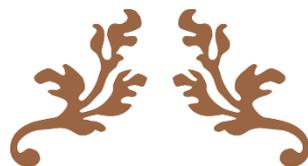




Universidad de Valladolid



TRABAJO FIN DE GRADO

Curso 2023-2024



**“INVESTIGACIÓN MÉDICO-LEGAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y
SU USO EN PREVENCIÓN DEL SUICIDIO”**



Autor: Francisco Buitrago Del Amor

Tutora: Mercedes Martínez León

Departamento de Anatomía patológica, Microbiología, Medicina Preventiva y Salud
Pública y Medicina Legal y Forense

ÍNDICE

RESUMEN.....	2
1.INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL:.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3
2.MATERIAL Y MÉTODO.....	4
LIMITACIONES.....	5
CONSIDERACIONES ÉTICAS	5
3.DESARROLLO DEL TEMA.....	5
3.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DEFINICIÓN Y CONCEPTOS CLAVE	5
3.2. EL SUICIDIO COMO PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA	7
3.3. APLICACIONES DE LA IA EN LA SALUD Y MEDICINA.....	10
3.4. MARCO ÉTICO Y LEGAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MEDICINA.....	11
3.5 AVANCES EN IA PARA LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DEL SUICIDIO.....	15
4.RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	20
5. CONCLUSIÓN.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXO	0

RESUMEN

El suicidio es sin duda un importante problema de salud pública siendo la principal causa de muerte externa en nuestro país. Por otro lado, la IA ha surgido como una herramienta muy prometedora en el ámbito de la salud permitiendo el análisis de grandes cantidades de datos y abriendo un enorme marco de posibilidades ante nosotros. Nuestro objetivo en la presente investigación fue realizar una revisión de la literatura existente en materia de IA y en concreto en su uso en la prevención del suicidio. El desarrollo de esta investigación trata varios aspectos clave, que abordan desde conceptos básicos de IA y el suicidio, hasta el uso de esta tecnología en medicina y en la prevención del suicidio, abarcando además el marco ético y legal actualmente existente en materia de IA. En conclusión, los resultados encontrados muestran que la IA tiene un amplio potencial para mejorar la identificación precoz del suicidio, posibilitando acciones preventivas más rápidas. Sin embargo, también queremos destacar que todavía falta un largo camino para su aplicación en entornos clínicos reales y a largo plazo.

Palabras clave: inteligencia artificial, aprendizaje automático, prevención, suicidio.

1.INTRODUCCIÓN

En los últimos años están emergiendo unas nuevas tecnologías llamadas “inteligencias artificiales”, definidas por la RAE como la disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógicos (1).

La anterior definición de la RAE se refiere al campo de desarrollo de estas más que a la definición concreta de sistema de Inteligencia Artificial (en adelante IA), mejor descrito por el consejo sobre inteligencia artificial de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2) como “un sistema que puede, para un conjunto de objetivos definidos por humanos, llevar a cabo predicciones, recomendaciones o decisiones que influyen en entornos reales o virtuales. Estos sistemas pueden ser diseñados para trabajar con una mayor o menor autonomía”

Estas herramientas han despertado un gran interés en todos los campos de la medicina, dado que pueden manejar una gran cantidad de datos y tienen capacidad para auto impulsar su aprendizaje, abriendo un enorme marco de posibilidades ante nosotros.

Por otra parte, las IAs necesitan una gran cantidad de datos para ser entrenadas y funcionar correctamente, esto implica la utilización y el manejo de una gran cantidad de

información clínica y personal privada, lo que obliga a desarrollar un marco ético y legal tanto para su desarrollo como para su uso.

JUSTIFICACIÓN

Uno de los campos de reciente aplicación de la IA es la investigación y prevención del suicidio, sin duda un enorme problema del que cada vez hay más conciencia social, con unas 700.000 muertes anuales en todo el mundo (3) y en el que la predicción del riesgo es muy importante para la prevención. Desde hace muy pocos años hay un creciente interés en este uso, reflejado en el número de publicaciones al respecto en diferentes bases de datos como podemos observar en el gráfico 1 incluido en el Anexo (el número creciente de la publicación de artículos que incluyen en su título IA y suicidio).

Dada la gran novedad, todavía existe un gran desconocimiento tanto en la práctica clínica como en otros ámbitos de la vida de los distintos aspectos de la IA, por eso se propuso este trabajo para intentar sintetizar toda la información médico-legal posible de la IA, es decir, describir la IA, su posibles aplicaciones, los marcos legales existentes y en desarrollo, posibles conflictos éticos que puedan provocar su implementación en la práctica clínica y además realizar una investigación sobre las publicaciones realizadas en cuanto a su uso en prevención del suicidio, sin duda una aplicación muy prometedora y que podría evitar muchas muertes, en concreto en España el año 2021 fallecieron 4003 personas una media de 11 al día, siendo la principal causa de muerte no natural (4).

OBJETIVOS

Objetivo general:

- “Estudiar desde el punto de vista médico-legal la aplicación de la inteligencia artificial en la prevención del suicidio”.

Objetivos específicos:

- Analizar las aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina y su uso en la medicina legal y forense.
- Analizar las posibles consideraciones éticas del uso de la IA.
- Estudiar la Legislación existente sobre IA nacional e internacional.
- Describir los avances en IA para la detección y prevención del suicidio.
- Realizar una serie de recomendaciones para futuras investigaciones con IA.

2.MATERIAL Y MÉTODO

La metodología llevada a cabo para la realización de este trabajo es una revisión bibliográfica para la cual se ha consultado información sobre la IA y prevención del suicidio en distintas fuentes de información:

- Para poder completar nuestro objetivo principal se realizó una búsqueda bibliográfica en Pubmed de artículos de lectura libre publicados los últimos 10 años utilizando los términos en inglés y español: Suicide, machine learning y Artificial intelligence combinados con operadores booleanos AND y OR. Arrojando un total de 74 resultados que después se seleccionaron teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión de este proyecto quedándonos con un total de 65, siendo seleccionados por su abstract teniendo en cuenta los objetivos del trabajo quedándonos 11 a los que se añadieron otros 4 encontrados en referencias bibliográficas de los anteriores y que se consideraron de interés, todos están incluidos directa o indirectamente. (ver figura 1 diagrama de flujo)

Criterios de inclusión:

- Artículo escrito en inglés o español.
- Artículo con resumen disponible.
- Artículo publicado en los últimos 10 años.
- Artículo de lectura libre.

Criterios de exclusión:

- Artículo no escrito en inglés o español.
- Artículo sin resumen disponible.
- Artículo publicado hace mas 10 años.
- Artículo sin lectura libre.

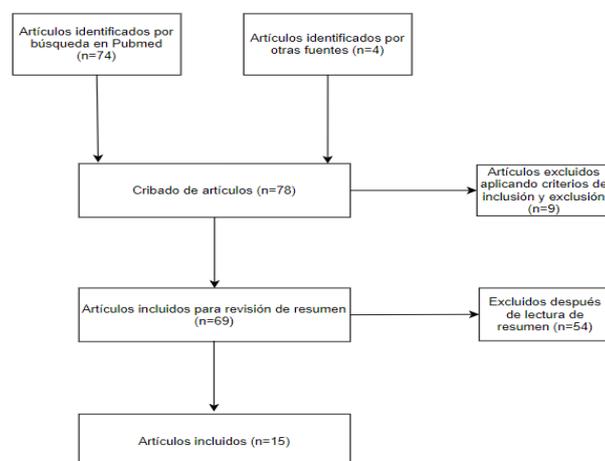


Figura 1: Diagrama de flujo de selección de artículos

- Guia de la OMS “Ethics and governance of artificial intelligence for health”.
- Documento de la OMS “Directrices éticas para una IA fiable”.
- Proyecto de Ley de inteligencia artificial del parlamento europeo.
- Otras fuentes especificadas en el apartado bibliografía.

Limitaciones

Debido a la rápida evolución en el campo de la inteligencia artificial algunos de los modelos o definiciones utilizados en este trabajo pueden verse sometidos a cambios durante la realización o incluso después de la publicación de este.

Además, al ser un tema tan nuevo y emergente nos afecta en la investigación del marco legal y ético puesto que la mayoría de información al respecto todavía son proyectos de ley a falta por ser aprobados, como la ley de inteligencia artificial propuesta por el parlamento europeo. También, nos hemos encontrado problemas de generalización de resultados ya que muchos de los modelos de IA utilizados en los trabajos de investigación que hemos revisado funcionan correctamente en la población donde fueron recogidos los datos con los que se entrenaron esas IAs pero surge la necesidad de validar la efectividad de estos modelos en otras poblaciones y contextos médicos dado que los indicadores de riesgo por ejemplo para el suicidio pueden variar de población en población e incluso en escenarios médicos diferentes.

Por otra parte, la actualidad de esta tecnología limita bastante el encontrar información consensuada al respecto, por eso consideramos la necesidad de crear estándares y regulaciones científicas claras en cuanto a IA en un futuro próximo y hemos intentado incluir en este proyecto las fuentes de información más fiables posible.

Consideraciones éticas

Para la realización de este Trabajo de Fin de Grado se solicitó el permiso al Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, que tras la evaluación emitió un informe favorable con Código PI-23-13-O-TFG.

En este trabajo de investigación se respetan las normas éticas y legales aplicables, en particular la Declaración de Helsinki y el Convenio de Oviedo, y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

3.DESARROLLO DEL TEMA

3.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DEFINICIÓN Y CONCEPTOS CLAVE

Como hemos podido observar existen distintas definiciones de IA debido a la novedad que suponen las mismas, pero en general podemos decir que las IA son herramientas informáticas que tratan de simular la inteligencia humana y sus funciones como el aprendizaje, el razonamiento, la autocorrección y la toma de decisiones (5).

