuerdo		
En las presentaciones, seminarios, clases, etc., se usan ejemplos sexistas (términos, imágenes) que denigran a las mujeres	20	83%	No se usan ejemplos sexistas ni que denigren a las mujeres en clases o seminarios
	Desacuerdo		
Se aplica adecuadamente la normativa que favorece la conciliación del cuidado de infantes o personas adultas con el desempeño estudiantil o laboral	18	75%	Se aplica adecuadamente la normativa que favorece la conciliación del cuidado de infantes o personas adultas con el desempeño estudiantil o laboral
	Acuerdo		
Se considera <i>a priori</i> una debilidad de las mujeres su eventual «menor productividad» por ser madre o poder serlo	15	63%	La maternidad no se considera una debilidad en relación a una posible menor productividad
	Desacuerdo		
El lenguaje de uso coloquial de los tutores hombres es machista, sexista y poco inclusivo	15	63%	El cuerpo estudiantil no ha detectado sexismo, machismo ni exclusión en el lenguaje coloquial por parte de los tutores hombres
	Desacuerdo		
La bibliografía que se utiliza en la especialidad es prioritariamente de autores masculinos	15	63%	La bibliografía que se utiliza en la especialidad ha sido desarrollada por autores tanto femeninos como masculinos.
	Desacuerdo		
En el análisis de casos clínicos se visibilizan las variables dadas por el género del/de la paciente	15	63%	Se visibilizan las variables dadas por el género del/de la paciente en el análisis de casos clínicos
	Acuerdo		
Se valoran de igual manera las respuestas, ideas o comentarios efectuados por hombres y mujeres durante las actividades académicas	15	63%	El cuerpo estudiantil reconoce una valoración igualitaria de las respuestas, ideas o comentarios efectuados por hombres y mujeres en las actividades académicas
	Acuerdo		
Se atribuye un grado de responsabilidad a la mujer ante situaciones de acoso sexual o trato inadecuado	14	58%	Si una mujer sufre acoso sexual o trato inadecuado (al interior del programa), no se le atribuye responsabilidad en ello (la responsabilidad es únicamente de quien ejerce tales acciones)
	Desacuerdo		

En la primera columna se presentan los enunciados del cuestionario ante los cuales cada estudiante manifestó su grado de acuerdo. En la columna central, para cada enunciado se expresan las frecuencias absolutas y relativas obtenidas de las categorías dicotomizadas, y se señalan las categorías que obtuvieron dichas frecuencias. Finalmente, en la tercera columna se muestran los enunciados equivalentes a las fortalezas detectadas

abiertas las posibilidades igualitarias para hombres y mujeres, siendo este último punto el más valorado, con un 88% de acuerdo.

### Debilidades

Entre las principales áreas en las que se manifiestan debilidades o problemas (Tabla 2) se encuentran el trato diferenciado por parte del personal docente dependiendo

de si los/las estudiantes son hombres o mujeres (71%), el uso de un lenguaje únicamente binario (67%), la tendencia por parte del personal docente a minimizar las expresiones machistas o sexistas (58%), y la existencia de estereotipos de género que se manifiestan, por ejemplo, en lo «mal visto» que puede ser que un hombre exprese haber vivido situaciones de acoso o maltrato, por considerarlo extremadamente «sensible» o con atributos «femeninos» (58%).

**Tabla 2.** Debilidades detectadas

Enunciados del cuestionario	Frecuencia		Debilidades
	Absoluta	Relativa	
	Categorías dicotomizadas correspondientes a las frecuencias presentadas		
Existe un trato diferente a las mujeres en relación a sus compañeros de género masculino (independientemente de si este es considerado mejor trato o peor trato)	17	71%	El cuerpo estudiantil reconoce un trato diferente a las estudiantes mujeres en relación a sus compañeros de género masculino
	Acuerdo		
El lenguaje utilizado alude a estructuras únicamente binarias reproduciendo sesgos de género: hombre/mujer, masculino/femenino	16	67%	En el programa se usa lenguaje únicamente binario, reproduciendo sesgos de género
	Acuerdo		
Quiénes conforman los equipos directivos, a cargo de las decisiones dentro del programa, son mayoritariamente hombres	15	63%	Los equipos directivos del programa están conformados mayoritariamente por hombres
	Acuerdo		
Existe tendencia, por parte del cuerpo académico, a minimizar las expresiones o situaciones machistas o sexistas	14	58%	Existe tendencia, por parte del cuerpo académico, a minimizar las expresiones o situaciones machistas o sexistas
	Acuerdo		
Es mal visto que un hombre exprese haber vivido situaciones de acoso o maltrato, considerándolo extremadamente sensible o con atributos femeninos	14	58%	Si un hombre expresa haber vivido situaciones de acoso o maltrato, se visualiza como una conducta desfavorable, considerándolo extremadamente sensible o con atributos femeninos
	Acuerdo		
Conozco los canales o mecanismos para comunicar situaciones problemáticas en relación a conductas discriminatorias por razones de género o sexistas	13	54%	Una parte importante del cuerpo estudiantil desconoce los canales o mecanismos para comunicar situaciones problemáticas en relación a conductas discriminatorias por razones de género o sexistas
	Desacuerdo		

En la primera columna se presentan los enunciados del cuestionario ante los cuales cada estudiante manifestó su grado de acuerdo. En la columna central, para cada enunciado, se expresan las frecuencias absolutas y relativas obtenidas de las categorías dicotomizadas, y se señalan las categorías que obtuvieron dichas frecuencias. Finalmente, en la tercera columna se muestran los enunciados equivalentes a las debilidades detectadas

En cuanto a las propuestas de mejora indicadas, aquellas con mayor porcentaje de aprobación se detallan en la [tabla 3](#).

Los comentarios abiertos fueron escasos y refuerzan la necesidad de capacitación para docentes, pero también para estudiantes.

## Discusión

Aun cuando la equidad de género es un tema que se ha abordado en la Universidad de Chile desde hace más de 10 años, su implementación práctica en los programas de estudio ha sido más lenta. En el caso del programa de radiología, innovado en el año 2018 a un modelo basado en competencias, se incorporaron distintos aspectos que antes no se consideraban, tales como las competencias sello de la universidad, elementos del modelo educativo y requerimientos de acreditación, y en ese contexto hoy es necesario avanzar en la implementación de acciones relacionadas

**Tabla 3.** Propuestas de mejora

- Generar un sistema de reporte interno, simple y anónimo, que permita monitorizar localmente el cumplimiento de las normativas institucionales en materias de igualdad de género (76%)
- Capacitar a los/las docentes en relación a la inclusión de la perspectiva de género en la construcción de casos clínicos (62%)
- Establecer lineamientos internos que orienten sobre aspectos críticos de la interacción docente-estudiante relacionados con el género en concordancia con la normativa institucional vigente (52%)

con la equidad de género, razón por la cual se efectuó este estudio inicial.

En cuanto a las fortalezas detectadas, se menciona que, para el programa, la maternidad no es considerada un aspecto desfavorable para las mujeres en cuanto a factores de rendimiento y productividad, y que además se aplica adecuadamente la normativa para el cuidado

de los/las hijos/as. Esto contrasta con una investigación realizada por la Oficina de Igualdad de Género en 2014, que señalaba que los/las estudiantes reconocían la dificultad de compatibilizar los estudios con la maternidad, en particular «debido a la falta de apoyo institucional para las estudiantes madres y a la existencia de trabas para su buen desempeño»<sup>19</sup>. En este aspecto, eran esperable mejoras, sobre todo tras aprobarse, el año 2018, la normativa que asegura a los/las estudiantes unas condiciones de corresponsabilidad en el cuidado de sus hijos/as, permitiendo a los/las beneficiados/as compatibilizar sus actividades académicas y sus responsabilidades familiares<sup>21</sup>, lo cual, según los datos colectados, ha sido efectivo para este programa. En 2022, un estudio de Valencia et al.<sup>22</sup> enfatiza en que es relevante el apoyo prestado por los equipos directivos y el profesorado. Por otro lado, en cuanto a los elementos que dificultan la experiencia, identificó la falta de comprensión del personal docente en situaciones relacionadas con el cuidado de niños/as.

Otros aspectos evaluados favorablemente son la valoración igualitaria de las ideas, los comentarios o los aportes efectuados por hombres y mujeres en el ámbito académico, y la percepción de que existe igualdad de oportunidades para optar a los cargos de jefatura, aun cuando se reconoce que están mayoritariamente ocupados por hombres, situación similar a la que señala el estudio de Cayón et al.<sup>23</sup> en 2024, quienes constataron que la presencia femenina en radiología iba disminuyendo a medida que se asciende a puestos de liderazgo, al igual que ocurre tanto en Europa como en los Estados Unidos de América. Lo mismo reportan la RSNA y el ACR, mencionando que al interior de dichas instituciones los cargos directivos son mayoritariamente ocupados por hombres, aunque se ha observado un aumento de las mujeres en los últimos años<sup>78</sup>.

En cuanto a las debilidades detectadas, y por tanto aspectos que necesitan una mejora, se hace referencia principalmente a expresiones y actitudes que se manifiestan en el contexto de lo cotidiano o rutinario, tales como el uso de un lenguaje únicamente binario y una actitud neutra del personal docente ante situaciones que expresan machismo o sexismo, lo que dificulta el reconocimiento de estas malas prácticas, con la consiguiente dificultad para lograr un cambio de conducta.

Es muy probable que los hechos descritos obedezcan a costumbres arraigadas culturalmente, pues como señala Caballero<sup>24</sup> «poseen un cierto carácter de inconsciencia y de involuntariedad», y se relacionan, como indica Lameiras<sup>25</sup>, con la expresión sutil del sexismo por medio de acciones, miradas, verbalizaciones o a partir del lenguaje no verbal, a diferencia de otros casos en

que se busca atacar de forma directa a las mujeres, para así mantener la asimetría social entre hombres y mujeres<sup>26</sup>. Por otro lado, se encuentra el denominado sexismo benevolente<sup>27</sup>, una conducta discriminatoria muy sutil basada en una «ideología tradicional que idealiza a la mujer como esposa, madre y objeto romántico»<sup>25</sup>. Mediante las conductas sexistas benevolentes se transmiten mensajes con tonos afectivos positivos a las mujeres, que adoptan roles convencionales, asumiendo que son personas frágiles que deben ser protegidas<sup>25,27</sup>. Esto último puede explicar, al menos en parte, el trato diferenciado por parte del cuerpo docente que los/las estudiantes advierten entre hombres y mujeres, y el alto porcentaje de acuerdo ante la afirmación «Es mal visto que un hombre exprese haber vivido situaciones de acoso o maltrato, considerándolo extremadamente sensible o con atributos femeninos», lo cual, sin duda, obedece a estereotipos de género.

Ante el escenario descrito, las propuestas de mejora con más adeptos/as tienen relación con monitorizar el cumplimiento de la normativa mediante un sistema de reporte interno, simple y anónimo, lo que pone de manifiesto la necesidad de reforzar los canales para dar cuenta de este tipo de hechos asegurando su anonimato; establecer lineamientos internos en cuanto a la relación entre docentes y estudiantes; y efectuar acciones de capacitación. Esto último es también fundamental para mejorar los dos puntos previos, ya que sociabilizar y reflexionar permite visibilizar los sesgos individuales y sociales, pues como señalaban en 2007 Morales y González<sup>28</sup>, «alguien puede asumir una postura sexista, discriminatoria, inconscientemente, sin que este sea su propósito explícito. Así mismo, son innumerables las prácticas sociales sexistas, discriminatorias, veladas en discursos igualitarios».

En concordancia con lo anterior, en 2022 Estebecorena<sup>29</sup> mencionaba también la necesidad de intervenir los «sesgos inconscientes», reflejados en actitudes, creencias o posiciones frente a diferentes temas y situaciones. Según esta autora, un primer paso es revisar periódicamente nuestros sesgos cotidianos y adquiridos del entorno, y luego definir el rol que puede desempeñar la organización en superarlos y determinar cuán lejos o cerca está de implementar los cambios necesarios<sup>29</sup>. En ello podrían ser un aporte las propuestas para monitorizar los ambientes educativos y la implementación de procesos de capacitación y reflexión.

## Conclusiones

Se advierte que, en general, existe un clima de respeto y no discriminación en relación al género en las

interacciones académicas (clases, presentación de casos, etc.), salvo en determinadas situaciones que requieren mayor profundización. En particular, persisten ciertas expresiones o conductas sexistas, machistas o androcéntricas en relación al trato cotidiano o coloquial, sobre las cuales es necesario intervenir.

Es importante hacer notar que el presente artículo corresponde a un estudio exploratorio inicial de corte cuantitativo, pero permite la implementación de acciones encaminadas a mejorar lo señalado previamente.

A futuro, se proyecta efectuar entrevistas o grupos focales que permitan reconocer el impacto de las acciones implementadas y abordar este fenómeno de una manera más integral.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección de Igualdad de Género (DIGEN) de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, por la orientación recibida en la construcción de la encuesta para la realización de este estudio.

## Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## Referencias

1. Naciones Unidas. Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas. Nueva York: Naciones Unidas; 2023. (Consultado el 27-01-2025.) Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/gender-equality/>.

2. Caballero Álvarez R. El diseño curricular como estrategia para la incorporación de la perspectiva de género en la educación superior. *Rev Latinoam Estud Educ (Mex)*. 2011;41:45-64.
3. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Resultados de primera encuesta sobre educación no sexista en salud para estudiantes de pregrado. *Noticias Facultad de Medicina Universidad de Chile*; 2023. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://medicina.uchile.cl/noticias/203208/primera-encuesta-sobre-educacion-no-sexista-en-salud-para-pregrado>.
4. Palomar C. La política de género en la educación superior. *La Ventana*. 2005;3:7-43.
5. Espinoza AM, Alborno N. Sexismo en educación superior: ¿cómo se reproduce la inequidad de género en el contexto universitario? *Psykhé*. 2023;32:1-37.
6. Radiological Society of North America. (Consultado el 24-04-2025.) Disponible en: <https://www.rsna.org/education>.
7. Wang M, Yong-Hing C, Tomblinson C, Yee J, Kohi MP. Diversity, equity, and inclusion in radiology: how far we have come in narrowing the gender gap. *Radiographics*. 2024;44:e240033.
8. Everett C. The radiology world, like the real world in the movie, is not Barbieland. *ACR Bull*. 2024 Mar. (Consultado el 24-04-2025.) Disponible en: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Publications-and-Research/ACR-Bulletin/Women-In-Radiology>.
9. Universidad de Chile instalará oficina de equidad de género al cumplir 170 años. *La Tercera*. 17 de noviembre de 2012. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://www.latercera.com/diario-impreso/universidad-de-chile-instalara-oficina-de-equidad-de-genero-al-cumplir-170-anos/>.
10. Vicerrectoría de Extensión y Comunicaciones, Oficina de Igualdad de Oportunidades de Género. Política para prevenir el acoso sexual en la Universidad de Chile. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2017. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://portaluchile.uchile.cl/dam/jcr:0ef0cfe-5226-4b1b-82eb-52b480b6c497/politica-para-prevenir-el-acoso-sexual-en-la-universidad-de-chile-pdf-384-mb.pdf>.
11. Oficina de Igualdad de Género, Universidad de Chile. Protocolo de actuación ante denuncias sobre acoso sexual, violencia de género, acoso laboral y discriminación arbitraria. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2019. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://portaluchile.uchile.cl/dam/jcr:22f7191b-4eaf-4984-8263-d269ba0c7894/Protocolos-ActuacionDenuncias-TextoNormativo.pdf>.
12. Vicerrectoría de Extensión y Comunicaciones, Oficina de Igualdad de Género, Universidad de Chile. Política de responsabilidades familiares: corresponsabilidad social en la conciliación de las actividades universitarias. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2017. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://uchile.cl/dam/jcr:183a5fa5-324d-4aac-8f79-9b8605bd802b/Pol%C3%ADtica-Corresponsabilidad.pdf>.
13. Oficina de Igualdad de Género, Universidad de Chile. Nombre social e identidad de género en la Universidad de Chile. Santiago de Chile: Universidad de Chile; s.f. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://uchile.cl/dam/jcr:911dd82a-9c45-4681-b61c-12081768a755/Politic-NombreSocialIdentidadGenero.pdf>.
14. Dirección de Igualdad de Género, Universidad de Chile. Política de igualdad de género. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2022. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://uchile.cl/dam/jcr:eb2a020d-2e39-4648-854d-0830b46376f5/Politic-igualdadGenero.pdf>.
15. Dirección de Igualdad de Género, Universidad de Chile. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Modelo de Certificación Universitaria en Estándares de Igualdad de Género: Sello Genera Igualdad. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2023. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/1318/submission/proof/>.
16. Dirección de Igualdad de Género, Universidad de Chile. Política universitaria de diversidades, disidencias sexuales y de género. Santiago de Chile: Universidad de Chile; s.f. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://uchile.cl/dam/jcr:88a5a421-a443-4dba-9a80-73bbc5ca4cfd/Politica%20Diversidades%20y%20Disidencias.pdf>.
17. Universidad de Chile. Modelo educativo de la Universidad de Chile. Santiago de Chile: Universidad de Chile. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://uchile.cl/presentacion/institucionalidad/modelo-educativo>.
18. Comisión Nacional de Acreditación. Criterios y estándares de calidad para la acreditación institucional del subsistema universitario. Santiago de Chile: CNA. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://www.cnachile.cl/noticias/SiteAssets/Paginas/Forms/AllItems/CyE%20INSTI-TUCIONAL%20SUBSISTEMA%20UNIVERSITARIO.pdf>.
19. Oficina de Igualdad de Género. Del biombo a la cátedra: igualdad de oportunidades de género en la Universidad de Chile. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2014. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: [file:///C:/Users/saray/Downloads/Del\\_biombo\\_a\\_la\\_catedra.pdf](file:///C:/Users/saray/Downloads/Del_biombo_a_la_catedra.pdf).
20. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Dirección de Igualdad de Género, Universidad de Chile. Mesa de Educación no Sexista. Guía de recomendaciones para el ejercicio de una docencia no sexista en la formación de profesionales de la salud. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2024. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://medicina.uchile.cl/dam/jcr:0d78d272-3332-4328-b1c8-a25fe0dd84b1/Guia%20de%20recomendaciones.pdf>.

21. Universidad de Chile. Consejo Universitario aprueba reglamento de corresponsabilidad social en el cuidado de hijos de estudiantes de la Universidad de Chile. Santiago de Chile: Portal Universidad de Chile; 2018. (Consultado el 20-01-2025.) Disponible en: <https://uchile.cl/noticias/141300/se-aprobo-el-reglamento-de-corresponsabilidad-en-el-cuidado-de-hijos->.
22. Valencia L, Hernández R, Andrade C, Flores F. Maternidad y educación superior en Chile: explorando los significados de las experiencias estudiantiles en la Universidad Tecnológica Metropolitana. *Rev Sociol Educ.* 2022;15:399-413.
23. Cayón S, Alonso C, Del Campo L, Oleaga L, Rodríguez P. La mujer en la radiología española actual: análisis en perspectiva. *Radiología.* 2014;66:121-31.
24. Caballero R. El diseño curricular como estrategia para la incorporación de la perspectiva de género en la educación superior. *Rev Latinoam Estud Educ.* 2011;41:45-64.
25. Lameiras M. El sexismo y sus dos caras: de la hostilidad a la ambivalencia. *Anu Sexol.* 2002;8:91-102.
26. Lombardo E, Bustelo M. Sexual and sexist harassment in Spanish universities: policy implementation and resistances against gender equality measures. *J Gend Stud.* 2022;31:8-22.
27. Glick P, Fiske ST. An ambivalent alliance: hostile and benevolent sexism as complementary justifications for gender inequality. *Am Psychol.* 2001;56:109-18.
28. Morales O, González C. Consideraciones discursivas sobre el género en el discurso académico e institucional: ¿dónde está ella? *Educere.* 2007;11:443-53.
29. Estebecorena MP. Sesgos inconscientes, una amenaza tácita al concepto de diversidad. *Cuad Cent Estud Diseño Comun.* 2022/2023;(169):97-103.

## Percepción sobre la inteligencia artificial en la educación radiológica: ¿es el futuro del aprendizaje?

### Perception on artificial intelligence in radiology education: is it the future of learning?

Felipe Aluja-Jaramillo<sup>1,2\*</sup>, Ma. Lucía Morillo-Peña<sup>3</sup>, Omar A. Pantoja-Burbano<sup>1</sup>,  
Carlos A. Corredor-Silva<sup>1,2</sup>, Emmanuel Salinas-Miranda<sup>4,5</sup> y Michel Hernández-Restrepo<sup>4,6,7</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Radiología, Hospital Universitario San Ignacio; <sup>2</sup>Facultad de Medicina; <sup>3</sup>Semillero de Investigación en Radiología e Imágenes Diagnósticas. Pontificia Universidad Javeriana; <sup>4</sup>Asociación Colombiana de Radiología. Bogotá, Colombia; <sup>5</sup>Lunenfeld-Tanenbaum Research Institute, University Health Network, Toronto, Canadá; <sup>6</sup>Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas, Hospital Universitario La Samaritana, Bogotá; <sup>7</sup>Carrera de Radiología, Universidad de La Sabana, Cundinamarca. Colombia

#### Resumen

**Introducción:** A medida que la educación médica avanza y cambia los equipos docentes, las diferentes instituciones luchan por estar al día, situación que es más crítica en países en desarrollo. Los profesores de radiología son cada vez más conscientes de la necesidad de implementar la inteligencia artificial (IA) en los programas de residencia. **Objetivo:** Evaluar la percepción de los residentes y profesionales de radiología respecto a la IA, su uso, la enseñanza y el aprendizaje en la radiología. **Material y métodos:** Se realizó un estudio de medición de percepciones, transversal, mediante una encuesta dirigida a radiólogos y estudiantes de los programas de posgrado de radiología (residentes) en Colombia. Se encuestaron 101 participantes. Se usó estadística descriptiva para el análisis de los datos demográficos y las tendencias generales de la encuesta. **Resultados:** Los encuestados reconocen estar poco familiarizados ( $n = 39, 41\%$ ) o moderadamente familiarizados ( $n = 40, 42\%$ ). El 67% de los encuestados reportó que no ha usado la IA con fines académicos o educativos. El 82% de los encuestados está dispuesto a usar la IA en educación. **Conclusiones:** Se deben implementar estrategias que permitan incluir la IA para mejorar la experiencia de los estudiantes y capacitar a los docentes para un uso correcto de esta herramienta.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial. Educación de posgrado. Educación médica.

