

Uso de Inteligencia Artificial Generativa y Realidad Extendida en la Enseñanza de Anatomía: Percepción Estudiantil, Bioética y Aspectos de Género en una Nueva Escuela de Medicina del Norte de Chile

Use of Generative Artificial Intelligence and Extended Reality in Anatomy Teaching: Student Perception, Bioethics and Gender Aspects in a New Medical School in Northern Chile

Pedro Hecht-López¹ & Eduardo Parra-Villegas²

HECHT-LÓPEZ, P. & PARRA-VILLEGAS, E. Uso de inteligencia artificial generativa y realidad extendida en la enseñanza de anatomía: percepción estudiantil, bioética y aspectos de género en una nueva escuela de medicina del norte de Chile. *Int. J. Morphol.*, 44(3):803-813, 2026.

RESUMEN: El presente estudio analiza el uso emergente de herramientas de inteligencia artificial por parte de estudiantes de medicina durante el estudio de la asignatura de anatomía humana, en el contexto de una nueva escuela de medicina ubicada en el extremo norte de Chile. Se aplicó una encuesta estructurada con preguntas cerradas, ordinales y de escala Likert, dirigida a estudiantes de primer año durante el segundo semestre del año 2024. El objetivo fue evaluar percepciones, frecuencia de uso, beneficios percibidos y relación de la inteligencia artificial con los aspectos bioéticos y de género en el proceso educativo anatómico. Los resultados revelan una adopción espontánea y creciente de modelos generativos de inteligencia artificial, como ChatGPT®, Gemini® y Claude®, utilizados como complemento a recursos tradicionales y digitales, tales como atlas impresos, software 3D y dispositivos de realidad virtual. Destaca una percepción positiva generalizada sobre el impacto de estas tecnologías en la comprensión de la morfología humana. No obstante, se identificaron brechas en la integración curricular de contenidos sobre aspectos de bioética y género, especialmente en lo referido a la reflexión crítica sobre el uso de inteligencia artificial en contextos de estudio anatómico. Asimismo, se observaron diferencias importantes en la percepción de estos aspectos según el género de los encuestados. Se discuten las implicancias de la integración sincrónica de inteligencia artificial en plataformas de realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida, como el caso del programa 3D Organon®, que incorpora asistentes inteligentes y entornos inmersivos colaborativos. Este fenómeno abre nuevas posibilidades pedagógicas, pero también plantea desafíos éticos y formativos que requieren atención institucional. Los hallazgos sugieren la necesidad de fortalecer el enfoque humanista en la enseñanza anatómica y promueven el desarrollo de una formación médica crítica, equitativa y contextualizada frente al avance de la inteligencia artificial.

PALABRAS CLAVE: Anatomía humana; Inteligencia artificial; Educación médica; Bioética; Género.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la anatomía humana ha sido históricamente un pilar fundamental en la formación médica, especialmente durante los primeros años del currículo (Syed Abd Halim *et al.*, 2024). En este contexto, la Facultad de Medicina (FACMED) de la Universidad de Tarapacá (UTA), ubicada en la ciudad de Arica, extremo norte de Chile, inició las actividades académicas de su “Carrera de Medicina” el año 2016, con un sello innovador, incorporando desde su origen la integración curricular mediante el logro de competencias, docencia centrada en el estudiante y progresiva introducción de modernas tecnologías educativas y de la información. Desde su fundación, la puesta en marcha

de la asignatura de anatomía en esta nueva carrera de medicina se ha desarrollado estrechamente con el laboratorio de anatomía, en donde progresivamente se ha implementado una enseñanza práctica apoyada por recursos digitales como; mesas de disección digital 3D, lentes de realidad virtual (VR) y plataformas interactivas digitales para revisar la anatomía normal y radiológica (Hecht-López *et al.*, 2023).

A partir del año 2023, el uso de inteligencia artificial (IA) generativa comenzó a expandirse aceleradamente en el ámbito educativo, incluyendo la educación médica. Este tipo de IA permite la creación automática de contenido de texto,

¹ Laboratorio de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

² Laboratorio de Biomedicina Experimental, Facultad de Medicina, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

FINANCIAMIENTO. Este trabajo fue financiado por la Universidad de Tarapacá (Arica, Chile) mediante el “Proyecto Mayor de Investigación Científica y Tecnológica UTA mayor – 2022” Código 7703-22

visual o interactivo, en respuesta a entradas o instrucciones humanas (Jowsey *et al.*, 2023). Entre los modelos más relevantes según su año de implementación destacan GPT-3 (2020) y GPT-4 (2023) de OpenAI®, Claude de Anthropic® (2023), Gemini de Google® (2023), y Copilot de Microsoft® (integrado en Office 365® a partir de 2023). Estas herramientas pasaron rápidamente desde entornos de desarrollo restringidos a disponibilidad pública a gran escala. Su utilización en el estudio independiente por parte de estudiantes de medicina ha abierto nuevas posibilidades en el acceso al conocimiento, la explicación de conceptos complejos y la generación de material de apoyo personalizado para el aprendizaje (Lucas *et al.*, 2024).

Sin embargo, el uso creciente de estas tecnologías plantea interrogantes relevantes que aún no han sido suficientemente abordados en la literatura científica, particularmente en relación con dos dimensiones fundamentales de la formación médica: la bioética y el enfoque de género (Zack *et al.*, 2024). La IA, al ser entrenada sobre grandes volúmenes de información, puede reproducir sesgos históricos, culturales y de género, afectando así la objetividad, equidad y pertinencia del contenido que entrega (Schwartzstein, 2024). Además, su integración en procesos formativos exige una revisión ética que considere la autonomía del estudiante, la autoría del conocimiento generado, la confidencialidad de los datos personales, y el impacto en el proceso evaluativo (Abdullah *et al.*, 2024).

Considerando lo anterior, se identifica una brecha importante en la literatura con respecto a la incorporación reflexiva de la IA en la enseñanza de la anatomía, particularmente en contextos regionales como el extremo norte de Chile, donde los procesos educativos también enfrentan el desafío de equidad territorial. El presente estudio busca aportar evidencia local preliminar sobre la percepción y uso de herramientas de IA por parte de estudiantes de medicina en la asignatura de anatomía, así como explorar la presencia e integración de los aspectos de bioética y género en relación con dicha tecnología.

