

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



Aplicación de la Inteligencia Artificial en el tratamiento de la enfermedad del Alzheimer: una revisión sistemática de la literatura

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

AUTOR

Jose Luis Piscocoy Tirado

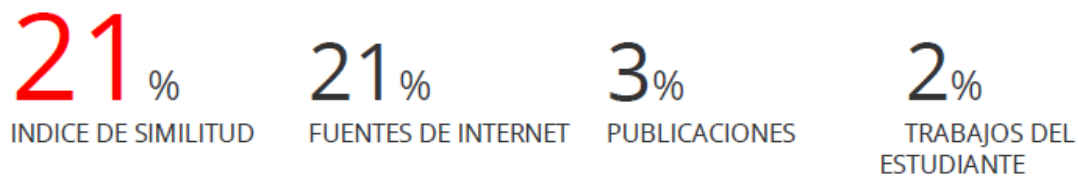
ASESOR

Karla Cecilia Reyes Burgos

<https://orcid.org/0000-0003-3520-5076>

Chiclayo, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	docs.google.com Fuente de Internet	8 %
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4 %
3	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	1 %
4	archive.org Fuente de Internet	1 %
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
6	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
7	medes.com Fuente de Internet	1 %
8	1library.co Fuente de Internet	<1 %

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Metodología	7
Resultados y discusión	12
Conclusiones	18
Referencias	19

Resumen

Las tecnologías que se basan en Inteligencia Artificial (IA) brindan un gran beneficio a la humanidad, mediante la automatización de tareas con una notable eficiencia y precisión. Por ende, la presente revisión sistemática de la literatura tiene como objetivo examinar e identificar técnicas, plataformas y metodologías de las investigaciones donde se aplique la IA en el tratamiento de la enfermedad del Alzheimer. Para ello, se utilizó la metodología propuesta por Barbara Kitchenham, teniendo como resultado para el análisis, veintiocho estudios seleccionados de la búsqueda en tres bases de datos multidisciplinarias. Dentro de la revisión se identificaron una gran variedad de técnicas de IA, en donde las máquinas de soporte vectorial demostraron su popularidad dentro de las investigaciones con este enfoque. Además, se evidenció a China y Estados Unidos como los países que generan mayores contribuciones a lo largo de los últimos 5 años, mediante el desarrollo de clasificadores y sistemas de detección temprana. Como conclusión de esta revisión, se puede afirmar que la IA tiene un gran potencial de innovación dentro del campo de la medicina, permitiendo mejorar la calidad de vida frente al rápido envejecimiento de la población.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Enfermedad del Alzheimer; Demencia.

Abstract

Technologies based on Artificial Intelligence (AI) provide a great benefit to humanity, by automating tasks with remarkable efficiency and precision. Therefore, this systematic review of the literature aims to examine and identify research techniques, platforms and methodologies where AI is applied in the treatment of Alzheimer's disease. For this, the methodology proposed by Barbara Kitchenham was used, resulting in twenty-eight studies selected from the search in three multidisciplinary databases for analysis. Within the review, a wide variety of AI techniques were identified, where support vector machines demonstrated their popularity within the investigations with this approach. In addition, China and the United States were evidenced as the countries that generate the greatest contributions over the last 5 years, through the development of classifiers and early detection systems. As a conclusion of this review, it can be affirmed that AI has a great potential for innovation within the field of medicine, allowing to improve the quality of life in the face of the rapid aging of the population.

Keywords: Artificial Intelligence; Alzheimer's disease; Dementia.

Introducción

En la actualidad, el trabajo y criterio humano viene siendo reemplazado por el rápido y objetivo procesamiento de las máquinas desarrolladas bajo el concepto de Inteligencia Artificial (IA). La IA es definida por Rouhiainen [1] como la capacidad de las computadoras de realizar tareas con la destreza característica del ser humano, pero sin sus limitaciones. Asimismo, encontramos a la IA brindando apoyo al personal médico, llegando a intervenir dentro de situaciones que se relacionan con la vida y muerte, como se evidencia en [2]. Dentro de sus aplicaciones médicas, en específico, relacionadas con el tratamiento de diferentes patologías del deterioro cognitivo, se encuentra su prometedor uso en la prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad del Alzheimer, debido a que, como indica la Organización Mundial de la Salud [3], hasta la actualidad no existe una cura para la demencia originada por esta enfermedad que llega a ocasionar la muerte.

