

Potencialidades y desafíos del uso de la inteligencia artificial en el manejo del dolor crónico: una revisión de alcance

Frederico de Oliveira Meirelles <https://orcid.org/0000-0001-6075-2106>¹; Mariana Inocência Matos <https://orcid.org/0000-0002-2717-062X>²; Katia Maria Braga Edmundo <https://orcid.org/0000-0001-5726-1998>¹; Claudia Leite de Moraes <https://orcid.org/0000-0002-3223-1634>^{1,3}

Resumen El objetivo de este estudio es mapear lo producido en la literatura científica sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) en el manejo del dolor crónico, principal causa de discapacidad en todo el mundo. Se realizó una revisión de alcance siguiendo las directrices PRISMA-ScR. La búsqueda de artículos se realizó en las siguientes bases de datos: MEDLINE; LILACS; SPORTDiscus; SCOPUS; CENTRAL; Science Direct; IEEE Xplore; y la Biblioteca Digital de la Association for Computing Machinery y arXiv. Los descriptores "Chronic Pain" y sus sinónimos se combinaron con los términos "Artificial Intelligence" o "Machine Learning" o sus sinónimos. Inicialmente se identificaron 2.767 artículos y se seleccionaron y analizaron 109 estudios. Se observa que el volumen de producción científica ha ido creciendo a lo largo de los años. La mayoría de los algoritmos de IA utilizados se centraban en clasificar a los individuos según el tipo de dolor crónico y predecir grupos de riesgo. Support Vector Machine, Random Forrest, Neural Networks, Logistic Regression y K-means fueron los algoritmos más utilizados. Pocos estudios se han centrado en el uso de la IA en atención primaria. Se destaca el potencial de la IA para prevenir y mejorar el manejo del dolor crónico.

Palabras clave Dolor crónico, Inteligencia artificial, Aprendizaje automático, Atención primaria, Salud familiar

¹ Programa de Pós-Graduação em Saúde da Família, Universidade Estácio de Sá. Avenida das Américas 700, Loja 218, Bloco 8 do Conjunto Comercial Città, Barra da Tijuca. 22640-100 Rio de Janeiro RJ Brasil. fredericomeirelles@hotmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro RJ Brasil.

³ Instituto de Medicina Social Hélio Cordeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro RJ Brasil.

Introducción

El dolor crónico es un problema de salud frecuente y complejo que tiene un gran impacto en la sociedad¹. Se considera uno de los mayores problemas de salud pública global y, según el *Global Burden of Disease Study*², es la mayor causa de discapacidad en el mundo. A pesar de ser uno de los temas más investigados en el campo de la salud, las pruebas obtenidas hasta la fecha no han podido cambiar su condición de primera causa de discapacidad en el planeta³.

Según la *International Association for the Study of Pain* (IASP), el dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a un daño tisular real o potencial⁴. Cuando este dolor es continuo o intermitente durante más de 12 semanas, se denomina dolor crónico. El dolor crónico primario (DCP) se define como un dolor sin causa aparente que persiste durante más de tres meses en una o más regiones anatómicas, causando sufrimiento emocional significativo (ansiedad, rabia/frustración o estado de ánimo deprimido) y/o discapacidad funcional (interferencia en las actividades cotidianas y participación reducida en los roles sociales)⁵. El proceso que puede conducir al DCP es multifactorial. Los factores biológicos, psicológicos y sociales contribuyen al síndrome de dolor⁶. Según esta clasificación, el dolor crónico secundario incluye: dolor crónico relacionado con el cáncer⁷; dolor crónico posquirúrgico o posttraumático⁸; dolor neuropático crónico⁹; dolor orofacial o cefalea crónica secundaria¹⁰; dolor visceral crónico secundario¹¹; y dolor musculoesquelético crónico secundario^{6,12} (Material Suplementario 1, disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>).

La mayor dificultad en el tratamiento del dolor crónico es la multiplicidad de factores que están complejamente interconectados en la génesis del problema¹³. Como las causas son difusas, el manejo del problema acaba siendo inespecífico. Esta situación acaba reduciendo la eficacia de las propuestas terapéuticas¹⁴. Fomentar estudios sobre intervenciones en las que el tratamiento y/o la prevención del dolor en individuos se base en un riesgo individual absoluto y no en un riesgo general podría hipotéticamente generar evidencias que subvencionen mejor la elección de estrategias terapéuticas¹⁵. La observación de la baja eficacia de las intervenciones, la recurrencia del síndrome y los desafíos en su manejo parecen indicar que es necesario invertir en nuevas herramientas diagnósticas y terapéuticas.

Recientemente, la literatura ha sugerido diversos usos de la inteligencia artificial (IA) en el área de la salud. Entre los posibles usos de la IA, destacan su utilización para el cribado y diagnóstico de problemas de salud, el apoyo a las decisiones de tratamiento, la designación de especialistas, la estimación del pronóstico, el análisis de historias clínicas, la construcción de bases de conocimiento, la extracción de información y el suministro de información descriptiva. Las herramientas de IA pueden estar dirigidas a profesionales sanitarios, gestores sanitarios y pacientes y/o cuidadores¹⁶. Como herramienta que, basándose en datos anteriores, puede comprender patrones y reglas y estimar así el riesgo de que se produzca un determinado resultado¹⁷, la IA se ha venido utilizando cada vez más en los últimos años como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en diferentes etapas de la atención sanitaria. Sin embargo, aún no disponemos de conocimientos suficientes para indicar el potencial y los retos de su uso en la asistencia sanitaria. Por tanto, debe fomentarse la investigación sobre el tema.

Explorar el potencial de los algoritmos de inteligencia artificial utilizados en el manejo de individuos con dolor crónico puede aportar evidencias que ayuden a promover la salud y prevenir nuevos casos, así como aumentar la eficacia de las propuestas terapéuticas en el tratamiento de los casos, reduciendo las consecuencias negativas que tales situaciones acarrearán para el bienestar y la calidad de vida de los individuos que padecen el problema¹⁸.

El Sistema Único de Salud (SUS), establecido por la Constitución de 1988 y basado en los principios de universalidad, integralidad y equidad, garantiza el acceso gratuito de todos los brasileños a la asistencia sanitaria¹⁹. La Atención Primaria de Salud (APS) ocupa una posición central en la estructura del SUS y es la principal puerta de entrada a la Red de Atención a la Salud (RAS)²⁰. En Brasil, la APS está organizada predominantemente por la Estrategia de Salud de la Familia (ESF), que tiene como objetivo la promoción de la salud, la prevención de enfermedades y la atención continua e integral^{19,21}.

Dada la complejidad y el alcance del SUS, el uso de tecnologías emergentes, como las herramientas de Inteligencia Artificial (IA), es una oportunidad prometedora para optimizar la gestión y la prestación de servicios. En el contexto de la APS, la IA puede mejorar el triaje, el seguimiento de las enfermedades crónicas y la personalización de la atención, impulsando las

acciones de promoción de la salud y prevención de enfermedades.