Este artículo representa una contribución inicial en el análisis de estas nuevas interacciones, considerando no sólo la perspectiva técnica y pedagógica, sino también la necesidad de una mirada crítica y formativa sobre los valores que deben orientar el uso responsable de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje en medicina.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño del estudio y contexto docente

Se realizó un estudio descriptivo, transversal, de

enfoque mixto, aplicado durante el segundo semestre del año 2024 a estudiantes de primer año de la Carrera de Medicina de la UTA, sede Arica, Chile. El estudio se desarrolló en el contexto de la asignatura de Anatomía, dentro de las actividades del Laboratorio docente de Anatomía de la FACMED, unidad que desde su creación ha incorporado de manera sistemática recursos digitales, 3D y estrategias de enseñanza centradas en el estudiante.

La encuesta se aplicó como parte de un proceso interno de reflexión sobre el proceso enseñanza-aprendizaje y de prospección del impacto percibido por los estudiantes acerca del uso de tecnologías emergentes, incluida la IA en el aprendizaje anatómico, así como de la integración de contenidos transversales del currículum relacionados con aspectos de bioética y género. Los estudiantes encuestados habían tenido experiencia directa y sostenida con recursos tradicionales para el aprendizaje (libros y atlas impresos, material cadavérico) y con nuevos recursos tecnológicos como; mesa de disección digital 3D, pantallas digitales para programas dedicados a la visualización de imágenes médicas (radiología) y anatomía cadavérica, lentes para VR, lo que les permitió emitir una valoración informada sobre las dimensiones evaluadas.

Muestra y procedimiento de recolección de datos

La muestra estudiada estuvo constituida por 30 estudiantes que cursaban la asignatura de Anatomía en la Carrera de Medicina durante el período señalado, todos aceptaron participar. La encuesta fue aplicada de manera presencial, en formato papel, al finalizar una sesión de trabajo en el laboratorio docente de anatomía, posterior al uso de nuevos recursos digitales y 3D para las actividades de prospección anatómica. La participación fue voluntaria y anónima, sin incentivos académicos asociados, y el tiempo asignado de respuesta fue de 20 minutos, donde todos los estudiantes respondieron sin dificultad.

Previo a la aplicación del instrumento, se explicó a los estudiantes el objetivo del estudio y el carácter confidencial de la información. No se recolectaron datos sensibles ni identificadores personales. Ningún encuestado declinó su participación en etapas posteriores.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento utilizado consistió en un cuestionario estructurado de 14 preguntas, elaborado por el equipo docente de la asignatura, tomando como base la encuesta de calidad aplicada con similar propósito el año 2016 y reportada el año 2018, pero ahora adaptada para la exploración de la percepción estudiantil sobre nuevas

tecnologías VR, IA y su relación con los otros aspectos educativos. El cuestionario incluyó preguntas de tipo demográfico, ordinal, categórico y de escala de Likert de cinco puntos, organizadas en cuatro dimensiones principales: características de la muestra, preferencias de recursos de estudio, percepción del uso de tecnologías e IA, y percepción sobre bioética y género en la docencia anatómica. Las preguntas que dieron origen a la base de datos fueron las siguientes:

1. Género: Masculino / Femenino / Otro (pregunta categórica nominal).
2. Edad: expresada en años (variable cuantitativa continua).
3. Preferencias de recursos de estudio en anatomía, solicitando ordenar las opciones según prioridad (1°, 2°, 3°, etc.), correspondientes a: libros o apuntes impresos en papel, libros o recursos en formato digital (independiente del medio de soporte), programas o páginas web en computadora personal (PC), programas o páginas web en Tablet, programas o páginas web en teléfono celular, (pregunta de tipo ordinal y preferencia múltiple).
4. “El uso de recursos modernos como mesas y pantallas de disección digital 3D facilitan más el aprendizaje de la anatomía en comparación con recursos clásicos 2D”, (escala Likert de 5 categorías).
5. “El uso de recursos modernos 3D como lentes de realidad virtual facilitan más el aprendizaje de la anatomía en comparación con recursos clásicos 2D”, (escala Likert de 5 categorías).
6. “El uso de lentes de realidad virtual me ayudó significativamente en el aprendizaje de anatomía”, (escala Likert de 5 categorías).
7. “Cursando los estudios de anatomía he tenido la oportunidad de utilizar inteligencia artificial”, (escala Likert de 5 categorías).
8. Frecuencia de uso de IA para estudiar anatomía, con cinco categorías ordinales que van desde el uso permanente diario hasta casi nunca o nunca (pregunta ordinal).
9. Preferencia de plataformas de IA utilizadas, permitiendo ordenar múltiples opciones según prioridad (Copilot®, ChatGPT®, Claude®, Gemini®, Pytorch®, BlackboxAi®, Siri®, Alexa®, GPT-4®, Meta AI®, otra IA, ninguna IA), correspondiente a una pregunta ordinal de selección múltiple, además un espacio para completar con otra IA distinta a las listadas, si ameritaba.
10. “El uso de inteligencia artificial me ha ayudado significativamente en el estudio de anatomía”, (escala Likert de 5 categorías).
11. “Se han presentado o aplicado conceptos de bioética durante las actividades de la asignatura de anatomía”, (escala Likert de 5 categorías).
12. “Se han presentado o aplicado conceptos de género

durante las actividades de la asignatura de anatomía”, (escala Likert de 5 categorías).

13. “Se deben considerar los aspectos de bioética para el uso de inteligencia artificial durante las actividades de anatomía”, (escala Likert de 5 categorías).
14. “Se deben considerar los aspectos de género para el uso de inteligencia artificial durante las actividades de anatomía”, (escala Likert de 5 categorías).

En la mayoría de las preguntas de respuesta tipo Likert, se utilizó una escala de cinco puntos declarando estar: totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Procesamiento y análisis de los datos

Las respuestas fueron digitadas manualmente en una base de datos en Microsoft Excel® (Microsoft Office Professional Plus® 2013), software disponible institucionalmente. Se realizó un análisis descriptivo mediante el cálculo de frecuencias absolutas (n) y frecuencias relativas (%). Para determinadas preguntas se efectuó un análisis estratificado por género, permitiendo explorar posibles diferencias en las preferencias y percepciones. Los resultados fueron organizados en tablas y representados visualmente mediante gráficos de barras, elaborados directamente en Excel®, de acuerdo con el plan de tabulación previamente definido y coherente con los objetivos del estudio.

Consideraciones éticas

Este estudio se desarrolló mediante una encuesta auto administrada y anónima, aplicada localmente durante la asignatura, para retroalimentar sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, en un contexto académico universitario, de manera no invasiva y sin intervención sobre los participantes, ni recopilación de información sensible, luego de firmar un consentimiento informado. En concordancia con consultas previas realizadas al Comité Ético Científico (CEC) de la UTA (carta CEC N° 48/2022), no fue requerida una nueva evaluación ética. El trabajo se ajusta a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normas vigentes.