Existen numerosos retos para la investigación y aplicación de la IA en este campo, entre ellos encontramos a la gran magnitud de trabajos que existen, donde el estudio propuesto debe hacer lo posible por diferenciarse del resto. De la misma manera, la recolección de los datos necesarios presenta una elevada complejidad, dado que, para la experimentación en pacientes con esta enfermedad, es necesario evitar hasta la más mínima repercusión física o mental, tal y como indica García [4]. Cabe señalar que, el objetivo del presente trabajo es examinar investigaciones recientes donde se evidencie una solución basada en la Inteligencia Artificial enfocada al tratamiento de la enfermedad del Alzheimer, para identificar las técnicas, plataformas y tecnologías utilizadas para su implementación y a partir de ello generar propuestas para futuras investigaciones.

En la presente revisión se empleará el término “tratamiento”, con el cual también se comprenderá el diagnóstico de la enfermedad en la que nos enfocamos. Del mismo modo, se toma en cuenta el término “demencia” debido a que se relaciona, de tal manera que, el Alzheimer es la forma más común de demencia y las soluciones tecnológicas aplicadas a esta enfermedad son desarrolladas bajo este concepto. En general, este trabajo brinda una revisión sistemática de la situación de la Inteligencia Artificial con respecto al Alzheimer, centrándose en investigaciones que tienen como resultado una solución tecnológica y cumplan con los criterios planteados, de manera que sirva de utilidad para posteriores estudios relacionados con el objetivo y la problemática mencionada.

Metodología

La intención de este apartado es el de exponer la metodología usada para la realización de este trabajo, para el cual se ha empleado el método de revisión sistemática de literatura propuesta por Barbara Kitchenham *et al.* [5], asimismo, para el desarrollo de la revisión se han seleccionado estudios científicos de tres bases de datos multidisciplinarias presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1: Bases de datos multidisciplinarias utilizadas.

Base de Datos	Descripción
ProQuest	Mayor base de datos de texto completo con gran cantidad de publicaciones disponibles de más de 160 materias.
IEEE Xplore	Base de datos de investigación académica con trabajos de enfocados a las Ciencias e Ingeniería, en donde la gran parte del material proviene del Institute of Electrical and Electronics Engineers y de la Institution of Engineering and Technology.
Scopus	Base de datos de resúmenes y citas literarias revisadas por pares, donde se ofrecen revistas científicas, libros y actas de congresos con resultados a nivel mundial.

A. Preguntas de investigación

Para el desarrollo de la revisión se propusieron las siguientes preguntas de investigación:

- RQ1: ¿Qué técnicas de Inteligencia Artificial se han utilizado en el desarrollo de soluciones tecnológicas aplicadas al tratamiento de la enfermedad del Alzheimer?
- RQ2: ¿Qué países lideran en el desarrollo de soluciones basadas en la Inteligencia Artificial aplicadas al tratamiento de la enfermedad del Alzheimer?
- RQ3: ¿Cómo ha evolucionado a lo largo de los años la aplicación de la Inteligencia Artificial en la enfermedad del Alzheimer?

B. Proceso de búsqueda

La búsqueda realizada inició con la concepción de las palabras clave a partir del apoyo de la herramienta tesoro proporcionada por ProQuest, para luego formular las ecuaciones de búsqueda que han sido usadas en las bases de datos ya mencionadas en la Tabla 1.

1) Términos de Búsqueda:

Para el desarrollo de la búsqueda de información se hizo uso de las palabras clave relacionadas con el tema, las cuales son:

- Artificial Intelligence
- Alzheimer's disease
- Dementia

2) Ecuaciones de Búsqueda:

Las ecuaciones empleadas para las búsquedas en las bases de datos se presentan en la Tabla 2, dichas ecuaciones fueron planteadas con el fin de maximizar la calidad de resultados de acuerdo con el enfoque de la investigación.

Tabla 2: Ecuaciones de búsqueda con su base de datos y resultados respectivos.