Con el fin de ampliar el conocimiento sobre el uso de la IA en los servicios de salud, el objetivo de este estudio es realizar una revisión exhaustiva sobre el uso de la IA en el tratamiento del dolor crónico en los servicios de salud, especialmente en APS/SF, identificando los escenarios de aplicación de la IA que se han estudiado, los tipos de algoritmos utilizados para el tratamiento del dolor crónico y los más prometedores, los principales predictores que se utilizan en estos algoritmos, la población que se beneficia de los resultados de la aplicación de la IA (gestores, profesionales sanitarios, usuarios), qué patologías de dolor crónico han sido más estudiadas y cuáles tienen potencial de crecimiento, así como señalar las lagunas de conocimiento sobre el tema.

Métodos

Redacción y registro

Esta revisión se planificó, llevó a cabo y redactó de acuerdo con las recomendaciones de la *Extensión de los Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis para Revisiones de Alcance* (PRISMA-ScR)22,23. El proyecto se registró en el *Open Science Framework* (OSF) con el número de identificación: DOI 10.17605/OSF.IO/2GE63 (disponible en: <https://osf.io/2ge63/>).

Diseño del estudio

Se trata de una Revisión de Alcance, de acuerdo con las directrices del *JBI Manual for Evidence Synthesis*24, disponible en: <https://synthesismanual.jbi.global>.

Pregunta de la revisión

¿Qué presenta actualmente la literatura científica sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial en el manejo del dolor crónico?

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

Como criterios de inclusión, tenemos: a) muestra/población – enfermos de dolor musculoesquelético crónico; e individuos sanos; b) uso de técnicas de inteligencia artificial en cualquier momento de la rehabilitación; c) análisis

de cualquier tipo de resultado, preferiblemente resultados clínicos; y d) sin restricciones basadas en raza, género, edad o religión.

Criterios de exclusión

Como criterios de exclusión se consideraron: a) estudios publicados en revistas sin revisión por pares; b) protocolos de investigación u otras publicaciones que no aporten resultados originales de investigación; y c) estudios que hayan utilizado cualquier método de análisis de datos distinto de la Inteligencia Artificial.

Estrategia de búsqueda bibliográfica

El 28 de marzo de 2023 se realizó una búsqueda bibliográfica sin filtro de tiempo ni de idioma en las siguientes bases de datos: MEDLINE (*Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU.*); LILACS (*Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud*); SPORTDiscus; SCOPUS; CENTRAL; Science Direct; IEEE Xplore; Association for Computing Machinery Digital Library and arXiv.

La clave de búsqueda fue desarrollada por dos autores independientes y los desacuerdos se discutieron y resolvieron con todo el grupo de autores. Para crear la clave de búsqueda se utilizaron los operadores booleanos “OR” entre sinónimos y “AND” entre descriptores. Los descriptores, que se encuentran en las bases Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y *Medical Subject Headings* (MeSH), “Chronic Pain” y sus sinónimos se utilizaron en combinación con los términos “Artificial Intelligence” o “Machine Learning” o sus sinónimos. Los descriptores se adaptaron para su uso en todas las bases de datos, siendo específica únicamente la clave de búsqueda para una mayor claridad de los resultados y una fácil reproducibilidad. La estrategia de búsqueda completa utilizada en las bases de datos está disponible en el Material Suplementario 2 (disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>).

Tras buscar en todas las bases de datos, se analizaron los estudios y se excluyeron los duplicados. Tras excluir los estudios duplicados, dos autores independientes analizaron los estudios mediante la lectura de los títulos y resúmenes, excluyendo aquellos que no se ajustaban a los criterios de selección previamente definidos. Los desacuerdos entre los autores se discutieron y resolvieron con todo el grupo de autores.

Dos evaluadores independientes leyeron íntegramente los artículos seleccionados y extrajeron la información de interés mediante un formulario de extracción de datos centrado en las siguientes características: autor, año, país,

área de publicación de la revista, tipo de dolor crónico, medición del dolor, edad de los participantes, tipo de atención, tipo de estudio, tamaño de la muestra, objetivo del estudio, objetivo de la herramienta, tipo de IA, objetivo de la IA, fuentes de datos y tipos de datos.

Resultados

La búsqueda de artículos en las nueve bases de datos dio como resultado un total de 2.767 artículos recuperados. De ellos, 517 estaban duplicados en diferentes bases de datos y fueron excluidos. De los 2.250 artículos restantes, 2.087 se excluyeron tras leer los resúmenes porque no abordaban el tema. Ciento sesenta y cuatro artículos fueron seleccionados para su lectura completa y análisis de elegibilidad de acuerdo con los criterios de exclusión e inclusión previamente estipulados. En esta fase de cribado, se excluyeron 75 artículos por los siguientes motivos: población inadecuada ($n = 31$), resultado inadecuado ($n = 23$), intervención inadecuada ($n = 15$), tipo de estudio inadecuado ($n = 6$). Por lo tanto, se seleccionaron 89 artículos tras pasar el tamiz de elegibilidad en la lectura completa. En un segundo paso, se recuperaron 26 artículos adicionales mediante búsquedas manuales de citas, seis de los cuales se excluyeron de la elegibilidad debido a un análisis de resultados inadecuado, dejando 20 artículos adicionales. Como resultado, 109 artículos cumplieron los criterios de elegibilidad estipulados y se incluyeron en esta revisión de alcance (Figura 1).

Los estudios seleccionados en esta revisión exploratoria fueron bastante completos según los criterios preestablecidos (muestra, uso de técnicas de inteligencia artificial en cualquier momento de la rehabilitación, análisis de cualquier tipo de resultado sin restricciones basadas en raza, sexo, edad o religión). En cuanto al año de publicación, los estudios seleccionados se publicaron entre 2002 y marzo de 2023 (fecha de la búsqueda). Los países con más publicaciones en el área fueron Estados Unidos con 44 estudios, Inglaterra con 16 estudios y Canadá con 10 estudios. Sólo dos estudios fueron realizados por investigadores brasileños. Es visible el crecimiento gradual del número de publicaciones en el área, especialmente desde 2018 (Figura 2).

El uso de herramientas basadas en IA tenía diferentes objetivos, y había una gran variación con relación al nivel de atención sanitaria al que se destinaba. La mayoría de los estudios no especificaban si la herramienta sería útil en

atención primaria, secundaria y/o terciaria ($n = 60$). De los estudios que sí especificaron dónde se utilizaría la herramienta basada en IA, la mayoría se centró en la atención terciaria ($n = 31$), seguida de la atención secundaria ($n = 12$). Sólo cinco estudios indicaron la APS como destino de las herramientas basadas en IA. Además, un estudio se diseñó para múltiples destinos ($n = 1$) (Material Suplementario 3, disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>).