RESULTADOS

La muestra total estuvo compuesta por 30 estudiantes de primer año de la Carrera de Medicina en la UTA, cohorte año 2024. La edad promedio fue de 19 años, con un rango de 18 a 21 años y una desviación estándar de 0,79. En cuanto a la variable género, el 63,3 % de los participantes se identificó como “femenino” (n=19), mientras que el 36,7 %

se identificó como “masculino” (n=11). No se registraron respuestas en la categoría “otro”. En la Tabla I se puede observar que, con respecto a las preferencias ordinales de herramientas, para el estudio de la asignatura de anatomía, los recursos impresos en papel fueron seleccionados como primera preferencia por la mayoría de los estudiantes 40,0 % (n=12). Le siguieron los materiales en formato digital en general 30 % (n=9) y luego de manera específica el uso de PC 16,67 % (n=5). La opción de Tablet fue seleccionada en menor medida como primera preferencia 13,33 % (n=4), mientras que los teléfonos celulares no fueron considerados como primera opción por ninguno de los encuestados. En cuanto a las segundas preferencias, se observó un predominio del uso de dispositivo tipo Tablet 36,67 % (n=11), seguido por el formato digital en general 26,67 % (n=8) y PC con un 20,0 % (n=6). Los recursos impresos en papel disminuyeron considerablemente en esta categoría 13,33 % (n=4). En las terceras preferencias, el papel volvió a aumentar en frecuencia llegando a 26,67 % (n=8), mientras que las opciones de material digital en general, PC y teléfono celular tuvieron frecuencias similares. La tendencia general muestra una preferencia combinada por materiales tradicionales y digitales, destacando un uso complementario entre papel, formatos digitales y plataformas tecnológicas, con una clara relegación del teléfono celular a categorías de menor preferencia.

Percepción de los alumnos sobre tecnologías 3D y Realidad Virtual en el aprendizaje anatómico

En relación con la percepción de los recursos modernos para el aprendizaje de anatomía, mediante escala de Likert, en la Tabla II se observa que el 43,33 % de los estudiantes (n=13) manifestó estar totalmente de acuerdo en que el uso de mesas y pantallas de disección digital en 3D facilita más el aprendizaje en comparación con los

recursos tradicionales en 2D. Un 53,33 % (n=16) estuvo de acuerdo, mientras que sólo un 3,33 % (n=1) se mantuvo neutral. No se registraron respuestas en desacuerdo ni totalmente en desacuerdo. Respecto al uso de lentes de VR como herramienta de apoyo, el 40,0 % (n=12) de los estudiantes indicó estar totalmente de acuerdo en que estos recursos facilitan el aprendizaje anatómico, y el 46,67 % (n=14) estuvo de acuerdo. El 10,0 % (n=3) respondió con una valoración neutral y un 3,33 % (n=1) expresó estar en desacuerdo. No se reportaron respuestas en la categoría “totalmente en desacuerdo”. En la valoración específica del impacto del uso de lentes VR en su aprendizaje anatómico, el 26,67 % (n=8) estuvo totalmente de acuerdo con su utilidad significativa, el 46,67 % (n=14) estuvo de acuerdo y el 20,0 % (n=6) se mantuvo en una posición neutral. Se reportaron dos respuestas 6,67 % (n=2) en la categoría de desacuerdo y ninguna en total desacuerdo. Estos resultados muestran una alta aceptación y valoración positiva de las tecnologías 3D y de VR entre los estudiantes, con un claro predominio de respuestas de satisfacción estudiantil en comparación a los grados de disconformidad.

Uso y frecuencia de IA como herramienta de apoyo en el estudio de anatomía

En la Tabla III los resultados al usar la escala de Likert muestran que el 83,33 % (n=25) de los estudiantes declaró estar “totalmente de acuerdo” con haber tenido la oportunidad de utilizar IA durante sus estudios de anatomía, mientras que un 16,16 % (n=5) indicó estar “de acuerdo”. Ninguna de las respuestas se posicionó en forma neutral. No se registraron respuestas en la categoría “en desacuerdo” o “totalmente en desacuerdo”. Respecto a la frecuencia de uso de herramientas basadas en IA, el 13,33 % (n=4) reportó un uso permanente, prácticamente diario. El 23,33 % (n=7) indicó un uso muy frecuente (varias veces por semana),

Tabla I. Preferencias sobre materiales de estudio usados por los estudiantes.

Tipo de recurso preferido por los estudiantes	1° preferencia	2° preferencia	3° preferencia	4° preferencia	5° preferencia
Materiales impresos en papel	12	4	8	2	1
Materiales en formato digital	9	8	5	4	0
Uso de computador personal	5	6	6	5	2
Uso de dispositivo tipo tablet	4	11	3	3	1
Uso de teléfono inteligente (celular)	0	1	3	3	9

Tabla II. Percepción sobre tecnologías modernas, 3D y VR.

Preferencia de recursos	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Aprecia más 3D vs 2D	0	0	1	16	13
Aprecia más VR vs 2D	0	1	3	14	12
Aprecia más VR por su ayuda al aprendizaje	0	2	6	14	8

Tabla III. Uso de IA como apoyo en el estudio de anatomía, reportado por estudiantes de medicina.

Uso de IA	Totalmente en desacuerdo / *casi nunca	En desacuerdo / *pocas veces	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / *	De acuerdo / * muy frecuentemente	Totalmente de acuerdo / *siempre
Oportunidad de uso de IA en Anatomía	0	0	0	5	25
La IA me ayuda en el estudio de anatomía	0	0	6	14	9
*Frecuencia del uso de IA	0	5	14	7	4

mientras que el 46,67 % (n=14) declaró usarlas con frecuencia (algunas veces por semana). El 16,67 % (n=5) manifestó un uso poco frecuente (pocas veces al mes) y ninguno indicó las opciones; “casi nunca” o “nunca haberlas usado”.

En cuanto a la valoración del impacto del uso de IA como apoyo en el aprendizaje anatómico, el 46,67 % (n=14) estuvo “de acuerdo” en que esta tecnología les ayudó significativamente, mientras que el 30,0 % (n=9) estuvo “totalmente de acuerdo”. El 20,0 % (n=6) se mantuvo en una posición neutral. Ninguno indicó estar “en desacuerdo”, además, no se registraron respuestas en la categoría de total desacuerdo. Estos resultados reflejan una adopción progresiva y una percepción positiva de la IA como herramienta complementaria en el aprendizaje de contenidos anatómicos, especialmente entre quienes la utilizan con mayor frecuencia.