#### Abstract

**Introduction:** As medical education advances and evolves, teachers encounter challenges in keeping up, a situation that is particularly pronounced in developing countries. Radiology professors are progressively cognizant of the imperative to incorporate artificial intelligence (AI) in residency programs. **Objective:** To assess the perception of radiology residents and professionals concerning AI, its utilization, instruction, and learning in radiology. **Material and methods:** A cross-sectional perception study was conducted using a survey of radiologists and students of radiology graduate programs (residents) in Colombia. One-hundred and one participants were surveyed, and descriptive statistics were used to analyze demographic data and general trends in the survey. **Results:** Respondents acknowledged being either unfamiliar ( $n = 39, 41\%$ ) or moderately familiar ( $n = 40, 42\%$ ).

#### \*Correspondencia:

Felipe Aluja-Jaramillo  
E-mail: [faluja@javeriana.edu.co](mailto:faluja@javeriana.edu.co)

Fecha de recepción: 27-02-2025  
Fecha de aceptación: 05-05-2025  
DOI: 10.24875/AJI.25000014

Disponible en internet: 11-11-2025  
Austral J. Imaging. 2026;32(1):25-33  
[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

2810-6954 / © 2025 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Furthermore, 67% of respondents reported that they have not used AI for academic or educational purposes, while 82% of respondents indicated their willingness to use AI in education. **Conclusions:** The study's findings underscore the necessity for the implementation of strategies that incorporate AI to enhance the student experience and ensure the proper training of educators in its application.

**Keywords:** Artificial Intelligence. Postgraduate education. Medical education.

## Introducción

La inteligencia artificial (IA), aunque tiene una definición muy discutida, se considera como la capacidad que tiene una máquina para imitar o generar comportamientos humanos inteligentes<sup>1</sup>. A pesar de que se ha vuelto un tema muy popular últimamente, no es un tema reciente, ya que en el siglo pasado Alan Turing ya había comenzado a desarrollar y aplicar el test de Turing para poder determinar si una máquina podría imitar y entender el comportamiento humano<sup>1</sup>. El desarrollo tecnológico logra permear todas las esferas de la vida cotidiana, estos avances en la IA por supuesto han llegado a la medicina y a cómo esta se enseña. McCarthy<sup>2</sup> considera que en el futuro la IA será utilizada por individuos y grupos para avanzar en la consecución de sus objetivos. A medida que la educación médica y especialmente la radiología sufre de cambios y avances, los equipos docentes de las diferentes instituciones luchan por estar al día, situación que es más crítica en países en desarrollo en comparación con países desarrollados<sup>3</sup>. El uso y la implementación de la IA es diferente entre los países de medianos y bajos ingresos en comparación con los países de altos ingresos, probablemente debido a las diferencias de formación, personal, equipos y demografía<sup>4</sup>.

Los estudiantes de medicina creen que el uso de la IA puede revolucionar la medicina<sup>5</sup>, aunque más del 80% de ellos consideran que la IA no podría reemplazar a los radiólogos<sup>5</sup>. Realmente la IA más que reemplazar el papel de los docentes abrirá nuevos horizontes a las formas de educación<sup>6</sup>. Algunos estudios sugieren que varios de ellos sienten miedo por elegir radiología como especialidad por el impacto que la IA ha tenido en esta y puede tener en el futuro<sup>6</sup>. La radiología es un área que se ha visto más involucrada en el discurso de la posibilidad de que la IA reemplace los roles humanos en la medicina, comparada con otras especialidades. Esto, probablemente porque varios *softwares* de IA cuentan con funciones de reconocimiento de imágenes y tareas asociadas<sup>1</sup>. Existe un interés mundial en la integración de la educación en IA en los programas de residencia<sup>7</sup>. Los profesores de radiología son cada vez más conscientes en la necesidad de

implementar cursos de IA en los programas de residencia<sup>8,9</sup>. Se ha demostrado que los sistemas de IA, basados en tutorías inteligentes, son muy eficaces en aumentar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes<sup>10</sup>. En esta línea, IA se utilizará para ofrecer contenidos educativos basados en las necesidades de los radiólogos en formación, lo que puede lograr una mayor estandarización y armonización en la adquisición de habilidades interpretativas<sup>11</sup>.

Considerando el impacto que ha tenido la IA en radiología, la mayoría (83%) de los estudiantes de especialización en radiología (residentes) en EE.UU. consideran que el uso de herramientas de IA y de *machine learning* (ML) debe incluirse como parte de su currículo<sup>12</sup>. Adicionalmente, se ha reportado que un 97% de los residentes y un 77% de los radiólogos están interesados en aprender más acerca de herramientas de IA y ML para poder usarlas en su práctica diaria<sup>12</sup>. Sin embargo, se ha visto que por lo menos un 50% de los residentes no tienen ningún acercamiento a herramientas con IA, lo que dificulta un avance tecnológico homogéneo<sup>13</sup>. El uso de la IA puede mejorar la experiencia educativa de los estudiantes<sup>14</sup>. Los sistemas de IA pueden ayudar notablemente permitiendo a los docentes rastrear y calificar los conocimientos y habilidades, aportando en los procesos de retroalimentación e identificación de falencias<sup>11,14</sup>. Adicionalmente, la IA puede permitir que se fortalezcan los espacios de enseñanza, ya que un sistema se puede encargar de tareas simples para que los residentes no deban hacerlas y que esto permita más tiempo para la docencia<sup>15</sup>.

Es importante conocer los avances que puedan permitir una mejoría en la práctica diaria y que esto impacte benéficamente a los pacientes. Sin embargo, estos estudios que evalúan el impacto de la IA en la educación en radiología se han llevado a cabo casi exclusivamente en países del primer mundo. Para poder utilizar de manera confiable las herramientas de IA en la educación en los programas de radiología es necesario reunir suficiente información de su uso y su impacto<sup>14</sup>. Por eso hemos decidido evaluar la percepción que los residentes y profesionales de radiología tienen respecto a la IA y sus posibles impactos en su

uso, la enseñanza y el aprendizaje de la radiología en un país en vía de desarrollo como Colombia, para así buscar disminuir la brecha que existe entre los países<sup>3</sup>.

## Material y métodos

### Diseño

Se realizó un estudio de medición de percepciones, transversal, mediante una encuesta dirigida a radiólogos y estudiantes de los programas de posgrado de radiología (residentes) en Colombia, para evaluar cualitativamente la percepción sobre el uso y futuro de la IA en la educación radiológica. Se desarrolló un conjunto estandarizado de preguntas para la encuesta basado en los resultados de la revisión de la literatura. La encuesta estuvo aprobada por la Asociación Colombiana de Radiología (ACR) y se realizó en conjunto. Los resultados se describen de acuerdo con la lista de verificación basada en el consenso para la presentación de informes de estudios de encuestas (CROSS)<sup>16</sup>.

### Método de recolección de datos

Se realizó una encuesta estructurada mediante la plataforma Outlook 365 Forms (R) (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, EE.UU.). La encuesta se envió por los medios de comunicación de la ACR y de la Asociación de Radiología e Imágenes Diagnósticas de Bogotá (ARIBD) a los miembros asociados. La encuesta constaba de 23 preguntas de selección, escalas de percepción, preguntas tipo Likert y preguntas abiertas de respuesta corta. Las secciones de la encuesta estaban divididas en: datos demográficos, experiencia académica y profesional, áreas de experticia en la disciplina radiológica, conocimiento y familiaridad con la IA, uso de la IA con fines académicos o educativos, percepción, integración e impacto del uso de IA en la educación en radiología, obstáculos y barreras en la implementación y una pregunta de comentarios o reflexiones finales. La encuesta era completamente anónima y voluntaria, por lo que no se requirió evaluación ética formal. Los participantes no obtuvieron ningún beneficio a cambio de su participación.

### Tamaño de la muestra

Dada la naturaleza exploratoria de esta encuesta, no se calculó un tamaño de muestra, al no tener una

hipótesis definida. Buscamos encuestar el máximo de asociados.

### Características de la muestra

Se encuestaron 101 radiólogos o residentes de radiología de Colombia. El vínculo para responder la encuesta se envió en cuatro oportunidades a los radiólogos asociados mediante los medios de comunicación de la ACR y ARIBD (correo electrónico y WhatsApp). Solo se incluyeron personas que se desempeñaran en Colombia. En relación con el total de asociados obtuvimos respuesta de aproximadamente un 5,7% (total de asociados 1.752). La encuesta estuvo disponible para respuesta desde el 15 de enero de 2025 al 31 de enero de 2025.

### Análisis estadístico

Se usó estadística descriptiva para el análisis de los datos demográficos y las tendencias generales de la encuesta mediante uso de promedios y análisis univariantes. Se realizó un análisis cualitativo de los resultados de la encuesta buscando patrones que nos permitan entender el estado actual de la IA en la educación, los puntos de vista y posibles áreas en las que se puedan realizar intervenciones para impactar en la educación en los posgrados de radiología en Colombia desde la ACR y los centros de enseñanza. Para el análisis de los datos obtenidos en la pregunta abierta se realizó una codificación inicial individual, seguido de una codificación axial por tres de los investigadores y finalmente la categorización de las respuestas.

## Resultados

Un total de 101 participantes (5,7% de los asociados) completaron la encuesta de 23 preguntas para evaluar la percepción sobre el uso y futuro de la IA en la educación radiológica. Todos los encuestados respondieron la totalidad de preguntas incluidas en el cuestionario. El número de participantes de sexo masculino ( $n = 65$ ) fue superior sobre el número de participantes del sexo femenino ( $n = 36$ ), con un rango de edad predominante entre los participantes de 24 a 34 años ( $n = 33,33\%$ ) seguido de 34 a 44 años ( $n = 28,28\%$ ). La mayoría de los participantes eran radiólogos ( $n = 74,75\%$ ) que ejercían en un entorno académico ( $n = 49,49\%$ ) (Tabla 1). Las áreas de subespecialización o profundización de los encuestados con mayor número de participantes

**Tabla 1.** Datos demográficos

Descriptor	n		Miembro ACR	n	%
Número total de encuestados	101		Miembro activo	64	85,33%
Edad (años)	n	%	Miembro honorario	1	1,33%
18 a 24	2	1,98%	Miembro senior	2	2,67%
25 a 34	33	32,67%	Miembro correspondiente	0	0%
35 a 44	28	27,77%	Miembro transitorio	1	1,33%
45 a 54	23	22,77%	Miembros adscritos	2	2,67%
55 a 64	12	11,88%	No es miembro de la ACR	5	6,67%
65 en adelante	3	2,97%	Nivel de formación	n	%
Género	n	%	Especialización médico-quirúrgica	87	86,14%
Masculino	65	64,35%	Especialización (p. ej., Administración, Gerencia, Docencia, Educación)	4	3,96%
Femenino	36	35,64%	Maestría	10	9,90%
No binario	0	0%	Doctorado	0	0%
Prefiero no decirlo	0	0%	Experiencia laboral (en años)	n	%
			En formación	5	4,95%
Profesión	n	%	1 a 3	26	25,74%
Radiólogo	75	74,26%	4 a 6	15	14,85%
Residente	26	25,74%	7 a 9	6	5,94%
			Más de 9 años	49	48,51%
Se desempeña usted como docente	n	%	Área de experiencia	n	%
Sí	43	57,33%	Abdomen y pelvis	27	13,24%
No	32	42,67%	Doppler	13	6,37%
			Musculoesquelético	16	7,84%
Lugar de trabajo	n	%	Intervencionismo	10	4,90%
Académico (hospital universitario)	49	48,51%	Imágenes de la mujer	15	7,35%
Privado (con rotación de residentes)	28	27,72%	Pediatría	4	1,96%
Privado (sin rotación de residentes)	19	18,81%	Neurorradiología	24	11,76%
Público (con rotación de residentes)	4	3,96%	Radiología general	38	18,63%
Público (sin rotación de residentes)	1	0,99%	Tórax	12	5,88%
Ninguna de las anteriores 14			Ultrasonido	31	15,20%
			Ninguna de las anteriores 6,86%		

ACR: Asociación Colombiana de Radiología.

fueron abdomen (n = 27) y neurorradiología (n = 24) (Tabla 1).

En cuanto al conocimiento y familiaridad con la IA, los encuestados reconocen estar poco familiarizados (n = 39, 41%) o moderadamente familiarizados (n = 40,

42%) con un pequeño grupo de participantes que se sienten muy familiarizados (n = 2,2%) o extremadamente familiarizados (n = 7,7%) con la IA. Cuando se les preguntaba sobre el uso de la IA con fines académicos o educativos, más de la mitad de los

participantes (n = 68,67%) no han utilizado herramientas de IA con este objetivo. Aquellos que han usado herramientas (n = 33,33%) describen como las más utilizadas ChatGPT (R) (n = 15; 28,3%) y OpenEvidence (R) (n = 6,11%), algunos usando más de una de ellas (Tabla 2). Los residentes refirieron utilizar mayormente ChatGPT y OpenEvidence probablemente con fines de estudio. Adicionalmente, los participantes que han usado la IA describen su experiencia como positiva, usualmente encaminada a realizar búsquedas en la literatura y resumen de la evidencia disponible. Adicionalmente, describen los beneficios en relación con el ahorro de tiempo, agilizando procesos educativos o dinámicas relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza de la radiología.

Se profundizó en la percepción, integración e impacto del uso de IA en la educación en radiología (Tabla 3). Los participantes reportaron el uso de IA en educación como apenas perceptible (45,5%) o moderadamente perceptible (29,7%) considerando escasa la integración de la IA en la enseñanza de la radiología. Hay una confianza moderada en los contenidos educativos en radiología generados por IA entre los encuestados, a pesar de que una parte importante de ellos considera que la IA impacta en la educación en radiología. Cabe resaltar que el 82% de los encuestados está dispuesto a usar la IA para la educación en radiología en un futuro cercano. En los ítems evaluados en relación con el aporte que genera la IA en el proceso de enseñanza en radiología, más del 75% de los encuestados consideran que va a tener un impacto en el proceso de enseñanza en radiología, revisión de casos, identificación de diagnósticos, diagnósticos diferenciales, redacción del reporte radiológico y en el proceso de evaluación y retroalimentación (Tabla 4).

En cuanto a la percepción de los obstáculos y barreras, más del 95% de los participantes consideran que falta una estrategia clara para la implementación de la IA. Asimismo, la falta de conocimiento de las herramientas de IA en educación en radiología, la falta de tiempo, falta de conocimiento, el limitado acceso a mentores, y la rápida evolución de la IA que deja herramientas obsoletas constituye un obstáculo para más del 90% de los encuestados. Llama la atención que existe una preocupación en aproximadamente el 75% de los encuestados en relación con la posibilidad de un mal uso de la IA por parte de los estudiantes. No hay acuerdo entre los participantes en relación con la preocupación de que la IA sustituya el papel de los profesores. A pesar de que el 90% de los encuestados considera que la IA no es una fuente de problemas

**Tabla 2.** Herramientas educativas basadas en inteligencia artificial utilizadas

ACR AI-LAB™	1	1,87%
AiCE	1	1,87%
CAD	1	1,87%
Canva	1	1,87%
ChatGPT	15	28,30%
Copilot	2	3,77%
DeepL	1	1,87%
Gemini	1	1,87%
Grammarly	1	1,87%
H2O AutoML	1	1,87%
Kahoot	1	1,87%
Notability	2	3,77%
Notion	1	1,87%
OpenAI	1	1,87%
OpenEvidence	6	11,32%
Osirix	1	1,87%
Perplexity	1	1,87%
PIQE	1	1,87%
RapidAI	1	1,87%
Remarkable	1	1,87%
RSNA online learning center	1	1,87%
Text Parser	1	1,87%
VitreA	1	1,87%
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

para la educación en radiología, el 70% de los encuestados consideran que el plagio, la falta de esfuerzo por parte del estudiante y la falta de cumplimiento de competencias pueden ser problemas que surjan derivados de la implementación de la IA en la educación en radiología. El 45% de los encuestados considera que el uso de la IA va a limitar tiempo de estudio de calidad por parte de los estudiantes. No hubo acuerdo en relación con problemas relacionados con la eliminación de labores humanas o en la disminución en la calidad del trabajo (Tabla 5).

El plagio y la falta de esfuerzo se consideran los principales problemas que pueden ser causados por el uso de la IA en educación de acuerdo con el 75% de los encuestados y la falta de cumplimiento de competencias de acuerdo con el 65% de los encuestados

**Tabla 3.** Percepción, integración e impacto del uso de inteligencia artificial (IA) en la educación en radiología

Escala	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Factores																					
	En una escala del 1 al 10, ¿qué tanto confía usted en la IA en la educación, concretamente en la enseñanza de la radiología?																				
Factores																					
	En una escala del 1 al 10, ¿cuánto confía usted en los contenidos educativos en radiología generados por IA?																				
Factores																					
	En una escala del 1 al 10, ¿cómo cree usted que la IA impacta en la educación en radiología?																				
	28	27,72%	16	15,84%	7	6,93%	13	12,87%	11	10,89%	9	8,91%	12	11,88%	2	1,98%	1	0,99%	2	1,98%	
	4	3,96%	7	6,93%	7	6,93%	17	16,83%	21	20,79%	11	10,89%	16	15,84%	12	11,88%	3	2,97%	3	2,97%	
	3	2,97%	2	1,98%	2	1,98%	7	6,93%	13	12,87%	9	8,91%	16	15,84%	25	24,75%	12	11,88%	12	11,88%	

(Tabla 6). Por el contrario, los encuestados consideran que la disminución en la calidad del trabajo no va a ser un impedimento en el uso de la IA.

Los comentarios recibidos por los participantes pueden agruparse en categorías como la necesidad de formación y capacitación a los docentes, ajustes y acuerdos para la implementación, falta de formación e interés en IA y uso apropiado de las herramientas de IA.

### Discusión

Este estudio demostró el poco uso e implementación de la IA en la educación en radiología en Colombia. Menos del 10% de los encuestados está realmente familiarizado con la IA y menos del 30% ha usado este tipo de herramientas. Este estudio es un punto de partida conociendo la percepción del uso de la IA en la educación en radiología en Colombia y funciona para establecer estrategias para la integración, crecimiento y apropiación del proceso de educación entre residentes y radiólogos.

Collado-Mesa et al.<sup>17</sup> exploraron de manera similar la comprensión, actitudes e implementación de la IA en residentes y radiólogos en un programa de residencia. En su estudio se demostró que el 29% de los encuestados usaron aplicaciones de IA, mientras que el 36% no había interactuado con literatura sobre el tema. Estos valores son inferiores a los que encontramos nosotros en nuestra encuesta, donde un 67% de nuestros encuestados no utilizaban la IA. Al igual que nuestros resultados, el estudio en mención demostró la necesidad de una capacitación integral en IA para ayudar a integrar eficazmente estas tecnologías en sus prácticas. Mwaniki et al.<sup>18</sup> demostraron una actitud generalmente positiva hacia la IA, al igual que lo reportado por nuestros encuestados, pero también señala la necesidad de programas dirigidos en la formación en IA que permitan cerrar la brecha entre la existencia de las aplicaciones y la aplicación práctica, muy similar a lo que nuestros encuestados reportaron.

Eltawil et al.<sup>19</sup> encontraron que entre las barreras más comunes para la implementación de la IA en la práctica radiológica se encontraban: la falta de aceptación, la falta de conciencia, conocimiento y familiaridad con la tecnología, y la amenaza percibida a la autonomía profesional de los radiólogos. Las tres primeras barreras son compartidas con nuestros resultados, sin embargo, la autonomía de los profesionales docentes no se percibe como una amenaza, por el contrario, podríamos decir que se percibe como una

**Tabla 4.** Aporte de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza en radiología

Factores	Totalmente de acuerdo, n (%)	De acuerdo, n (%)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo, n (%)	En desacuerdo, n (%)	Totalmente en desacuerdo, n (%)
Proceso de aprendizaje y toma de decisiones	25 (24,75%)	54 (53,47%)	13 (12,87%)	8 (7,92%)	1 (0,99%)
Revisión de casos	25 (24,75%)	59 (58,41%)	11 (10,89%)	5 (4,95%)	1 (0,99%)
Identificación de diagnósticos	25 (24,75%)	55 (54,46%)	14 (13,86%)	6 (5,94%)	1 (0,99%)
Identificación de diagnósticos diferenciales	31 (30,69%)	57 (56,44%)	11 (10,89%)	2 (1,98%)	1 (0,99%)
Redacción del reporte radiológico	33 (32,67%)	38 (37,62%)	19 (18,81%)	8 (7,92%)	3 (2,97%)
Evaluación y retroalimentación	31 (30,69%)	48 (47,52%)	14 (13,86%)	4 (3,96%)	4 (3,96%)

**Tabla 5.** Obstáculos y barreras en la implementación de la inteligencia artificial (IA) en la educación

Factores	Totalmente de acuerdo, n (%)	De acuerdo, n (%)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo, n (%)	En desacuerdo, n (%)	Totalmente en desacuerdo, n (%)
Falta de una estrategia clara para la implementación de la IA	43 (42,57%)	54 (53,47%)	2 (1,98%)	1 (0,99%)	1 (0,99%)
Falta de conocimiento de las herramientas de IA en educación en radiología	50 (49,50%)	49 (48,51%)	0 (0%)	1 (0,99%)	1 (0,99%)
Preocupación por el mal uso de la IA por parte de los estudiantes	33 (32,67%)	42 (41,58%)	18 (17,82%)	7 (6,93%)	1 (0,99%)
Preocupación por que la IA sustituya el papel de los profesores	16 (15,84%)	30 (29,70%)	17 (16,83%)	25 (24,75%)	13 (12,87%)
Falta de tiempo	13 (12,87%)	51 (50,50%)	21 (20,79%)	15 (14,85%)	1 (0,99%)
Falta de conocimiento	34 (33,66%)	57 (56,44%)	6 (5,94%)	3 (2,97%)	1 (0,99%)
Acceso limitado a mentores	31 (30,69%)	56 (55,45%)	8 (7,92%)	4 (3,96%)	2 (1,98%)
Rápida evolución de la IA que deja herramientas obsoletas	15 (14,85%)	47 (46,53%)	23 (22,77%)	13 (12,87%)	3 (2,97%)

**Tabla 6.** Problemas causados por la implementación de inteligencia artificial en la educación de radiología

Factores	Totalmente de acuerdo, n (%)	De acuerdo, n (%)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo, n (%)	En desacuerdo, n (%)	Totalmente en desacuerdo, n (%)
Plagio	24 (23,76%)	54 (53,47%)	17 (16,83%)	6 (5,94%)	0 (0%)
Falta de esfuerzo	28 (27,77%)	49 (48,51%)	13 (12,87%)	11 (10,89%)	0 (0%)
Limitar tiempo de estudio	12 (11,88%)	39 (38,61%)	25 (24,75%)	22 (21,78%)	3 (2,97%)
Eliminación de labores humanas	16 (15,84%)	31 (30,69%)	21 (20,79%)	24 (23,76%)	9 (8,91%)
Disminución en la calidad del trabajo	10 (9,90%)	20 (19,80%)	33 (32,67%)	33 (32,67%)	5 (4,95%)
Falta de cumplimiento de competencias	13 (12,87%)	44 (43,56%)	21 (20,79%)	21 (20,79%)	2 (1,98%)

herramienta para potenciar la educación y mejorar las experiencias de enseñanza-aprendizaje.