De los cinco estudios dirigidos a Atención Primaria, cuatro eran longitudinales (tres observacionales y uno ensayo controlado aleatorizado) y uno transversal. Fodeh et al.²⁹ (2017) se centraron en el análisis de patrones en los datos de evaluación no estructurados de las historias clínicas de pacientes con dolor crónico, tratando de comprender las tendencias en información como las notas de las historias clínicas y los informes de los pacientes y ofrecer una visión más amplia e integrada del estado de salud del paciente. Nijeweme-d'Hollosy et al.²⁸ (2018) se propusieron explorar las posibilidades de utilizar el *Machine Learning* en el apoyo a la toma de decisiones clínicas para personas con lumbalgia crónica, lo que implica la creación de herramientas para orientar a los profesionales en la elección de la terapia. Tsai et al.²⁶ (2021) analizaron el rendimiento de predictores relacionados con el movimiento y las horas de sueño para identificar factores que pudieran prevenir el dolor crónico o configurar la respuesta al tratamiento. El estudio de Nephew et al.²⁵ (2022) investigó las asociaciones de variables individuales con la depresión y el dolor crónico con el fin de identificar relaciones entre factores específicos y resultados de salud, facilitando la comprensión de cómo determinadas características de los pacientes y los tratamientos están conectadas con resultados específicos. Liew et al.²⁷ (2023) se centraron en el uso de la IA para clasificar subgrupos de individuos con dolor lumbar, con el objetivo de encontrar estrategias de tratamiento específicas y aumentar la eficacia terapéutica.

Utilizando la clasificación actual del dolor crónico sugerida por la IASP6, que clasifica el dolor crónico en siete subtipos, se observa que la mayoría de los estudios estaban dirigidos al dolor crónico musculoesquelético ($n = 39$). El dolor crónico primario también fue el objeto de la mayoría de los estudios ($n = 25$). Un número menor de estudios se centró en el dolor visceral crónico ($n = 9$), el dolor oncológico crónico ($n = 7$), la cefalea crónica o el dolor orofacial ($n = 4$), el dolor postquirúrgico y postraumático crónico ($n = 4$) y el dolor neuropático crónico ($n = 2$).

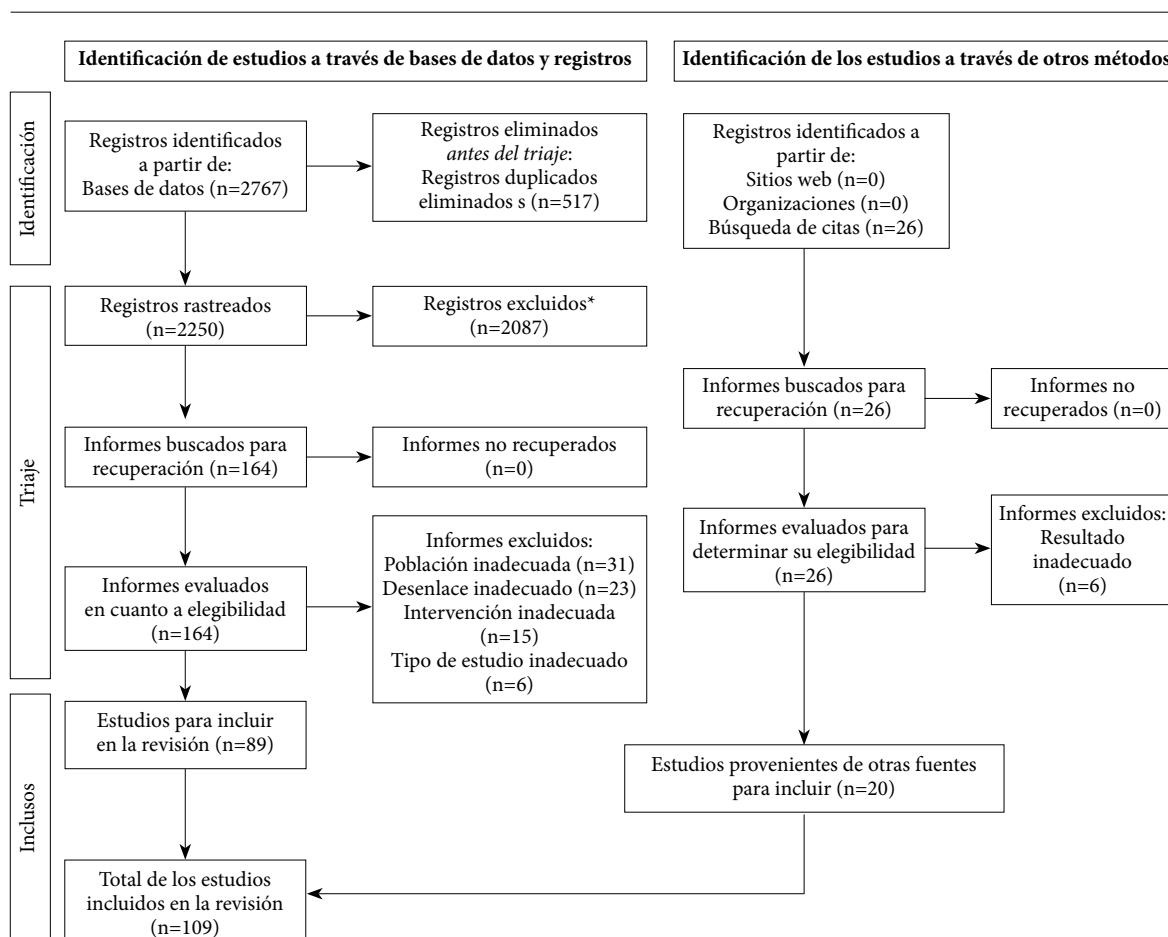


Figura 1. Diagrama de flujo de selección de los estudios.

* Estudios excluidos tras leer el resumen porque no abordaban el tema.

Fuente: Adaptado de *The Prisma 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews*¹⁵.

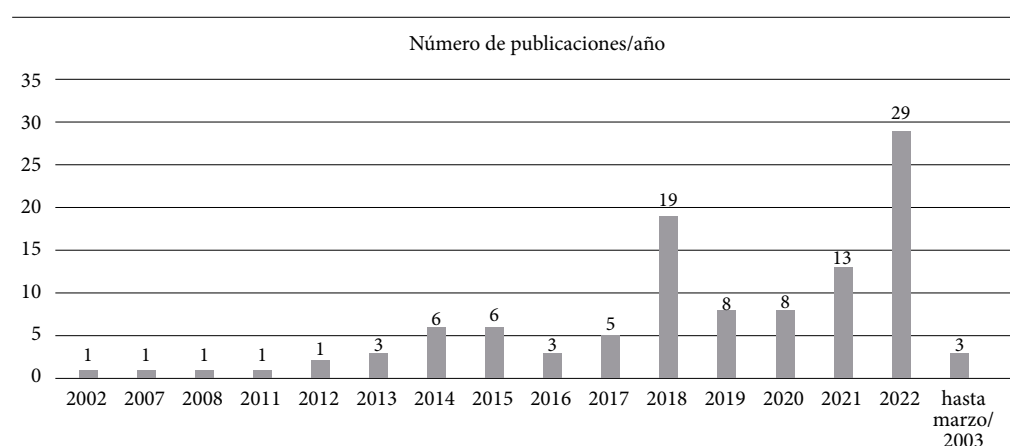


Figura 2. Distribución de los artículos que participaron en la revisión del alcance según el año de publicación.