Algunos conceptos clave de IA:

- **Aprendizaje automático no supervisado (Machine Learning):** Rama de IA que consiste en entrenar a una máquina (algoritmo) con una serie de datos de entrenamiento no etiquetados, para que luego sea capaz de aprender de manera independiente sin intervención humana, una vez entrenada correctamente se conecta a un sistema de *big data* para que realice la función asignada. Es decir, son máquinas que, a partir de unos datos de entrenamiento, son capaces de detectar patrones y seguir aprendiendo por sí solas.
- **Aprendizaje automático supervisado:** Rama de IA en la que los datos se introducen de manera etiquetada en el algoritmo para que este detecte patrones y pueda etiquetar otros datos de entrada.
- **Redes neuronales artificiales (Artificial neural networks):** son modelos de IA que se usan en el Deep learning basadas en el funcionamiento cerebral. Están compuestas por varias capas de nodos (neuronas) interconectadas entre sí, formadas normalmente por una capa de entrada (donde entran los datos), varias capas ocultas intermedias y una capa de salida (que devuelve una respuesta a los datos de entrada). Véase figura 2.
- **Deep learning:** es un tipo de aprendizaje automático basado en redes neuronales artificiales.
- **Procesamiento de lenguaje natural (PLN):** rama de la IA cuyo objetivo es analizar, interpretar y generar lenguaje humano. Incluye funciones como reconocimiento de voz, reconocimiento de texto escrito etc. Véase figura 3, ejemplo de extracción de información de historia clínica.
- **Visión por computadora:** proceso por el cual una computadora obtiene información a partir de una serie de imágenes o videos (6).

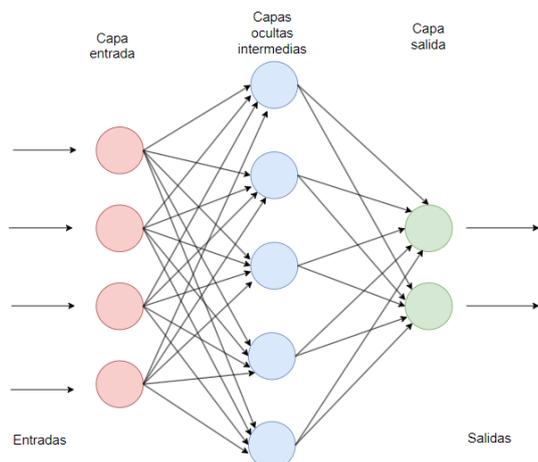


Figura 2: Esquema de una Red Neuronal Artificial (ANN)
Fuente: Elaboración propia.

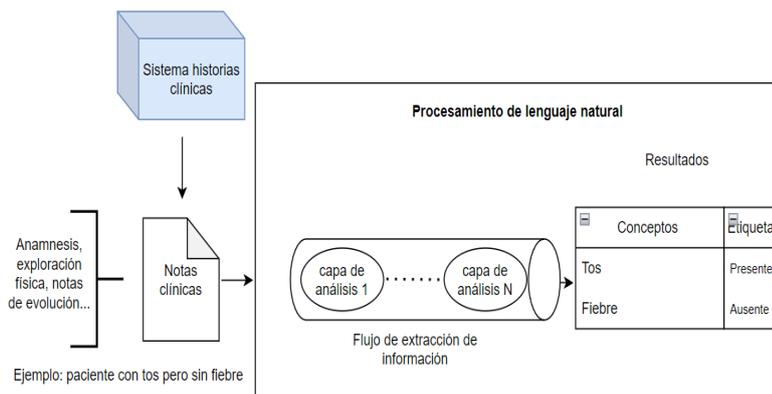


Figura 3: Esquema funcionamiento de PLN. Fuente: Elaboración propia.

3.2. EL SUICIDIO COMO PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA

El DSM-V define el suicidio como “el acto de causar de forma intencionada la propia muerte” y se debe distinguir del intento de suicidio definido como “intento de poner fin a la propia vida que puede conducir a la muerte”, la OMS lo reconoce como un problema prioritario de salud pública estimando alrededor de 703.000 muertes cada año a nivel mundial (3). Además, hay que tener en cuenta que es un problema mucho más grave de lo que se cree puesto que por cada suicidio consumado se producen de 10 a 30 intentos y una gran parte de estos no llega a atenderse en ningún dispositivo de salud (7).

Existen además una serie de factores de riesgo relacionados con el suicidio (7):

- **Presencia de enfermedad mental:** aparece en al menos el 90% de los suicidios y hay mayor riesgo si se presentan más de una patología psiquiátrica de manera simultánea. En la tabla 1 incluida en el Anexo, se resumen los distintos tipos de trastornos con su riesgo asociado respecto a la población sana (8).
- **Malestar físico:** la presencia de patologías que causen malestar o dolor crónico y discapacidad son un factor muy relacionado con la conducta suicida.
- **Factores psicológicos:** las características psicológicas que más se relacionan con la conducta suicida son la agresividad y la impulsividad.
- **Heredabilidad:** el riesgo de suicidio entre familiares de primer grado es el triple que el de la población general.
- **Sexo:** el número de suicidios consumados es mucho mayor en hombres que en mujeres, mientras que el número intentos es mayor entre las mujeres.

- Edad: la tasa de suicidio va aumentando con la edad.
- Estado civil: se sabe que es un factor que afecta más a varones que a mujeres ya sea por viudedad o divorcio es un factor que suele durar hasta 5 años después de la pérdida de la pareja.
- Situación laboral y económica: mayor tasa de desempleo se relaciona con mayor número tanto de intentos como de suicidios.
- Intento suicida previo: el factor más importante con hasta 40 veces más riesgo que la población general.

También encontramos que existen factores protectores (9) que dividimos en personales y externos (sociales y del entorno):

- Personales: capacidad de resolución de problemas, confianza en uno mismo, habilidad para relaciones interpersonales, capacidad de resiliencia, optimismo, tener hijos, capacidad de afrontamiento, autocontrol y hábitos de vida saludables entre otros.
- Sociales: apoyo social y familiar, adoptar valores culturales y poseer creencias y prácticas religiosas, integración social, comunicación con personal preparado al que pueda acudir si se detecta riesgo de conducta suicida entre otros.
- Entorno: campañas de sensibilización, acceso a dispositivos sanitarios, formar a educadores y personal escolar, restricción a métodos letales de suicidio, diseño de protocolos de actuación.

Para tener una visión de nuestro medio más cercano, en España en el año 2022 se produjeron 4.227 muertes por suicidio a razón de 2,8:1 (Hombres:Mujeres) según datos del INE, un 0,9% de 464.417 muertes que se produjeron ese año.

En Castilla y León en 2022 fueron un total de 242 muertes por suicidio según datos del INE, un 0,78% del total de 31017 muertes.

Como podemos ver en los gráficos 2 y 3 adjuntos en el Anexo, la tendencia de la mortalidad por suicidio es ascendente en los últimos años lo que pone sobre la mesa la necesidad de mejorar las medidas para la prevención de este fenómeno.

Además, en el año 2022 se produjeron un total de 18.574 muertes por causas externas de las cuales 4.227 fueron suicidios y lesiones autoinfligidas, manteniéndose por lo tanto como la principal causa externa de muerte con un 22,7% seguida del ahogamiento, sumersión y sofocación accidental con 4108 fallecimientos un 22,1%. Véase gráfico 4.

Muertes por causas externas en España

2022

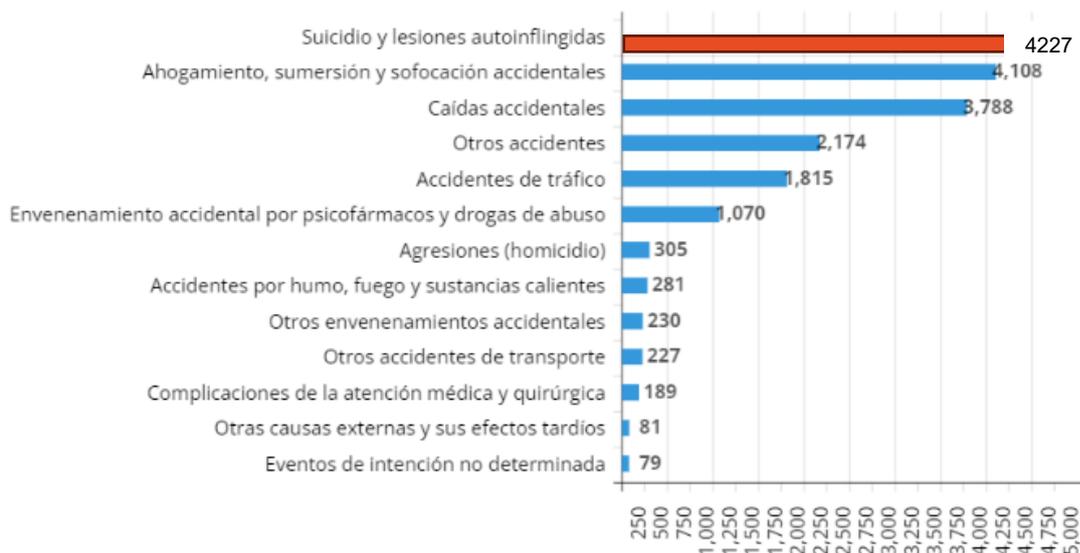


Gráfico 4: Fuente elaboración propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística. INE

En cuanto a los medios para consumir el suicidio según los datos del INE, el ahorcamiento es el más utilizado con casi la mitad de las muertes por suicidio con 46,4%, seguido por saltar desde un lugar elevado o precipitación con un 25,5%. Existen diferencias en cuanto al método utilizado dependiendo del sexo puesto que los hombres utilizan más métodos como el ahorcamiento seguido de la precipitación y las mujeres es completamente al contrario siendo el principal método la precipitación y después el ahorcamiento. Véase gráfico 5.