Preferencias sobre plataformas de IA utilizadas por los estudiantes

En la Tabla IV se presentan las IA utilizadas como herramientas de apoyo para el estudio de anatomía, ordenadas según la preferencia declarada por los estudiantes. ChatGPT de OpenAI® fue ampliamente la aplicación más utilizada, siendo elegida como primera preferencia por el

83,33 % (n=25) de los encuestados. Le siguió Copilot de Microsoft®, con un total de 20 menciones distribuidas principalmente como segunda preferencia (n=13) y en menor grado como primera (n=4) y tercera (n=3). Otras herramientas con menor nivel de uso fueron GPT-4 de OpenAI® con (n=6) en total y (n=4) en la categoría de segunda preferencia; MetaAI con (n=8) en total, mostrando una distribución dispersa entre segunda y tercera preferencia; y Siri de Apple® (n=5) en total, utilizada principalmente como tercera opción. Los sistemas Claude®, BlackBox Ai® y PyTorch® (este último siendo un marco o framework para IA) no se registraron como herramientas de apoyo al estudio anatómico, y Alexa® apenas fue mencionada (n=1). Por otra parte, un pequeño grupo (n=2) mencionó a la herramienta Perplexity® en la opción “otra IA”. Ningún estudiante reportó la opción no uso IA. Todo lo anterior demuestra un generalizado uso de las IA entre los alumnos de anatomía participantes del estudio.

Percepción sobre la inclusión de bioética y género en la enseñanza de anatomía y su relación con el uso de IA

En la Tabla V se exponen los resultados relacionados con la percepción estudiantil respecto a la incorporación de contenidos de bioética y género durante las actividades de anatomía, así como su consideración específica en el contexto del uso de IA. En relación con la afirmación “se

Tabla IV. Plataformas de IA y sus preferencias de uso por estudiantes de medicina en la asignatura anatomía.

Plataforma IA	1ª preferencia	2ª preferencia	3ª preferencia	4ª preferencia	5ª preferencia	Total de menciones
Uso de Copilot	4	13	3	0	0	20
Uso de ChatGPT	25	3	0	1	0	29
Uso de Claude	0	0	0	0	0	0
Uso de Gemini	0	1	1	0	0	2
Uso de PyTorch	0	0	0	0	0	0
Uso de BlackBox	0	0	0	0	0	0
Uso de Siri	0	1	2	1	1	5
Uso de Alexa	0	0	0	1	0	1
Uso de GPT4	1	4	1	0	0	6
Uso de MetaAI	0	1	4	2	1	8
Otra IA; Perplexity	0	1	1	0	0	2
No uso-IA	0	0	0	0	0	0

Tabla V. Percepción estudiantil sobre la inclusión de bioética, género y su relación con la IA.

Percepción sobre bioética y género al usar IA en la asignatura anatomía	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Se aplicó Bioética durante anatomía	0	1	6	8	14
Se aplicó Género durante anatomía	2	3	10	10	4
Debe considerarse Bioética al usar IA durante anatomía	0	0	4	12	14
Debe considerarse Género al usar IA durante anatomía	2	4	11	5	7

han presentado o aplicado conceptos de bioética durante las actividades de la asignatura de anatomía” (pregunta 11), el 46,67 % (n=14) de los estudiantes estuvo “totalmente de acuerdo” y el 26,67 % (n=8) indicó estar “de acuerdo”. Un 20,0 % (n=6) se mostró neutral. Un estudiante 3,33 % se manifestó “en desacuerdo” y ninguno se mostró “totalmente en desacuerdo”. Sólo un estudiante no respondió esta pregunta en particular. Con respecto a la afirmación “se han presentado o aplicado conceptos de género durante las actividades de la asignatura de anatomía” (pregunta 12), el 13,33 % (n=4) indicó estar “totalmente de acuerdo”, el 33,33 % (n=10) estuvo “de acuerdo”, por otra parte, el 33,33 % (n=10) se mantuvo neutral, y el 10,0 % (n=3) se expresó “en desacuerdo”. Dos estudiantes equivalentes al 6,67 % se manifestaron en la categoría “en total desacuerdo”. En cuanto a si “se deben considerar los aspectos de bioética para el uso de inteligencia artificial durante las actividades de anatomía” (pregunta 13), el 46,67 % (n=14) estuvo “totalmente de acuerdo”, y el 40 % (n=12) estuvo “de acuerdo”. Un 13,33 % (n=4) permaneció neutral. No se reportaron desacuerdos para esta propuesta. Finalmente, ante la afirmación “se deben considerar los aspectos de género para el uso de inteligencia artificial durante las actividades de anatomía” (pregunta 14), el 23,33 % (n=7) indicó estar “totalmente de acuerdo”, el

16,67 % (n=5) estuvo “de acuerdo”, el 36,67 % (n=11) se mantuvo neutral y el 13,33 % (n=4) estuvo “en desacuerdo”. Dos estudiantes representando al 6,67 % se manifestaron en total desacuerdo. Estos resultados muestran una percepción positiva sobre la presencia de contenidos bioéticos y de género en el currículo de anatomía, así como un importante consenso respecto a la importancia de considerar los aspectos bioéticos y de género al integrar tecnologías de IA en el entorno formativo.

En la Figura 1 se presenta la distribución de la primera preferencia de recurso para el estudio de anatomía, declarada por los alumnos según el género. Se observó que el recurso más elegido por las estudiantes identificadas con género femenino (n=19), fue el material impreso en papel, con un 52,63 % (n=10) del total de mujeres, mientras que esta opción fue menos representativa entre los alumnos masculinos del total estudiantes (n=11), con solo un 18,18 % (n=2). En contraste, los recursos digitales fueron proporcionalmente más utilizados por varones, destacando específicamente la preferencia por el uso de PC (27,27 %; n=3), frente al 10,52 % (n=2) de las mujeres. La categoría de material digital (en general) mostró una preferencia equilibrada (26,32 % en mujeres con n=5 vs, 36,36 % en hombres con n=4), mientras