Fuente: Autores.

Cabe señalar que algunas publicaciones no informaban del tipo de dolor crónico para el que se había realizado el estudio ($n = 19$) (Figura 3).

Al analizar los estudios según la topografía corporal del dolor al que se dirigen, se observa que las regiones corporales difieren entre los estudios. Aunque la mayoría de los estudios seleccionados no especificaban el lugar del dolor crónico ($n = 57$), la mayoría de los estudios se dirigían al dolor lumbar crónico ($n = 32$), seguido del dolor de espalda crónico (en el que no se especificaba el lugar del dolor en la columna) ($n = 7$), el dolor pélvico crónico ($n = 5$), el dolor cervical crónico y el dolor crónico de rodilla con el mismo número de estudios ($n = 3$) y, por último, el dolor de cabeza crónico o el dolor orofacial crónico ($n = 2$) (Material Suplementario 4, disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>).

Al analizar la población objetivo de la herramienta, destacamos el gran número de estudios orientados al paciente, es decir, en los que el individuo con la enfermedad crónica ($n = 97$) sería el principal usuario de la herramienta. Un pequeño número de estudios se desarrollaron con el objetivo de apoyar a los profesionales sanitarios ($n = 9$) y a los gestores sanitarios ($n = 2$) en el manejo del dolor crónico.

Para una mejor comprensión, los resultados del estudio se han organizado sistemáticamente en dos grandes cuadros: Características generales y metodológicas de los estudios (Cuadro 1, disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>) y Características de las herramientas y datos utilizados en la investi-

gación (Cuadro 2, disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>).

Esta revisión de alcance identificó y sistematizó varios aspectos importantes de la literatura científica relacionada con las herramientas de IA aplicadas al área del dolor crónico. Como puede observarse en el Cuadro 1 (disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>), la mayoría de los estudios se realizaron en países norteamericanos y europeos, seguidos de los asiáticos. América del Sur contó con sólo dos estudios, ambos realizados por investigadores brasileños. En cuanto al área de publicación, la mayoría se centró en las ciencias médicas, la tecnología y el diagnóstico por imagen. Los dolores crónicos más prevalentes fueron, respectivamente: dolor crónico musculoesquelético ($n = 39$), dolor crónico primario ($n = 25$), dolor crónico visceral ($n = 9$), dolor crónico por cáncer ($n = 7$), dolor crónico de cabeza u orofacial ($n = 4$), dolor crónico postquirúrgico o posttraumático ($n = 4$) y, por último, dolor crónico neuropático ($n = 2$). La mayoría de las herramientas utilizadas para medir el dolor fueron la Escala Visual Analógica ($n = 24$), la Escala de Calificación Numérica ($n = 19$) y cuestionarios específicos. La edad media de la muestra total comunicada fue de 50 años. La mayoría de los estudios no informaron del nivel de asistencia sanitaria ($n = 60$). De los estudios que sí informaron, la Atención Terciaria de la Salud tuvo el mayor número de publicaciones ($n = 31$), mientras que la Atención Primaria de la Salud tuvo el menor número ($n = 5$). En la revisión predominaron los diseños de estudios observa-

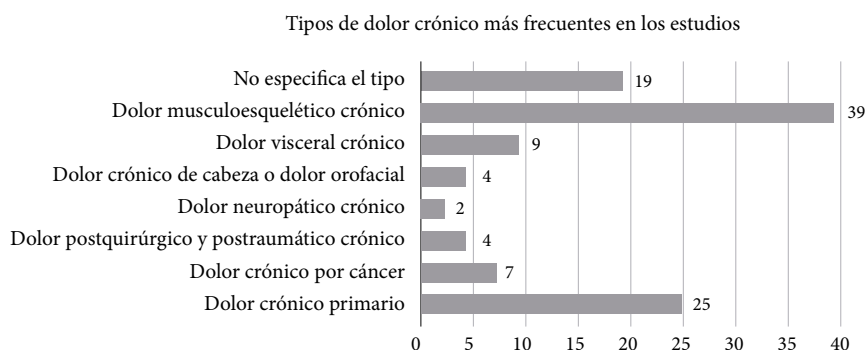


Figura 3. Distribución de los artículos según el subtipo de dolor crónico de acuerdo con los criterios de la IASP⁶.

Fuente: Autores.

cionales ($n = 102$), con un pequeño número de estudios experimentales ($n = 7$). La muestra total de datos utilizada para el análisis ascendió a 733.106,571 y los objetivos de estudio más prevalentes fueron: clasificar a los individuos según el tipo de dolor crónico y predecir los grupos de riesgo (Cuadro 1, disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>).

Además de las características generales y metodológicas, también se constató que los principales destinatarios de estas herramientas son los pacientes, pero también hay estudios dirigidos a profesionales sanitarios y muy pocos a gestores. Los tipos de IA utilizados incluyen el aprendizaje supervisado, semisupervisado y no supervisado. Los estudios supervisados fueron los más frecuentes en los estudios que participaron en esta revisión ($n = 92$), en particular: *Support Vector Machine* ($n = 32$), *Random Forrest* ($n = 31$), Regresión logística ($n = 26$), Redes Neurales ($n = 13$) e *K-means* ($n = 10$). Los objetivos de los algoritmos de IA son básicamente la clasificación, predicción y agrupación de variables. Las fuentes de datos utilizadas por las herramientas de IA son diversas y abarcan historias clínicas electrónicas, informes de pacientes, sensores biométricos y dispositivos de monitorización. También se integran datos procedentes de investigaciones clínicas y estudios longitudinales para proporcionar una base de conocimientos completa y sólida. Los tipos de datos procesados por las herramientas de IA varían entre datos estructurados y no estructurados. Estos datos pueden estar en formato de texto, audio o imagen. Los datos textuales incluyen descripciones verbales del dolor por parte de los pacientes, notas clínicas y cuestionarios. Las imágenes, como los escáneres de imágenes médicas o las fotografías de las zonas afectadas, proporcionan información visual complementaria. El audio, como las grabaciones de los informes sobre el dolor, se analiza para captar los matices de la comunicación verbal de los pacientes sobre su experiencia del dolor (Cuadro 2, disponible en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>).