Thrall et al.<sup>20</sup> plantean como problemática del uso de la IA la falta de validación de la veracidad de la información proporcionada. Nuestros resultados demuestran que la mayoría consideran que el plagio es un posible problema al usar sistemas de IA. El estudio de Li et al.<sup>14</sup> demuestra que si los residentes se acostumbran a depender de un sistema de IA para la interpretación de imágenes, esto puede hacer que disminuya su aprendizaje y la capacidad de interpretar imágenes sin la ayuda del sistema. Aunque nuestros encuestados consideran que el uso de la IA no disminuye la calidad del trabajo de los residentes, sí creen que usar herramientas de IA puede disminuir el esfuerzo que hacen para aprender, limitar su tiempo de estudio y puede hacer que no se cumplan todas las competencias necesarias para aprender. Por último, entre nuestros encuestados no hay un acuerdo en que la IA podría llegar a reemplazar algunos roles humanos y por ende, disminuir la necesidad de profesionales en el campo, pero en el estudio de Recht<sup>21</sup> se encontró que en realidad la IA podría mejorar y volver más eficiente el rol de los radiólogos volviendo a la IA en una herramienta de ayuda y no en una amenaza.

Al igual que lo demostrando en el estudio de Li et al.<sup>22</sup>, donde reportaron la necesidad de integrar la IA a la educación en radiología en China, en Colombia nuestros encuestados reportaron una percepción muy similar, encontrando un área donde potencialmente se puede trabajar para mejorar la formación de los residentes. Las diferencias en edad, género y cultura han sido variables encontradas como relevantes en relación con el uso de la IA, no solo en el ámbito de la educación<sup>23</sup>. En nuestro estudio no se encontraron suficientes diferencias en la edad o género que aplicaran al uso de la IA en educación, por lo que ninguna de estas variables se consideró en el análisis de los datos. Tampoco encontramos diferencias relevantes en relación con el nivel de formación de los participantes.

Dentro de las limitaciones del estudio encontramos que el número de participantes que respondieron la encuesta fue considerablemente bajo en relación con el total de asociados, lo que limita su aplicación en otros contextos o generalizar los resultados. El bajo interés de los asociados por el tema, el medio de divulgación de la encuesta o incluso la falta de tiempo son probables causas que impactan en la validez del estudio. Es probable que hayamos obtenido respuestas de aquellos interesados en la IA y sus aplicaciones futuras en educación, así como de asociados vinculados o

interesados en el ámbito de la educación, recibiendo pocas respuestas de personas que no están familiarizadas con el tema o que no hacen parte del ámbito educativo. Adicionalmente, no se les facilitó una definición única de IA o educación a los encuestados, por lo que encontramos variabilidad en los conceptos demostrados, por ejemplo, en la descripción de las herramientas que usan en su práctica dirigidas a la actividad asistencial o propiamente radiológica y que no necesariamente hacen parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este fue un estudio de carácter exploratorio, lo que limita la generalización de los resultados y no nos permite profundizar en las relaciones causa-efecto, sin embargo, es el punto de partida para futuras investigaciones que profundicen en estos aspectos. Estos resultados nos permitirán avanzar en planes de formación e integración de la IA en la educación para el área de imágenes diagnósticas. Es clave empezar la formación de los educadores en los conceptos generales de IA mediante cursos y actividades de inmersión para familiarizar más educadores en el ámbito de manera que se pueden crear, diseñar o implementar herramientas de IA en los programas académicos. De igual manera, queda plasmada la posibilidad de incluir las herramientas de IA que usan los residentes dentro de los programas de formación de manera que ellos puedan sacar el mayor provecho para su formación.

## Conclusiones

En conclusión, aún estamos empezando el uso de la IA en la educación en radiología y queda mucho camino por recorrer. Se deben implementar estrategias que permitan incluir la IA para mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes y capacitar a los docentes para un uso correcto y racional. Es posible que los hallazgos encontrados en nuestro medio y dentro de nuestra asociación sean un reflejo fugaz de situaciones similares que pueden estarse viviendo en otros países de Latinoamérica. A futuro se debe indagar local y regionalmente el uso, impacto y limitaciones de la IA de manera que se puedan establecer rutas conjuntas para su implementación exitosa.

## Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.




**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## Referencias

- Mintz Y, Brodie R. Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2019;28(2):73-81.
- McCarthy J. From here to human-level AI. *Artificial Intelligence.* 2007;171(18):1174-82.
- Aluja-Jaramillo F, Gutiérrez FR, Previgliano C, Faican F, Luna-Alcalá A, Rossi I, et al. International cooperation in radiology training: a multipronged approach. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2024;53(5):546-51.
- Mollura DJ, Culp MP, Pollack E, Battino G, Scheel JR, Mango VL, et al. Artificial Intelligence in low- and middle-income countries: innovating global health radiology. *Radiology.* 2020;297(3):513-20.
- Pinto-dos Santos D, Giese D, Brodehl S, Chon SH, Staab W, Kleinert R, et al. Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey. *Eur Radiol.* 2019;29(4):1640-6.
- Masters K. Artificial intelligence in medical education. *Med Teach.* 2019;41(9):976-80.
- Tejani AS, Elhalawani H, Moy L, Kohli M, Kahn CE Jr. Artificial intelligence and radiology education. *Radiol Artif Intell.* 2022;5(1):e220084.
- Garin SP, Zhang V, Jeudy J, Parekh VS, Yi PH. Systematic review of radiology residency Artificial Intelligence curricula: preparing future radiologists for the Artificial Intelligence era. *J Am Coll Radiol.* 2023;20(6):561-9.
- de Margerie-Mellon C. Leveraging artificial intelligence in radiology education: challenges and opportunities. *Eur Radiol.* 2023;33(11):8239-40.
- Beck J, Stern M, Haugsjaa E. Applications of AI in education. *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students.* 1996;3(1):11-5.
- Wang M, Sun Z, Jia M, Wang Y, Wang H, Zhu X, et al. Intelligent virtual case learning system based on real medical records and natural language processing. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2022;22(1):60.
- Salastekar NV, Maxfield C, Hanna TN, Krupinski EA, Heitkamp D, Grimm LJ. Artificial Intelligence/machine learning education in radiology: multi-institutional survey of radiology residents in the United States. *Acad Radiol.* 2023;30(7):1481-7.
- Perchik JD, Tridandapani S. AI/ML education in radiology: accessibility is key. *Acad Radiol.* 2023;30(7):1491-2.
- Li MD, Little BP. Appropriate reliance on artificial intelligence in radiology Education. *J Am Coll Radiol.* 2023;20(11):1126-30.
- Gorospé-Sarasúa L, Muñoz-Olmedo JM, Sendra-Portero F, de Luis-García R. Retos de la formación en radiología en la era de la inteligencia artificial. *Radiología.* 2022;64(1):54-9.
- Sharma A, Minh Duc NT, Luu Lam Thang T, Nam NH, Ng SJ, Abbas KS, et al. A consensus-based Checklist for Reporting of Survey Studies (CROSS). *J Gen Intern Med.* 2021;36(10):3179-87.
- Collado-Mesa F, Alvarez E, Arheart K. The role of Artificial Intelligence in diagnostic radiology: a survey at a single radiology residency training program. *J Am Coll Radiol.* 2018;15(12):1753-7.
- Mwaniki EK, Onyambu CK, Rodrigues JC. The role of Artificial Intelligence in diagnostic radiology: knowledge, attitude, and practice of radiologists and radiology residents in Kenya. *Int J Curr Microbiol App Sci.* 2024;13(12):59-72.
- Eltawil FA, Atalla M, Boulos E, Amirabadi A, Tyrrell PN. Analyzing barriers and enablers for the acceptance of Artificial Intelligence innovations into radiology practice: a scoping review. *Tomography.* 2023;9(4):1443-55.
- Thrall JH, Li X, Li Q, Cruz C, Do S, Dreyer K, et al. Artificial Intelligence and machine learning in radiology: opportunities, challenges, pitfalls, and criteria for success. *J Am Coll Radiol.* 2018;15(3):504-8.
- Recht M, Bryan RN. Artificial intelligence: threat or boon to radiologists? *J Am Coll Radiol.* 2017;14(11):1476-80.
- Li R, Liu G, Zhang M, Rong D, Su Z, Shan Y, et al. Integration of artificial intelligence in radiology education: a requirements survey and recommendations from faculty radiologists, residents, and medical students. *BMC Med Educ.* 2025;25(1):380.
- Rahman MM, Babiker A, Ali R. Motivation, concerns, and attitudes towards AI: differences by gender, age, and culture. En: Barhamgi M, Wang H, Wang X, editores. *Web Information Systems Engineering - WISE 2024. Lecture Notes in Computer Science.* Vol. 15439. Singapore: Springer; 2025. pp. 392-407. doi:10.1007/978-981-96-0573-6\_28

# Retroalimentación con IA generativa en la evaluación de residentes de radiología: un estudio cuantitativo y cualitativo

## Generative AI feedback on the assessment of radiology residents: a quantitative and qualitative study

Juan Olivos-Pérez<sup>1\*</sup>, Carlos Toledo-Riquelme<sup>1</sup>, Juan F. Hernández-Quidel<sup>2</sup>,  
Cristhian Pérez-Villalobos<sup>1</sup>, Sofía Klein-Díaz<sup>3</sup> y Graciela Sandoval-Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Especialidades Médicas, Facultad de Medicina, Universidad de Concepción, Concepción; <sup>2</sup>Centro de Enseñanza y Aprendizaje, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago; <sup>3</sup>Internado de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad de Concepción, Concepción. Chile

### Resumen

**Introducción:** La retroalimentación oportuna, idealmente inmediata, y constructiva, es esencial en todo proceso formativo, y la educación médica, en especial la radiología, no es la excepción. La inteligencia artificial (IA) emerge como una solución para abordar las limitaciones en la retroalimentación de los residentes. **Objetivo:** Evaluar la eficacia de la retroalimentación generada por IA en la evaluación de residentes de radiología. **Material y métodos:** Estudio tipo observacional, prospectivo y longitudinal que incluyó a 18 residentes de radiología, comparando su desempeño antes y después de recibir retroalimentación mediante un sistema de IA basado en ChatGPT-4. **Resultados:** Se muestran una mejora significativa en los puntajes luego de la retroalimentación mediada por IA, evidenciando un impacto positivo en el aprendizaje. Un gran porcentaje de los residentes valoró la inmediatez y claridad de la retroalimentación automatizada, aunque existe una clara preferencia por la retroalimentación realizada por el docente humano debido a la experiencia y contextualización clínica que este puede ofrecer. **Conclusiones:** La IA generativa puede complementar la retroalimentación al proporcionar información objetiva y consistente, liberando tiempo de los docentes. Se sugiere ampliar la muestra y explorar el impacto de la IA en diversos contextos educativos para validar estos hallazgos.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial generativa. Radiología. Educación. Medicina. Posgrado.

### Abstract

**Introduction:** Timely, ideally immediate, and constructive feedback is essential in any formative process, and medical education, especially radiology, is no exception. Artificial intelligence (AI) emerges as a solution to address the limitations in feedback for residents. **Objective:** To evaluate the effectiveness of AI-generated feedback in the assessment of radiology residents. **Material and methods:** An observational, prospective, and longitudinal study that included 18 radiology residents, comparing their performance before and after receiving feedback through an AI system based on ChatGPT-4. **Results:** A significant improvement in scores was observed after receiving AI-mediated feedback, demonstrating a positive impact on learning. A large percentage of the residents valued the immediacy and clarity of automated feedback, although there is a clear preference for feedback provided by human instructors due to the experience and clinical contextualization they can offer. **Conclusions:** Generative AI can complement feedback by providing objective and consistent information, freeing up time for instructors. It is suggested to expand the sample size and explore the impact of AI in various educational contexts to validate these findings.

**Keywords:** Generative artificial intelligence. Radiology. Education. Medical. Graduate.

#### \*Correspondencia:

Juan Olivos-Pérez  
E-mail: jolivos@udec.cl

Fecha de recepción: 07-03-2025  
Fecha de aceptación: 05-05-2025  
DOI: 10.24875/AJI.25000017

Disponible en internet: 14-11-2025  
Austral J. Imaging. 2026;32(1):34-40  
[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

2810-6954 / © 2025 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

### Antecedentes

En el contexto educativo es de suma importancia tanto la evaluación como su retroalimentación, ya que con ellas se inicia el ciclo de mejora del conocimiento y permiten evidenciar de manera objetiva el aprendizaje<sup>1</sup>.

Otro factor que considerar son las actitudes que los residentes deben desarrollar durante su periodo de formación, las cuales se construyen en gran medida por medio del currículum oculto. Este currículum informal desempeña un rol fundamental en la transmisión de valores como el compromiso profesional, esperado en el ejercicio de la profesión. En este proceso, la retroalimentación del docente cobra especial relevancia, ya que orienta y refuerza dichos aprendizajes<sup>2</sup>.

La retroalimentación oportuna, idealmente inmediata y constructiva, es esencial en todo proceso formativo, y la educación médica, en especial la radiología, no es la excepción<sup>3</sup>. Los docentes dedican una cantidad significativa de tiempo a este proceso, sin que esto garantice siempre ser eficiente y oportuno. Brindar a los residentes información específica sobre su desempeño, identificar áreas de mejora, corregir errores y reforzar los conocimientos adquiridos son aspectos de suma relevancia para su desarrollo profesional.

Sin embargo, los métodos tradicionales de retroalimentación, como las sesiones individuales con docentes o la revisión diferida de casos, pueden resultar insuficientes para satisfacer las necesidades de aprendizaje de los residentes<sup>4</sup>. Las limitaciones de tiempo por parte del profesorado, la carga laboral existente y la subjetividad inherente a la evaluación humana muchas veces dificultan la implementación de una retroalimentación efectiva y oportuna.

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) emerge como una solución para abordar las limitaciones en la retroalimentación de los residentes de radiología<sup>5</sup>.

Las especialidades médicas, especialmente la radiología, se encuentran en constante transformación a causa de la irrupción de la IA, que promete revolucionar la educación y la práctica clínica<sup>6</sup>. En este sentido, la formación de residentes de radiología requiere de un aprendizaje continuo y actualizado para alcanzar el desarrollo de habilidades que permitan la interpretación precisa de imágenes médicas y la toma de decisiones fundamentadas<sup>7</sup>. La IA, con su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones y detectar anomalías en imágenes, se presenta como una herramienta poderosa para optimizar el aprendizaje y mejorar la calidad de la formación en radiología<sup>8</sup>.

Los sistemas de IA, basados en algoritmos de aprendizaje automático (*machine learning*) y aprendizaje profundo (*deep learning*), pueden proporcionar retroalimentación inmediata, personalizada y objetiva, adaptándose al ritmo de aprendizaje de cada residente y ofreciendo información específica sobre sus fortalezas y áreas de mejora<sup>9-16</sup>. Por otro lado, la IA permite automatizar tareas repetitivas, como la redacción de informes y la detección de anomalías en imágenes, liberando tiempo para que los docentes se enfoquen en otras actividades laborales o pedagógicas interactuando con los residentes<sup>6</sup>.

### Planteamiento del problema

La formación de residentes de radiología requiere mejorar la entrega de retroalimentación efectiva. La falta de tiempo, la variabilidad en la calidad de la retroalimentación y la dificultad para individualizar el aprendizaje son obstáculos que limitan el desarrollo de las competencias clínicas en los residentes<sup>7,10</sup>. En este sentido es que emerge la posibilidad de utilizar un recurso tecnológico, específicamente ChatGPT-4, que permita complementar el proceso de retroalimentación que realiza el docente y con ello hacer más efectiva dicha instancia educativa.

## Objetivos

### General

Evaluar la eficacia de la retroalimentación inmediata generada por IA en la evaluación de residentes de radiología.

### Específicos

- Comparar el desempeño de los residentes en evaluaciones antes y después de recibir retroalimentación inmediata con IA.
- Analizar la percepción de los residentes sobre la retroalimentación generada por IA en términos de utilidad, claridad, precisión y satisfacción.
- Comparar la satisfacción de los residentes con la retroalimentación generada por IA con la satisfacción con la retroalimentación tradicional proporcionada por docentes.
- Identificar las ventajas y desventajas percibidas de la retroalimentación con IA en comparación con la retroalimentación tradicional.

## Material y métodos

### Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio con un diseño mixto, observacional, prospectivo y longitudinal con 18 residentes de radiología durante 30 días. Esta decisión se basó en la necesidad de recabar información cuantitativa y, posteriormente, utilizar una fase cualitativa para explicar, potenciar o refinar los resultados previos. Este diseño no implica integración de datos; se analiza cada tipo por separado, integrando los resultados al final para una interpretación global<sup>11,12</sup>. El estudio se dividió en dos fases: preintervención y postintervención.

En la fase preintervención, los residentes respondieron a una evaluación inicial con preguntas de opción múltiple, desarrollo y verdadero/falso, que incluyeron imágenes de diferentes modalidades, como radiografías, ecografías y tomografía computarizada (día 0). En la fase postintervención, los residentes recibieron retroalimentación inmediata con IA después de cada evaluación y se volvió a aplicar la misma evaluación (día 30) para comparar con las puntuaciones anteriores (día 0).

### Población y muestra

La muestra fue conformada por 18 residentes de radiología, entre uno y tres años de formación. Las evaluaciones y el cuestionario fueron de carácter anónimo, se asignó un código a cada participante para resguardar sus datos. La participación fue voluntaria y no repercutió en sus calificaciones de posgrado. El estudio fue respaldado por el comité de ética de la universidad formadora.

Se excluyeron aquellos participantes que no completaron las evaluaciones o rechazaron el uso de la IA en su proceso de retroalimentación.

### Sistema de IA

El sistema utilizado en este estudio se fundamentó en el uso de un *chatbot* basado en ChatGPT-4, entrenado con literatura científica actualizada disponible en línea. Su propósito fue analizar las respuestas de los residentes, identificando errores, proporcionando explicaciones detalladas sobre los conceptos erróneos y entregando sugerencias para su mejora. Esta estrategia se alinea con el funcionamiento de las herramientas de IA generativa y los modelos de gran tamaño, cuya facilidad de uso radica principalmente en sus interfaces conversacionales en lenguaje natural. Estas

interfaces permiten generar contenido de manera eficiente sin requerir conocimientos en programación<sup>13</sup>. En cuanto a la configuración, esta se realizó mediante una interfaz personalizada, en la cual se integraron criterios clínicos y bibliografía científica reciente. Cabe destacar que no se entrenó un modelo desde cero; en su lugar, se emplearon *prompts* clínicos estructurados para generar retroalimentación personalizada basada en las respuestas específicas entregadas por los residentes.

### Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la plataforma Microsoft Forms para administrar las evaluaciones a los residentes. La plataforma registró las respuestas de los residentes, el tiempo dedicado a cada pregunta y la puntuación obtenida. Los cuestionarios se elaboraron también en la plataforma Microsoft Forms para recopilar la percepción de los residentes sobre la retroalimentación con IA y la retroalimentación tradicional. Se incluyeron preguntas abiertas que permitieron a los residentes expresar sus opiniones y experiencias con mayor libertad.

### Análisis de datos

#### Análisis cuantitativo

Para el análisis cuantitativo se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar las medianas de las puntuaciones de los participantes antes y después de la intervención. Posteriormente, se realizó un análisis de correlación entre los años de residencia, las puntuaciones obtenidas y las percepciones de la retroalimentación mediada por el *chatbot*, utilizando el *software* SPSS.