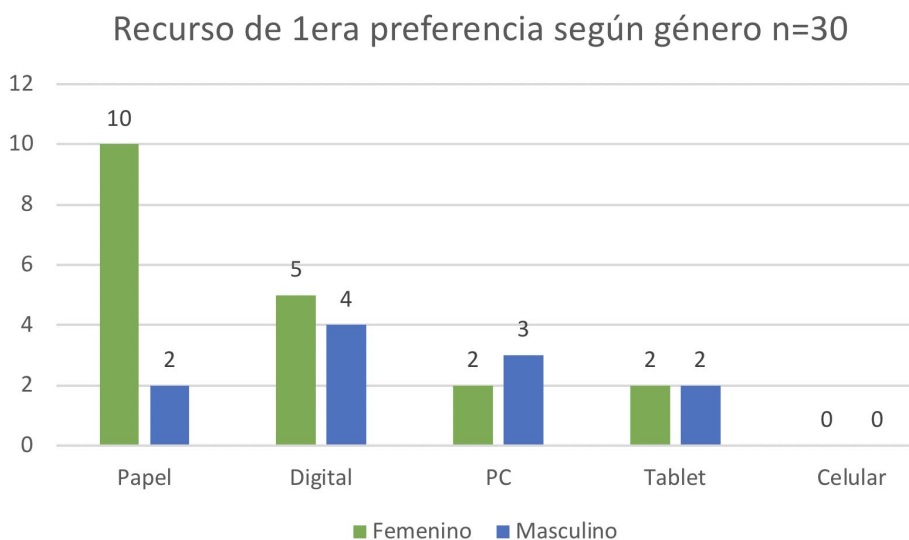


Fig. 1. Distribución de la primera preferencia de recursos de estudio para la asignatura de anatomía, según género (n=30 total), donde 19 se identifican como femenino y 11 masculino. Se observa que el recurso más preferido por estudiantes del género femenino fue el material impreso en papel (n=10), mientras que en el grupo masculino la preferencia estuvo más distribuida entre recursos digitales, destacando el uso de PC (n=3) y materiales digitales en general (n=4). El teléfono celular no fue seleccionado como primera preferencia por ningún estudiante. Esta distribución sugiere diferencias de enfoque en las estrategias de aprendizaje según género.

que la frecuencia de uso de “tablets” fue idéntico en ambos géneros (n=2 cada uno). Ningún estudiante, independiente del género, reportó el uso de teléfonos móviles como primera elección. Estos hallazgos sugieren diferencias de género en la preferencia de recursos de estudio, con una mayor inclinación femenina hacia materiales impresos, y una ligera preferencia masculina hacia tecnologías digitales.

En la Figura 2 se observa la distribución de las respuestas según género, respecto a la percepción sobre la incorporación de los contenidos de bioética y género en la docencia de anatomía, así como la necesidad de considerar estos aspectos al utilizar herramientas de IA. En cuanto a la afirmación sobre la presencia de contenidos de bioética (pregunta 11), tanto estudiantes femeninas, como masculinos manifestaron una alta valoración positiva, con un 73,68 % y 72,72 % respectivamente ubicándose en las categorías “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo”. En

relación con el enfoque de género (pregunta 12), se apreció una similar proporción de estudiantes femeninas con respuestas neutras o críticas (neutral o algún grado de desacuerdo; 63,16 %) en contraste a los estudiantes masculinos, quienes mostraron mayor grado de acuerdo (63,63 %). Respecto a la consideración de la bioética durante el uso de IA en anatomía (pregunta 13), se observó un amplio consenso transversal, donde el 94,74 % de las mujeres y el 72,72 % de los hombres estuvieron “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo”. Sin embargo, al abordar la inclusión de aspectos de género en el uso de IA (pregunta 14), se evidenció una mayor diversidad de opiniones. Las mujeres tendieron a posicionarse más favorablemente, con un 47,37 % en las dos categorías superiores, mientras que los hombres manifestaron una distribución más heterogénea, con un 45,45 % en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que sugiere diferencias perceptuales relevantes según el género de los encuestados.