Discusión

Esta amplia revisión de alcance revela que el volumen de producción científica sobre IA en dolor crónico ha ido creciendo a lo largo de los años, especialmente desde 2018, siendo el primer estudio seleccionado publicado en 2002 y el último en 2023 (fecha de la búsqueda). Este

aumento considerable del número de estudios sobre el tema más recientemente se debe posiblemente a la popularización de las herramientas de IA, a una mayor capacidad técnica y a una mayor capacidad computacional para poder procesar cantidades de datos cada vez mayores^{30,31}. Junto a ello, la elevada prevalencia del dolor crónico en todo el mundo y la dificultad de los profesionales sanitarios para mejorar el tratamiento de las personas que lo padecen también han impulsado la realización de nuevos estudios y la incorporación de nuevas tecnologías, entre ellas la IA³². Utilizar la IA de diversas formas, como se demuestra en esta revisión, puede ser una forma de avanzar en un tema tan complejo y difícil de resolver.

Contrariamente a lo esperado, sólo se encontraron cinco estudios centrados en actividades realizadas en APS, ámbito que suele ser el punto de entrada de los pacientes con estas patologías. Como se indica en la sección Resultados, los cinco estudios diferían en sus objetivos y diferencias metodológicas, lo que dificulta su síntesis cuantitativa y sugiere que se trata de un área de investigación aún incipiente. La escasez de estudios centrados en la APS también revela que, aunque las herramientas de IA tienen un gran potencial para ayudar a detectar el dolor crónico en poblaciones de riesgo en el primer momento de contacto con el sistema sanitario, aún nos queda mucho camino por recorrer. El fomento de investigadores familiarizados con la IA y con experiencia en atención primaria parece una vía viable para aumentar las publicaciones en el área y, en consecuencia, avanzar en las aplicaciones prácticas de las nuevas tecnologías en APS.

Entre los tipos de dolor crónico, el dolor musculoesquelético crónico fue el más prevalente en los estudios ($n = 39$), seguido del dolor crónico primario ($n = 25$). Este hallazgo fue diferente de lo esperado, ya que el dolor crónico primario es, según la literatura especializada, el tipo de dolor más prevalente en todo el mundo⁵. Muchos de los estudios seleccionados en esta revisión se centraron en el dolor lumbar crónico ($n = 32$), ya que es la afección musculoesquelética crónica más prevalente en el mundo. Por lo tanto, debe evitarse generalizar los resultados de estos estudios a todos los dolores crónicos. El uso de algoritmos de IA en los estudios seleccionados se centró casi por completo en los pacientes. Esta característica del objetivo a alcanzar por las herramientas puede reflejar la percepción de que la gestión de la condición de dolor crónico por parte de los pacientes es real-

mente un foco importante en la atención de este campo de investigación.

Cabe señalar que los 109 estudios tenían objetivos y diseños diferentes y utilizaban algoritmos distintos. Esta diversidad temática y metodológica indica que el uso de la IA en el dolor crónico es un amplio campo de estudio cuyas subáreas temáticas se explorarán cada vez más en los próximos años. Otro resultado importante es que la mayoría de los algoritmos de IA utilizados se centraron en la clasificación de individuos y la predicción de grupos de riesgo ($n = 93$). De los estudios encontrados, pocos se centraron de forma efectiva en el tratamiento del dolor crónico ($n = 5$), en línea con los hallazgos de revisiones ya publicadas sobre el tema^{33,34}. Esta parece ser una laguna importante, a pesar de que los algoritmos son potencialmente muy útiles para ayudar a la clínica a respaldar las decisiones sobre el tratamiento y el pronóstico.

En cuanto a los temas de mayor interés, se observa que el uso de biomarcadores y neuroimagen para comprender qué variables pueden predecir las respuestas al tratamiento en pacientes con dolor crónico es uno de los temas más investigados³⁵⁻³⁸. En este campo, el análisis de imágenes cerebrales funcionales, como la Resonancia Magnética Funcional, se ha utilizado para identificar patrones cerebrales que se correlacionan con la respuesta al dolor y el tratamiento con fármacos, como los analgésicos opiáceos³⁹⁻⁴¹. Otro tema importante fue la evaluación del rendimiento de la integración de sensores de movimiento y electromiografía (EMG) con algoritmos de *Machine Learning* en la identificación de patrones anómalos en pacientes con dolor crónico. El análisis de los datos captados por los sensores puede distinguir características motoras sutiles que pueden contribuir al dolor^{42,43}. La cuestión del consumo prolongado de opiáceos y la predicción del abuso de estas sustancias también es un área de interés. Los estudios sugieren que los algoritmos predictivos han sido eficaces para identificar a los pacientes con riesgo de consumo prolongado de opioides tras procedimientos quirúrgicos o dolor crónico^{44,45}. Este aspecto está directamente relacionado con el creciente esfuerzo por mitigar la epidemia de opioides, como ponen de manifiesto Jones et al.⁴⁶ (2018), quienes sostienen que predecir las conductas de consumo inapropiado podría ser la clave para reducir el impacto de esta crisis sanitaria mundial.

La gran mayoría de los estudios seleccionados en esta revisión de alcance tenían un diseño observacional ($n = 102$). Esta característica me-

todológica revela que los datos de los individuos se utilizaron para algunos análisis indirectos con IA, como clasificar a los individuos en subgrupos, asociar variables que pueden relacionarse buscando factores de riesgo y pronóstico, identificar genes implicados en procesos de cronificación, crear nuevos medios de evaluación para individuos con dolor crónico, crear modelos para predecir el dolor crónico posquirúrgico, predecir la cantidad de opioide posquirúrgico, entre otros. Los estudios de intervención y los análisis de eficacia terapéutica, como los ensayos clínicos controlados aleatorizados, se encontraron en escaso número ($n = 7$) y deberían fomentarse más⁴⁷. Por otro lado, uno de los puntos fuertes de los estudios incluidos en esta revisión es que la mayoría ($n = 56$) utilizaron escalas de dolor de uso común en la bibliografía para evaluar la intensidad del dolor en los individuos, siguiendo un patrón ya presente en el campo de los estudios sobre dolor crónico⁴⁸.

Otro hallazgo a destacar es el hecho de que muchos de los estudios seleccionados utilizan bases de datos públicas y/o datos autoinformados por los pacientes ($n = 25$), donde la calidad de los datos puede no ser la ideal. La Inteligencia Artificial necesita una gran cantidad de datos con un origen conocido y una calidad fiable para poder realizar buenas predicciones⁴⁹. En el área de la salud, los datos estructurados se generan en mayor cantidad que los no estructurados⁵⁰ y esto se reflejó en los resultados de la revisión, ya que el número de estudios en los que se utilizaron datos estructurados como base para el análisis de IA ($n = 89$) fue muy superior al de los que utilizaron datos no estructurados.

Como se indica en la sección Resultados, los algoritmos supervisados fueron los más frecuentes en los estudios que participaron en esta revisión ($n = 92$), en particular: *Support Vector Machine* ($n = 32$), *Random Forrest* ($n = 31$), regresión logística ($n = 26$), Redes Neurales ($n = 13$) e *K-means* ($n = 10$). Esta característica está en consonancia con los tipos de datos (estructurados) más accesibles en los sistemas sanitarios y con el hecho de que la mayor parte de la investigación tenía por objeto clasificar a los individuos. La alta representatividad de los algoritmos supervisados en los estudios sobre dolor crónico también se destacó en la primera revisión sobre el tema publicada en 2021³³. Esta revisión de alcance incluyó 53 estudios, que priorizaron la descripción de qué métodos de *machine learning* y tipos de datos se habían utilizado. A diferencia de este estudio, la revisión solo seleccionó estudios en los que se desconocía el origen del

dolor crónico, solo utilizó 3 bases de datos y se limitó a los descriptores “*machine learning*”, “*pain*” y “*fibromyalgia*”, lo que redujo su alcance.