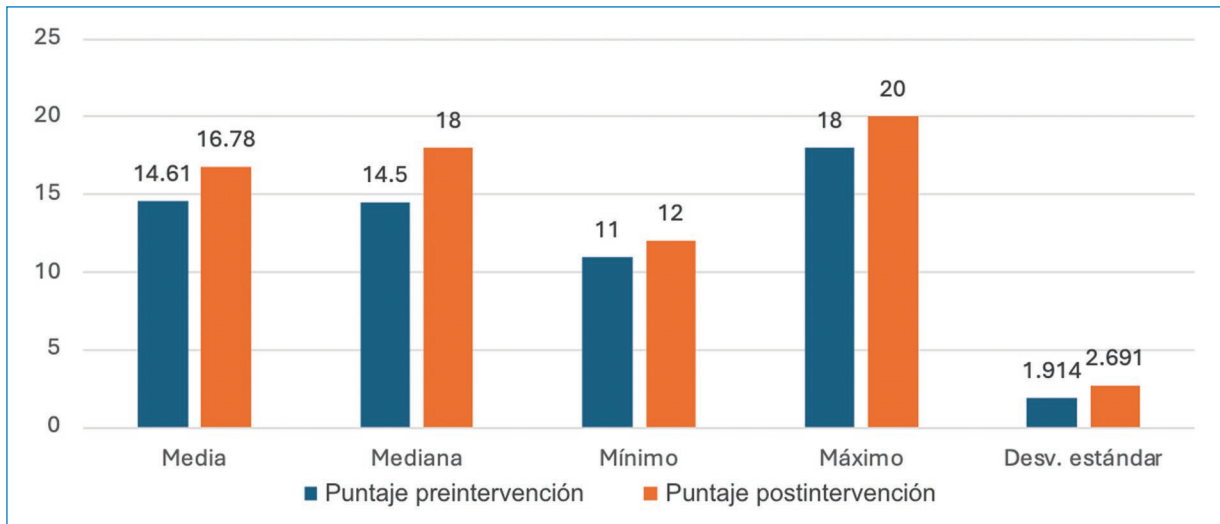
#### Análisis cualitativo

En cuanto al análisis cualitativo, se llevó a cabo un análisis de contenido de las respuestas del cuestionario, utilizando codificación abierta para explorar la percepción de la retroalimentación, mediante el *software* Nvivo.

## Resultados

### Comparación de puntajes

El puntaje promedio obtenido luego de la retroalimentación inmediata de la IA fue mayor al puntaje promedio obtenido en el día 0, como se puede apreciar en la [figura 1](#).



**Figura 1.** Comparación de estadísticos descriptivos entre puntajes de evaluación.

Además, se puede apreciar que la desviación estándar es mayor en la segunda evaluación, lo que indica que los datos se encuentran más alejados del promedio y presentan una mayor dispersión, y se puede interpretar que esto es debido al aumento de los puntajes mínimos y máximos luego de la retroalimentación entregada por la IA.

Para profundizar la diferencia hallada entre los promedios, los datos se sometieron a una prueba no paramétrica, utilizando la técnica de Wilcoxon, en donde se contrastó la hipótesis nula de que no existen diferencias entre los promedios. Se puede concluir que: «El puntaje promedio obtenido luego de la retroalimentación inmediata de la IA es mayor al puntaje promedio obtenido en el día 0».

A partir del análisis estadístico, se puede visualizar que sí existe una diferencia significativa entre los promedios entre la primera y segunda evaluación luego de la retroalimentación de la IA.

Más detalladamente, hubo 16 diferencias positivas, es decir, 16 estudiantes residentes lograron una puntuación mayor luego de la retroalimentación de la IA, y dos puntuaciones negativas, en donde los residentes lograron menos puntuaciones después de recibir la retroalimentación del *chatbot*.

### Percepción y satisfacción con la retroalimentación

Con respecto a la percepción y la satisfacción que expresan los participantes, la mayoría valoró positivamente la retroalimentación inmediata como un método útil de aprendizaje, tal como se aprecia en la [tabla 1](#).

**Tabla 1.** ¿Crees que este método de retroalimentación mediada por ChatGPT ha favorecido el aprendizaje?

Opción	%
No contesta	5,6%
No	5,6%
Sí	88,8%

Las razones que se enunciaron por los estudiantes para justificar esta valoración positiva son, por un lado, que la IA entrega retroalimentación clara y acorde con los contenidos consultados: «Sí, las preguntas son claras y sin lugar a duda, sí. Las retroalimentaciones de ChatGPT son acorde a los contenidos entregados durante la formación» (residente de segundo año).

Otro aspecto que se valoró es la inmediatez de sus respuestas, especialmente, porque se considera que los docentes muchas veces no cuentan con el tiempo suficiente para este tipo de prácticas: «Destaco que es una revisión con resultados inmediatos. No como el clásico sistema, en el que hay que rogar una fecha de revisión que a veces nunca tenemos» (residente de tercer año).

Se reconoció que la retroalimentación mediada por el *chatbot* permite que los estudiantes retengan los conocimientos, porque estos serían detallados y precisos:

«Creo que este sistema es muchísimo mejor que lo que tenemos hasta ahora, ya que obtenemos una retroalimentación instantánea, aprendemos en el proceso y

nos estamos adaptando a las nuevas tecnologías. Destaco además que es una revisión con resultados inmediatos. No como el sistema actual, en el que hay que solicitar una fecha de revisión que a veces nunca tenemos» (residente de segundo año).

«Muy bien, ya que, al preguntar de forma dirigida por cada pregunta, entregó retroalimentaciones más completas, lo que permite entender por qué las otras alternativas no eran, se profundiza y permite retener de mejor forma los conceptos» (residente de primer año).

Sin embargo, cuando se les consultó por la posibilidad de que el *chatbot* reemplace al docente, la mayoría se mostró en desacuerdo, como lo expone la [tabla 2](#).

Las razones que enfatizan los estudiantes se basan principalmente en la experiencia que presentan los docentes, para poder adquirir los aprendizajes que se esperan y alcanzar los objetivos pedagógicos:

«Si bien entrega buenas respuestas, no iguala la experiencia en la revisión con el docente» (residente segundo año).

«Creo que no, la ayuda y experiencia docente es fundamental para seguir aprendiendo y adquiriendo conocimientos» (residente de primer año).

En este sentido, la experiencia del docente permite que el conocimiento sea situado, es decir, responda a un contexto clínico en específico: «Dado que el docente cuenta con experiencia empírica y práctica sobre las patologías y sus manifestaciones, conoce de presentaciones atípicas y contexto epidemiológico local, que una IA muy difícilmente podría tener» (residente de tercer año).

Por otro lado, los estudiantes mencionan que prefieren la retroalimentación docente, porque son ellos quienes construyen el instrumento de evaluación, por lo tanto, pueden entregar comentarios y/o sugerencias atingentes al objetivo de aprendizaje: «Creo que siempre es bueno analizar lo que el docente pensó al momento de hacer cada pregunta de las pruebas, lo que desea que sea nuestro enfoque al responder las preguntas y obviamente la orientación para mejorar» (residente segundo año).

### Percepciones según el año de residencia

A partir del análisis de correlación, realizado según año de residencia cursado, se puede identificar en la [tabla 3](#) que sí hay percepciones distintas en estudiantes que se encuentran cursando primer año (R1), segundo año (R2) y tercer año (R3), cuando se les consulta por la posibilidad de reemplazar a un docente por un *chatbot*.

Se puede extraer de la tabla que ningún estudiante que cursa primer año (R1) reemplazaría a un docente

**Tabla 2.** ¿ChatGPT podría reemplazar al docente en la revisión?

Alternativa	%
No contesta	5,6%
No	72,2%
Si	22,2%
Total	100% (n = 18)

**Tabla 3.** Tabla de contingencia entre variables, años de residencia y posibilidad de reemplazo de IA a docente\*

Año de residencia	Prefiere IA sobre docente	Prefiere docente sobre IA
Primero (R1)	0	6
Segundo (R2)	1	4
Tercero (R3)	3	3

\*Los datos de la tabla se han calculado con base en 17 respuestas. IA: inteligencia artificial.

en la retroalimentación. Esto se puede justificar por la necesidad que requieren los estudiantes con menos experiencia de contar con un docente que les entregue confianza y seguridad en su proceso pedagógico. Por otro lado, vemos que los estudiantes de cursos superiores expresan más posibilidades de que un docente sea reemplazado por la IA. A pesar de lo anterior, no se logró visualizar una correlación estadísticamente significativa para concluir que existe algún tipo de dependencia entre ambas variables, ya que el valor de chi cuadrado es mayor a 0,05.

Respecto a la relación entre el año de residencia y si el uso de ChatGPT favoreció el aprendizaje, no se visualizó relación, ni en términos de frecuencia ni tampoco a partir del estadístico de chi cuadrado, que entrega un valor de significación asintótica mayor a 0,05.

### Conclusiones

Los hallazgos de nuestro estudio coinciden con otras investigaciones en que la retroalimentación inmediata por IA es una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje en la formación de residentes de radiología<sup>14</sup>. El aumento significativo en los puntajes sugiere que esta tecnología facilita la identificación y corrección de errores, fortalece la comprensión de conceptos y mejora el desempeño en evaluaciones. Estos resultados coinciden

con investigaciones previas que han destacado el impacto positivo de la retroalimentación automatizada en la educación médica<sup>1</sup>, así como en la mejora del aprendizaje personalizado mediante el uso de IA en sistemas de tutoría inteligente<sup>2,15</sup>, en especial en disciplinas donde la precisión es fundamental, como la radiología<sup>7,9</sup>.

Si bien la mayoría de los residentes valoraron positivamente la retroalimentación generada por IA, persiste una preferencia por la retroalimentación proporcionada por docentes humanos. Este fenómeno puede explicarse por la importancia de la interacción humana en el aprendizaje, la capacidad de los docentes para contextualizar la información y la confianza depositada en su experiencia clínica<sup>10,12</sup>. Sin embargo, la IA puede complementar la retroalimentación tradicional al proporcionar información objetiva y consistente, liberando tiempo para que los docentes se enfoquen en casos más complejos<sup>3,16</sup> y a su vez, los residentes reciban retroalimentaciones en un tiempo oportuno.

La integración de la IA en la educación médica plantea desafíos éticos relevantes, como la privacidad de los datos de los pacientes y residentes. Además, es necesario abordar el posible sesgo algorítmico en los sistemas de IA y asegurar su uso de manera transparente y equitativa. Estudios recientes han señalado la importancia de la supervisión ética y de establecer regulaciones claras para el uso de IA en educación médica a fin de mitigar riesgos y maximizar su impacto positivo<sup>8,16</sup>.

## Limitaciones del estudio

El tamaño de la muestra disponible para nuestro estudio es relativamente pequeño (18 residentes), lo que restringe la generalización de los resultados y la extrapolación de estos a la población. Además, la resistencia al uso de la IA por parte de algunos residentes y las diferencias individuales en la aceptación de la tecnología pudieron influir en los resultados obtenidos. Para investigaciones futuras se sugiere contar con una muestra más amplia y en diversos contextos educativos para validar nuestros resultados.

## Direcciones futuras

La IA tiene el potencial de transformar la educación en radiología. La telemedicina y el análisis de imágenes a distancia, potenciados por IA, pueden mejorar el acceso a la atención médica en comunidades alejadas y optimizar la formación de nuevos radiólogos<sup>10,14</sup>. Además, la IA puede acelerar la investigación médica mediante el

análisis automatizado de datos y la identificación de patrones relevantes en grandes volúmenes de información<sup>1,6</sup>. Para lo anterior es fundamental incluir la IA de manera progresiva en cada espacio pedagógico que lo permita, ya que la vinculación permanente con este tipo de recursos beneficiará la vinculación entre los residentes y la IA, haciendo que tenga mayor validación en el proceso de enseñanza. Por otro lado, es sumamente importante la participación del profesorado en los procesos de capacitación que se realizan en torno al uso de IA, los que debiesen ser dictados por las instituciones de educación superior, con el fin de que estas herramientas sean utilizadas de manera efectiva en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes para propiciar el proceso de transformación digital y la mejora continua de formación de futuros profesionales.

## Financiamiento

Los autores declaran que este artículo fue financiado como parte del proyecto ANID-FONDECYT 1231772.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores declaran que este estudio cuenta con la aprobación del Comité de Ética, Bioética y Bioseguridad de la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de sus universidades, que consideran que el proyecto presentado cumple con las normativas vigentes y no vulnera los derechos de los participantes. Para este fin, se utilizó un consentimiento informado por cada uno de los residentes.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que utilizaron inteligencia artificial, específicamente ChatGPT para la redacción de este manuscrito, revisión gramatical y ortográfica, para la creación de título y traducción del resumen.

## Referencias

1. Hooda M, Rana C, Dahiya O, Rizwan A, Hossain MS. Artificial Intelligence for assessment and feedback to enhance student success in higher education. *Math Probl Eng.* 2022;2022:5215722.

2. Yamani N, Liaghatdar MJ, Changiz T, Adibi P. How do medical students learn professionalism during clinical education? A qualitative study of faculty members' and interns' experiences. *Iran J Med Educ.* 2010;9:382-95.
3. Bolaño-García M, Duarte-Acosta N. Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Rev Colomb Cir.* 2024;39:51-63.
4. Venter J, Coetzee SA, Schmulian A. Exploring the use of artificial intelligence (AI) in the delivery of effective feedback. *Assess Eval High Educ.* 2025;50(4):516-36.
5. Ossa C, Willatt C. Uso de inteligencia artificial generativa para retroalimentar escritura académica en procesos de formación inicial docente. *Eur J Educ Psychol.* 2023;16(2):1-16.
6. 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.* 2019;100(6):327-36.
7. Wu JT, Wong KCL, Gur Y. Comparison of chest radiograph interpretations by artificial intelligence algorithm vs radiology residents. *JAMA Netw Open.* 2020;3(10):e2022779.
8. Bond M, Khosravi H, De Laat M, Bergdahl N, Negrea V, Oxley E, et al. A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: a call for increased ethics, collaboration, and rigour. *Int J Educ Technol High Educ.* 2024;21:4.
9. Shankar PR. Artificial intelligence in health professions education. *Arch Med Health Sci.* 2022;10:256-61.
10. Collado-Mesa F, Alvarez E, Arheart K. The role of artificial intelligence in diagnostic radiology: a survey at a single radiology residency training program. *J Am Coll Radiol.* 2018;15(12):1753-7.
11. Creswell JW, Plano Clark VL. *Designing and conducting mixed methods research.* Thousand Oaks (CA): Sage; 2007.
12. Martínez R, Castellano MA, Chacón JC. *Métodos de investigación en psicología.* Madrid: EOS Universitaria; 2014.
13. Kim HJ, Park JS, Choi YM, Kim SH. An automated hierarchy method to improve history record accessibility in text-to-image generative AI. *Appl Sci.* 2025;15(3):1119.
14. Avendaño Porras VC. Uso de la inteligencia artificial para la generación de retroalimentación personalizada en la evaluación del aprendizaje universitario [Internet]. *Universidad Pedagógica Nacional*; 5 dic 2024 [citado 16 abr 2025];2(2):85-98. Disponible en: <https://tribunapedagogica.upnmda.edu.mx/index.php/tp/article/view/52>
15. Banihashem SK, Noroozi O, van Ginkel S, Macfadyen LP, Biemans HJA. A systematic review of the role of learning analytics in enhancing feedback practices in higher education. *Educ Res Rev.* 2022;37:100489.
16. Bulut O, Wongvorachan T, Lai KW. Feedback generation through artificial intelligence. *Open/Tech Educ Soc Schol Assoc Conf Proc.* 2022;2(1):1-9.

## Enseñanza de casos clínicos y protocolos de exámenes radiológicos mediante un taller interactivo

### Teaching clinical cases and radiological examination protocols through an interactive workshop

Luna Souza-Silva-Vilanova<sup>1\*</sup>, Antonio V. Nascimento-Martinelli-Braga<sup>1</sup>, Alessandra Lima-Costa<sup>1</sup>, Ionara M. de-Almeida-Santos<sup>1</sup>, Amanda Pessoa-Martins-Torres-da-Silva<sup>1</sup> y Carolina Freitas-Lins<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina y Salud Pública de Bahiana; <sup>2</sup>Clínica Delfín Medicina Diagnóstica. Salvador, Bahía, Brasil

#### Resumen

**Introducción:** La inclusión de la radiología en la fase preclínica de la formación médica mejora el aprendizaje de la anatomía y la capacidad de los estudiantes para interpretar imágenes, especialmente cuando se asocia con metodologías de aprendizaje activo, como la gamificación. **Objetivo:** El objetivo del estudio es evaluar la percepción de los estudiantes de medicina sobre un taller realizado como actividad educativa complementaria en la enseñanza de Anatomía Radiológica. **Materiales y métodos:** Este estudio transversal se realizó con estudiantes de medicina de tercer semestre mediante un taller sobre casos clínicos y protocolos de exámenes radiológicos en la plataforma Kahoot. Posteriormente, se invitó a los estudiantes a responder un cuestionario (35 preguntas) que evaluaba su percepción del taller, con respuestas basadas en la escala de Likert modificada. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes. Se realizó un análisis alfa de Cronbach para evaluar la fiabilidad de las preguntas; los valores  $\geq 0,7$  se consideraron aceptables. **Resultados:** Participaron un total de 59 estudiantes (edad promedio:  $20 \pm 5$  años; 57,6% mujeres). El alfa de Cronbach (0,94) indicó una alta fiabilidad. Más del 90% de los estudiantes consideraron que los materiales del taller eran clínicamente relevantes, aproximadamente el 90% señaló que mejoró su aprendizaje de anatomía radiológica y más del 95% calificó su valor educativo como "Excelente" o "Superior a la media". **Conclusión:** El taller es una herramienta innovadora para complementar la enseñanza de la anatomía radiológica, a través de la correlación con los aspectos clínicos de los exámenes radiológicos.

**Palabras clave:** Radiología. Educación. Gamificación. Razonamiento clínico. Anatomía.

#### Abstract

**Introduction:** The inclusion of radiology in the preclinical phase of medical education enhances anatomical learning and improves students' ability to interpret imaging exams, especially when associated with active learning methodologies, such as gamification. **Objective:** To assess medical students' perceptions of a workshop conducted as a complementary educational activity in Radiological Anatomy teaching. **Material and methods:** This cross-sectional study was conducted with third-semester medical students through a workshop on clinical cases and radiological examination protocols on the Kahoot platform. Then, students were invited to answer a questionnaire (35 questions) that assessed their perception of the workshop, through responses based on the modified Likert scale. Informed consent was obtained from all participants. Cronbach's alpha analysis was performed to assess the reliability of the questions, values  $\geq 0.7$  were considered acceptable. **Results:** A total of 59 students participated (mean age:  $20 \pm 5$  years; 57.6% female). Cronbach's alpha (0.94) indicated high reliability. Over 90% of students considered the

#### \*Correspondencia:

Luna Souza-Silva-Vilanova

E-mail: lunavilanova21.1@bahiana.edu.br

2810-6954 / © 2025 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 01-03-2025

Fecha de aceptación: 19-06-2025

DOI: 10.24875/AJI.25000016

Disponible en internet: 17-02-2026

Austral J. Imaging. 2026;32(1):41-48

[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

*workshop materials clinically relevant, approximately 90% reported that it enhanced their learning of radiological anatomy, and more than 95% rated its educational value as "Excellent" or "Above average."* **Conclusion:** *The workshop is an innovative tool to complement the teaching of Radiological Anatomy, through correlation with clinical aspects of radiological examinations.*

**Keywords:** Radiology. Education. Gamification. Clinical reasoning. Anatomy.

## Introducción

La integración de la radiología en la fase preclínica de la formación médica ha demostrado ser ventajosa para los estudiantes<sup>1</sup>. El dominio de las modalidades de imagen - radiografía, ecografía, tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM) - constituye una habilidad fundamental para los médicos generales<sup>1</sup>. Sin embargo, la falta de estandarización en la formación en radiología dentro del currículo de medicina sigue siendo evidente, con una considerable variabilidad en los enfoques docentes entre los distintos países. Esto subraya la necesidad de una mayor uniformidad en el contenido, las metodologías de enseñanza y el calendario de implementación<sup>2,3</sup>.

Cabe destacar que la incorporación de la educación radiológica a otros componentes curriculares ha demostrado beneficios significativos para los estudiantes<sup>4</sup>. Este enfoque integrador refuerza el conocimiento anatómico a la vez que mejora la competencia radiológica, fomentando una relación mutuamente beneficiosa durante los primeros años de la capacitación médica<sup>4</sup>. En consecuencia, la formación en anatomía radiológica fortalece la capacidad de los estudiantes para identificar estructuras anatómicas en diversas modalidades de imagen, facilitando la distinción entre la anatomía normal y los hallazgos patológicos, una competencia esencial para la capacitación clínica y el internado médico<sup>4</sup>.

En los últimos años, las metodologías de aprendizaje activo y los recursos digitales han surgido como herramientas poderosas en la formación médica<sup>5</sup>. La aplicación de estrategias de aprendizaje activa en la enseñanza de la radiología, en particular al orientar a los estudiantes sobre la indicación y solicitud adecuada de los exámenes de imagen, profundiza su comprensión de los protocolos diagnósticos y mejora la comunicación entre médicos generales y especialistas<sup>6</sup>. Además, las actividades interactivas que incorporan gamificación, como las simulaciones de casos clínicos, han cobrado relevancia como métodos eficaces para reforzar los conocimientos teóricos y promover su aplicación práctica<sup>5</sup>.

La gamificación es un enfoque estructurado de resolución de problemas diseñado para mejorar y mantener la participación mediante el estímulo tanto de la motivación intrínseca como la extrínseca<sup>7</sup>. Aprovecha

escenarios interactivos para simular y explorar objetivos de aprendizaje específicos, integrando elementos lúdicos en el diseño educativo<sup>7</sup>. Cuando se aplica a la educación médica, se ha demostrado que la gamificación mejora el desarrollo del estudiante al influir positivamente en la motivación, la cognición y la metacognición<sup>8,9</sup>. Como resultado, fomenta experiencias de aprendizaje significativas, consolidándose como un enfoque pedagógico eficaz en la capacitación médica<sup>7-10</sup>.

Dadas estas consideraciones, la integración de la formación en radiología con metodologías de aprendizaje activa, la gamificación y la enseñanza de la anatomía desde los primeros años de la carrera de medicina puede contribuir a una mejor retención de conocimientos. Por consiguiente, este estudio busca evaluar la percepción de los estudiantes sobre un taller, que sirve como actividad complementaria en la enseñanza de Anatomía Radiológica para estudiantes de medicina de tercer semestre.