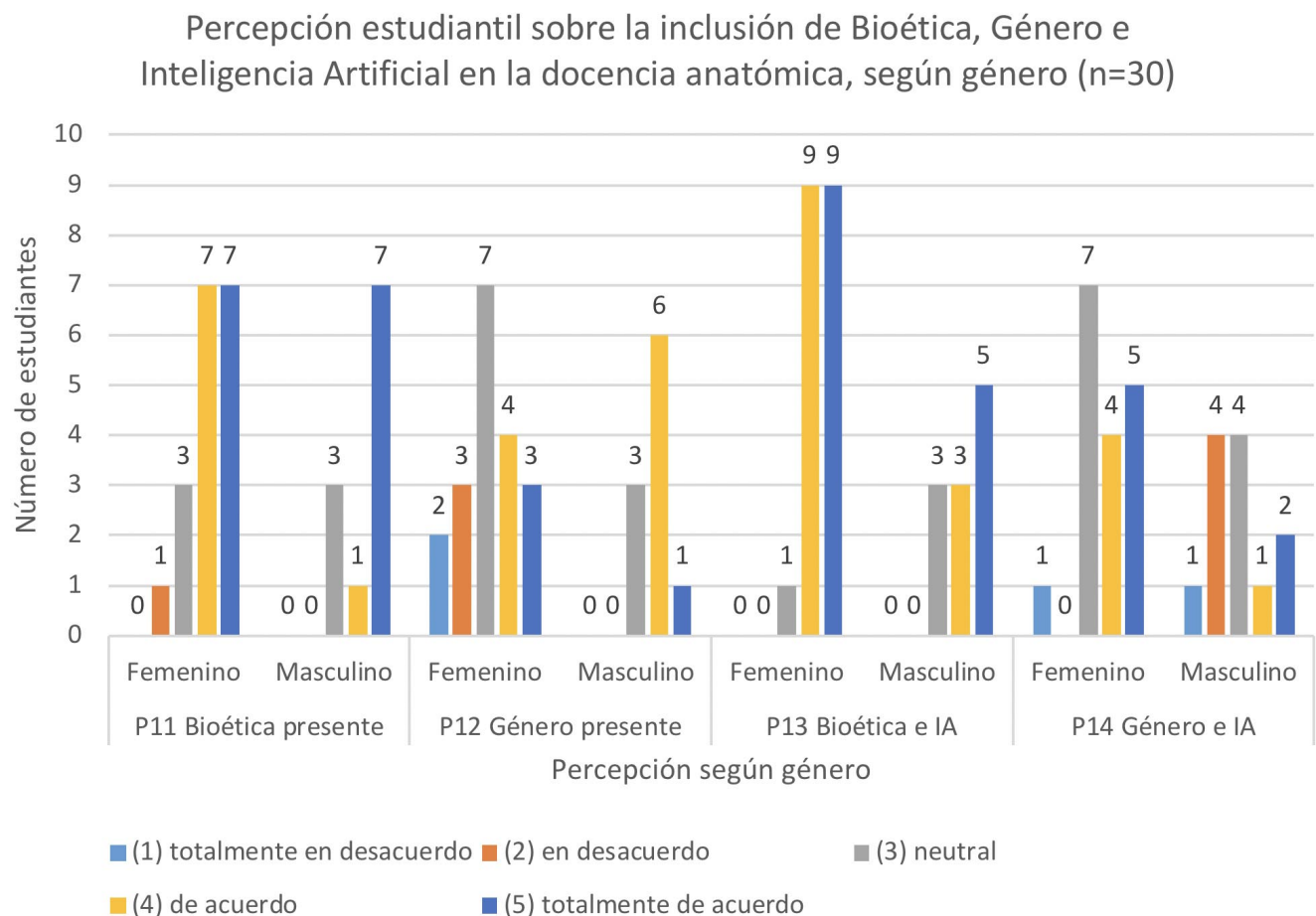


Fig. 2. Percepción estudiantil sobre la inclusión de bioética y género en la docencia anatómica y su relación con el uso de IA, según género (n=30 total), donde 19 estudiantes se identifican como femenino y 11 masculino. El gráfico muestra una alta proporción de acuerdo o total acuerdo respecto a la incorporación de contenidos bioéticos en anatomía y su consideración en el contexto de uso de las IA. Las respuestas sobre la incorporación de temas de género, si bien positivas, reflejan una mayor dispersión, especialmente entre estudiantes masculinos, donde se aprecia un aumento de percepciones neutras y en desacuerdo.

Como se observa en la Figura 3, la implementación práctica del aprendizaje anatómico en la cohorte estudiada fue complementada con el uso activo de tecnologías digitales y recursos de IA. En una de las sesiones documentadas, se observó la interacción simultánea con diversos dispositivos tecnológicos que incluyen lentes VR, tablets, PC tipo “notebook” y la mesa táctil de disección

digital 3D SECTRA®. Esta configuración ilustra una experiencia educativa inmersiva y multisensorial, coherente con las preferencias y percepciones recogidas a lo largo del estudio, lo que refleja una integración real de la innovación tecnológica en la formación anatómica de pregrado en la Carrera de Medicina de la Universidad de Tarapacá, Chile.



Fig. 3. Registro fotográfico de estudiantes del primer año de Medicina en la UTA utilizando innovadoras herramientas tecnológicas durante una sesión práctica de anatomía. Se observan en uso lentes de VR marca Oculus Meta Quest 3®, una pantalla digital táctil para disección 3D mediante el programa VH-Dissector®, lo que junto a otros recursos en el mismo laboratorio tales como tablets, PC, mesa táctil digital 3D SECTRA®, modelos cadavéricos impresos en 3D Erler-Zimmer® y un cadáver sintético Syndaver®, evidencian un entorno de aprendizaje multimodal.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los estudiantes del primer año de medicina UTA en el segundo semestre del año 2024 evidencian una tendencia creciente en el uso de herramientas de IA generativa durante el estudio de la asignatura de anatomía (Joseph *et al.*, 2025). Esta tendencia se alinea con la acelerada masificación de modelos generativos como ChatGPT®, Claude®, Gemini® y Copilot®, que han sido incorporados de forma autónoma por parte del estudiantado (Mavrych *et al.*, 2025). La alta proporción de respuestas afirmativas respecto al impacto positivo de estas herramientas en el aprendizaje sugiere una apropiación espontánea por parte

de los alumnos, más allá de una política institucional explícita (Bolatlí *et al.*, 2026). En efecto, los hallazgos confirman que, dentro del ecosistema formativo de esta escuela de medicina regional en desarrollo, la IA se integra de forma orgánica en las prácticas de estudio, actuando como un complemento a los recursos digitales previamente establecidos, tales como pantallas para disección digital 3D o lentes de VR (Totlis *et al.*, 2023). Esta convergencia tecnológica configura un entorno pedagógico sin precedentes en la región, donde los estudiantes articulan recursos visuales, interactivos y generativos para fortalecer su comprensión anatómica (Leng, 2024).

No obstante, esta rápida adopción de la IA generativa contrasta con la aún incipiente integración curricular de los aspectos de bioética y género en la misma asignatura. Si bien un porcentaje considerable del estudiantado reconoce la presencia de dichos temas en las actividades de anatomía, persiste una fracción que manifiesta no haberlos percibido, lo cual evidencia una necesidad de reforzar estos componentes en los contenidos y metodologías utilizadas. Este hallazgo es coherente con lo reportado en estudios previos realizados en el mismo contexto institucional, donde se ha demostrado que, pese a la inclusión declarada de materias humanísticas en el currículo, persisten espacios de mejora en su aplicación efectiva en el aula y laboratorio (Hecht-López & Parra-Villegas, 2025a). Particularmente significativa resulta la percepción diferenciada entre estudiantes de distinto género frente a la aplicación de los enfoques bioético y de género en relación con la IA. Esta diferencia, observable en las respuestas a las preguntas 13 y 14, invita a una reflexión sobre como las experiencias educativas pueden estar condicionadas por variables socioculturales, y cómo la integración de la IA puede reproducir o incluso acentuar sesgos existentes si no se acompaña de un marco ético sólido (Longhurst *et al.*, 2024). Lo anterior adquiere mayor relevancia en entornos formativos periféricos, como el de Arica, donde la equidad territorial debe necesariamente incluir la equidad de género y el respeto a la diversidad (Nation *et al.*, 2025).

La integración de tecnologías digitales ha sido una constante en los últimos años dentro de este laboratorio docente, donde la implementación de pantallas de disección digital y uso de modelos anatómicos sintéticos impresos en 3D, han venido a compensar las limitaciones de acceso a métodos tradicionales cadavéricos, en un entorno periférico como el del extremo norte chileno (Hecht-López & Parra-Villegas, 2025b). En este contexto, en países innovadores, las tecnologías de VR y “Realidad Aumentada” (AR) han evolucionado desde los iniciales visualizadores tridimensionales hacia plataformas inmersivas que combinan la IA sincrónica con interacción en tiempo real, y que tienen el potencial de redefinir la experiencia de aprendizaje anatómico (Chatha, 2024). Un ejemplo paradigmático de esta tendencia es la plataforma 3D Organon®, la que es considerada una de las aplicaciones más avanzadas de aprendizaje inmersivo mediante VR/AR para el estudio de anatomía orientada a la clínica (3D Organon, 2025). Esta plataforma, actualmente en uso para docencia en el Laboratorio de Anatomía del Departamento de Fisiología, Anatomía y Genética (DPAG) de la Universidad de Oxford, Gran Bretaña, ofrece acceso a la visualización de miles de estructuras anatómicas en 3D, con interacción dinámica, módulos de evaluación, simulación de imágenes médicas y funciones colaborativas como el “Medverse” para sesiones