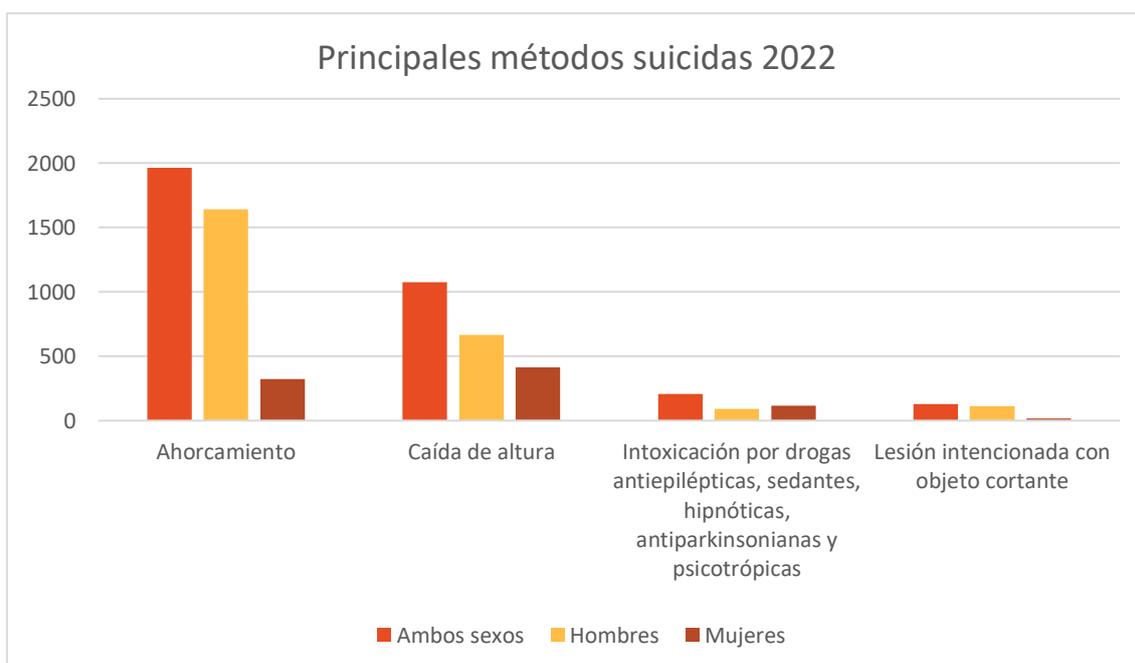


Gráfico 5: Fuente elaboración propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística. INE

3.3. APLICACIONES DE LA IA EN LA SALUD Y MEDICINA.

El concepto de crear programas con computadoras que simularan el pensamiento humano fue descrito por primera vez por Alan Turing en 1950 en un artículo llamado "Computing Machinery and Intelligence" este estableció el concepto de lo que John McCarthy llamó por primera vez 6 años después Inteligencia Artificial (6).

La IA ostenta diversas aplicaciones médicas entre ellas en diagnóstico, diagnóstico basado en predicciones, pronóstico, gestión de sistemas de salud y salud pública (10). Mientras algunas de estas aplicaciones se encuentran en proceso de implementación otras están aún en desarrollo e investigación. A continuación, se presentan algunos ejemplos de estudios que evalúan estas aplicaciones:

- **Diagnóstico:** En la actualidad, se está investigando la eficacia de sistemas de inteligencia artificial en el diagnóstico radiológico de oncología, abarcando áreas como el cáncer de pulmón, próstata, mama y sistema nervioso central (11). Asimismo, se investiga su utilidad en diagnósticos no radiológicos, abordando disciplinas como dermatología (12), anatomía patológica (13) y oftalmología (14), entre otros campos. Sin embargo, pocos sistemas de este tipo han sido evaluados en ensayos clínicos prospectivos. En una revisión sistemática y metaanálisis publicado en octubre de 2019 (15) se comparó la precisión diagnóstica de distintos algoritmos de aprendizaje profundo (Deep Learning) con el de los profesionales de la salud al clasificar enfermedades mediante imágenes médicas, este estudio concluye que la precisión diagnóstica es equivalente, pero también que pocos estudios incluidos validaron externamente sus resultados o compararon el desempeño de los profesionales de salud y los algoritmos de IA utilizando la misma muestra.
- **Predicción y prevención:** estas herramientas de IA también podrían utilizarse para prevenir o predecir problemas importantes de salud antes de su manifestación, como la conducta suicida de la que hablaremos más adelante, otros ejemplos serían su uso en la prevención de enfermedades relacionadas con el estilo de vida, como la diabetes (16) o las enfermedades cardiovasculares (17). También en materia de violencia de género y doméstica se está desarrollando un Chatbot basado en inteligencia artificial llamado AINO AID que se está llevando a cabo con fondos europeos en el marco del programa Improve, el objetivo del proyecto es superar la barrera de la vergüenza de acudir a comisaría o un teléfono con una persona al otro lado, a la hora de denunciar una situación de violencia de este tipo.

- **Pronóstico:** el pronóstico representa un papel fundamental en la práctica clínica. La identificación correcta de pacientes con un pronóstico de alto riesgo en distintas enfermedades (por ejemplo, un cáncer) es crucial para planificar estrategias de tratamiento adecuadas, dirigidas a curar la enfermedad y extender la supervivencia. Las redes neuronales artificiales, son especialmente útiles en el análisis de datos complejos relacionados con el cáncer y se ha demostrado que pueden predecir la supervivencia en pacientes con cáncer de mama y colorrectal. Asimismo, se han empleado con éxito en la predicción de resultados en cáncer de pulmón y próstata (18).
- **Gestión de sistemas de salud y salud pública:** en este ámbito se podría utilizar para agilizar tareas muy repetitivas y burocráticas, por ejemplo, en España justicia ha implantado en el año 2022 el nuevo Sistema de Dictado Forense (herramienta de IA para dictar informes médicos) experimentándose un importante ahorro en el tiempo de elaboración de informes, aumento de la calidad de estos y una mejora en la comunicación con los pacientes (19). En salud pública se podrá utilizar para mejorar el reparto de los recursos y así mejorar la eficiencia del sistema, por ejemplo, en una investigación realizada en Brasil, se emplearon diversos conjuntos de datos gubernamentales y técnicas de inteligencia artificial con el objetivo de mejorar la distribución de recursos del sistema de salud según las características geográficas, de acuerdo con las necesidades de salud de la población (20).

Las anteriores son solo algunas de las aplicaciones que hemos considerado más relevantes ya que la inteligencia artificial ha despertado un nuevo campo de investigación en medicina, sobre todo los últimos años (véase gráfico 6 incluido en Anexo) y sería imposible abarcarlas todas en este trabajo.

3.4. MARCO ÉTICO Y LEGAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MEDICINA.

El rápido avance de la tecnología que incluye inteligencia artificial ha llevado a su investigación en muchos sectores, incluida la práctica médica. Estas analizan una gran cantidad de datos, identifican patrones y pueden tomar decisiones complejas. Sin embargo, este creciente interés plantea importantes cuestiones éticas y legales, sobre todo en algunos ámbitos más delicados como la prevención del suicidio.

En este apartado vamos a hablar del marco ético y legal vigente del uso de la IA en medicina.

Nos basamos para este apartado principalmente en la guía de directrices éticas para una IA fiable publicada por la comunidad europea (21), la guía de ética y gobernanza de la inteligencia artificial en el ámbito de la salud de la OMS (10) y el proyecto de ley de IA de la UE.

Marco ético

Los principios éticos básicos en salud son cuatro (no maleficencia, autonomía, beneficencia y justicia), si bien en materia de IA se obliga a añadir algunos nuevos aspectos como son la transparencia, la explicabilidad, la responsabilidad y la rendición de cuentas. Esta novedad de las IA se refleja en la última actualización del código de deontología médica del año 2022 (22) en el que se ha añadido un capítulo sobre esta cuestión (ver esquema 1 incluido en Anexo).

1. **Autonomía:** Las personas deben mantener su autonomía cuando utilicen sistemas de IA y estos no deberían, coaccionar, engañar, manipular a los seres humanos. Además, los seres humanos deben mantener el control de las decisiones médicas y garantizar que el médico puede detectar y cancelar decisiones erróneas tomadas por algoritmos de IA. Todo esto también implica proteger la privacidad y confidencialidad de los datos aportados por los usuarios (pacientes) y garantizar el consentimiento informado.
2. **Prevención de daños “no maleficencia y beneficencia”:** Se debe garantizar que los sistemas sean seguros, precisos y eficaces antes de su implementación. No deben provocar daños ni perjudicar a los seres humanos.
3. **Justicia y equidad:** Deben estar diseñados para garantizar el uso apropiado y equitativo por todos los usuarios independientemente de la edad, sexo, raza u otras características de las personas. Además, se deben evitar sesgos, para esto los desarrolladores deben asegurarse de que los datos de entrenamiento representen de manera equitativa a toda la población para la que va dirigido este algoritmo y, por tanto, si un grupo de personas con unas determinadas características está infrarrepresentado puede ser necesario un sobremuestreo para garantizar que funciona de manera igual de eficaz en este grupo.
4. **Transparencia y explicabilidad:** Este es un principio esencial para que los usuarios beneficiados de la IA confíen plenamente en ella. Los procesos tienen que ser

transparentes y explicables en la manera de lo posible de acuerdo con las capacidades de entendimiento de cada persona, incluidas personas de niveles socioeconómicos bajos. El grado de explicabilidad además, dependerá de la gravedad que pueda ocasionar una decisión errónea. Las instituciones y autoridades médicas deberán publicar información sobre cómo se evaluarán periódicamente sus usos, sus limitaciones y el papel en la toma de decisiones.

5. **Responsabilidad y rendición de cuentas:** Cuando algo salga mal en la aplicación de un algoritmo de IA deberá de haber responsabilidad. Deben adoptarse las medidas necesarias para garantizar la compensación de personas afectadas por decisiones erróneas. Además, las instituciones que utilizan estas herramientas tendrán la responsabilidad legal de todas las decisiones siguiendo un modelo de “responsabilidad colectiva” por el cual serán responsables todos los agentes que estén involucrados tanto en su desarrollo como en su implementación.

En McKernan et al. (23) se dan una serie de recomendaciones éticas para mitigar el riesgo del uso de la IA en la prevención del suicidio en entornos sanitarios que vemos resumidas en la tabla 2 del Anexo.

Marco Legal y Jurídico

En cuanto al ámbito legal y jurídico, hoy en día existen dos referencias en cuanto a la protección de datos del paciente, el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y el Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de sus datos personales y a la libre circulación de estos datos y la adaptación al ordenamiento jurídico español del Reglamento Europeo a través de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (LO 3/2018), este marco recoge una serie de garantías que se tienen que seguir en cuanto a la utilización de datos en el diseño de algoritmos de inteligencia artificial.

Aun con lo anteriormente descrito, las grandes posibilidades de la IA hacen que estos reglamentos se queden cortos, sobre todo por el gran potencial de las mismas que hace que en un futuro pueda cometerse delitos aun no imaginables, es por ello que la UE está desarrollando la nueva “Ley de IA” (24) una de las primeras en su tipo en todo el mundo, esta fue propuesta por la Comisión Europea en abril de 2021 y sobre la cual se llegó a un acuerdo provisional en diciembre del año 2023, entrará en vigor en el año 2026 aunque algunas partes de la misma lo harán antes.