## Material y métodos

### Diseño del estudio

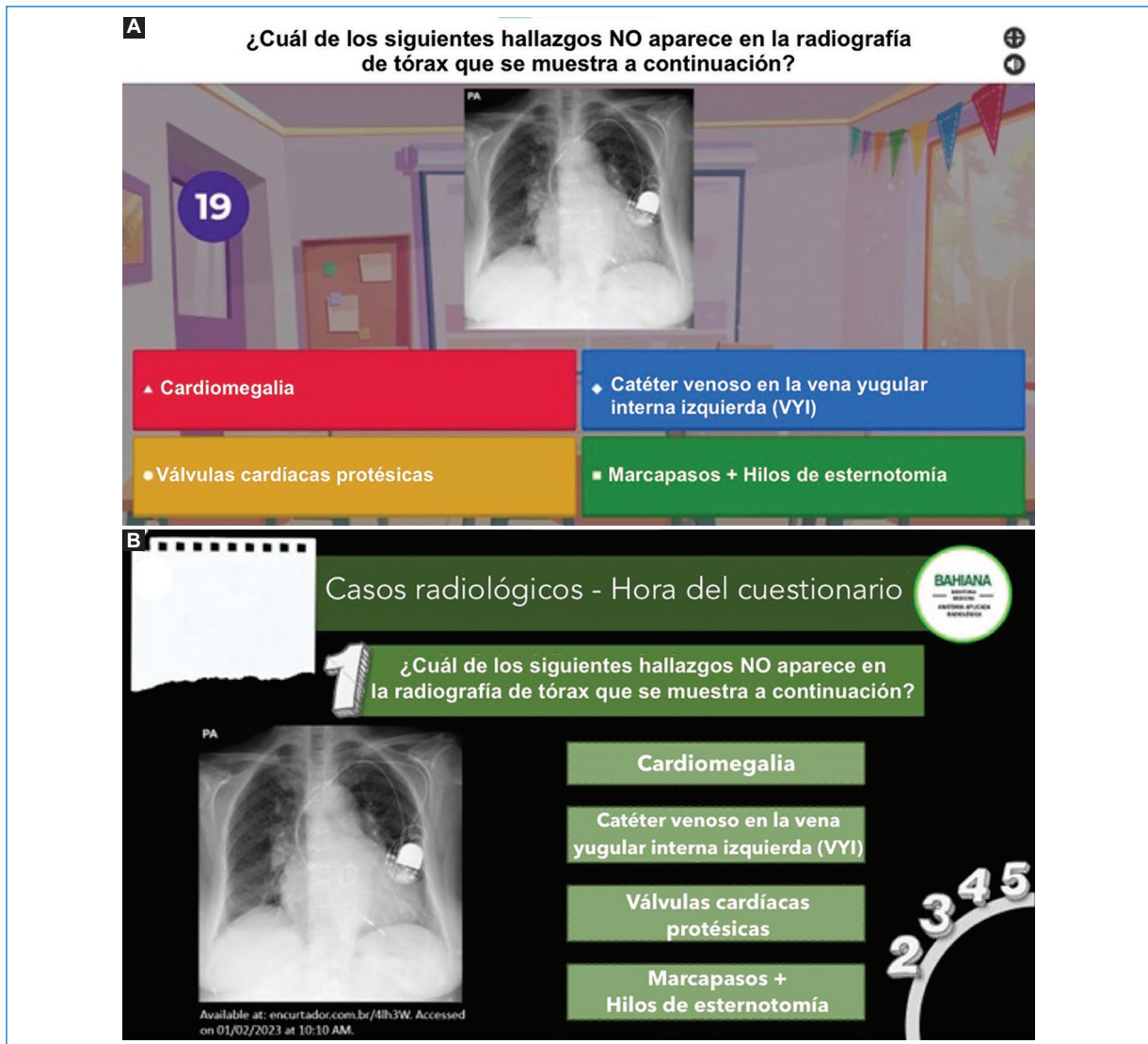
Se trata de un estudio observacional transversal realizado entre enero y junio de 2023, utilizando una muestra de conveniencia. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación de "BLINDED" y todos los participantes firmaron un consentimiento informado antes de su inscripción.

### Población del estudio

Los participantes fueron estudiantes de medicina de tercer semestre en el año 2023<sup>1</sup>. Los criterios de exclusión incluyeron a estudiantes menores de 18 años, aquellos que proporcionaron respuestas incompletas al cuestionario de evaluación y aquellos con conocimientos previos de radiología (de una titulación anterior o de participación en grupos relacionados con la radiología).

### Taller

El taller fue una actividad complementaria desarrollada dentro del currículo de Anatomía Radiológica para



**Figura 1.** Ilustración de una pregunta incluida en la actividad, relacionada con los dispositivos que se pueden identificar en una radiografía de tórax. **A:** diseño de Kahoot utilizado como gamificación para responder las preguntas del taller. **B:** diseño de la diapositiva para corregir las preguntas realizadas en Kahoot, después de las respuestas de los estudiantes.

estudiantes de medicina de tercer semestre, que ofreció una aplicación práctica del contenido curricular. Consistía de dos sesiones gamificadas: (1) “El arte de solicitar” y (2) “Casos radiológicos: ¡Hora de preguntas!” (Fig. 1). Los estudiantes se dividieron en tres grupos, cada uno con un máximo de cuatro participantes. Se utilizó la plataforma Kahoot® para presentar cinco preguntas en cada sesión.

– “El arte de solicitar” abordó los protocolos para la obtención de imágenes radiológicas en las siguientes situaciones:

- Ecografía Doppler de las arterias carótidas, la región cervical y la glándula tiroides;

- Resonancia magnética de cuello y columna cervical;
  - Angio-TC abdominal y TC abdominal convencional;
  - Resonancia magnética de pelvis, articulación sacroilíaca y cadera;
  - Resonancia magnética cardíaca y torácica.
- “Casos radiológicos: ¡Hora de preguntas!” incluyó la presentación de cinco casos clínicos con imágenes radiológicas:
- Identificación de sondas, catéteres y dispositivos externos en radiografías de tórax;
  - Ubicación anatómica de una sonda gástrica mal posicionada en el tórax



**Figura 2.** Demostración del desarrollo del taller. **A:** estudiante-tutor mostrando la pregunta en la plataforma Kahoot. **B y C:** estudiantes divididos en tres grupos para analizar las respuestas alternativas a las preguntas formuladas en la plataforma Kahoot. **D:** grupo de estudiantes-tutores y un profesor especializado en radiología.

- Evaluación radiográfica de abdomen agudo perforado
- Evaluación radiográfica de abdomen agudo obstructivo
- Evaluación radiográfica de luxación humeral.

Luego de completar las cinco preguntas de cada sesión, estudiantes-tutores capacitados, bajo la supervisión de un profesor radiólogo, presentaron diapositivas explicando los casos, ampliando en el contenido curricular y respondiendo las preguntas de los estudiantes (Fig. 2).

### Recopilación de datos

Al final del semestre y después del taller, los estudiantes de tercer semestre recibieron un enlace a través del correo electrónico institucional y una aplicación de mensajería móvil con el formulario de consentimiento libre e informado y el cuestionario de evaluación del taller (Material suplementario). El cuestionario de evaluación fue elaborado por los estudiantes-tutores y un profesor radiólogo, y consta de 35 preguntas divididas en tres secciones:

- Perfil sociodemográfico (6 preguntas)
- Autoevaluación del aprendizaje de anatomía radiológica (6 preguntas)
- Opiniones de los estudiantes sobre los talleres «El arte de solicitar» y «Casos radiológicos: ¡Hora de preguntas!» (23 preguntas).

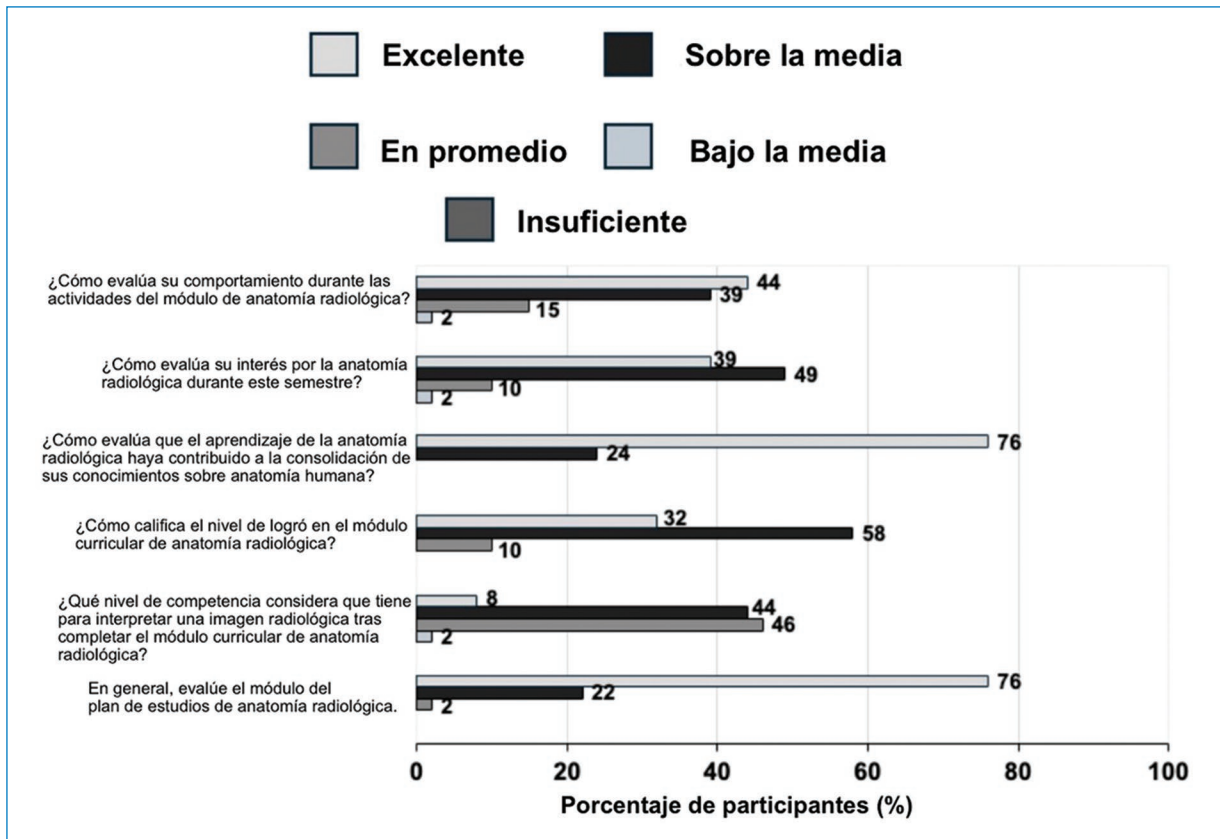
Las respuestas se estructuraron mediante una escala de Likert modificada de 5 puntos (1-Insuficiente; 2-Inferior a la media; 3-Media; 4-Superior a la media; 5-Excelente) y preguntas de opción múltiple.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando *Statistical Package for the Social Sciences - SPSS* (Chicago, IL, versión 14.0). Los resultados se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar o mediana y rango intercuartil. Se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach para evaluar la fiabilidad de las preguntas de opción múltiple, considerándose aceptables los valores superiores a 0,7.

### Resultados

De los 150 estudiantes de medicina de tercer semestre, 59 participaron en el estudio completando el cuestionario. La edad promedio fue de  $20 \pm 5$  años y el 57,6 % de los encuestados eran mujeres. Ninguno de los participantes era estudiante de transferencia interna, es decir, de otros programas de salud en la misma institución, ni tenía conocimientos previos de radiología. Entre ellos, cinco estudiantes ya habían obtenido un título universitario, incluyendo tres en Derecho, uno en Farmacia y uno en Salud Interdisciplinaria (Tabla 1).



**Figura 3.** Respuestas de los estudiantes sobre la autoevaluación del aprendizaje en anatomía radiológica.

En cuanto a la autoevaluación del aprendizaje en anatomía radiológica, la mayoría (82%) de los estudiantes calificó su compromiso durante las actividades del módulo como “Excelente” o “Superior a la media.” De igual manera, 52 estudiantes evaluaron su interés en la anatomía radiológica a lo largo del semestre como “Excelente” o “Superior a la media.” Al evaluar su desempeño en el módulo curricular de Anatomía Radiológica, 34 estudiantes lo clasificaron como “Superior a la media,” mientras que 19 lo calificaron como “Excelente.”

También se destacó el impacto del taller en la consolidación de conocimientos de anatomía humana, con 45 estudiantes calificándolo como “Excelente” y 14 como “Superior a la media.” Al finalizar el módulo, 27 estudiantes consideraron su capacidad para interpretar imágenes radiológicas en un nivel “Medio”, mientras que 26 lo calificaron como “Superior a la media.” Además, el módulo de anatomía radiológica recibió evaluaciones de “Excelente” por parte de 45 estudiantes, mientras que 13 lo calificaron como “Superior a la media” (Fig. 3).

En la tercera sección del cuestionario, que evaluó las opiniones de los estudiantes sobre el taller, el coeficiente alfa de Cronbach fue de 0,94 para ambos

**Tabla 1.** Caracterización de la muestra de estudiantes según variables sociodemográficas. Salvador, Bahía, 2023

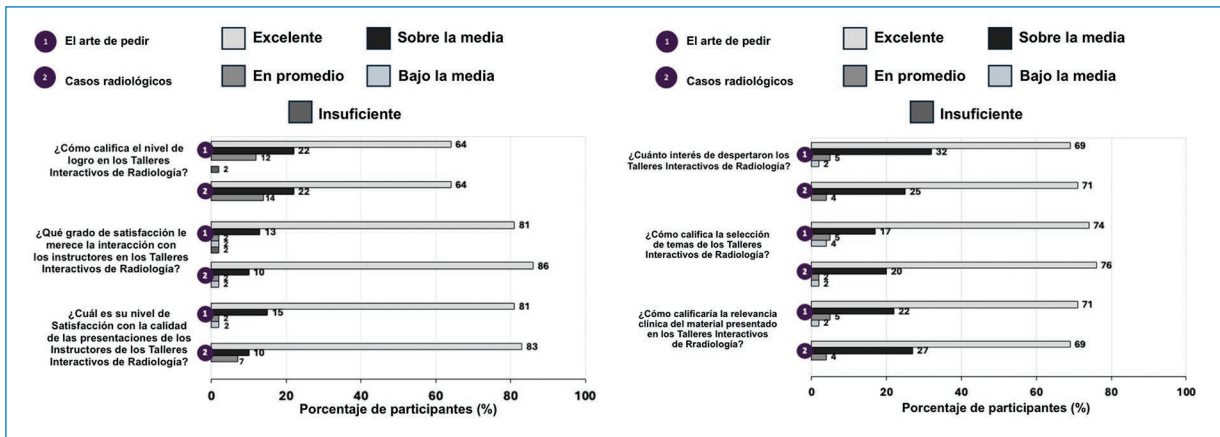
Datos sociodemográficos	n (%), (n = 59)
Edad (años) (M ± DS)	20 ± 5
Femenino	34 (57,6%)
Graduación anterior	5 (8,4%)

M: media; DS: desviación estándar.

talleres, lo que indica una excelente consistencia interna y una alta fiabilidad. La mayoría de los estudiantes mostraron un gran interés en las actividades y brindaron comentarios positivos sobre la elección de los temas, la relevancia clínica del material y la contribución del taller a su futura práctica médica.

En cuanto a la claridad del contenido, las respuestas se ubicaron predominantemente en las categorías “Excelente” o “Superior a la media.” Esta tendencia también se observó en las preguntas que evaluaban la participación de los estudiantes y la utilidad percibida del taller.

El taller fue ampliamente reconocido como una herramienta didáctica eficaz, y los estudiantes



**Figura 4.** Opiniones de los estudiantes sobre el nivel de logro, la interacción con los monitores, la calidad de las presentaciones, el interés y la relevancia de los temas tratados en el taller.

consideraron apropiado el estudio en profundidad del contenido. La mayoría de los participantes coincidieron en que la actividad contribuyó significativamente a su aprendizaje de anatomía radiológica, atribuyéndole un alto valor educativo. Además, en cuanto a las interacciones interpersonales, la mayoría de los estudiantes reportaron altos niveles de satisfacción tanto con la interacción con los estudiantes-tutores como con la calidad de sus presentaciones (Figs. 4 y 5).

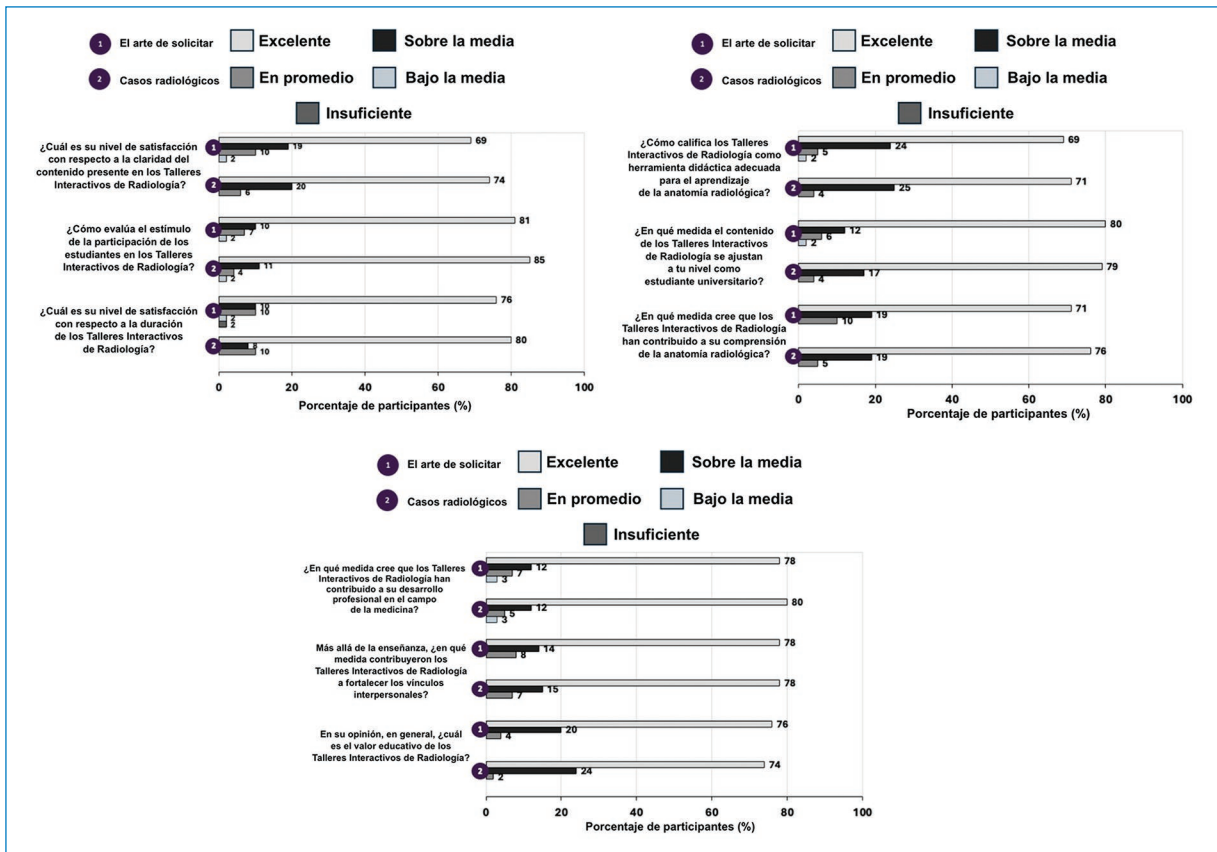
### Discusión

Según el conocimiento de los autores, este es el primer estudio que analiza las percepciones de los estudiantes de medicina sobre un taller enfocado en la solicitud de exámenes radiológicos y su aplicación a casos clínicos en la formación médica de pregrado. La actividad mejoró los conocimientos de los estudiantes sobre la importancia de solicitar correctamente los exámenes de imagen complementarios, mejorando su comprensión de los protocolos de adquisición de imágenes según las diferentes sospechas diagnósticas. Como resultado, la percepción de aprendizaje de los estudiantes mejoró a medida que adquirían conocimientos a través de las dinámicas del taller.

Además, el taller reforzó el contenido curricular mediante un formato lúdico y gamificado, fomentando una mayor interacción entre los estudiantes y haciendo que el proceso de enseñanza-aprendizaje fuera más atractivo y ameno. La capacidad de interpretar los exámenes radiológicos y solicitarlos adecuadamente es una habilidad fundamental en la práctica médica<sup>11</sup>. Saha et al. descubrió que el 88,4 % de los estudiantes de medicina encuestados consideraba que el

conocimiento de los exámenes radiológicos era esencial para una atención de calidad al paciente, lo que ayudaba a prevenir diagnósticos erróneos y a evitar daños al paciente<sup>12</sup>. Sin embargo, muchos profesionales médicos carecen de confianza en esta práctica, ya que los planes de estudio tradicionales a menudo no proporcionan suficiente capacitación en esta área<sup>13,14</sup>. Nuestro estudio demostró que los estudiantes reconocían la importancia de aprender tanto de las solicitudes de exámenes como de los protocolos de adquisición de imágenes, lo que enfatizaba la necesidad de que este contenido se incluyera sistemáticamente en la formación médica.