de trabajo sincronizado entre estudiantes y docentes. Además, incorpora asistentes de estudio con IA que pueden orientar la exploración de contenidos anatómicos, ofrecer explicaciones personalizadas y facilitar la comprensión de correlaciones clínicas complejas, todo ello desde un ambiente inmersivo y adaptable a las necesidades individuales de aprendizaje (Baek *et al.*, 2024). La presencia de IA integrada en entornos de “Realidad Extendida” (XR) amplía enormemente las posibilidades pedagógicas más allá de la simple consulta de textos o respuestas generadas por algoritmos de lenguaje. En las plataformas con capacidad de XR como 3D Organon®, los estudiantes pueden manipular estructuras anatómicas con movimientos naturales, ver animaciones funcionales de sistemas y participar en evaluaciones interactivas dentro de un espacio virtual compartido. Esta combinación de IA proactiva con entornos inmersivos hace posible una retroalimentación inmediata que se adapta al ritmo del estudiante, promoviendo la asimilación de conocimientos espaciales y funcionales de forma experimental y significativa (Alturkustani *et al.*, 2025).

La anatomía, como disciplina fundacional de las ciencias médicas, se presenta, así como un terreno fértil para el ensayo de estas integraciones (Abdellatif *et al.*, 2022). Por su naturaleza visual, técnica y ética (dada la manipulación de representaciones humanas), constituye un espacio privilegiado para analizar el impacto de la IA no solo desde la eficiencia pedagógica, sino también desde sus implicancias filosóficas y morales (Lazarus, *et al.*, 2024). Es aquí donde el cruce entre biotecnología, ética y perspectiva de género deja de ser un ejercicio teórico para volverse una necesidad práctica en la formación médica contemporánea (Arráez-Aybar, 2025). El presente estudio, aun siendo local, aporta datos preliminares que permiten vislumbrar tanto las oportunidades como los desafíos de un uso responsable de la IA en la educación médica de pregrado. Las respuestas estudiantiles muestran apertura y disposición a utilizar estas herramientas, pero también revelan la posibilidad de mejora en instancias institucionales donde discutir sus implicancias bioéticas y socioculturales. Este espacio, evidencia una tarea pendiente para los cuerpos docentes y las estructuras curriculares (Weidener & Fischer, 2024).

Por último, se destaca la importancia de considerar el contexto geográfico y social donde se desarrolla esta experiencia. La UTA, al constituir la única institución que imparte la carrera de medicina en el extremo fronterizo norte de Chile, asume una responsabilidad estratégica en formar profesionales comprometidos con la equidad, la diversidad y la ética (La Facultad, 2026). Incorporar la IA y nuevas tecnologías digitales en este entorno no debe limitarse a su

dimensión técnica, sino considerar su potencial transformador si se utiliza bajo una mirada crítica, reflexiva y contextualizada. Futuros estudios podrían explorar la implementación controlada de IA inmersiva mediante un diseño metodológico mixto y seguimiento longitudinal.

CONCLUSIÓN

La incorporación de tecnologías digitales avanzadas, particularmente aquellas basadas en IA, ha comenzado a transformar de manera significativa la experiencia formativa de los estudiantes de medicina en el aprendizaje de la anatomía. Este trabajo, basado en datos empíricos obtenidos en el contexto de una escuela de medicina regional y periférica de Chile, evidencia una apropiación autónoma y creciente de estas herramientas por parte del estudiantado, lo que revela una actitud proactiva hacia nuevas formas de aprendizaje. Sin embargo, esta evolución tecnológica no ha sido acompañada en igual proporción por un desarrollo paralelo de las dimensiones humanísticas del currículo. Persisten áreas de mejora para la integración efectiva de los principios de bioética y enfoque de género, elementos esenciales para una formación médica integral en tiempos de transformación digital. Las percepciones recogidas indican que, aunque hay avances declarativos en estas materias, todavía se requiere fortalecer su presencia activa en el aula y laboratorio, particularmente cuando la IA está involucrada en la mediación del conocimiento. El caso de la UTA, única en ofrecer formación médica en el extremo norte de Chile, subraya la relevancia de considerar el contexto territorial como un componente crítico en el diseño e implementación de estrategias pedagógicas inclusivas, éticas y culturalmente pertinentes. En este sentido, la anatomía emerge como un campo ideal para experimentar la convergencia entre tecnología, ética y diversidad, al estar situada en la intersección entre la ciencia morfológica y los valores fundamentales del ejercicio médico. Finalmente, los hallazgos de este estudio abren la puerta a futuras investigaciones que profundicen acerca de las interacciones entre IA, bioética y género en la educación médica. Tales esfuerzos podrían contribuir al desarrollo de marcos pedagógicos que no solo incorporen estas tecnologías, sino que lo hagan bajo una mirada crítica, reflexiva y alineada con los desafíos que plantea la medicina del siglo XXI.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Romyana Smilevska, Clinical Anatomist. Department of Anatomy, Physiology and Genetics, University of Oxford, United Kingdom. Por la demostración de los recursos docentes del DPAG, laboratorio de anatomía y su integración didáctica mediante VR.

HECHT-LÓPEZ, P. & PARRA-VILLEGAS, E. Use of generative artificial intelligence and extended reality in anatomy teaching: Student perception, bioethics and gender aspects in a new medical school in northern Chile. *Int. J. Morphol.*, 44(3):803-813, 2026.

SUMMARY: This study analyzes the emerging use of artificial intelligence tools by medical students during the study of human anatomy subject, within the context of a new medical school located in the far north of Chile. A structured survey was applied with closed, ordinal, and Likert scale questions, aimed at first year students during the second semester of 2024. The objective was to assess perceptions, frequency of use, perceived benefits, and relationship between artificial intelligence and the bioethical and gender approaches in anatomical education. The results reveal a spontaneous and growing use of generative artificial intelligence models, such as ChatGPT®, Gemini®, and Claude®, used as a complement to traditional and digital resources, including printed atlases, 3D software, and virtual reality devices. A generally positive perception was observed regarding the impact of these technologies on the understanding of human morphology. However, gaps were identified in the curricular integration of content related to bioethics and gender, especially in terms of critical reflection on the use of artificial intelligence in anatomical study contexts. Likewise, important differences were found in the perception of these approaches according to the gender of the respondents. The discussion explores the implications of synchronous artificial intelligence integration in virtual reality, augmented reality, and extended reality platforms, such as the case of 3D Organon®, which incorporates intelligent tutors and immersive collaborative environments. This phenomenon opens up new pedagogical possibilities, yet also raises ethical and formative challenges that require institutional attention. The findings suggest an urgent need to strengthen the humanistic approach in anatomy teaching and promote the development of a critical, equitable, and contextualized medical education in response to the advancement of artificial intelligence.