Este reglamento europeo que establece las normas en materia de IA (ley de IA) busca que estos sistemas cumplan con requisitos como la transparencia, la responsabilidad, la privacidad de datos, la justicia en la toma de decisiones automatizadas y el mantenimiento de la calidad y actualización de los datos que utiliza entre otros, se aplican a una gran variedad de IA y se dirige tanto a desarrolladores como a usuarios. En este texto también encontramos un marco para la gobernanza que incluye la creación de una autoridad europea de supervisión de la IA (Comité europeo de IA) y un registro europeo de IA de alto riesgo. Además, en el texto se cita también que *“Cada Estado miembro establecerá o designará autoridades nacionales competentes con el fin de garantizar la aplicación y ejecución del presente Reglamento”* cosa que en España ya se está llevando a cabo con la creación de la Agencia española de supervisión de la IA (AESIA) con sede en la coruña siendo España el primer país de la unión europea con una agencia de este tipo y adelantándose a la entrada en vigor de este reglamento europeo.

Siguiendo con el reglamento europeo de IA se establece unos sistemas de IA de alto riesgo que serán totalmente prohibidas, algunos ejemplos de ellos son:

- Sistemas que usen técnicas subliminales para alterar el comportamiento de las personas, así como aquella que provoquen perjuicios físicos o psicológicos.
- Sistemas que evalúen o clasifiquen a personas atendiendo a sus características personales, personalidad o conducta social.
- Sistemas de identificación biométrica en tiempo real en espacios públicos salvo en determinadas excepciones, como búsqueda de víctimas de un delito, prevención de amenazas importantes para la vida o seguridad de personas físicas o búsqueda e identificación de la persona que ha cometido o se sospecha que ha cometido un determinado delito tipificado en un apartado concreto de este reglamento. Todos estos usos excepcionales requerirán de previa autorización judicial a excepción de una urgencia debidamente justificada en la que se podrá empezar a utilizar antes de obtener dicha autorización.

Hay ciertos sistemas que no se consideran de alto riesgo pero que, si pudieran tener un impacto significativo, se podrán utilizar, pero deberán de cumplir ciertas obligaciones, como transparencia, la trazabilidad, calidad de los datos y la supervisión humana. El reglamento por tanto prevé sanciones de hasta 30 millones de euros o hasta el 6% del volumen del global del negocio, por el incumplimiento de alguna de sus regulaciones.

3.5 AVANCES EN IA PARA LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DEL SUICIDIO.

Como hemos visto a lo largo de todo este trabajo, el suicidio es un problema muy importante en la actualidad con alrededor de 703.000 muertes cada año a nivel mundial (3), y las herramientas de predicción utilizadas actualmente no son del todo eficaces como pone de manifiesto el metaanálisis más importante sobre predicción del suicidio, llevado a cabo por Franklin et al. (2017) (25) que concluye que las predicciones basadas en factores de riesgo y protectores individuales han llevado a una precisión predictiva débil, citando textualmente *“la predicción fue solo ligeramente mejor que el azar para todos los resultados”* y esta capacidad predictiva no ha mejorado en los últimos 50 años.

Por otro lado, también hemos visto que la IA ha suscitado un gran interés en medicina debido a su capacidad para manejar grandes cantidades de datos y explorar patrones en los mismos, que junto con los nuevos registros médicos electrónicos (por ejemplo historia clínica electrónica) que han llevado a un crecimiento exponencial de la cantidad de datos médicos disponibles, en concreto se estima que hasta 2020 se han producido 2314 exabytes (mil millones de gigabytes = un exabyte) (26) han abierto una gran ventana a la investigación en detección y prevención de la conducta suicida, con resultados prometedores que vamos a resumir a continuación:

- **Enfoques tradicionales vs aprendizaje automático en la predicción del suicidio.**

Como hemos mencionado anteriormente, uno de los metaanálisis más importantes en cuanto a predicción del suicidio concluye que los métodos utilizados durante los últimos 50 años solamente eran ligeramente superiores al azar y sugiere un cambio de enfoque a algoritmos de riesgo basados en aprendizaje automático.

Esta observación se ve reforzada por los resultados obtenidos en el metaanálisis de Schafer KM et al. (2021) (27), este tenía principalmente dos objetivos:

1. Comparar la precisión predictiva de cuatro modelos teóricos tradicionales de conducta suicida (teorías biosocial, biológica, ideación-acción y desesperanza).
2. Comparar estos modelos tradicionales con la precisión predictiva de modelos de aprendizaje automático.

Este metaanálisis concluye que los modelos teóricos demostraron una precisión subóptima en todos los campos de predicción (ideación, intentos y muerte por suicidio) y que los modelos basados en aprendizaje automático proporcionaron una precisión significativamente superior en comparación. Véase gráfico 7.

- **IA en investigación y predicción de la conducta suicida.**

Actualmente se está investigando el uso de la IA en distintos ámbitos de la medicina, uno de ellos es sin duda el de la predicción y prevención del suicidio, realizando esta revisión nos hemos encontrado con distintos tipos de artículos que investigan esta aplicación de la IA.

En primer lugar, vamos a describir cómo funciona en general uno de los tipos de algoritmo de aprendizaje automático más aplicado a la predicción del suicidio. Normalmente se trabaja utilizando un conjunto de datos que incluye predictores (atributos o características) junto con los resultados conocidos correspondientes, llamados etiquetas, creando un conjunto de datos etiquetado, como ya explicamos en un apartado anterior llamamos aprendizaje supervisado.

- En lo que respecta al suicidio estos “atributos” son características del individuo: demografía, diagnósticos psiquiátricos, trastorno por abuso de sustancias, etc.
- Las etiquetas indicarían si se suicidó o intento suicidarse o no.
- Estos conjuntos de datos se utilizan para entrenar al modelo de aprendizaje automático (este proceso de entrenamiento varía dependiendo del modelo utilizado) normalmente se utiliza un porcentaje de estos datos para entrenar el modelo, 80% aproximadamente y el otro 20% se reserva para probar el modelo una vez entrenado y observar su desempeño (26). Como se puede ver en esta figura 4.

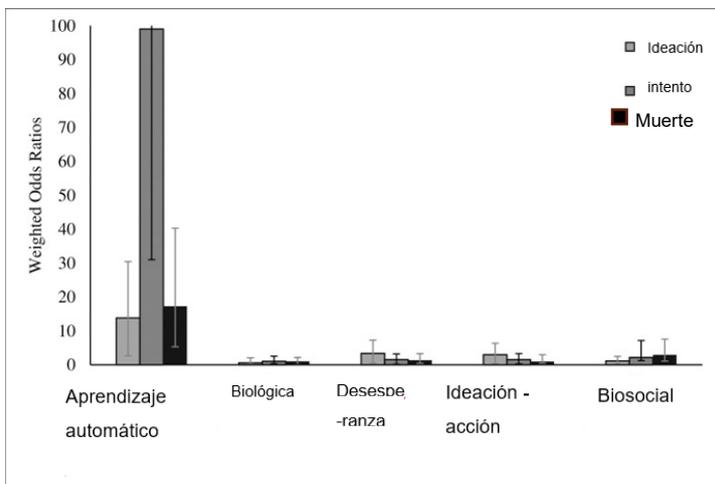


Gráfico 7: Resultados traducción propia de metaanálisis Katherine M Schafer et al (2021) Fuente: Schafer KM, Kennedy G, Gallyer A, Resnik P. A direct comparison of theory-driven and machine learning prediction of suicide: A meta-analysis.

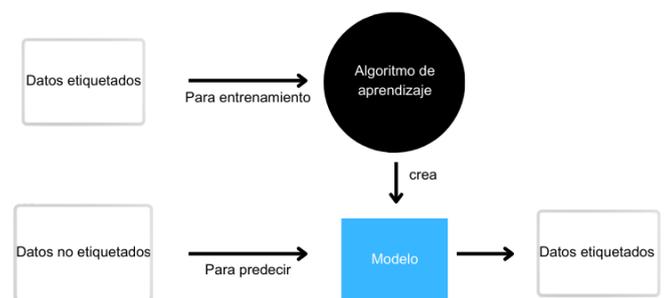


Figura 4: Esquema del funcionamiento aprendizaje supervisado. Fuente: elaboración propia.

El aprendizaje automático se está utilizando en lo que respecta al suicidio para distintas aplicaciones una de estas es determinar factores de riesgo en una determinada población como se llevó a cabo en los siguientes estudios:

- En el estudio de Balbuena LD et al. (2022) (28), el principal objetivo de este fue identificar factores de riesgo de suicidio con datos de una cohorte noruega mediante machine learning, los resultados mostraron que el tabaquismo diario, síntomas del estado de ánimo y vivir en una región con mayor proporción de habitantes de bajos ingresos eran factores de riesgo para el suicidio.
- Estudio de Morales-Rodríguez et al. (2023) (29) este estudio se realizó en una muestra de 337 estudiantes universitarios a los cuales se le realizaron una serie de cuestionarios entre ellos uno de riesgo de suicidio, después se clasificó a los estudiantes en función de los resultados de este test en riesgo suicida o no riesgo para a continuación crear un algoritmo de RNA utilizando parte de esos datos como entrenamiento y parte de prueba, determinar su desempeño y analizar que variables de los cuestionarios se relacionaban más con el riesgo de suicidio, los resultados indicaron una tasa de aciertos del modelo de 85,7% e identificaron que la falta de capacidad para expresar sentimientos apropiadamente, la capacidad de resolución de problemas, el nivel de perfeccionismo y la ansiedad eran las variables que más contribuían a la capacidad predictiva.

La depresión y la ansiedad son factores de riesgo muy importantes en el suicidio como hemos visto en el apartado 3.2 del presente trabajo, pues bien, ya se están llevando a cabo numerosos estudios con IA para la detección de ambas entidades, como podemos ver:

- En el trabajo de Barua et al. (2022) (30), *“las herramientas de IA son prometedoras y pueden superar las limitaciones de los métodos tradicionales de diagnóstico de depresión y/o ansiedad”*, este también establece que las características de audio y/o video facial son las más investigadas.

Además de la identificación de factores de riesgo, otra de las ventanas en las que se está investigando, es el desarrollo de algoritmos predictivos de conducta suicida en distintas ventanas temporales para así poder evitar estas muertes, una muestra de ello lo vemos en los siguientes estudios:

- De Su et al. (2020) (31) se desarrollaron modelos de machine learning (ML) para intentar predecir el intento de suicidio en ventanas temporales que iban desde

0 a 365 días utilizando datos estructurados de la historia clínica electrónica de pacientes entre 0-18 años. Los modelos predictivos desarrollaron un desempeño general para todas las ventanas de predicción con AUC que variaron de 0,81 a 0,86 (el AUC es una de las medidas más utilizadas para valorar el desempeño del Aprendizaje Automático oscila entre 0,5, una conjetura aleatoria, hasta 1, una predicción perfecta).