Al mismo tiempo, solicitar exámenes radiológicos de forma adecuada requiere un amplio conocimiento del contexto clínico del paciente<sup>15</sup>, así como una comprensión clara de las indicaciones médicas y las solicitudes de exámenes adecuados. Esto permite a los radiólogos optimizar la adquisición de imágenes, garantizando que los resultados contribuyan eficazmente a la toma de decisiones clínicas<sup>16</sup>. Un estudio realizado en Nepal (2021-2022) reveló que el 41,4 % de las tomografías computarizadas se solicitaron de forma inapropiada, lo que provocó una exposición innecesaria a radiación y la elaboración de informes radiológicos ineficientes<sup>15</sup>. En nuestro taller “El arte de solicitar”, los estudiantes aprendieron sobre las variaciones en los exámenes de imagen para la misma región anatómica - como la resonancia magnética de cadera, pelvis y articulaciones sacroilíacas - donde tanto el proceso de solicitud como los protocolos de adquisición de imágenes difieren. Este conocimiento es crucial para los médicos, ya que solicitar correctamente estos exámenes facilita una interpretación clínica precisa, mejora la precisión



**Figura 5.** Opiniones de los estudiantes sobre la interacción con colegas, la comprensión de la radiología, el desarrollo profesional y el valor educativo del taller.

diagnóstica, optimiza el manejo del paciente y reduce costos y riesgos innecesarios. Esto se alinea con la campaña Elegir Sabiamente, que promueve prácticas médicas éticas, rentables, y basadas en protocolos para prevenir gastos innecesarios y posibles daños a los pacientes, especialmente en la exposición a la radiación ionizante<sup>17</sup>.

Además, las metodologías de aprendizaje activo fomentan una mayor participación e interacción del alumnado, en contraste con la absorción pasiva de información en las clases magistrales tradicionales<sup>18,19</sup>. La gamificación es una herramienta potente que puede integrarse en la formación en radiología, demostrando ser muy eficaz en la formación de profesionales de la salud y desempeñando un papel fundamental en la educación en radiodiagnóstico<sup>20,21</sup>. Diversos estudios sugieren que los juegos educativos basados en casos clínicos ofrecen un enfoque de aprendizaje eficiente, ya que vinculan el razonamiento diagnóstico con los datos del paciente, acortando la distancia entre la capacitación médica y la futura práctica profesional<sup>22,23</sup>. De igual manera, en

nuestro estudio, el taller “Casos radiológicos: ¡Hora de preguntas!” utilizó la gamificación en el marco de un caso clínico, obteniendo resultados positivos en cuanto al rendimiento del alumnado y el valor educativo percibido.

Las principales limitaciones de este estudio fueron su corta duración y el limitado tamaño de la muestra, debido a la brevedad del módulo de Anatomía Radiológica Aplicada y a la distribución tardía del cuestionario, que coincidió con el periodo de vacaciones escolares, lo que redujo la participación del alumnado. Futuras investigaciones deberían explorar la posibilidad de ofrecer el taller en semestres posteriores y ampliar su implementación a otras instituciones educativas para llegar a una población estudiantil más amplia y obtener datos longitudinales.

En general, los estudiantes percibieron la implementación de “El arte de solicitar” y “Casos radiológicos: ¡Hora de preguntas!” como un recurso pedagógico atractivo e interactivo con un impacto positivo y significativo en la formación en radiología. Estos hallazgos subrayan la importancia de diversificar los modelos de

enseñanza, fomentar el trabajo en equipo, promover el diálogo entre pares y fortalecer los vínculos interpersonales en la formación médica.

## Conclusión

El taller superó las expectativas sobre la percepción de los estudiantes sobre la formación en anatomía radiológica en los primeros años de la carrera de medicina. Los participantes evaluaron positivamente la actividad, clasificándola como una herramienta interactiva, creativa e innovadora para complementar la enseñanza de la anatomía radiológica, mediante la correlación con aspectos clínicos en un entorno lúdico y ameno. Al integrar la anatomía con la radiología, el taller mejoró la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, promoviendo una comprensión más profunda de los protocolos de imagenología y la interpretación diagnóstica.

## Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y han recibido la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en DOI: 10.24875/AJL.25000016. Este material es provisto

por el autor de correspondencia y publicado online para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

## Referencias

1. Chorney ET, Lewis PJ. Integrating a radiology curriculum into clinical clerkships using case-oriented radiology education. *J Am Coll Radiol.* 2011;8:58-64, e1-4.
2. Lewis PJ, Shaffer K. Developing a national medical student curriculum in Radiology. *J Am Coll Radiol.* 2005;2:8-11.
3. Relyea-Chew A, Chew FS. Dedicated core clerkship in radiology for medical students' development, implementation, evaluation, and comparison with distributed clerkship. *Acad Radiol.* 2007;14:1127-36.
4. De Barros N, Rodrigues CJ, Rodrigues AJ Jr., De Negri Germano MA, Cerri GG. The value of teaching sectional anatomy to improve CT scan interpretation. *Clin Anat.* 2001;14:36-41.
5. Wagner KJ, Martins Filho LJ. Active teaching and learning methodologies: use, difficulties and training among medical course teachers. *Rev Bras Educ Med.* 2022;46:e028.
6. Sheng M, Shah P, Choi JM, Gillis E, Katz SI, Simpson SA, et al. Patient-centered and specialty-specific case work-up: an effective method for teaching appropriateness of imaging to medical students. *Acad Radiol.* 2019;26:846-50.
7. Inácio Busarello R. Gamification: Principles and Strategies; 2016. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/311685809\\_gamification\\_principles\\_and\\_strategies](https://www.researchgate.net/publication/311685809_gamification_principles_and_strategies) [Citado 2025 Abr 17].
8. Morris MH, Webb JW, Fu J, Singhal S. A competency-based perspective on entrepreneurship education: conceptual and empirical insights. *J Small Bus Manag.* 2013;51:352-69.
9. Huizinga J. *Homo Ludens: Play as an Element of Culture.* São Paulo: Perspectiva; 2019.
10. Arya R, Morrison T, Zumwalt A, Shaffer K. Making education effective and fun: stations-based approach to teaching radiology and anatomy to third-year medical students. *Acad Radiol.* 2013;20:1311-8.
11. Prezzia C, Vorona G, Greenspan R. Fourth-year medical student opinions and basic knowledge regarding the field of radiology. *Acad Radiol.* 2013;20:272-83.
12. Saha A, Roland RA, Hartman MS, Daffner RH. Radiology medical student education: an outcome-based survey of PGY-1 residents. *Acad Radiol.* 2013;20:284-9.
13. Schiller PT, Phillips AW, Straus CM. Radiology education in medical school and residency: the views and needs of program directors. *Acad Radiol.* 2018;25:1333-43.
14. López-Úbeda P, Díaz-Galiano MC, Martín-Noguerol T, Luna A, Ureña-López LA, Martín-Valdivia MT. Automatic medical protocol classification using machine learning approaches. *Comput Methods Programs Biomed.* 2021;200:105939.
15. Sah R, Lohani B, Singh YP. Inadequate completion of computed tomography request forms of patients visiting the department of radiology and imaging in a tertiary care centre. *JNMA J Nepal Med Assoc.* 2023; 61:878-81.
16. Collins J, Kazerooni EA, Vydareny KH, Blane CE, Albanese MA, Prucha CE. Journal publications in radiologic education: a review of the literature, 1987-1997. *Acad Radiol.* 2001;8:31-41.
17. Elshaug AG, McWilliams JM, Landon BE. The value of low-value lists. *JAMA.* 2013;309:775-6.
18. Mendonça DR, Aguiar CV, Lins-Kusterer L, Correia LC, Vieira AV, Menezes MS. Implementation of the choosing wisely campaign at a medical clinic internship. *Rev Bras Educ Med.* 2020;44:6.
19. Kahan M. Choosing wisely Canada recommendations. *Can Fam Physician.* 2018;64:368.
20. Aguado-Linares P, Sendra-Portero F. Gamification: basic concepts and applications in radiology. *Radiologia (Engl Ed).* 2023;65:122-32.
21. Lorenzo-Alvarez R, Rudolph-Solero T, Ruiz-Gomez MJ, Sendra-Portero F. Game-based learning in virtual worlds: a multiuser online game for medical undergraduate radiology education within second life. *Anat Sci Educ.* 2020;13:602-17.
22. Chen PH, Roth H, Galperin-Aizenberg M, Ruutinen AT, Geffer W, Cook TS. Improving abnormality detection on chest radiography using game-like reinforcement mechanics. *Acad Radiol.* 2017;24:1428-35.
23. Winkel DJ, Brantner P, Lutz J, Korkut S, Linxen S, Heye TJ. Gamification of electronic learning in radiology education to improve diagnostic confidence and reduce error rates. *AJR Am J Roentgenol.* 2020; 214:618-23.

## Diplomas europeos en radiología: ¿cómo, dónde y por qué?

### European diplomas in radiology: how, where, and why?

Hugo González-González<sup>1\*</sup>, Clemente García-Hidalgo<sup>2</sup>, Olatz Sáenz-de Argadoña<sup>3</sup>  
y Ana Castell-Herrera<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid; <sup>2</sup>Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital General Universitario Morales Meseguer, Murcia; <sup>3</sup>Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Clínic, Barcelona; <sup>4</sup>Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario de Getafe, Madrid. España

#### Resumen

El European Training Curriculum for Radiology (ETCR), establecido por la European Society of Radiology, busca estandarizar la formación radiológica en Europa. Se divide en tres niveles: nivel I (radiología general en los primeros 3 años), nivel II (especialización en los últimos 2 años) y nivel III (subespecialización tras la residencia). El objetivo es dar a conocer los diferentes diplomas europeos en radiología y analizar cómo pueden fortalecer el currículo de los candidatos. El European Diploma in Radiology (EDiR) certifica los conocimientos de los niveles I y II, y es reconocido en varios países europeos. Aunque la mayoría no exige un examen final obligatorio, el EDiR es equivalente al examen nacional en Polonia y Finlandia, y una alternativa en los Países Bajos. Obtener el EDiR mejora la movilidad y la empleabilidad de los radiólogos, al ser un estándar reconocido internacionalmente. Aporta ventajas en procesos de selección y facilita el acceso a becas y oportunidades laborales dentro y fuera de Europa. La estandarización de la formación en radiología a través del ETCR ha supuesto un avance clave en la homogeneización y la calidad de la radiología en Europa.

**Palabras clave:** Educación. Radiología. Certificación. Currículo.

#### Abstract

The European Training Curriculum for Radiology (ETCR), established by the European Society of Radiology, aims to standardize radiology training across Europe. It is divided into three levels: level I (general radiology during the first 3 years), level II (specialization in the last 2 years), and level III (post-residency subspecialization). The objective is to introduce the different European diplomas in radiology and to analyze how they can strengthen candidates' resumes. The European Diploma in Radiology (EDiR) certifies knowledge at levels I and II, and is recognized in several European countries. While most do not require a mandatory final exam, the EDiR is equivalent to the national exam in Poland and Finland, and serves as an alternative in the Netherlands. Obtaining the EDiR enhances radiologists' mobility and employability, as it is an internationally recognized standard. It provides advantages in selection processes and facilitates access to scholarships and job opportunities both within and beyond Europe. The standardization of radiology training through the ETCR has been a key advance in the homogenization and quality of radiology in Europe.

**Keywords:** Education. Radiology. Certification. Curriculum.

#### \*Correspondencia:

Hugo González-González  
E-mail: huglezg@gmail.com

2810-6954 / © 2025 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permayer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 26-02-2025

Fecha de aceptación: 05-04-2025

DOI: 10.24875/AJI.25000013

Disponible en internet: 11-11-2025

Austral J. Imaging. 2026;32(1):49-55

[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

## Introducción

En el campo de la radiología, la formación especializada es esencial para garantizar la calidad en la atención y el diagnóstico. A pesar de las diferencias en los sistemas educativos de los distintos países, en Europa se ha desarrollado un estándar común que busca homogeneizar la preparación de los radiólogos. Para ello han surgido como herramientas clave el *European Training Curriculum for Radiology* (ETCR) y el *European Diploma in Radiology* (EDiR), que buscan estandarizar la acreditación de conocimientos en el ámbito internacional.

Este artículo aborda la estructura y los objetivos del ETCR, el papel del EDiR y la variabilidad en los exámenes de fin de residencia en los países europeos. El conocimiento de estos aspectos permite a los radiólogos en formación prepararse de manera adecuada y mejorar sus oportunidades profesionales en un contexto cada vez más globalizado.

## Currículo europeo de formación en radiología

El ETCR<sup>1</sup> es un marco de referencia esencial para la formación de radiólogos en Europa. Su objetivo principal es establecer un estándar común de educación y práctica radiológica, asegurando una atención de alta calidad en todo el continente. Este currículo es supervisado y actualizado por la European Society of Radiology (ESR), y su última actualización se realizó en marzo de 2024; también hay publicada una versión traducida en español de la edición de 2014.

El ETCR se divide en tres niveles diseñados para etapas específicas en la formación, que a continuación se exponen.

### Nivel I

El ETCR nivel I es la base fundamental de la formación en radiología y abarca los primeros 3 años del programa de residencia. Este nivel se enfoca en proporcionar a los residentes los conocimientos esenciales y las habilidades prácticas necesarias para la práctica de la radiología general.

El objetivo principal es que el residente obtenga una comprensión integral de las diversas técnicas de imagen, sus aplicaciones y el procesamiento de imágenes, así como la capacidad de interpretar los hallazgos más comunes de las diferentes subespecialidades de la radiología.

Además, en este nivel se otorga importancia a la física de la radiación y la protección radiológica, la farmacología, la aplicación de medios de contraste, las habilidades de comunicación con pacientes, la investigación y las áreas relacionadas por la medicina basada en la evidencia, como la estadística.

Este nivel no solo se centra en el conocimiento teórico, sino también en el desarrollo de habilidades prácticas y competencias profesionales. Los residentes deben participar activamente en procedimientos guiados por imagen bajo supervisión, aprender a comunicarse efectivamente con los pacientes y con otros profesionales de la salud, y desarrollar una actitud ética y responsable. Además, se enfatiza la importancia de la seguridad del paciente y de la optimización de protocolos de imagen para minimizar la exposición a la radiación.

El ETCR nivel I, por tanto, proporciona una formación completa y estandarizada que prepara a los residentes para su práctica profesional en el campo de la radiología, con la flexibilidad de enfocarse en áreas de interés específicas en los niveles superiores.

### Nivel II

El ETCR nivel II representa la fase de formación intermedia en radiología y se extiende a lo largo del cuarto y el quinto año del programa de residencia. Este nivel tiene como objetivo profundizar y ampliar los conocimientos y las habilidades adquiridas en el nivel I, preparando al residente para una práctica más autónoma y especializada dentro de la radiología general. El ETCR nivel II permite a los residentes comenzar a explorar áreas de interés específicas dentro de la radiología.

El contenido del ETCR nivel II se organiza de manera que complementa la formación general del nivel I con un enfoque más específico en diferentes subespecialidades.

En este nivel se espera que el residente dedique aproximadamente el 50% de su tiempo a la radiología general y el otro 50% a un máximo de dos áreas de subespecialidad. Estas áreas pueden incluir, por ejemplo, radiología mamaria, en la que se espera que los residentes profundicen en el conocimiento del cáncer de mama, las técnicas de imagen avanzadas (como la tomosíntesis y las aplicaciones avanzadas de la resonancia magnética), el estadiaje, la recurrencia y la intervención mamaria; se requiere la presentación de informes de al menos 800 mamografías, 500 ecografías,

50 resonancias magnéticas mamarias y 50 procedimientos intervencionistas durante los 2 años.

Además del conocimiento específico de cada área, el ETCR nivel II se centra en el desarrollo de:

- Habilidades informáticas: se espera que los residentes adquieran un conocimiento avanzado sobre informática centrada en la radiología, la terminología, el uso de estaciones de trabajo, la incorporación de resultados cuantitativos en informes, realizar el post-procesamiento de imágenes como MPR y MIP, y reconstrucciones 3D.
- Justificación de pruebas de imagen: los residentes deben ser capaces de seleccionar la mejor prueba de imagen para cada situación clínica y justificar su uso, además de crear y aplicar protocolos para reducir la exposición a la radiación.
- Interpretación de imágenes: se espera que los residentes interpreten informes de forma autónoma e identifiquen hallazgos urgentes.
- Comunicación: los residentes deben ser capaces de explicar los hallazgos a los pacientes y a otros facultativos.
- Trabajo en equipo: se espera que los residentes participen en comités multidisciplinarios y en la supervisión del personal técnico de radiología para asegurar la obtención de imágenes adecuadas.

El nivel II proporciona unos fundamentos sólidos de la radiología, permitiendo al residente un trabajo autónomo y eficaz. Además, es la base para aquellos residentes interesados en subespecializarse, permitiendo una transición más fluida hacia la formación avanzada en el nivel III.

El examen para el EDiR se erige como herramienta de evaluación estandarizada en toda Europa del conocimiento que los residentes deben adquirir al completar los niveles I y II del ETCR. Este examen verifica que los radiólogos poseen los conocimientos, las habilidades y las competencias requeridas al finalizar su formación, y se basa en el contenido de los niveles I y II del ETCR.

### **Nivel III**

El ETCR nivel III representa la etapa de subespecialización dentro de la radiología, la cual se realiza una vez completados los niveles I y II. Esta fase se enfoca en la formación intensiva y especializada en un área específica de la radiología. A diferencia de los niveles I y II, el nivel III no forma parte del currículo general de 5 años de la formación general en radiología, sino que

es una formación adicional que se realiza después de este periodo.

En este nivel se espera un mínimo de 1 año de formación a tiempo completo en la subespecialidad elegida, aunque la duración puede variar dependiendo del área específica y de las competencias que se deben adquirir. La formación puede ser modular y algunas competencias de subespecialidad pueden obtenerse parcialmente durante el nivel II.

El contenido de la formación varía e incluye todas las subespecialidades de la radiología: abdominal, mamaria, cardiaca y vascular, torácica, urgencias, cabeza y cuello, intervencionista, musculoesquelética, neurorradiología, pediátrica y urogenital. En general, la formación en el nivel III se centra en la integración de todas las habilidades, los conocimientos y las aptitudes necesarias para llevar a cabo la práctica especializada de forma autónoma.

La evaluación en el nivel III se realiza mediante los diplomas europeos de subespecialidad, que a menudo son gestionados por las sociedades europeas de cada subespecialidad. Estos exámenes están diseñados para reconocer la excelencia y estandarizar la formación en áreas específicas de la radiología.

### **Exámenes de fin de residencia en radiología en Europa**

A diferencia de otras especialidades, en la mayoría de los países europeos no existe un examen obligatorio al finalizar la residencia en radiología. Sin embargo, existen excepciones en las que la obtención del título de especialista está condicionada a la superación de una prueba oficial. Tras consultar a las diferentes sociedades científicas radiológicas en Europa y sus normativas establecidas, se ha comprobado que Austria, Polonia, los Países Bajos, Estonia, Finlandia y Suiza requieren un examen obligatorio para la certificación como especialista en radiología.

El EDiR, otorgado por la European Board of Radiology (EBR), es una certificación altamente valorada en el ámbito profesional europeo. Aunque no es un requisito obligatorio en la mayoría de los países, su obtención otorga un reconocimiento adicional en el campo de la radiología y es muy considerado tanto en el ámbito laboral como en el académico.

En ciertos países, el EDiR tiene un reconocimiento equiparable al examen de fin de residencia. En Polonia y Finlandia, su aprobación es equivalente a la de los exámenes nacionales de especialización en radiología. Además, en los Países Bajos, un residente que no

supere el examen nacional aún puede obtener el título de especialista si logra aprobar el EDiR.

## Diploma europeo de radiología

El EDiR<sup>2</sup> es una certificación de referencia que busca estandarizar y acreditar la formación de los radiólogos. Proporciona un marco de referencia internacional para la formación en radiología y está avalado por la Unión Europea de Médicos Especialistas y la ESR. Este diploma valida la competencia en radiología general conforme al ETCR en sus niveles I y II. Aporta un valor añadido a la carrera profesional, ya que reconoce conocimientos y habilidades bajo los estándares europeos.

El EDiR es una acreditación de excelencia que aporta múltiples beneficios a los radiólogos. Según la ESR, obtener esta certificación añade un valor significativo al currículo, pues acredita que los conocimientos del especialista cumplen con los estándares del ETCR. También se convierte en un punto fuerte en las entrevistas de trabajo y las solicitudes de becas, otorgando una ventaja sobre otros aspirantes. Además, su reconocimiento no se limita a Europa, sino que se extiende al ámbito internacional y se consolida como un estándar global de competencia general radiológica. Asimismo, cuenta con el respaldo oficial de la ESR y la Unión Europea de Médicos Especialistas, lo que refuerza su prestigio y validez.

Gracias a estos elementos, el EDiR se ha posicionado como un referente en la evaluación de las competencias radiológicas en Europa, garantizando una formación homogénea y de calidad para los profesionales en radiología.

## Criterios de admisión y estructura del examen

El examen para la obtención del EDiR está dirigido tanto a radiólogos como a residentes que se encuentren en su último año de formación. Para poder presentarse, el candidato debe estar, como mínimo, en el quinto año de formación en radiología, ser miembro activo de la sociedad radiológica nacional correspondiente en el año del examen y estar afiliado a la ESR, ya sea como miembro de pleno derecho o en formación. En cuanto a las tasas, el costo del examen es de 500 euros para los miembros de pleno derecho y en formación de la ESR<sup>3</sup>.

La prueba está diseñada para evaluar los conocimientos y las competencias en radiología general mediante tres bloques diferenciados: 78 preguntas de

respuesta múltiple (MRQ, *multiple response questions*), 24 casos breves (SC, *short cases*) y 10 casos de evaluación de razonamiento clínicamente orientado (CORE, *clinically oriented reasoning evaluation*). Para obtener la certificación, los candidatos deben alcanzar una puntuación igual o superior al umbral de aprobado en cada una de estas secciones, determinado mediante la media de las puntuaciones menos una desviación estándar. Generalmente, el porcentaje de aprobación para la primera parte ronda el 53%, mientras que para la segunda suele situarse en torno al 58%<sup>3</sup>.