KEY WORDS: Human anatomy; Artificial intelligence; Medical education; Bioethics; Gender.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdellatif, H.; Al Mushaiqri, M.; Albalushi, H.; Al-Zaabi, A. A.; Roychoudhury, S. & Das, S. Teaching, learning and assessing anatomy with artificial intelligence: the road to a better future. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(21):14209, 2022.
- Abdullah, H. M. A.; Naeem, N. I. K.; Malkana, G. A.; Javed, M. & Shahzaib, M. M. Exploring the ethical implications of ChatGPT in medical education: privacy, accuracy, and professional integrity in a cross-sectional survey. *Cureus*, 16(12):e75895, 2024.
- Alturkustani, S.; Durfee, A.; O'Leary, O. F.; O'Mahony, S. M.; O'Mahony, C.; Lone, M.; et al. Measuring students' perceptions of virtual reality for learning anatomy using the general extended technology acceptance model for E-learning. *Anat. Sci. Educ.*, 18(6):579-95, 2025.
- Arráez-Aybar, L. A. Evolving anatomy education: bridging dissection, traditional methods, and technological innovation for clinical excellence. *Anatomia*, 4(2):9, 2025.
- Baek, S. W.; Yeo, T.; Lee, H. J.; Moon, Y. J.; Kim, Y. H.; Park, C.; et al. Systematic analysis of anatomy virtual reality (VR) apps for advanced education and further applications. *Sci. Rep.*, 14(1):31835, 2024.

- Bolatli, G.; Birisci, S. & Bolatli, Z. An alternative approach in anatomy education: design of a learning environment based on artificial intelligence-supported virtual manipulatives and investigation of its effectiveness. *Clin. Anat.*, 39(1):30-44, 2026.
- Chatha, W. A. From scalpel to simulation: reviewing the future of cadaveric dissection in the upcoming era of virtual and augmented reality and artificial intelligence. *Cureus*, 16(10):e71578, 2024.
- Hecht-López, P.; Maturana-Arancibia, J. C. & Parra-Villegas, E. New digital and 3D resources in the teaching of anatomy. International experience reported in the "Sectra Users Meeting 2019", Karolinska Institutet, Sweden, before the COVID-19 pandemic. *Int. J. Morphol.*, 41(3):690-8, 2023.
- Hecht-López, P. & Parra-Villegas, E. Inclusion of bioethics and gender in university teaching: conceptual bases in the medical curriculum of a new medical career in northern Chile. *J. Hist. Arch. Anthropol. Sci.*, 10(2):103-8, 2025a.
- Hecht-López, P. & Parra-Villegas, E. Implementación de un curso de anatomía con orientación clínica usando nuevos recursos digitales y 3D a través de un enfoque combinado: resultados a 7 años de experiencia docente en una nueva carrera de medicina en Chile. *Int. J. Morphol.*, 43(3):829-37, 2025b.
- Jowsey, T.; Stokes-Parish, J.; Singleton, R. & Todorovic, M. Medical education empowered by generative artificial intelligence large language models. *Trends Mol. Med.*, 29(12):971-3, 2023.
- Joseph, T. S.; Gowrie, S.; Montalbano, M. J.; Bandelow, S.; Clunes, M.; Dumont, A. S.; et al. The roles of artificial intelligence in teaching anatomy: a systematic review. *Clin. Anat.*, 38(5):552-67, 2025.
- La Facultad – Facultad de Medicina – Universidad de Tarapacá. *Universidad de Tarapacá [Internet]*. Arica, Chile: Universidad de Tarapacá; 2026.
- Lazarus, M. D.; Truong, M.; Douglas, P. & Selwyn, N. Artificial intelligence and clinical anatomical education: promises and perils. *Anat. Sci. Educ.*, 17(2):249-62, 2024.
- Leng, L. Challenge, integration, and change: ChatGPT and future anatomical education. *Med. Educ. Online*, 29(1):2304973, 2024.
- Longhurst, G. J.; Bazira, P. J. & Finn, G. M. Student's perspectives of inclusive practices in anatomy education. *Anat. Sci. Educ.*, 17(3):571-90, 2024.
- Lucas, H. C.; Upperman, J. S. & Robinson, J. R. A systematic review of large language models and their implications in medical education. *Med. Educ.*, 58(11):1276-85, 2024.
- Mavrych, V.; Ganguly, P. & Bolgova, O. Using large language models (ChatGPT, Copilot, PaLM, Bard, and Gemini) in gross anatomy course: comparative analysis. *Clin. Anat.*, 38(2):200-10, 2025.
- Nation, H. L.; Neill, M.; McGeary, D. D. & Elzie, C. Health professional students' perspectives on diversity and inclusion in anatomy curricula. *BMC Med. Educ.*, 25(1):1297, 2025.
- Syed Abd Halim, S. A.; Yusoff, M. S. B.; Yaman, M. N.; Roslan, N. S.; Tengku Muda, T. F. M.; Ramli, R. R.; et al. The need to identify anatomy-related competencies in medical education. *Anat. Sci. Educ.*, 17(9):1659-67, 2024.
- Schwartzstein, R. M. Clinical reasoning and artificial intelligence: can AI really think? *Trans. Am. Clin. Climatol. Assoc.*, 134:133-45, 2024.
- Totlis, T.; Natsis, K.; Filos, D.; Ediaroglou, V.; Mantzou, N.; Duparc, F.; et al. The potential role of ChatGPT and artificial intelligence in anatomy education: a conversation with ChatGPT. *Surg. Radiol. Anat.*, 45(10):1321-9, 2023.
- Weidener, L. & Fischer, M. Artificial intelligence in medicine: cross-sectional study among medical students on application, education, and ethical aspects. *JMIR Med. Educ.*, 10(1):e51247, 2024.
- Zack, T.; Lehman, E.; Suzgun, M.; Rodriguez, J. A.; Celi, L. A.; Gichoya, J.; et al. Assessing the potential of GPT-4 to perpetuate racial and gender biases in health care: a model evaluation study. *Lancet Digit. Health*, 6(1):e12-22, 2024.
- 3D Organon. *3D Organon: Revolutionizing Medical Education with AI-Enabled AR/VR Technology*. New York, 3D Organon, 2025.

Autor de correspondencia:

Pedro Hecht López
Académico – Laboratorio de Anatomía
Facultad de Medicina
Universidad de Tarapacá
Avenida Senador Luis Valente Rossi
Arica
CHILE

E-mail: phecht@academicos.uta.cl