- En el estudio de Tsui Fr et al. (2021) (32) se crearon distintos modelos que utilizaban tanto machine learning como procesamiento del lenguaje natural en datos de pacientes entre 10 y 75 años de registros médicos estructurados (datos de historia clínica electrónica) y no estructurados (notas clínicas, narrativas, etc.) para predecir intentos de suicidio en ventanas de predicción entre 7 a 730 días, los resultados mostraron que el uso de ambos tipos de datos (estructurados y no estructurados) tiene una precisión mayor que cuando se utilizaron solo datos estructurados con AUC de 0,932 frente a 0,901 respectivamente $p < 0,001$.
- Otro ejemplo lo encontramos en McHugh CM et al. (2023) (33) en este estudio se llevó a cabo un seguimiento a una cohorte de jóvenes de entre 12 a 25 años que accedían a servicios de salud mental en atención primaria y se utilizaron algoritmos de ML para predecir el riesgo de autolesiones e intento de suicidio basándose en la premisa de que estas conductas se asocian con mayor riesgo de muerte prematura por suicidio. Se realizaron 2 evaluaciones (una al inicio y otra a los 12 meses) para recopilar los datos mediante entrevista clínica que luego se utilizarían para entrenar a los modelos IA. Los resultados muestran una AUC de 0,82 y 0,72 para predicción de intento de suicidio y autolesiones respectivamente.

Todo lo anterior demuestra que la IA además de para predicción se puede aplicar a identificar factores de riesgo lo que resulta útil en la investigación de la conducta suicida y que se podría utilizar para intervenir sobre estos factores de riesgo y así intentar minimizarlos.

Otra de las increíbles aplicaciones que plantea Cansel,N et al. (2023) (34) es la utilización de datos del hemograma e IA para detectar el riesgo y gravedad del intento de suicidio:

- Como conclusión nos indica que el modelo utilizado predice con una precisión de 0,83 (0,78- 0,88) la conducta suicida y era capaz de distinguir entre intento suicidio violento de no violento con una precisión de 0,943 (0,91-0,976), por otro

lado de los datos revelados del análisis por la IA se obtuvo que niveles más elevados de glóbulos blancos, eosinófilos, linfocitos, monocitos, neutrófilos, relación monocitos-linfocitos y relación neutrófilos-linfocitos se relacionaron con intento de suicidio.

Como podemos ver, a pesar de que el desarrollo de la IA es relativamente reciente ya existen numerosos y variados estudios que investigan y evalúan su uso en el ámbito del suicidio, esto se pone de manifiesto también en las revisiones que se están llevando a cabo sobre la incipiente literatura existente en este tema:

- Estudio llevado a cabo por Bernert et al. (2020) (35), en esta revisión sistemática se abarcan una gran cantidad de cuestiones, entre ellas destacamos que el tipo de IA más utilizada fue el aprendizaje supervisado, que las métricas de rendimiento más informadas fueron AUC y que en general según dicen textualmente *“los resultados sugieren altos niveles de precisión en la clasificación de riesgos (>90%) y AUC en la predicción de conductas suicidas”* véase figura 5 incluida en Anexo.
- Otra revisión sistemática publicada en el año 2022 (36), cita que la mayoría de los estudios incluidos en la misma tienen AUC entre 0,8 y 0,9, y algo alentador es que los datos necesarios para lograr tales resultados parecen no ser tan grandes como se pensaba anteriormente, esto quiere decir que puede que sea posible una mejora en la predicción utilizando únicamente la información disponible de los datos del sistema de salud.

Por último, me gustaría mostrar en la figura 6 un dibujo esquemático de Fonseca et al (2019) (37) que resume muy bien todo lo descrito en este apartado. El aprendizaje automático podría utilizar datos de diversas fuentes para generar modelos que identifiquen factores relacionados con el suicidio que podrían ser utilizados tanto en el manejo clínico como en predicción y prevención individual o poblacional.

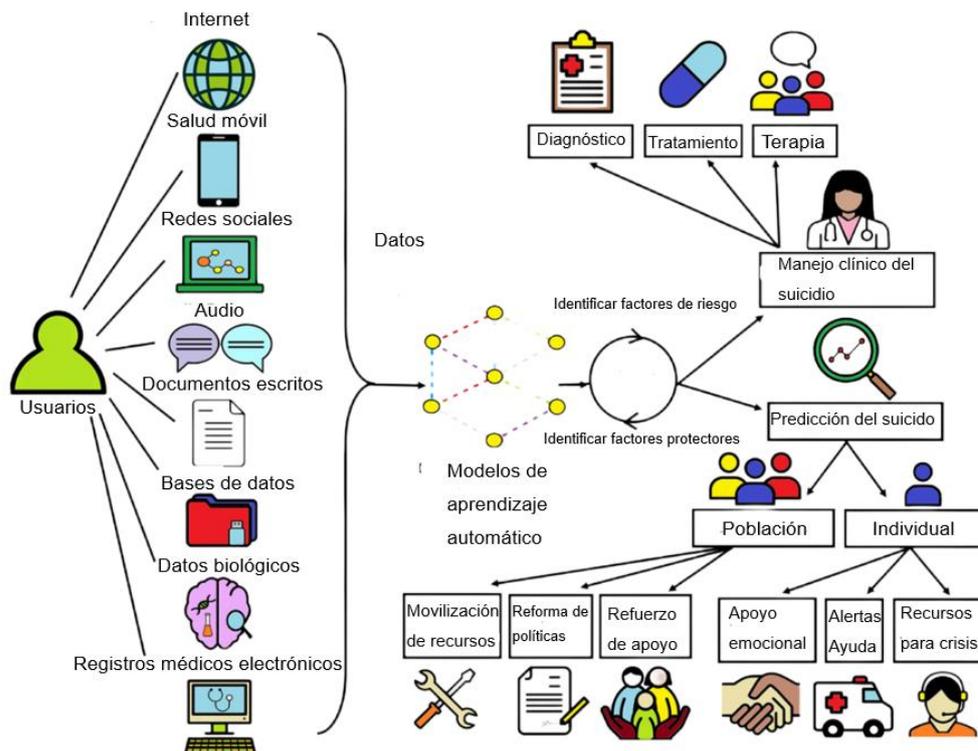


Figura 6: Fuente: traducción propia de Fonseka TM, Bhat V, Kennedy SH. The utility of artificial intelligence in suicide risk prediction and the management of suicidal behaviors. Aust N Z J Psychiatry.

4.RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.

A continuación, presentamos una serie de investigaciones que pueden guiar a futuras investigaciones en este campo:

- **Ampliar el alcance demográfico:** muchos de los estudios y revisiones que hemos encontrado recalcan la misma limitación, como utilizan datos de una población o entorno clínico muy concreto los resultados pueden ser difícilmente generalizables a otros entornos o poblaciones, por lo tanto, proponemos que en futuros trabajos se incluyan muestras más diversas en términos de edad, género, ubicación geográfica, y que se prueben en otros sistemas de salud, con el fin de estudiar la capacidad de generalización de estos algoritmos. Esto se conoce como sobreajuste y ocurre cuando un modelo es muy específico para un conjunto de datos de entrenamiento (entrenado con un conjunto de datos muy específicos), y por lo tanto falla cuando se aplica a nuevos conjuntos de datos.
- **Estudios longitudinales:** la mayoría de los estudios que investigan este tipo de algoritmos son de tipo transversal (35), utilizando datos de la Historia Clínica Electrónica (HCE), por lo tanto, proponemos que futuras investigaciones se

centren en diseños prospectivos, realizando seguimiento a largo plazo de paciente identificados como en riesgo de suicidio para evaluar la efectividad a largo plazo de estos algoritmos y si tienen impacto en la reducción de las tasas de suicidio.

- **Incorporación de múltiples fuentes de datos:** como ya sabemos la IA funciona mejor cuanto más información posee y la mayoría de estudios utiliza solamente datos de la Historia Clínica Electrónica (HCE) para entrenar a dichos algoritmos, por lo tanto proponemos para futuras investigaciones integrar no solo los datos de la Historia Clínica Electrónica sino también de otras fuentes como redes sociales, aplicaciones de salud mental, notas clínicas no estructuradas entre otras para mejorar la precisión de los modelos de IA siempre teniendo en cuenta las limitaciones éticas y la privacidad de los datos de los pacientes.

5. CONCLUSIÓN

Las conclusiones de este trabajo en el que se ha investigado como la inteligencia artificial podría afectar al campo médico-legal, enfocándose en su uso para prevenir el suicidio, serían las siguientes:

1. Los resultados encontrados muestran que la IA tiene un amplio potencial para mejorar la identificación precoz del suicidio, posibilitando acciones preventivas más rápidas. Sin embargo, también queremos destacar que todavía falta por investigar su aplicación en entornos clínicos reales y a largo plazo.
2. Es crucial tener en cuenta que el empleo de esta tecnología tanto en salud como más concretamente en la prevención del suicidio conlleva diversos retos y cuestiones éticas. La protección de datos, la transparencia en la toma de decisiones y la responsabilidad legal son algunos de los aspectos fundamentales que requieren atención minuciosa.
3. Es importante establecer marcos regulatorios sólidos y fomentar la colaboración multidisciplinar entre profesionales de la medicina, salud mental, informática, ética y derecho a medida que la IA se integra más en la práctica médica. Solo de esta manera podremos aprovechar al máximo los beneficios de esta nueva tecnología minimizando sus posibles riesgos.
4. En definitiva, con esta investigación queremos subrayar la importancia de seguir explorando en futuras líneas el papel de la IA en salud y en concreto en la prevención del suicidio, con el objetivo de mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas en riesgo en nuestra sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rae.es. [citado 6 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/inteligencia#2DxmhCT>
2. OECD legal instruments [Internet]. Oecd.org. [citado 6 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>
3. Suicide [Internet]. Who.int. [citado 6 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/suicide>
4. Observatorio del Suicidio en España 2021 [Internet]. Prevención del suicidio. [citado 6 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.fsme.es/observatorio-del-suicidio-2021/>
5. Ávila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica. Aten Primaria [Internet]. 2020 Jul [citado el 6 de diciembre de 2023];52(10):778-84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.013>
6. Kaul V, Enslin S, Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. Gastrointest Endosc [Internet]. 2020 Oct [citado el 10 de diciembre de 2023];92(4):807-12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040>
7. Villanueva Cañadas E, editor. Gisbert Calabuig. Medicina Legal Y Toxicológica. 7.^a ed. Elsevier; 2018.
8. Díez Martín, Julia. Aspectos médico-legales de la prevención del suicidio [TFG Internet]. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2022 [citado 11 de enero de 2024]. 2 p. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54967>
9. Estrategia de prevención de la conducta suicida en Castilla y León 2021-2025 [Internet]. Portal de Salud de la Junta de Castilla y León. [citado 11 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/planes-estrategias/estrategia-prevencion-conducta-suicida-castilla-leon-2021-2>
10. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Ginebra, Suiza: World Health Organization. 2021.
11. Bi WL, Hosny A, Schabath MB, Giger ML, Birkbak NJ, Mehrtash A, et al. Artificial intelligence in cancer imaging: Clinical challenges and applications. CA Cancer J Clin [Internet]. 2019 Feb [citado el 15 de enero de 2024];69(2):127-57. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3322/caac.21552>
12. Udea A, Mitra GD, Costea D, Noels EC, Wakkee M, Siegel DM, et al. Accuracy of a smartphone application for triage of skin lesions based on machine learning algorithms. J Eur Acad Dermatol Venereol [Internet]. 2019 Sep [citado el 15 de enero de 2024];34(3):648-55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jdv.15935>
13. Niazi MKK, Parwani AV, Gurcan MN. Digital pathology and artificial intelligence. Lancet Oncol [Internet]. 2019 May [citado el 15 de enero de 2024];20(5):e253-61. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045\(19\)30154-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30154-8)
14. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, Campbell JP, Lee AY, Raman R, et al. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. Br J Ophthalmol [Internet]. 2018 Oct [citado el 15 de enero de 2024];103(2):167-75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313173>
15. Liu X, Faes L, Kale AU, Wagner SK, Fu DJ, Bruynseels A, et al. A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging: a systematic review and meta-analysis. Lancet Digit Health [Internet]. 2019 Oct [citado el 20 de enero de 2024];1(6):e271-97. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s2589-7500\(19\)30123-2](http://dx.doi.org/10.1016/s2589-7500(19)30123-2)
16. Chaki J, Thillai Ganesh S, Cidham SK, Ananda Theertan S. Machine learning and artificial intelligence based Diabetes Mellitus detection and self-management: A systematic review. J King Saud Univ - Comput Inf Sci [Internet]. 2020 Jul [citado el 20 de enero de 2024];34(6):3204-25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.06.013>
17. Fan R, Zhang N, Yang L, Ke J, Zhao D, Cui Q. AI-based prediction for the risk of coronary heart disease among patients with type 2 diabetes mellitus. Sci Rep [Internet]. 2020 Sep [citado el 20 de enero de 2024];10(1):14457. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-71321-2>

18. Ramesh AN, Kambhampati C, Monson JRT, Drew PJ. Artificial intelligence in medicine. *Ann R Coll Surg Engl* [Internet]. 2004 Sep [citado 22 de enero de 2024];86(5):334-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1308/147870804290>
19. Justicia implanta el Sistema de Dictado Forense, una herramienta de Inteligencia Artificial [Internet]. Gob.es. 2022 Mar [citado 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.mjusticia.gob.es/gl/institucional/gabinete-comunicacion/noticias-ministerio/sistema-dictado-forense>
20. Rosas MA, Bezerra AFB, Duarte-Neto PJ. Use of artificial neural networks in applying methodology for allocating health resources. *Rev Saude Publica* [Internet]. 2013 Feb [citado 2 de febrero de 2024];47(1):128-36; discussion 136. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-89102013000100017>
21. Directrices éticas para una IA fiable [Internet]. Configurar el futuro digital de Europa. 2019 Abr [citado 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
22. Código de deontología médica. [Internet]. Organización Médica Colegial. 2022 [citado 28 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.cgcom.es/sites/main/files/minisite/static/828cd1f8-2109-4fe3-acba-1a778abd89b7/codigo_deontologia/20/
23. McKernan LC, Clayton EW, Walsh CG. Protecting life while preserving liberty: Ethical recommendations for suicide prevention with artificial intelligence. *Front Psychiatry* [Internet]. 2018 Dic [citado 28 de febrero de 2024].;9:650. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsy.2018.00650>
24. EUR-Lex - Reglamento del parlamento europeo y del consejo por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (ley de inteligencia artificial) - EN - EUR-Lex [Internet]. Europa.eu. [citado 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A52021PC0206>
25. Franklin JC, Ribeiro JD, Fox KR, Bentley KH, Kleiman EM, Huang X, et al. Risk factors for suicidal thoughts and behaviors: A meta-analysis of 50 years of research. *Psychol Bull* [Internet]. 2017 [citado 8 de marzo de 2024];143(2):187-232. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1037/bul0000084>
26. Boudreaux ED, Rundensteiner E, Liu F, Wang B, Larkin C, Agu E, et al. Applying machine learning approaches to suicide prediction using healthcare data: Overview and future directions. *Front Psychiatry* [Internet]. 2021 Ago [citado 8 de marzo de 2024];12:707916. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsy.2021.707916>
27. Schafer KM, Kennedy G, Gallyer A, Resnik P. A direct comparison of theory-driven and machine learning prediction of suicide: A meta-analysis. *PLoS One* [Internet]. 2021 Abr [citado 8 de marzo de 2024];16(4):e0249833. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0249833>
28. Balbuena LD, Baetz M, Sexton JA, Harder D, Feng CX, Boctor K, et al. Identifying long-term and imminent suicide predictors in a general population and a clinical sample with machine learning. *BMC Psychiatry* [Internet]. 2022 Feb [citado 13 de marzo de 2024];22(1):120. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12888-022-03702-y>
29. Morales-Rodríguez FM, Martínez-Ramón JP, Giménez-Lozano JM, Morales Rodríguez AM. Suicide risk analysis and psycho-emotional risk factors using an artificial neural network system. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2023 Ago [citado 15 de marzo de 2024];11(16). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare11162337>
30. Barua PD, Vicnesh J, Lih OS, Palmer EE, Yamakawa T, Kobayashi M, et al. Artificial intelligence assisted tools for the detection of anxiety and depression leading to suicidal ideation in adolescents: a review. *Cogn Neurodyn* [Internet]. 2022 Nov [citado 15 de marzo de 2024];1-22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11571-022-09904-0>
31. Su C, Aseltine R, Doshi R, Chen K, Rogers SC, Wang F. Machine learning for suicide risk prediction in children and adolescents with electronic health records. *Transl Psychiatry* [Internet]. 2020 Nov [citado 15 de marzo de 2024];10(1):413. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41398-020-01100-0>
32. Tsui FR, Shi L, Ruiz V, Ryan ND, Biernesser C, Iyengar S, et al. Natural language processing and machine learning of electronic health records for prediction of first-time suicide attempts. *JAMIA Open* [Internet]. 2021 Mar [citado 15 de marzo de 2024];4(1):oab011. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jamiaopen/oab011>

33. McHugh CM, Ho N, Iorfino F, Crouse JJ, Nichles A, Zmicerevska N, et al. Predictive modelling of deliberate self-harm and suicide attempts in young people accessing primary care: a machine learning analysis of a longitudinal study. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* [Internet]. 2023 Feb [citado 17 de marzo de 2024];58(6):893-905. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00127-022-02415-7>
34. Cansel N, Yagin FH, Akan M, Ilkay Aygul B. Interpretable estimation of suicide risk and severity from complete blood count parameters with explainable artificial intelligence methods. *Psychiatr Danub* [Internet]. 2023 [citado 17 de marzo de 2024];35(1):62-72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24869/psyd.2023.62>
35. Bernert RA, Hilberg AM, Melia R, Kim JP, Shah NH, Abnoui F. Artificial intelligence and suicide prevention: A systematic review of machine learning investigations. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Ago [citado 1 de abril de 2024] [citado 8 de marzo de 2024];17(16):5929. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17165929>
36. Lejeune A, Le Glaz A, Perron P-A, Sebti J, Baca-Garcia E, Walter M, et al. Artificial intelligence and suicide prevention: a systematic review. *Eur Psychiatry* [Internet]. 2022 Feb [citado 1 de abril de 2024];65(1):1-22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1192/j.eurpsy.2022.8>
37. Fonseka TM, Bhat V, Kennedy SH. The utility of artificial intelligence in suicide risk prediction and the management of suicidal behaviors. *Aust N Z J Psychiatry* [Internet]. 2019 Jul [citado 10 de abril de 2024];53(10):954-964. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0004867419864428>



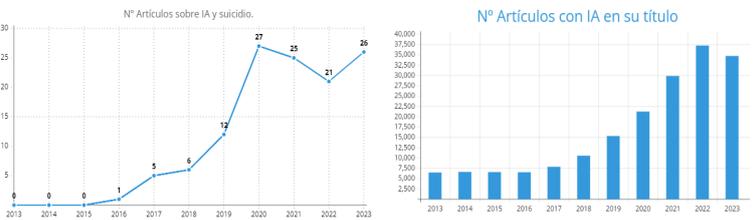
“INVESTIGACIÓN MÉDICO-LEGAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SU USO EN PREVENCIÓN DEL SUICIDIO”

AUTOR: FRANCISCO BUITRAGO DEL AMOR
AREA DE MEDICINA LEGAL Y FORENSE

TUTORA: MERCEDES MARTÍNEZ LEÓN
CURSO: 2023-2024

INTRODUCCIÓN

El suicidio es sin duda un importante problema de salud pública siendo la principal causa de muerte externa en nuestro país y con unas 700.000 muertes anuales en todo el mundo. Por otro lado, la IA ha surgido como una herramienta muy prometedora en el ámbito de la salud permitiendo el análisis de grandes cantidades de datos y abriendo un enorme marco de posibilidades ante nosotros.



Uno de los campos de reciente aplicación de la IA es la investigación y prevención del suicidio.

OBJETIVOS

- “Estudiar desde el punto de vista médico-legal la aplicación de la inteligencia artificial en la prevención del suicidio”.
- Analizar las aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina y su uso en la medicina legal y forense.
- Analizar las posibles consideraciones éticas del uso de la IA.
- Estudiar la Legislación existente sobre IA nacional e internacional.
- Describir los avances en IA para la detección y prevención del suicidio.
- Realizar una serie de recomendaciones para futuras investigaciones con IA.