Más recientemente, Zhang *et al.*³⁴ (2023) publicaron una revisión de alcance sobre el tema de la IA en el dolor. A diferencia de nuestro estudio, los autores seleccionaron todos los tipos de dolor. Aunque la estrategia de búsqueda fue más amplia y no se centró en el dolor crónico, los investigadores solo seleccionaron estudios de intervención. De los 30 artículos seleccionados para la revisión, los autores encontraron una mayoría de estudios centrados en la evaluación del dolor, seguidos de enfoques basados en IA relacionados con la predicción del dolor y el apoyo a la toma de decisiones clínicas, y una minoría de estudios sobre enfoques basados en IA relacionados con el automanejo del dolor.

A pesar del gran potencial del uso de la IA en el contexto de la APS para gestionar mejor el dolor crónico, el uso automático de la IA puede llevar a interpretaciones prejuiciosas y equivocadas de un conjunto de datos (sesgo algorítmico). En el contexto de la APS, donde la diversidad es la norma, es importante que los algoritmos se desarrollen, entrenen y ajusten de forma que se eviten discriminaciones que puedan conducir a un tratamiento desigual del dolor entre distintos grupos económicos y sociales. Debido a las desigualdades e inequidades en salud, es posible postular que los subgrupos de población vulnerables pueden tener menos acceso a estas nuevas tecnologías. Garantizar que todo el mundo tenga acceso a los beneficios potenciales de la IA es un enorme reto para los gobiernos en los próximos años.

También cabe destacar que el uso de la IA depende de una gran cantidad de datos sensibles de los pacientes, normalmente almacenados en el sistema de información del Sistema Único de Salud. Por lo tanto, es necesario garantizar la protección de los datos frente a usos indebidos. Para garantizar el uso ético de los datos personales, en 2018 se creó en Brasil la Ley General de Protección de Datos Personales (LGPD), Ley n. 13.709/2018. Es la legislación brasileña que regula el tratamiento de datos personales, tanto online como offline, con el objetivo de proteger la privacidad y los derechos fundamentales de los ciudadanos⁵¹. Inspirada en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la Unión Europea, la LGPD establece normas para la recopilación, almacenamiento, uso, intercambio y eliminación de datos personales. Se trata de una iniciativa que busca garantizar la transparencia en el uso de los datos personales, prote-

giendo el derecho a la intimidad de las personas y promoviendo prácticas responsables y éticas por parte de las empresas en el tratamiento de la información⁵².

Otro punto a debate que merece atención es hasta qué punto la relación entre los profesionales sanitarios y los pacientes podría verse afectada por la introducción de esta nueva tecnología. Si la tecnología sustituye al profesional en lugar de complementarlo, podría llevar al sistema sanitario a un proceso de “deshumanización”. Para que la IA sea una aliada y no un problema, las decisiones gubernamentales deben regular su uso de forma que beneficie a todos sin comprometer los valores fundamentales de la sanitaria.

Los resultados de la investigación deben interpretarse a la luz de sus puntos fuertes y sus limitaciones. En cuanto a los puntos positivos, cabe señalar que esta revisión fue amplia, sin filtro de tiempo ni de idioma, en nueve bases de datos (*MEDLINE*; *LILACS*; *SPORTDiscus*; *SCOPUS*; *CENTRAL*; *Science Direct*; *IEEE Xplore*; *Association for Computing Machinery Digital Library* and *arXiv*) de diferentes áreas. La búsqueda fue realizada por dos autores independientes y se solicitó un tercer autor en caso de desacuerdo. También se incluyeron estudios adicionales que no se incluyeron en la búsqueda inicial, pero que se incluyeron en las referencias de los estudios encontrados. Otro punto fuerte fue el hecho de que la estructura de esta revisión exploratoria siguiera las recomendaciones PRISMA-ScR, lo que hizo que su metodología fuera más sólida y facilitó la comparación con estudios internacionales.

Por otro lado, debemos ser cautos a la hora de interpretar los hallazgos, ya que esta revisión de alcance fue diseñada para ser una búsqueda amplia de la literatura científica sobre el tema y no para evaluar la calidad de los estudios encontrados o hacer una síntesis cuantitativa de los resultados obtenidos en los estudios originales. La escasa descripción metodológica y la ausencia de una evaluación formal de la calidad de los artículos son limitaciones de este estudio. Además, la búsqueda bibliográfica, aunque exhaustiva, es difícil en un área nueva como la Inteligencia Artificial, ya que las nomenclaturas aún se están consolidando en palabras clave y descriptores científicos y la producción científica abarca varias áreas interconectadas. Fomentar la estandarización internacional de las publicaciones en este campo podría facilitar futuras revisiones.

En términos de avances de este estudio, la investigación sobre intervenciones clínicas debería

ser el objetivo de los nuevos estudios de IA en el dolor crónico. Por el momento, disponemos de una serie de estudios observacionales centrados principalmente en la predicción y clasificación de subgrupos. La siguiente etapa consiste en dirigir las nuevas investigaciones a utilizar estos predictores en ensayos clínicos controlados aleatorizados para estudiar la eficacia de todo el proceso. Esta será la pregunta a la que deberán responder los próximos estudios en el ámbito del dolor crónico: ¿obtiene mejores resultados el grupo que utiliza la estrategia basada en IA en comparación con el grupo de control que utilizó la mejor estrategia actual (sin IA)?

Como se ha visto, las potencialidades del uso de la Inteligencia Artificial (IA) en el tratamiento del dolor crónico es prometedor. Los algoritmos de IA han demostrado una gran capacidad para clasificar a los individuos en función del tipo de dolor crónico y para predecir grupos de riesgo. Estas tecnologías ofrecen nuevas posibilidades para un diagnóstico más preciso e individualizado, así como para el desarrollo de estrategias de tratamiento personalizadas, que pueden aumentar la eficacia terapéutica y la calidad de vida de los pacientes con dolor crónico. Sin embargo, la aplicación de la IA en este campo también se enfrenta a importantes retos. La principal dificultad radica en la falta de estudios centrados en la Atención Primaria. Es necesario desarrollar estudios robustos que validen estas tecnologías en diferentes poblaciones y entornos asistenciales, garantizando que las soluciones de IA sean accesibles, eficaces y seguras para todos los pacientes.