## Recursos para su preparación

La preparación para el EDiR se basa en el estudio de los contenidos establecidos en el ETCR (niveles I y II). Para facilitar este proceso, la ESR y la EBR han desarrollado diversas herramientas<sup>4,5</sup> que permiten a los candidatos familiarizarse con el formato del examen y evaluar su nivel de competencia en radiología general.

Entre los recursos más importantes se encuentra el *EDiR Training Evaluation* (EDiRTE), dirigido tanto a residentes como a especialistas que deseen repasar los fundamentos de la radiología general. Se realiza de manera *online* mediante un sistema de supervisión remota. Además, facilita a los responsables de la formación y a los tutores evaluar el progreso de los residentes y obtener informes con áreas de mejora específicas. Basado en los contenidos de nivel I del ETCR, el EDiRTE sirve como una primera aproximación a la estructura y los requisitos del examen.

Otro recurso clave es la *EDiR Simulation*, un simulacro que reproduce fielmente las condiciones reales del examen. Con una duración aproximada de 90 minutos, incluye 25 MRQ, 8 SC y 4 casos CORE. Antes de la fecha del simulacro, los candidatos disponen de 72 horas para completar un examen de práctica. Posteriormente, un *webinar* dirigido por examinadores del EDiR permite resolver dudas y recibir comentarios sobre las respuestas. Al finalizar la simulación y el *webinar*, los participantes obtienen un informe detallado con retroalimentación por subespecialidades e identificación de áreas de mejora. Esta actividad está acreditada con 1,5 créditos europeos de formación continuada y puede realizarse *online*.

Los test de autoevaluación, disponibles en la *Educational Store* de la ESR y en la aplicación oficial del EDiR, incluyen dos pruebas gratuitas que ayudan a familiarizarse con el formato del examen. Existen test de MRQ, con 20 preguntas acompañadas de respuestas justificadas y referencias bibliográficas, y test de SC,

que presentan siete casos clínicos con sus respectivas respuestas. Adicionalmente, se pueden consultar exámenes de ejemplo gratuitos que permiten un primer contacto con los diferentes tipos de preguntas y de casos clínicos incluidos en el EDiR, con muestras específicas para MRQ, SC y casos CORE.

Otro recurso esencial es *EDiR – The Essential Guide*, una guía práctica elaborada por expertos para estructurar el estudio según el formato del examen. Contiene ejemplos de pruebas recientes, enlaces a casos clínicos y material de apoyo para cada modalidad de imagen. Complementariamente, *EDiR Blog & Holders Corner* es un espacio interactivo donde candidatos y egresados pueden compartir experiencias y acceder a casos clínicos de diversas subespecialidades incluidas en el programa oficial (*EDiR Blueprint*). Se publican nuevos contenidos quincenalmente, con un enfoque específico en la preparación del examen.

En cuanto a la formación específica, los microcursos preparatorios ofrecen sesiones grabadas de 30 minutos enfocadas en tres subespecialidades clave dentro de la sección de casos CORE de tórax, mama y urgencias. Se ajustan exclusivamente a los objetivos de formación de los niveles I y II del ETCR, e incluyen una revisión teórica con resolución interactiva de dos casos CORE, impartida por examinadores y especialistas.

Finalmente, la ESR proporciona recursos adicionales, como *Education on Demand*, una plataforma con cursos seleccionados por el Standards Committee de la ESR para la preparación del EDiR. También ofrece los *ESOR Foundation Courses*, dirigidos a residentes de cuarto o quinto año y a especialistas recién egresados, con contenido alineado con el nivel II del ETCR. Cada curso combina sesiones teóricas con resolución de casos clínicos en tiempo real. Además, se dispone de bibliografía recomendada y de enlaces de referencia para profundizar en áreas específicas del examen.

Otro recurso valioso para la preparación del EDiR es la revista *Radiología* de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM). En cada número se incluyen preguntas del examen, tanto asociadas a imágenes como teóricas, con sus respuestas explicadas. Este material permite a los candidatos familiarizarse con el formato de la prueba, reforzar sus conocimientos y evaluar su nivel de preparación con ejemplos reales de exámenes EDiR previos.

## Impacto del EDiR en la empleabilidad

El EDiR no solo se ha consolidado como un referente de excelencia en la acreditación de competencias

radiológicas, sino que, según diversos autores, representa una inversión en el futuro de las nuevas generaciones de radiólogos, otorgándole una importancia creciente en el contexto profesional y académico al aportar las siguientes ventajas en términos de empleabilidad:

- Reconocimiento oficial en numerosos países dentro y fuera de Europa.
- Estandarización internacional de la formación en radiología.
- Ventaja competitiva para la inserción laboral y fomento de la movilidad profesional.
- Inversión de futuro en la práctica radiológica.

En cuanto a la programación del EDiR, la organización establece un calendario anual con varias fechas y sedes para facilitar el acceso a los candidatos. Se incluyen convocatorias tanto presenciales, organizadas en colaboración con sociedades radiológicas nacionales, como en sesiones durante los eventos más importantes, como el congreso anual de la ESR. Adicionalmente, se programan simulaciones periódicas que permiten a los aspirantes familiarizarse con las condiciones reales del examen, facilitando su preparación<sup>6</sup>.

## El nivel III del ETCR

El nivel III del ETCR<sup>1</sup> está diseñado para la formación subespecializada en radiología y requiere un mínimo de 1 año de formación adicional tras completar los niveles I y II. Su objetivo principal es preparar a los radiólogos en áreas específicas de la radiología, como por ejemplo la radiología torácica, abdominal y genitourinaria, de cabeza y cuello, o musculoesquelética. Este nivel es clave para adquirir las competencias necesarias en la práctica de la subespecialidad.

Además, el ETCR nivel III tiene como objetivo estandarizar la formación en Europa, impulsar la investigación y facilitar la integración de los avances tecnológicos en la práctica clínica.

Cabe destacar que la gestión de la formación subespecializada dentro del ETCR nivel III recae directamente en las sociedades científicas de cada subespecialidad, en coordinación con la ESR, asegurando un enfoque unificado y adaptado a las necesidades específicas de cada subespecialidad.

## Subespecialidades con certificación de nivel III y sus requisitos

- Radiología mamaria (EDBI): certificación otorgada por la European Society of Breast Imaging (EUSOBI),

que requiere un mínimo de 2 años de experiencia en la subespecialidad y la interpretación de al menos 800 mamografías, 500 ecografías, 50 resonancias magnéticas y 25 procedimientos intervencionistas por año<sup>7</sup>.

- Radiología musculoesquelética (EDiMSK): diploma otorgado por la *European Society of Musculoskeletal Radiology* (ESSR), que exige un mínimo de 2 años de dedicación a la subespecialidad y la obtención de 50 créditos en eventos formativos reconocidos. A diferencia de otras certificaciones, no requiere un número mínimo de informes<sup>8</sup>.
- Radiología torácica (ESTI Diploma): acreditación de la *European Society of Thoracic Imaging* (ESTI), avalada por la ESR, que requiere al menos 5 años de formación en radiología y 2 años de experiencia en la subespecialidad. Es obligatorio demostrar que el radiólogo sigue en ejercicio al momento del examen<sup>9</sup>.
- Radiología urogenital (EDiUR): diploma de la *European Society of Urogenital Radiology* (ESUR), que exige ser radiólogo titulado en ejercicio y haber completado 2 años de formación específica en radiología urogenital<sup>10</sup>.
- Radiología abdominal y gastrointestinal (EDGAR): certificación de la *European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology* (ESGAR), que requiere al menos 2 años de experiencia en radiología abdominal y un registro documentado en los últimos 24 meses con un volumen mínimo de 100 ecografías abdominales (incluyendo ecografía con contraste), 200 tomografías computarizadas de abdomen, 100 resonancias magnéticas abdominales y 50 estudios de radiografía simple o fluoroscopia<sup>11</sup>.
- Neurorradiología (EDiNR y diplomas avanzados): diploma del *European Board of Neuroradiology* (EBNR), alineado con el ETCR, que certifica la especialización en neurorradiología diagnóstica e intervencionista. Además, existen diplomas avanzados para «supersubespecialización» en neurorradiología pediátrica (EDiPNR), columna (EDiSR), intervencionismo (EDiINR) y cabeza y cuello (EDiHNRR). No requiere un número mínimo de informes ni de años de experiencia con dedicación exclusiva a esta subespecialidad<sup>12</sup>.
- Radiología de urgencias (EDER): certificación de la *European Society of Emergency Radiology* (ESER), que exige al menos 2 años de experiencia en un entorno de urgencias<sup>13</sup>.
- Radiología de cabeza y cuello (EBiHNRR): diploma de la *European Society of Head and Neck Radiology*

(ESHNR), que requiere al menos 5 años de formación en radiología y 2 años de subespecialización en cabeza y cuello. Además, es obligatorio acreditar 100 créditos en actividades formativas reconocidas por la ESHNR<sup>14</sup>.

- Radiología intervencionista (EBIR): certificación de la *Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe* (CIRSE), que exige al menos 2 años de formación en radiología vascular intervencionista y experiencia documentada como primer operador en un mínimo de 250 procedimientos. También se requiere la obtención de 50 créditos en actividades formativas dentro de los 6 años previos al examen<sup>15</sup>.
- Radiología pediátrica (EDiPR): diploma de la *European Society of Paediatric Radiology* (ESPR), que requiere la superación de un programa formativo dividido en dos módulos, uno básico (*online*, con examen posterior) y el otro avanzado (*online* y presencial, con examen final). Para obtener la certificación se debe aprobar un examen teórico de 60 preguntas de opción múltiple y una prueba oral con cinco casos clínicos, con posibilidad de realizarlo *online* o de forma presencial en la reunión anual de la ESPR<sup>16</sup>.

## Conclusión

La estandarización de la formación en radiología a través del ETCR ha supuesto un avance clave en la homogeneización y la calidad de la radiología en Europa. Este marco común, complementado con certificaciones como el EDiR, permite una validación uniforme de conocimientos y competencias, y favorece una formación más estructurada y reconocida, no solo en Europa, sino también en el resto del mundo.

## Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## Referencias

1. Becker M. Curriculum for Undergraduate Radiological Education. European Society of Radiology; 2024. (Consultado el 10-12-2024.) Disponible en: <https://www.myesr.org/education/training-curricula/>.
2. European Board of Radiology. EDIR Certification of Excellence. (Consultado el 14-12-2024.) Disponible en: <https://www.myebr.org/edir/certification-of-excellence>.
3. European Board of Radiology. Our guide for your application. Eligibility criteria. (Consultado el 14-12-2024.) Disponible en: <https://www.myebr.org/edir/our-guide-for-your-application>.
4. European Board of Radiology. Educational resources. (Consultado el 15-12-2024.) Disponible en: <https://www.myebr.org/edir/how-to-prepare>.
5. European Board of Radiology. EdIR Committees. (Consultado el 20-12-2024.) Disponible en: <https://www.myebr.org/edir/edir-committees>.
6. European Board of Radiology. Examination calendar. (Consultado el 29-12-2024.) Disponible en: <https://www.myebr.org/edir/examination-calendar>.
7. European Society of Breast Imaging. European Diploma in Breast Imaging (EDBI). (Consultado el 09-01-2025.) Disponible en: <https://www.eusobi.org/european-diploma-in-breast-imaging-edbi/>.
8. European Society of Musculoskeletal Radiology. Diploma. (Consultado el 08-01-2025.) Disponible en: <https://www.essr.org/diploma/>.
9. European Society of Thoracic Imaging. Diploma. (Consultado el 12-01-2025.) Disponible en: <https://www.myesti.org/diploma/>.
10. European Society of Urogenital Radiology. EDiUR examination. (Consultado el 12-01-2025.) Disponible en: <https://www.esur.org/ediur-examination/>.
11. European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology. ESGAR. (Consultado el 03-01-2025.) Disponible en: <https://esgar.org/diploma>.
12. European Board of Neuroradiology. EDiNR. (Consultado el 01-02-2025.) Disponible en: <https://www.ebnr.org/>.
13. European Society of Emergency Radiology. EDER. (Consultado el 14-01-2025.) Disponible en: <https://www.eser-society.org/eder/>.
14. European Society of Head and Neck Radiology. EBiHNR. (Consultado el 10-01-2025.) Disponible en: <https://eshnr.eu/education/diploma/>.
15. Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe. EBIR. (Consultado el 17-01-2025.) Disponible en: <https://www.cirse.org/certification/ebir/>.
16. European Society of Paediatric Radiology. EDiPR. (Consultado el 17-01-2025.) Disponible en: <https://www.espr.org/news/edi-pr-2024-proof-your-excellence/>.

## Formación en imagenología. Desafíos

### Training in imaging. Challenges

Gustavo Febles-De León

Sociedad de Radiología e Imagenología del Uruguay (SRIU), Montevideo, Uruguay

#### Resumen

Se trata de una revisión de conceptos acerca de la formación requerida a los efectos de desempeñarse dignamente en una especialidad muy variada y dinámica como lo es la imagenología. El texto está elaborado en el entendido de que el término «formación» es más amplio que la capacitación específica para el uso de las técnicas de imagen. La formación incluye, además de la capacitación técnica, un conjunto de aptitudes y actitudes que permitirán al médico imagenólogo jerarquizar sus aportes a la atención sanitaria y a la especialidad en su conjunto. En la revisión se llega a la conclusión de que hay cinco aspectos fundamentales que deben incluirse en la formación del médico imagenólogo: la capacitación técnica (uso adecuado de las técnicas de imagen), la integración en igualdad de condiciones a los equipos multidisciplinarios en las diversas áreas de la medicina, la jerarquización de la relación médico-paciente, el aprendizaje a partir de los errores y la adaptación a trabajar en conjunto con la inteligencia artificial. En el texto se desarrollan cada uno de esos conceptos.

**Palabras clave:** Imagenología. Formación. Capacitación.

#### Abstract

This is a review of concepts about the training required to perform with dignity in a very varied and dynamic specialty such as imaging. The text is prepared with the understanding that the term “training” is broader than specific training for the use of imaging techniques. Training includes, in addition to technical training, a set of skills and attitudes that will allow the imaging physician to prioritize his contributions to health care and prioritize the specialty as a whole. Thus, the review concludes that there are five fundamental aspects that must be included in the training of the imaging physician: technical training (appropriate use of imaging techniques), integration on equal terms into multidisciplinary teams in the various areas of medicine, the hierarchization of the doctor-patient relationship, learning from mistakes and adaptation to working together with artificial intelligence. Each of these concepts is developed in the text.

**Keywords:** Imaging. Training. Capacity building.

#### Correspondencia:

Gustavo Febles-De León

E-mail: febles.gustavo@gmail.com

2810-6954 / © 2025 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 22-10-2024

Fecha de aceptación: 26-01-2025

DOI: 10.24875/AJI.24000053

Disponible en internet: 11-11-2025

Austral J. Imaging. 2026;32(1):56-63

[www.resochradi.com](http://www.resochradi.com)

## Introducción

La imagenología es una especialidad médica que se basa en el análisis de los datos morfológicos y funcionales aportados por las imágenes del cuerpo humano, obtenidas por medio de radiaciones ionizantes u otras fuentes de energía. La especialidad incluye, además, procedimientos intervencionistas guiados por imágenes, con fines de diagnóstico o de tratamiento<sup>1</sup>.

Es una especialidad clínico-imagenológica, ya que implica la evaluación del problema clínico del paciente y su asociación con los datos aportados por las imágenes. Además, es una especialidad multifacética debido a la variedad de tecnologías que utiliza para la obtención de las imágenes, cada una de ellas con indicaciones, objetivos y limitaciones particulares, evolucionando constantemente de la mano de los avances tecnológicos.

En este trabajo analizaremos la formación en imagenología identificando los principales retos para la especialidad, teniendo en cuenta que formación y capacitación, aunque siendo conceptos relacionados, tienen diferencias de enfoque y objetivos.

La formación es un proceso que busca el desarrollo integral de la persona, abarcando conocimientos teóricos y habilidades generales que le servirán a lo largo de su vida o carrera. La capacitación tiene un enfoque más específico y práctico, y se orienta a mejorar las habilidades necesarias para realizar una tarea o función concreta.

Por todas las características mencionadas en relación a la imagenología, resulta complejo analizar la formación en el ámbito de dicha especialidad. El análisis debe considerarse desde varios puntos de vista: en lo estrictamente vinculado a la capacitación técnica (uso adecuado de las técnicas de imagen), en su integración al resto de la medicina clínica, en el contexto de la relación médico-paciente, en el aprendizaje que es posible a partir de los errores cometidos y en su capacidad de adaptación a la inteligencia artificial (IA), con su potencialidad de cambiar profundamente la especialidad.

En este trabajo desarrollaremos conceptos vinculados a cada una de las áreas mencionadas.

## Capacitación técnica en imagenología

El Currículo Europeo de Formación en Radiología define un periodo de formación de 5 años, consistente en la formación de nivel I durante los primeros 3 años, seguido por un nivel II más flexible con rotaciones de

especial interés potencial (electivas) durante los últimos 2 años<sup>1</sup>. Según este programa, se establece que en el nivel I se debería obtener un conocimiento de la anatomía por imagen y fisiología normales; bases físicas de la formación de imágenes en todas las técnicas; sistemas de archivo de imagen y comunicación (PACS, *Picture Archiving and Communication System*); sistemas de información radiológicos y hospitalarios, control y gestión de la calidad; física de la radiación, biología de la radiación y radioprotección médica, y técnicas relacionadas con los procedimientos radiológicos. También se debe lograr conocimiento en farmacología, aplicación de medios de contraste y tratamiento de las reacciones adversas a estos; aspectos básicos de las ciencias informáticas; fundamentos de la investigación clínica, estadística y evidencia aplicada a la radiología, e investigación en radiología.

Los conceptos mencionados anteriormente deben ser incorporados a los siguientes campos de la radiología que deberían ser enseñados durante la formación de nivel I: imagen mamaria, radiología cardiaca y vascular, radiología de tórax, radiología de urgencias, radiología gastrointestinal y abdominal, radiología ginecológica y obstétrica, radiología de cabeza y cuello, radiología intervencionista, radiología musculoesquelética, neurorradiología, radiología pediátrica, radiología urogenital, formación básica en medicina nuclear, educación y formación en radioprotección médica, principios de tecnología y adquisición de imágenes e imagen molecular, comunicación y administración, investigación y medicina basada en la evidencia.

Para el nivel II (años 4 y 5) el Currículo Europeo de Formación en Radiología promueve una creciente formación en áreas específicas de interés y, a la vez, reconoce que las competencias generales deberían ser mantenidas también por los radiólogos subespecialistas. La formación lectiva durante este periodo puede aplicarse a dos áreas de interés entre los campos de la radiología antes mencionados.

El Currículo Europeo de Formación en Radiología también establece una formación de nivel III, que se trata de una inmersión total en una subespecialidad radiológica tras la culminación de los niveles I y II.

En Uruguay, la capacitación en la especialidad de imagenología tiene una duración de 4 años<sup>2</sup>. Los objetivos del primer año son conocer los fundamentos físicos de cada uno de los métodos de diagnóstico por imagen, sus indicaciones, alcances, limitaciones y contraindicaciones, la anatomía radiológica, el uso de medios de contraste y sus indicaciones, efectos adversos y contraindicaciones. Incluye además el diagnóstico por imagen

en la emergencia. El posgrado debe acompañar la elaboración de los informes imagenológicos realizados por los demás médicos del equipo. Los objetivos del segundo año son los diagnósticos por imagen en oncología y en las enfermedades cardiovasculares, inflamatorias, infecciosas, del sistema inmunitario y congénitas más frecuentes. En el posgrado se debe aprender a elaborar un informe imagenológico, siempre supervisado por el resto del equipo docente del servicio. Los objetivos del tercer y el cuarto años son completar el estudio del diagnóstico por la imagen en afecciones menos prevalentes, y en estudios y tratamientos de mayor complejidad, así como adiestrar en la realización de procedimientos intervencionistas de diagnóstico y tratamiento guiado por imágenes. El posgrado debe estar en condiciones de elaborar correctamente un informe, siendo asistido por el resto del equipo solo a demanda. El alumno irá rotando 2 meses en cada una de las secciones en que está dividida la especialidad: aparato digestivo, cardiotorácica, musculoesquelético, genitourinario, mama, ecografía y ecografía Doppler, tomografía computada y resonancia magnética de cuerpo, neuroimagen, vascular e imagenología pediátrica. Como actividades complementarias están previstas las siguientes: informática, manejo de bibliografía por Internet, informática aplicada a la salud, epidemiología clínica, estadística y metodología de la investigación. Además, se incluye un mínimo de una guardia semanal durante todo el curso.

## Integración de la imagenología a la medicina clínica

La imagenología es actualmente una parte esencial de la medicina clínica, y a medida que sus capacidades aumentan, el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades han pasado a depender cada vez más de los hallazgos en las imágenes.

También las imágenes médicas son un insumo importante en la prevención (programas de tamizaje), en el seguimiento de los pacientes tratados y en la valoración del pronóstico de muchas enfermedades. Además, el intervencionismo guiado por imagen resuelve patologías, reduciendo la morbilidad y los costos sanitarios.

Como efecto adverso ocurre que, a menudo, la solicitud de imágenes sin un criterio adecuado sustituye a una correcta evaluación clínica del paciente. Las imágenes se solicitan antes de que los pacientes sean evaluados clínicamente por completo, y los informes a menudo sustituyen a los juicios clínicos, generando una demanda de estudios e informes que en ocasiones es insostenible<sup>3</sup>.

Como consecuencia, muchos médicos «clínicos» desarrollan la percepción de que los médicos imagenólogos trabajan para su servicio como proveedores de informes de imágenes, algo alejados de la atención y la interacción directa con el paciente, y no los consideran como integrantes del equipo multidisciplinario en igualdad de jerarquía. En esta subestimación hay algo de culpa en la propia actitud de muchos médicos imagenólogos que tienden a permanecer aislados en las salas de informe sin interactuar adecuadamente con los colegas de otras especialidades ni con los pacientes. Es necesario que el médico imagenólogo jerarquice sus contribuciones al proceso de atención al paciente, transformándose en un integrante activo de los equipos multidisciplinarios.