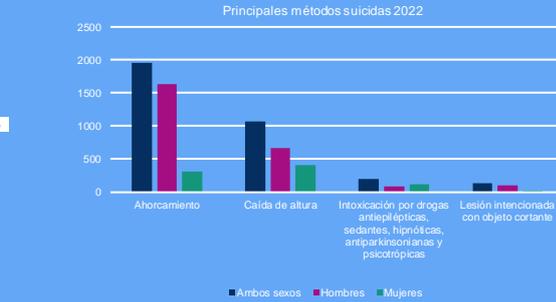
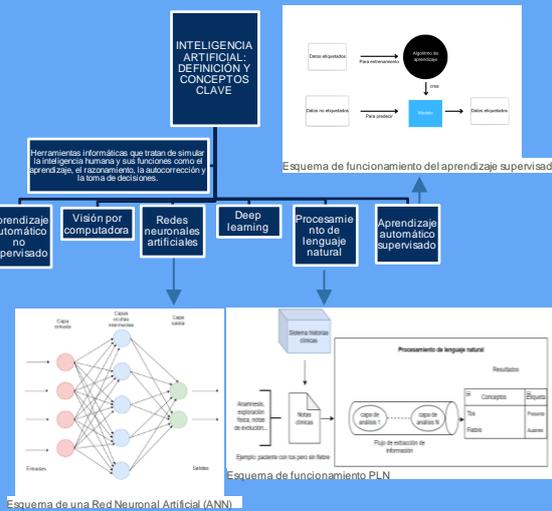
MATERIAL Y MÉTODOS

Revisión bibliográfica utilizando distintas fuentes de información:

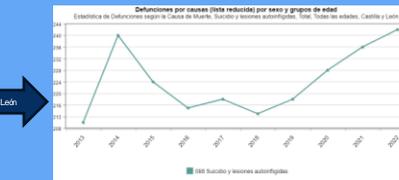
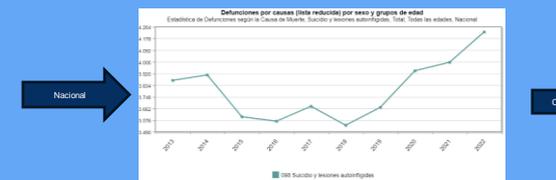
- Pubmed
- Guía de la OMS “Ethics and governance of artificial intelligence for health”
- Documento de la OMS “Directrices éticas para una IA fiable”
- Proyecto de Ley de inteligencia artificial del parlamento europeo

DESARROLLO DEL TEMA

EL SUICIDIO COMO PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA



- Suicidio**
- El acto de causar de forma intencionada la propia muerte.
 - El factor de riesgo más importante es el intento previo.
 - Principal causa de muerte externa en España
- Intento de suicidio**
- Intento de poner fin a la propia vida que puede conducir a la muerte.
 - Por cada suicidio consumado se producen de 10 a 30 intentos y una gran parte de estos no llega a atenderse en ningún dispositivo de salud



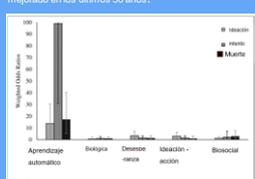
APLICACIONES EN SALUD Y MEDICINA

Diagnóstico	Predicción prevención	Pronóstico	Gestión de sistemas de salud
<ul style="list-style-type: none"> Dermatología Anatomía patológica Oftalmología Oncología 	<ul style="list-style-type: none"> Diabetes Enfermedades cardiovasculares Alzheimer 	<ul style="list-style-type: none"> Tumoral 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de dictado forense Reparto de recursos sanitarios

AVANCES EN IA PARA LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DEL SUICIDIO

ENFOQUE TRADICIONAL VS APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN LA PREVENCIÓN DEL SUICIDIO.

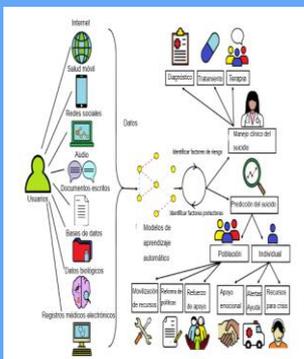
El metanálisis más importante sobre predicción del suicidio, llevado a cabo por Franklin et al. (2017), concluye que las predicciones tradicionales basadas en factores de riesgo y protocolos individuales han llevado a una precisión predictiva débil, citando textualmente "la predicción fue solo ligeramente mejor que el azar para todos los resultados" y esta capacidad predictiva no ha mejorado en los últimos 50 años.



Esta observación se ve reforzada por los resultados obtenidos en el metanálisis de Schafer KM et al. (2021). Concluye que los modelos teóricos demostraron una precisión subóptima en todos los campos de predicción (ideación, intentos y muerte por suicidio) y que los modelos basados en aprendizaje automático proporcionaron una precisión significativamente superior en comparación.

IA EN INVESTIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE LA CONDUCTA SUICIDA.

Identificación de factores de riesgo	Predicción de conducta suicida	Otras aplicaciones:
Baltana LD et al. (2022) Objetivo: Identificar factores de riesgo de suicidio en una cohorte noruega. Resultados: Tabaquismo, síntomas del estado de ánimo y vivir en regiones con bajas temperaturas de 0 a 500 días. Resultados: AUC entre 0,81 y 0,85.	Sui et al. (2020) Objetivo: Desarrollo de modelos de ML para predecir riesgo de suicidio en ventanas temporales de 0 a 500 días. Resultados: AUC entre 0,81 y 0,85.	Careel N et al. (2022) Objetivo: Utilización de datos de hemograma e IA para detectar el riesgo y gravedad del intento de suicidio. Resultados: Predicción del modelo: 0,85 para conducta suicida, 0,83 para distinguir intento violento de no violento.
Morales-Rodríguez et al. (2022) Objetivo: Crear un algoritmo de RNA para predecir el riesgo de suicidio en estudiantes universitarios. Resultados: Tasa de aciertos del modelo: 87%. Variables predictoras: falta de expresión emocional, capacidad de resolución de problemas, nivel de perfeccionismo y ansiedad.	Tsui FJ et al. (2021) Objetivo: Modelos utilizando ML y procesamiento del lenguaje natural para predecir intentos de suicidio en ventanas de predicción de 7 a 700 días. Resultados: Uso de datos estructurados y no estructurados aumentó la precisión (AUC de 0,83 frente a 0,51).	
	McHugh CM et al. (2023) Objetivo: Predicción del riesgo de autolesiones e intento de suicidio en jóvenes utilizando algoritmos de ML. Resultados: AUC de 0,82 y 0,72 para intento de suicidio y autolesiones respectivamente.	



MARCO ÉTICO

- Autonomía
- Prevención de daños
- Justicia y equidad
- Transparencia y explicabilidad
- Responsabilidad y rendición de cuentas

MARCO LEGAL Y JURÍDICO

• Dos referencias en cuanto a la protección de datos del paciente, el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y el Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de sus datos personales y a la libre circulación de estos datos y la adaptación al ordenamiento jurídico español del Reglamento Europeo a través de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (LO 3/2018)



CONCLUSIONES

- Los resultados encontrados muestran que la IA tiene un amplio potencial para mejorar la identificación precoz del suicidio. Sin embargo, también queremos destacar que todavía falta por investigar su aplicación en entornos clínicos reales y a largo plazo.
- Es crucial tener en cuenta que el empleo de esta tecnología tanto en salud como más concretamente en la prevención del suicidio conlleva diversos retos y cuestiones éticas.
- Es importante establecer marcos regulatorios sólidos y fomentar la colaboración multidisciplinaria.
- En definitiva, con esta investigación queremos subrayar la importancia de seguir explorando en futuras líneas el papel de la IA en salud y en concreto en la prevención del suicidio.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina: introducción antecedentes a la IA y robótica. Aten Primaria [Internet]. 2020;52(10):778-84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.013>

Villanueva Cañadas E, editor. Gisbert Calabuig. Medicina Legal Y Toxicológica. 7.ª ed. Elsevier; 2018.

-Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Ginebra, Suiza: World Health Organization. 2021.

-EUR-Lex - Reglamento del parlamento europeo y del consejo por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (ley de inteligencia artificial) - EN - EUR-Lex [Internet]. Europa.eu. [citado 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A52021PC0206>

Bernert RA, Hilberg AM, Mellia R, Kim JP, Shah NH, Abnousi F. Artificial intelligence and suicide prevention: A systematic review of machine learning investigations. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2020;17(16):5929. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17165929>

Anexo

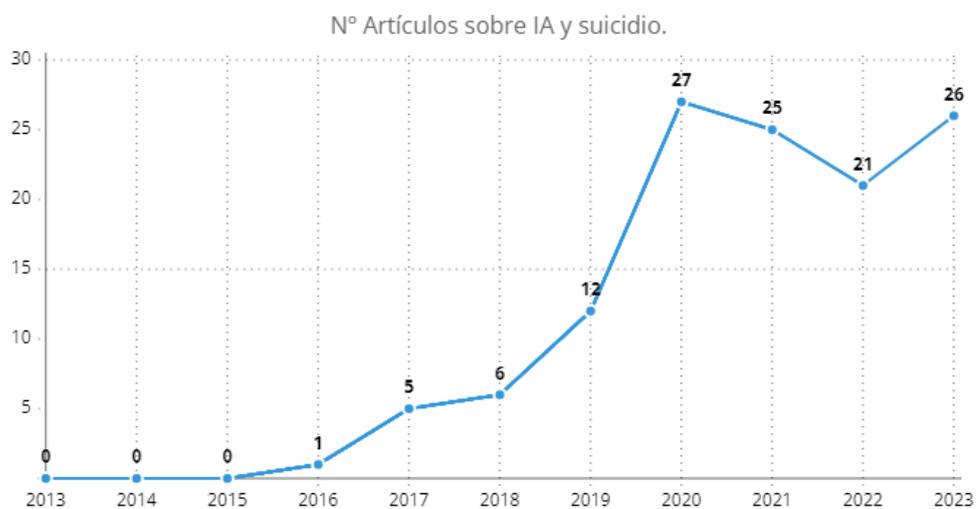


Gráfico 1: Fuente elaboración propia a partir de datos de PubMed

Tipo de trastorno	Aumento del riesgo respecto a la población sana
Trastornos depresivos	20 veces mayor
Trastorno por abuso de sustancias	20 veces mayor
Trastornos de personalidad	6 veces mayor
Trastorno bipolar	20 veces mayor
Trastornos esquizofrénicos	8,5 veces mayor
Trastornos de ansiedad	6-10 veces mayor
Intento de suicidio previo	40 veces mayor

Tabla 1: Fuente Diez Martín, Julia. Aspectos médico-legales de la prevención del suicidio [TFG Internet]. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2022 (citado 12 de enero de 2024).2 p Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54967>

Defunciones por causas (lista reducida) por sexo y grupos de edad

Estadística de Defunciones según la Causa de Muerte, Suicidio y lesiones autoinfligidas, Total, Todas las edades, Nacional