Por último, el estudio encontró resultados que indican avances en el área, especialmente en el diagnóstico y la predicción del dolor, el análisis de la actividad cerebral, las intervenciones personalizadas y la tecnología de movilidad y sensores. Sin embargo, sólo dos estudios eran ensayos clínicos controlados aleatorizados^{18,47}, dirigidos a estimar el efecto de una intervención (Terapia Cognitivo-Conductual), lo que indica que es necesario fomentar la investigación con este enfoque para responder a la pregunta de si realmente la incorporación de la IA modifica los resultados más importantes relacionados con el dolor crónico.

Conclusión

Los resultados hallados en nuestro estudio indican que las potencialidades del uso de la IA en el manejo del dolor crónico son una realidad. Se

trata de un área fértil para la generación de conocimiento, especialmente en los últimos años. Considerando la diversidad de aplicaciones de la IA en diferentes escenarios y poblaciones y la heterogeneidad de sus usos, entendemos que existen varias posibilidades para mejorar el manejo de los individuos con dolor crónico, cuyo tratamiento es actualmente de difícil solución. Deben incentivarse las revisiones sistemáticas con preguntas específicas y análisis formales de la calidad de los estudios incluidos. Todavía hay una falta significativa de estudios centrados en la APS, paradójicamente el lugar con mayor potencial para la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial y la principal puerta de entrada a los sistemas de salud, incluyendo el SUS, para los pacientes con esta condición. Por lo tanto, se debe fomentar la investigación centrada en el uso de tecnología de vanguardia para ayudar en el triaje, la toma de decisiones clínicas y el manejo de las personas con dolor crónico, especialmente en la APS. Finalmente, destacamos que nuestro estudio puede ser considerado el más amplio jamás realizado en el área del dolor crónico sobre el tema de la Inteligencia Artificial, sirviendo de referencia para futuras investigaciones con este enfoque.

Colaboradores

Concepción: FO Meirelles; CL Moraes; KMB Edmundo. Metodología: FO Meirelles; CL Moraes; KMB Edmundo. Curación de datos: FO Meirelles; MI Matos; CL Moraes; KMB Edmundo. Análisis formal: FO Meirelles; MI Matos; KMB Edmundo; CL Moraes. Investigación: FO Meirelles; MI Matos. Revisión de la literatura: FO Meirelles; MI Matos. Interpretación de datos: FO Meirelles; MI Matos; KMB Edmundo; CL Moraes. Escritura – versión original del manuscrito: FO Meirelles; KMB Edmundo; CL Moraes. Redacción – revisión y edición: FO Meirelles; KMB Edmundo; CL Moraes.

Declaración de disponibilidad de datos

Las fuentes de datos utilizadas en la investigación se indican en el cuerpo del artículo. Figuras, cuadros y suplementos disponibles en: <https://doi.org/10.48331/scielodata.QFMMDX>.

Referencias

- Cohen SP, Vase L, Hooten WM. Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances. 2021; 397(10289):2082-2097.
- GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018; 392(10159):1789-1858.
- GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet* 2017; 390(10100):1211-1259.
- Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, Keefe FJ, Mogil JS, Ringkamp M, Sluka KA, Song XJ, Stevens B, Sullivan MD, Tutelman PR, Ushida T, Vader K. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain* 2020; 161(9):1976-1982.
- Nicholas M, Vlaeyen JWS, Rief W, Barke A, Aziz Q, Benoliel R, Cohen M, Evers S, Giamberardino MA, Goebel A, Korwisi B, Perrot S, Svensson P, Wang SJ, Treede RD. The IASP classification of chronic pain for ICD11: chronic primary pain. *Pain* 2019; 160(1):28-37.
- Treede RD, Rief W, Barke A, Aziz Q, Bennett MI, Benoliel R, Cohen M, Evers S, Finnerup NB, Flor H, Giamberardino MA, Goebel A, Korwisi B, Perrot S, Svensson P, Wang SJ. Chronic pain as a symptom or a disease: the IASP classification of chronic pain for the International Classification of Diseases (ICD11). *Pain* 2019; 160(1):19-27.
- Bennett MI, Kaasa S, Barke A, Korwisi B, Rief W, Treede RD. The IASP classification of chronic pain for ICD11: chronic cancer-related pain. *Pain* 2019; 160(1):38-44.
- Schug SA, Lavand'homme P, Barke A, Korwisi B, Rief W, Treede RD. The IASP classification of chronic pain for ICD11: chronic postsurgical or post-traumatic pain. *Pain* 2019; 160(1):45-52.
- Scholz J, Finnerup NB, Attal N, Aziz Q, Baron R, Bennett MI, Bouhassira D, Cruccu G, Finnerup NB, Flor H, Haanpää M, Hansson P, Jensen TS, Kalso E, Kamerman PR, Nurmikko T, Raja SN, Rice ASC, Rowbotham M, Treede RD. The IASP classification of chronic pain for ICD11: chronic neuropathic pain. *Pain* 2019; 160(1):53-59.
- Benoliel R, Svensson P, Evers S, Wang SJ, Barke A, Korwisi B, Rief W, Treede RD. The IASP classification of chronic pain for ICD11: chronic secondary headache or orofacial pain. *Pain* 2019; 160(1):60-68.
- IASP Task Force for the Classification of Chronic Pain. The IASP classification of chronic pain for ICD11: chronic secondary visceral pain. *Pain* 2019; 160(1):69-76.
- Perrot S, Cohen M, Barke A, Korwisi B, Rief W, Treede RD. The IASP classification of chronic pain for ICD11: chronic secondary musculoskeletal pain. *Pain* 2019; 160(1):77-82.
- Barke A, Korwisi B, Jakob R, Konstanjsek N, Rief W, Treede RD. Classification of chronic pain for the International Classification of Diseases (ICD11): results of the 2017 international World Health Organization field testing. *Pain* 2022; 163(2):e310-e318.
- Joynt S, Kelly F, McMillan SS, King MA. Multidisciplinary interventions for chronic pain involving education: a systematic review. *PLoS One* 2019; 14(10):e0223306.
- Grossi E. How artificial intelligence tools can be used to assess individual patient risk in cardiovascular disease: problems with the current methods. *BMC Cardiovasc Disord* 2006; 6:20.
- Kueper JK, Terry AL, Zwarenstein M, Lizotte DJ. Artificial intelligence and primary care research: a scoping review. *Ann Fam Med* 2020; 18(3):250-258.
- Gunning D, Stefik M, Choi J, Miller T, Stumpf S, Yang GZ. XAI—explainable artificial intelligence. *Sci Robot* 2019; 4(37):eaay7120.
- Piette JD, Newman S, Krein SL, Marinec N, Chen J, Williams DA. Artificial intelligence to improve chronic pain care: evidence of AI learning. *Intell Based Med* 2022; 6:100064.
- Mendes EV. As redes de atenção à saúde. *Cien Saude Colet* 2010; 15(5):2297-2305.
- Mendes EV. *A construção social da atenção primária a saúde*. Brasília: Conselho Nacional de Secretários de Saúde; 2015.
- Almeida ER, Sousa ANA, Brandão CC, Carvalho FF, Tavares G, Silva KC. Política Nacional de Atenção Básica no Brasil: uma análise do processo de revisão (2015-2017). *Rev Panam Salud Publica* 2018; 42:e180.
- McGowan J, Straus S, Moher D, Langlois EV, O'Brien KK, Horsley T. Reporting scoping reviews – PRISMA ScR extension. *J Clin Epidemiol* 2020; 123:177-179.
- Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA ScR): checklist and explanation. *Ann Intern Med* 2018; 169(7):467-473.
- Aromataris E, Munn Z. *JBri manual for evidence synthesis*. Adelaide: JBI; 2020.
- Nephew BC, Incollingo Rodriguez AC, Melican V, Polcari JJ, Nippert KE, Rashkovskii M. Depression predicts chronic pain interference in racially diverse, income-disadvantaged patients. *Pain Med* 2022; 23(7):1239-1248.
- Tsai PF, Wang CH, Zhou Y, Ren J, Jones A, Watts SO. A classification algorithm to predict chronic pain using both regression and machine learning – a stepwise approach. *Appl Nurs Res* 2021; 62:151504.
- Liew BX, Hartvigsen J, Scutari M, Kongsted A. Data-driven network analysis identified subgroup-specific low back pain pathways: a cross-sectional GLA:D Back study. *J Clin Epidemiol* 2023; 153:66-77.
- NijewemedHolloosy WO, Velsen L, Poel M, GroothuisOudshoorn CG, Soer R, Hermens H. Evaluation of three machine learning models for self-referral decision support on low back pain in primary care. *Int J Med Inform* 2018; 110:31-41.