El problema es que, al ser la imagenología tan amplia y diversa, es imposible que un médico imagenólogo pueda integrarse a equipos multidisciplinarios en cualquier área en igualdad de condiciones. Aquí es cuando surge la necesidad de que el médico imagenólogo profundice su capacitación en un área específica de la imagenología (por ejemplo, mama, neuro, musculoesquelético, tórax, cuerpo, etc.). En cada área debe dominar todas las técnicas de imagen y, además, debe incorporar conocimientos de otras disciplinas afines. Solo con esta capacitación podrá interactuar en igualdad de condiciones con el médico clínico y ser un factor importante en la resolución del problema del paciente.

Es necesario destacar la importancia de esa subespecialización para que el médico pueda integrarse a los equipos multidisciplinarios y su tarea sea jerarquizada. Si el médico imagenólogo, en cada área, no tiene pleno conocimiento de las enfermedades a tratar, las cuestiones clínicas relevantes y el impacto de los hallazgos de las imágenes en la elección del tratamiento, su aporte no será valioso. A modo de un ejemplo, ocurre con frecuencia que un médico traumatólogo sepa obtener de una resonancia magnética de rodilla mayor información relevante para el diagnóstico y la planificación del tratamiento que la que se encuentra en el informe imagenológico. Esta situación genera un desprestigio de la imagenología como especialidad y crea un ambiente propicio para que el dominio de las imágenes pase a ser responsabilidad de otra especialidad.

El médico imagenólogo, además, debe potenciar sus habilidades de comunicación con los colegas y ser el referente a quien consultar para la selección del método de imagen más apropiado para abordar un problema clínico determinado. Al combinar la capacidad para interpretar las imágenes con la comprensión del manejo clínico de las enfermedades, los imagenólogos pueden agregar un valor significativo a la atención del paciente<sup>4-6</sup>.

También es importante que, en cada subespecialidad de la imagenología, el médico imagenólogo incremente su capacitación y experiencia en la realización de los procedimientos intervencionistas para fines de diagnóstico o terapéuticos, actuando como el referente y consultante para la realización de estos procedimientos.

Los programas de posgrado y residencia deberían modificar sus planes de estudio para adaptarse a estos cambios, aceptando que es imprescindible que el conocimiento vinculado a las imágenes médicas vaya acompañado de bases sólidas en disciplinas afines (por ejemplo, clínica, patología, cirugía u oncología).

Además, existen otras acciones que pueden realizarse para facilitar la integración del médico imagenólogo a un ambiente multidisciplinario:

- Reuniones regulares multidisciplinarias en las que los imagenólogos participen activamente en la discusión de casos complejos junto con médicos tratantes, cirujanos, oncólogos, etc.
- Rotaciones y prácticas cruzadas que permitan a los imagenólogos observar procedimientos clínicos y quirúrgicos para comprender el contexto de su trabajo, y que los clínicos participen en sesiones de interpretación de imágenes.
- Incentivar la participación de los imagenólogos en publicaciones y proyectos de investigación multidisciplinarios.

## La imagenología y la relación médico-paciente

Durante el siglo XXI se está produciendo un gran avance en la tecnología aplicada a la medicina, prioritariamente en el área de la imagenología, y nunca antes se había obtenido tal precisión en el diagnóstico y en el tratamiento. Sin embargo, este proceso va acompañado de riesgos, como la despersonalización de la atención médica, la dependencia excesiva de la tecnología y la pérdida de habilidades clínicas.

Para contrarrestar dichos riesgos, el concepto de «humanizar la medicina» está cobrando fuerza, lo cual implica minimizar la tendencia de tratar al enfermo como si fuera un objeto, una simple enfermedad o unos síntomas concretos, y no olvidar que detrás de cada enfermedad hay una persona.

Los centros de imagenología son lugares donde los pacientes se someten a pruebas diagnósticas más o menos agresivas, que generan estrés, incertidumbre y necesidad de información, y es en estas condiciones cuando se genera la oportunidad para que el médico

imagenólogo salga de su aislamiento y se involucre con el proceso de humanización de la medicina.

En el modelo de atención actual, los médicos clínicos pueden ver las imágenes de sus pacientes incluso antes de que el informe se haya realizado, y son ellos los que comunican los resultados. Con frecuencia ocurre que ni siquiera dan crédito a los imagenólogos o que no comprendan o vean completamente los hallazgos informados, y rara vez tienen tiempo para revisar las imágenes con los pacientes.

Debido a que los imagenólogos tienen un contacto limitado con los pacientes, son físicamente invisibles para ellos y su papel como médicos también permanece oculto para la mayoría de los pacientes<sup>7</sup>. Además, los imagenólogos habitualmente carecen de salas de consulta donde puedan hablar con los pacientes antes o luego de los estudios, y tampoco están previstos espacios en las agendas diarias para dicha actividad.

Resulta evidente que la cultura imagenológica, que hasta ahora ha carecido de un enfoque centrado en el paciente, necesita una reestructuración, rechazando la percepción de que los médicos imagenólogos son simplemente consultores de médico a médico y buscando una mayor interacción con el paciente<sup>8,9</sup>.

Sin duda no son cambios fáciles de establecer debido a la alta solicitud de estudios imagenológicos y la sobrecarga habitual en las agendas, pero es aconsejable que quienes se encargan de la gestión del trabajo en los centros de imagenología consideren la inclusión de tiempos y espacios para que el médico imagenólogo pueda interactuar con los pacientes en un ambiente de intimidad. En esas instancias, el médico podría aportar la información necesaria para que el paciente pueda comprender los objetivos del estudio, conocer los eventuales efectos adversos del mismo y realizar las preguntas acerca de cualquier duda que tenga sobre el procedimiento. También, luego de realizado el estudio correspondiente, se pueden utilizar esas instancias para comunicar y explicar los resultados en caso de que se detecten hallazgos relevantes, considerando que el médico imagenólogo es el más capacitado para esa tarea, asegurándose de que el paciente comprenda la situación y plantee todas las dudas que se le presenten.

Las mencionadas son iniciativas concretas de humanización de la medicina al alcance del médico imagenólogo, que contribuyen a reducir el estrés y la incertidumbre del paciente.

## Aprendizaje a partir de los errores

Muchos de los errores en el proceso de atención sanitaria pueden ser atribuibles a fallas en el análisis de las imágenes<sup>10</sup>, por lo que resulta importante aprender sobre cuáles son los tipos de error que se pueden cometer, conocer cuál es el mecanismo que lleva al error y saber qué se puede hacer para prevenir o disminuir la probabilidad de su ocurrencia.

Para comprender la naturaleza de los errores en imagenología es necesario revisar el proceso de análisis de las imágenes. El médico que interpreta una imagen extrae de ella características que considera importantes (proceso de percepción), luego analiza esas características en comparación con unos patrones de referencia aprendidos durante su capacitación o en su experiencia laboral (proceso cognitivo), lo cual le lleva a elaborar una hipótesis diagnóstica, y finalmente redacta un informe del estudio (proceso motor)<sup>11,12</sup>. Los errores en imagenología pueden ocurrir en cualquiera de dichas etapas: errores de percepción, errores cognitivos y errores motores (Tabla 1)<sup>10,11,13,14</sup>.

Existen múltiples factores que pueden contribuir a la ocurrencia de errores en imagenología, entre los cuales destacan la sobrecarga de trabajo (provoca fatiga, estrés y distracciones), el ambiente inadecuado para analizar las imágenes (exceso de luminosidad, ruido, temperatura inadecuada, exceso de circulación de personas), la falta de estudios anteriores para comparar, la insuficiente información clínica, las carencias en la capacitación y las limitaciones propias de la percepción humana.

También es necesario mencionar los sesgos cognitivos como generadores de errores, tratándose de efectos psicológicos que producen una desviación en el procesamiento mental que lleva a una distorsión, un juicio inexacto o una interpretación ilógica. En imagenología existen varios de ellos y en la tabla 2 se presentan los más relevantes.

Existen diversas acciones que pueden realizarse para aprender de los errores y a la vez tratar de disminuir su frecuencia:

- Seleccionar casos clínicos en los que se constataron errores para discutirlos en grupo, no con ánimo punitivo, sino para identificar qué factores contribuyeron al error y diseñar estrategias de mejora. Sería relevante que esas reuniones fueran multidisciplinarias para analizar cómo la falta de información o de comunicación pudo haber contribuido al error.
- Organizar reuniones periódicas en las que los radiólogos revisen interpretaciones de sus colegas para

**Tabla 1.** Tipos de error en imagenología y sus consecuencias

Tipo de error	Características principales	Consecuencias relevantes
Error de percepción	Existe una anomalía visible en la imagen, que no es detectada por el médico imagenólogo	Omisión en la detección de un tumor Progresión de la enfermedad sin tratamiento
Error cognitivo	Ocurre cuando se identifican hallazgos imagenológicos anómalos, pero el médico extrae conclusiones incorrectas	Sobrevaloración o infravaloración de una patología Tratamientos inadecuados
Error motor	Es una falla en alguna de las fases de la gestión documental del informe	Identificación incorrecta Informe incompleto Error de lateralización, etc.

discutir hallazgos, elaborar protocolos de análisis e informe, y crear un registro de errores comunes y estrategias para evitarlos.

- Instancias de capacitación continua, preferentemente de tipo multidisciplinario.
- Atención de los factores humanos: intervención de salud laboral o salud mental, periodos de descanso, evitar sobrecarga de las agendas, etc.
- Realización de auditorías internas y externas.
- Adaptación del ambiente donde se realizan los informes, programa de aseguramiento de la calidad de los estudios, sistemas de visualización correctos y apoyo por IA.

## Adaptación a la inteligencia artificial en imagenología

La IA es una disciplina que se enfoca en la creación de sistemas informáticos o combinaciones de algoritmos que pueden realizar tareas que son habituales para una inteligencia humana, tales como la capacidad de aprender, resolver problemas, tomar decisiones y comunicarse de manera similar a los seres humanos<sup>15</sup>.

Dentro de la IA aplicada a la medicina existe un gran desarrollo de esta tecnología en el ámbito del diagnóstico por imágenes, debido a las características del proceso de análisis de las imágenes médicas que implica una serie de pasos que pueden ser eficientemente imitados por los algoritmos.

**Tabla 2.** Sesgos cognitivos y sus características y consecuencias

Sesgo cognitivo	Características principales	Consecuencias
Visión túnel	El imagenólogo identifica un hallazgo obvio, se concentra en él y omite otras lesiones adicionales	Error de percepción
Satisfacción en la búsqueda	El imagenólogo encuentra un hallazgo anormal, acorde a su hipótesis inicial, se siente «satisfecho» con el hallazgo y deja de buscar otras posibles anomalías	Error de percepción
Error aliterativo	Se confía de forma acrítica en el informe anterior	Error de percepción Error cognitivo
De anclaje	El imagenólogo permanece fijo en su impresión diagnóstica inicial, aunque haya información que apunte en otro sentido	Error cognitivo
De confirmación	Buscar datos para confirmar una hipótesis específica en lugar de buscar datos que apoyen una hipótesis alternativa	Error cognitivo
De disponibilidad	Tendencia a considerar en primer lugar un diagnóstico conocido, ya sea porque se estudió recientemente o porque se cometió con anterioridad un error en esa patología concreta	Error cognitivo
Estadístico	Tendencia a afirmar lo más frecuente y a omitir un diagnóstico poco frecuente, aunque haya datos que apunten en ese sentido	Error cognitivo
Condicionamiento	Cuando la forma de plantear un problema clínico influye en el imagenólogo	Error cognitivo
De atribución	Todos los hallazgos imagenológicos se atribuyen a una patología de base	Error cognitivo

El desarrollo de la IA está cambiando la forma de trabajo en imagenología y es necesario que el médico imagenólogo se capacite en ella para poder mantenerse vigente teniendo el control del proceso imagenológico, y no transformarse en un simple accesorio de la tecnología.

En el año 2021 se publicó una revisión sistemática de las aplicaciones de la IA en el dominio de la imagenología que incluyó información de los principales congresos mundiales (Radiologic Society of North America, European Congress of Radiology, Society of Imaging Informatics in Medicine) e informes de encuestas de mercado (publicaciones técnicas en blogs, noticias y artículos)<sup>16</sup>.

Clasificadas las aplicaciones en relación a sus funcionalidades, se observó que la mayoría de ellas (87%) se enfocan en tareas agrupadas como «percepción» y «razonamiento», es decir, vinculadas a la tarea de asistir al médico en la interpretación de las imágenes (funciones interpretativas). Se destaca el desarrollo de estos algoritmos para el diagnóstico de cáncer en varias áreas, y hay varias publicaciones que reportan una mejora en el desempeño diagnóstico con la revisión humana combinada con los algoritmos de IA<sup>17,18</sup>.

Existen también otras aplicaciones, llamadas «no interpretativas», que realizan una serie de tareas relevantes en el proceso de diagnóstico por imágenes, aunque no estrictamente vinculadas con la detección

de lesiones<sup>19</sup>, tales como el procesamiento y la calidad de la imagen, la dosis de radiación, la mejora de los informes radiológicos, la mejora en el flujo de trabajo y la radiómica. Destacamos el aporte de la radiómica, cuyo objetivo es encontrar asociaciones entre información cualitativa y cuantitativa extraída de imágenes médicas y datos clínicos, de laboratorio, genómicos u otros, para respaldar la toma de decisiones clínicas basada en la evidencia<sup>20</sup>.

En el proceso de adaptación a los cambios impulsados por la IA es necesario definir hacia dónde dirigir los mayores esfuerzos, ya que en el terreno de la detección, segmentación, clasificación y cuantificación los médicos imagenólogos no tenemos posibilidad de competir. En cambio, en el terreno de la inferencia, proceso que implica la integración de los datos aportados por las imágenes con conceptos de diferentes campos científicos y especialidades clínicas, aún somos superiores a las máquinas y todavía podríamos prevalecer si trabajamos en ese sentido.

Algunos ítems relevantes de la IA acerca de los cuales el médico imagenólogo debe capacitarse son:

- Conceptos básicos: comprender qué es la IA, el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*), y familiarizarse con las redes neuronales convolucionales (*convolutional neural network* [CNN]), que son esenciales para el análisis de imágenes médicas.

- Segmentación y análisis de imágenes: uso de algoritmos para identificar regiones específicas, como tumores o lesiones. Entender cómo los algoritmos pueden detectar patologías y correlacionar imágenes con resultados clínicos.
- Interpretación de resultados: saber leer métricas como sensibilidad, especificidad, curvas ROC (*receiver operating characteristic*), área bajo la curva y otras.
- Limitaciones y sesgos: identificar posibles sesgos en los datos de entrenamiento y los riesgos de la implementación en la práctica clínica.
- Aspectos éticos y regulatorios: privacidad de los datos (conocer las normativas sobre el manejo seguro de datos), familiarizarse con los requisitos de aprobación de herramientas de IA y comprender cómo asumir la responsabilidad cuando una herramienta de IA comete un error.

Es necesario mencionar también que pueden surgir nuevos roles para los médicos imagenólogos durante la implementación de la IA y es necesario prepararse para actuar en conjunto con los ingenieros.

Los algoritmos deben ser entrenados antes de su incorporación a la práctica clínica, para lo cual deben crearse conjuntos de datos de entrenamiento (imágenes), específicos para cada técnica en la cual funcionará el algoritmo. Las imágenes deben estar anonimizadas y etiquetadas (se indica por ejemplo un diagnóstico correcto), y a medida que se agregan datos al conjunto de entrenamiento el sistema aumenta la precisión de sus predicciones (aprende)<sup>21</sup>.

También debe existir un conjunto de datos de validación que se utilizará para monitorear el desempeño del modelo durante el proceso de entrenamiento. Esta etapa proporcionará información sobre el valor potencial de los algoritmos en un entorno clínicamente realista.

Luego de la validación debe exponerse al modelo a un conjunto de datos de testeo, esta vez sin etiquetar, que debe proporcionar información sobre la precisión esperada del algoritmo. Finalmente, el sistema debe ser probado en un entorno clínico real, diferente a aquel en el que fue entrenado, para evaluar cuán robusto es ante variaciones técnicas, geográficas y poblacionales. La generalización es la posibilidad de que un algoritmo se aplique en diferentes entornos clínicos.

Los médicos imagenólogos, en conjunto con los ingenieros, pueden cumplir un rol relevante en los procesos de entrenamiento, validación y testeo.

## Conclusiones

La imagenología es una especialidad sumamente variada y dinámica que evoluciona de manera constante, de la mano de los avances tecnológicos. Es necesario que el médico imagenólogo sepa adaptarse a los cambios, mantenga el control de los procesos imagenológicos y logre estar vigente realizando aportes valiosos para la atención sanitaria de los pacientes.

Se entiende por formación un proceso amplio que busca el desarrollo integral de la persona. Abarca conocimientos teóricos (capacitación) para tareas específicas, pero también las aptitudes y actitudes generales que serán útiles a lo largo de toda la actividad profesional.

De acuerdo con lo que hemos estado analizando en este texto, se puede concluir que hay cinco aspectos fundamentales que deben incluirse en la formación del médico imagenólogo: la capacitación técnica (uso adecuado de las técnicas de imagen), la integración en igualdad de condiciones a los equipos multidisciplinarios en las diversas áreas de la medicina, la jerarquización de la relación médico-paciente, el aprendizaje a partir de los errores y la adaptación a trabajar en conjunto con la IA.

## Financiamiento

El autor declara no haber recibido financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** El autor declara que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** El autor declara que no utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

## Referencias

1. European Society of Radiology (ESR). European Training Curriculum. (Consultado en enero de 2025.) Disponible en: <https://www.myesr.org/app/uploads/2023/08/ESR-European-Training-Curriculum-Level-II-2020-1.pdf>

2. Udelar. Facultad de Medicina. Escuela de Graduados. Programa de formación de especialistas en imagenología. Disponible en: [http://www.egradu.fmed.edu.uy/sites/www.egradu.fmed.edu.uy/files/Programa\\_de\\_postgrados/3-Especialidades/IMAGENOLOG%C3%8DA.pdf](http://www.egradu.fmed.edu.uy/sites/www.egradu.fmed.edu.uy/files/Programa_de_postgrados/3-Especialidades/IMAGENOLOG%C3%8DA.pdf)
3. European Society of Radiology (ESR). The role of radiologist in the changing world of healthcare: a White Paper of the European Society of Radiology (ESR). *Insights Imaging*. 2022;13:100-6.
4. Brady AP, Brink JA, Slavotinek J. Radiology and value-based healthcare. *JAMA*. 2020;324:1286-7.
5. Brady AP, Bello JA, Derchi LE, Fuchsjäger M, Georgen S, Krestin GP, et al. Radiology in the era of value-based healthcare: a multi-society expert statement from the ACR, CAR, ESR, IS3R, RANZCR, and RSNA. *Insights Imaging*. 2020;11:136-40.
6. European Society of Radiology (ESR). ESR concept paper on value-based radiology. *Insights Imaging*. 2017;8:447-54.
7. Glazer GM, Ruiz-Wibbelsmann JA. The invisible radiologist. *Radiology*. 2011;258:18-22.
8. Brandt-Zawadzki M, Kerlan R. Patient-centered radiology: use it or lose it! *Acad Radiol* 2009;16:521-3.
9. Perry DJ, Kwan SW, Bhargava P. Patient-centered clinical training in radiology. *J Am Coll Radiol*. 2015;12:724-7.
10. Bruno M, Walker E, Abujudeh H. Understanding and confronting our mistakes: the epidemiology of error in radiology and strategies for error reduction. *RadioGraphics*. 2015;35:1668-76.
11. Brook OR, O'Connell AM, Thornton E, Eisenberg RL, Mendiratta-Lala M, Kruskal JB. Quality initiatives: anatomy and pathophysiology of errors occurring in clinical radiology practice. *RadioGraphics*. 2010;30:1401-10.
12. Itri JN, Tappouni RR, McEachern RO, Pesch AJ, Patel SH. Fundamentals of diagnostic error in imaging. *RadioGraphics*. 2018;38:1845-65.
13. Berlin L. Accuracy of diagnostic procedures: has it improved over the past five decades? *AJR Am J Roentgenol*. 2007;188:1173-8.
14. Berlin L. Malpractice issues in radiology. Perceptual errors. *AJR Am J Roentgenol*. 1996;167:587-9.
15. Ávila-Tomás JF, Mayer-Pujadas M, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina II: importancia actual y aplicaciones prácticas. *Atención Primaria*. 2021;53:81-8.
16. Rezazadeh Mehrizi R, van Ooijen P, Homan M. Applications of artificial intelligence (AI) in diagnostic radiology: a technography study. *Eur Radiol*. 2021;31:1805-11.
17. Rodríguez-Ruiz A, Krupinski E, Mordang JJ, Schilling K, Heywang-Köbrunner S, Sechopoulos I, et al. Detection of breast cancer with mammography: effect of an artificial intelligence support system. *Radiology*. 2019;290:305-14.
18. Lång K, Josefsson V, Larsson AM, Larsson S, Högberg C, Sartor H, et al. Artificial intelligence-supported screen reading versus standard double reading in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a clinical safety analysis of a randomised, controlled, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study. *Lancet Oncol*. 2023;24:936-44.
19. Richardson M, Garwood E, Lee Y, Li M, Lo H, Nagaraju A, et al. Noninterpretive uses of artificial intelligence in radiology. *Acad Radiol*. 2021;28:1225-35.
20. Pesapane F, De Marco P, Rapino A, Lombardo E, Nicosia L, Tantrige P, et al. How radiomics can improve breast cancer diagnosis and treatment. *J Clin Med*. 2023;12:1372-8.
21. Diaz O, Kushibar K, Osuala R, Linardos A, Garrucho L, Igual L, et al. Data preparation for artificial intelligence in medical imaging: a comprehensive guide to open-access platforms and tools. *Phys Med*. 2021;83:25-37.