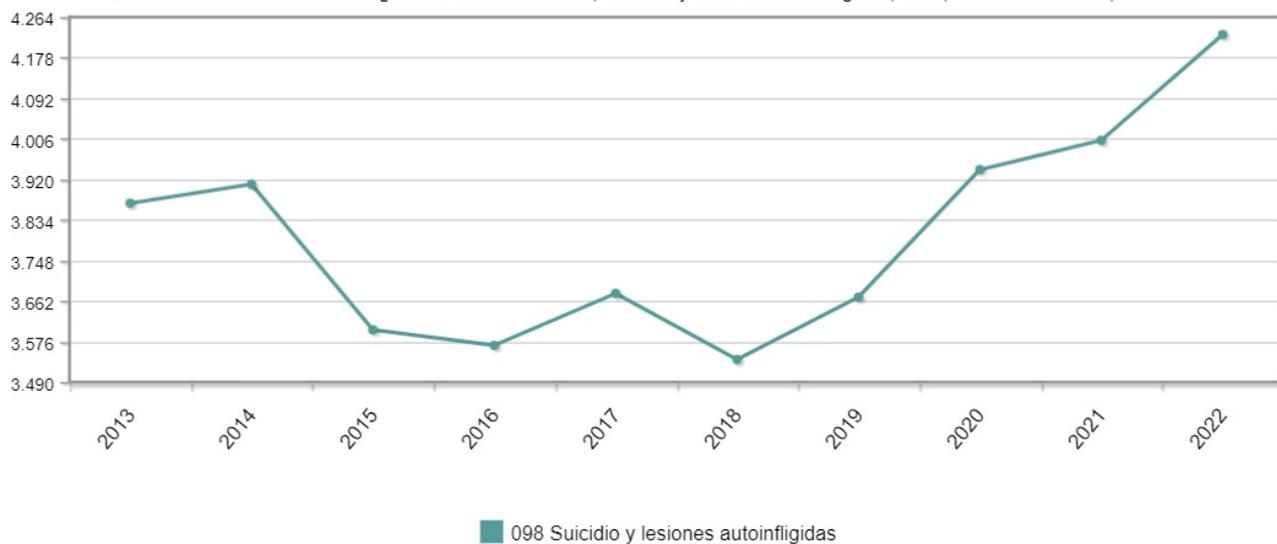


Gráfico 2: Fuente: Instituto Nacional de Estadística. INE

Defunciones por causas (lista reducida) por sexo y grupos de edad

Estadística de Defunciones según la Causa de Muerte, Suicidio y lesiones autoinfligidas, Total, Todas las edades, Castilla y León

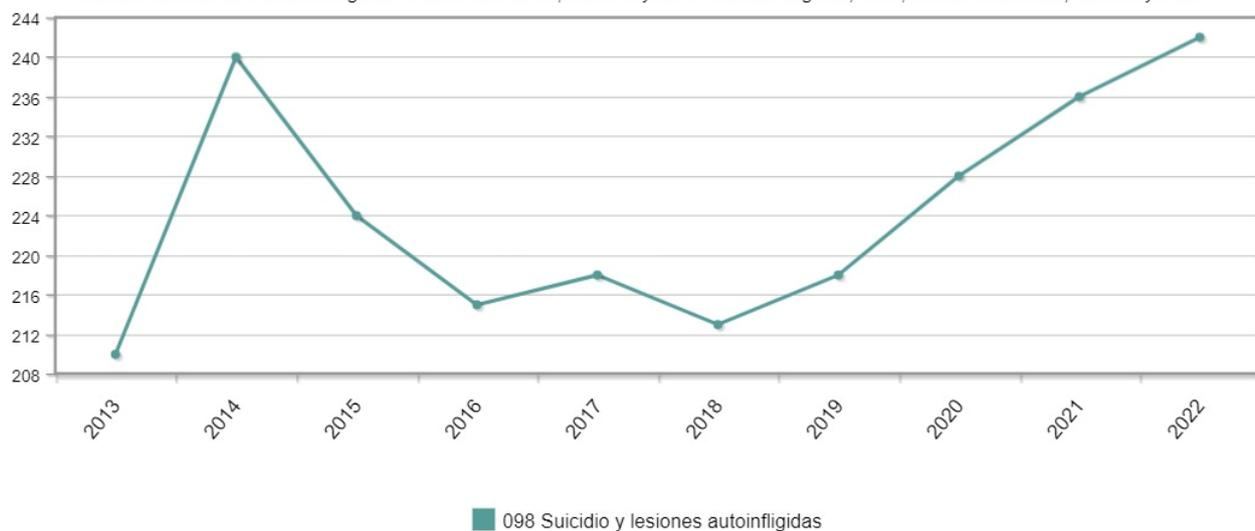


Gráfico 3: Fuente: Instituto Nacional de Estadística. INE

Nº Artículos con IA en su título

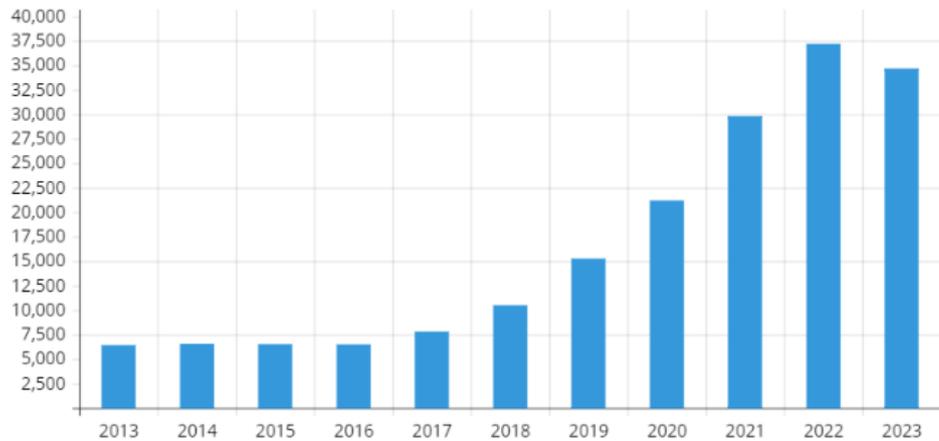


Gráfico 6: Gráfico de elaboración propia que refleja el número de artículos publicados por años que tienen en su título la palabra IA en Pubmed.

Artículo 85

El médico debe exigir un control ético y finalista de la investigación con Inteligencia Artificial basado en la transparencia, la reversibilidad y la trazabilidad de los procesos en los que intervenga, para garantizar la seguridad del paciente.

Artículo 86.1

Los datos de salud extraídos de grandes bases de datos sanitarias o los sistemas robóticos pueden servir de ayuda en la toma de decisiones clínicas y sanitarias, pero no sustituyen a la obligación que el médico tiene de utilizar los métodos necesarios para la buena práctica profesional.

Artículo 86.2

El médico nunca debe colaborar en la manipulación intencionada de datos o de resultados obtenidos de grandes bases de datos sanitarias.

Esquema 1: Artículos sobre IA y bases de datos. Fuente: Código de deontología médica. 2022. https://www.cgcom.es/sites/main/files/minisite/static/828cd1f8-2109-4fe3-acba-1a778abd89b7/codigo_deontologia/20/

Dominio	Recomendación para la implementación	Recomendación para la investigación
Consentimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un consentimiento informado con las limitaciones y las acciones de la IA • Desarrollar consentimiento similar para los proveedores (médicos) • Proporcionar la opción de no participar en el seguimiento con IA • Proporcionar límites de tiempo o vencimiento para el consentimiento • Volver a dar el consentimiento periódicamente conforme la tecnología evolucione • Tener consentimientos aprobados por expertos 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar consentimientos para todos los niveles de entendimiento y evaluar su comprensión • Desarrollar materiales educativos para pacientes que detallen el propósito de la IA y evaluar su comprensión
Controles	<ul style="list-style-type: none"> • Adoptar estándares para el seguimiento del suicidio con IA, como determinar qué porcentaje de individuos en riesgo será monitorizado • Crear un panel multidisciplinario de supervisión de la IA • Solicitar feedback de los proveedores (médicos) y actualizar los sistemas en consecuencia • Registrar los éxitos y fracasos de los sistemas y reentrenarlos 	
Retroalimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar reuniones con las partes interesadas para evaluar la idoneidad de la integración de la IA • Proporcionar medios de comunicación al proveedor para discutir la IA y el proceso de monitoreo 	

Tabla 2: Traducción propia de McKernan LC, Clayton EW, Walsh CG. Protecting life while preserving liberty: Ethical recommendations for suicide prevention with artificial intelligence.

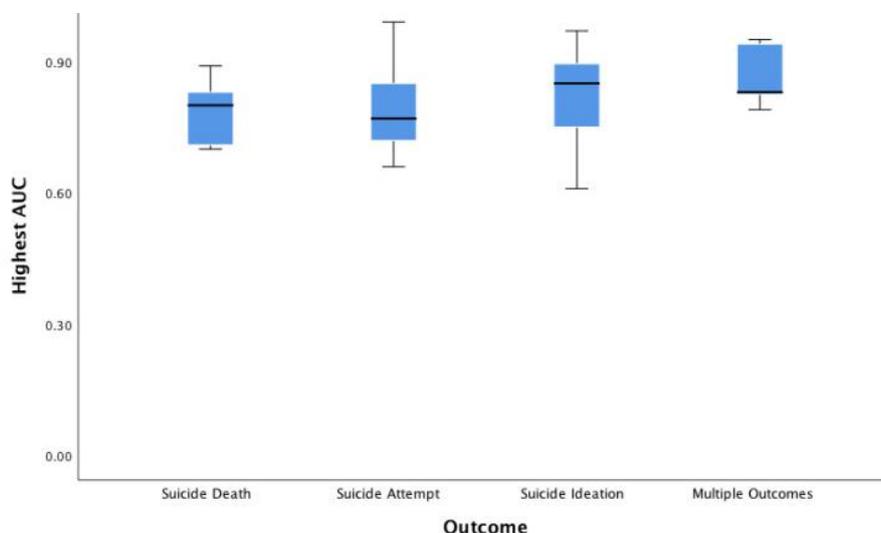


Figura 5: Diagrama de caja de AUC según resultado de suicidio. Fuente: Bernert RA, Hilberg AM, Melia R, Kim JP, Shah NH, Abnoui F. Artificial intelligence and suicide prevention: A systematic review of machine learning investigations. Int J Environ Res Public Health