29. Fodeh SJ, Finch D, Bouayad L, Luther S, Kerns RD, Brandt C. Classifying clinical notes with pain assessment. *Stud Health Technol Inform* 2017; 245:1261-1264.
30. Haug CJ, Drazen JM. Artificial intelligence and machine learning in clinical medicine, 2023. *N Engl J Med* 2023; 388(13):1201-1208.
31. Sarker M. Revolutionizing healthcare: the role of machine learning in the health sector. *J Artif Intell Gen Sci* 2024; 2(1):36-61.
32. Hasan F, Mudrey A, Joshi A. Role of Internet of Things (IoT), artificial intelligence and machine learning in musculoskeletal pain: a scoping review. *Cureus* 2023; 15(4):e37352.
33. Jenssen MDK, Bakkevoll PA, Ngo PD, Budrionis A, Fagerlund AJ, Tayefi M. Machine learning in chronic pain research: a scoping review. *Appl Sci* 2021; 11(7):3205.
34. Zhang M, Zhu L, Lin SY, Herr K, Chi CL, Demir I. Using artificial intelligence to improve pain assessment and pain management: a scoping review. *J Am Med Inform Assoc* 2023; 30(3):570-587.
35. Ichescio E, Peltier SJ, Mawla I, Harper DE, Pauer L, Harte SE. Prediction of differential pharmacologic response in chronic pain using functional neuroimaging biomarkers and a support vector machine algorithm: an exploratory study. *Arthritis Rheumatol* 2021; 73(11):2127-2137.
36. Lee J, Mawla I, Kim J, Loggia ML, Ortiz A, Jung C. Machine learningbased prediction of clinical pain using multimodal neuroimaging and autonomic metrics. *Pain* 2019; 160(3):550-560.
37. Brown CA, Almarzouki AF, Brown RJ, Jones AK. Neural representations of aversive value encoding in pain catastrophizers. *Neuroimage* 2019; 184:508-519.
38. Robinson ME, O'Shea AM, Craggs JG, Price DD, Letzen JE, Staud R. Comparison of machine classification algorithms for fibromyalgia: neuroimages versus selfreport. *J Pain* 2015; 16(5):472-477.
39. Santana AN, Cifre I, Santana CN, Montoya P. Using deep learning and restingstate fMRI to classify chronic pain conditions. *Front Neurosci* 2019; 13:1313.
40. Rogachov A, Cheng JC, Hemington KS, Bosma RL, Kim JA, Osborne NR. Abnormal lowfrequency oscillations reflect traitlike pain ratings in chronic pain patients revealed through a machine learning approach. *J Neurosci* 2018; 38(33):7293-7302.
41. Tu Y, Ortiz A, Gollub RL, Cao J, Gerber J, Lang C. Multivariate restingstate functional connectivity predicts responses to real and sham acupuncture treatment in chronic low back pain. *Neuroimage Clin* 2019; 23:101885.
42. Lin YC, Yu NY, Jiang CF, Chang SH. Characterizing the SEMG patterns with myofascial pain using a multiscale wavelet model through machine learning approaches. *J Electromyogr Kinesiol* 2018; 41:147-153.
43. Golabchi FN, Sapienza S, Severini G, Reaston P, Tomecek F, Demarchi D. Assessing aberrant muscle activity patterns via the analysis of surface EMG data collected during a functional evaluation. *BMC Musculoskelet Disord* 2019; 20(1):13.
44. Lin HC, Wang Z, Hu YH, Simon K, Buu A. Characteristics of statewide prescription drug monitoring programs and potentially inappropriate opioid prescribing to patients with noncancer chronic pain: a machine learning application. *Prev Med* 2022; 161:107116.
45. Klemm C, Harvey MJ, Robinson MG, Esposito JG, Yeo I, Kwon YM. Machine learning algorithms predict extended postoperative opioid use in primary total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2022; 30(8):2573-2581.
46. Jones MR, Viswanath O, Peck J, Kaye AD, Gill JS, Simopoulos TT. A brief history of the opioid epidemic and strategies for pain medicine. *Pain Ther* 2018; 7:13-21.
47. Piette JD, Newman S, Krein SL, Marinenc N, Chen J, Williams DA. Patientcentered pain care using artificial intelligence and mobile health tools: a randomized comparative effectiveness trial. *JAMA Intern Med* 2022; 182(9):975-983.
48. Åström M, Thet Lwin ZM, Teni FS, Burström K, Berg J. Use of the visual analogue scale for health state valuation: a scoping review. *Qual Life Res* 2023; 32(10):2719-2729.
49. Haenlein M, Kaplan A. A brief history of artificial intelligence: on the past, present, and future of artificial intelligence. *Calif Manage Rev* 2019; 61(4):5-14.
50. Batista AFM, Chiavegatto Filho ADP. *Machine learning aplicado à saúde*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Computação; 2019.
51. Frazão A, Oliva MD, Tepedino G. *Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais e suas repercussões no direito brasileiro*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil; 2019.
52. Raposo CFL, Lima HM, Oliveira Junior WF, Silva PAF, Souza Barros EE. LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais em tecnologia da informação: revisão sistemática. *RACE Rev Adm Cesmac* 2019; 4:58-67.

Artículo presentado en 30/07/2024

Aprobado en 02/01/2025

Versión final presentada en 04/01/2025

Editores jefes: Maria Cecília de Souza Minayo, Romeu Gomes, Antônio Augusto Moura da Silva, Vania de Matos Fonseca