Base de Datos	Fecha de búsqueda	Ecuación de búsqueda	Resultados
ProQuest	31/05/2022	pub(artificial intelligence) AND ('alzheimer's disease' OR 'dementia')	87
IEEE Xplore	02/06/2022	((("All Metadata":artificial intelligence) AND ("All Metadata":alzheimer's disease OR "All Metadata":dementia))	977
Scopus	31/05/2022	(TITLE (artificial AND intelligence) AND (TITLE-ABS-KEY (alzheimer's AND disease) OR TITLE-ABS-KEY (dementia)))	162

Total de resultados	1226
---------------------	------

C. Criterios de inclusión y exclusión

Una vez aplicadas las ecuaciones en las búsquedas, se evidenciaron una gran cantidad de resultados relacionados al objetivo de la investigación, a causa de ello, se plantearon los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Se consideran documentos, en su mayoría, en el idioma inglés y en menor proporción en español.
- Se consideran estudios publicados en los últimos cinco años.

Criterios de exclusión:

- Se excluyen artículos que no brindan acceso abierto a la documentación de la investigación.
- Se excluyen documentos clasificados como libros o revisión sistemática de la literatura.

La aplicación de los criterios se realizó mediante las herramientas de filtros de búsqueda que nos ofrece cada base de datos, debido a la variación entre las características de los instrumentos de filtrado y resultados iniciales, los discriminantes se adaptaron de acuerdo con cada caso. De esta manera, la cantidad de resultados iniciales se redujo considerablemente y a la vez aumentando en calidad la relación con el tema como se evidencia en la Tabla 3, y la comparación con los resultados iniciales en la Figura 1.

Tabla 3: Aplicación de criterios de exclusión e inclusión por cada base de datos.

Base de Datos	Filtros de búsqueda	Resultados finales
ProQuest	+ Texto Completo + Últimos 5 años + NOT (Libro AND Revisión de la Literatura)	33

	+ Open Access Only	
IEEE Xplore	+ medical computing + medical diagnostic computing	25
	+ All Open Access	
	+ Limit to Article and Conference Paper	16
Scopus	+ Limit to Computer Science and Engineering	
Total de resultados finales		74

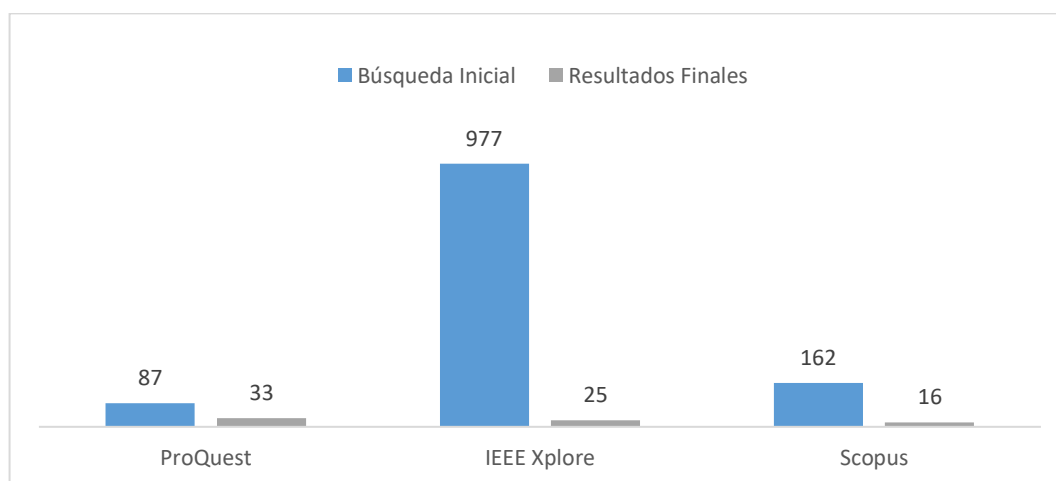


Figura 1: Comparación entre resultados de la búsqueda inicial y resultados finales.

D. Evaluación de la calidad

Los estudios obtenidos como resultados del proceso de búsqueda y la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, cuentan con una gran variación de acuerdo con los tipos de investigación, enfoques del tema de la aplicación de la Inteligencia Artificial en la enfermedad del Alzheimer y la característica de contar con alguna propuesta o implementación de una solución tecnológica. Ante dicha situación, se plantearon cuatro criterios de calidad en forma de pregunta, evidenciados en la Tabla 4, con el objetivo de realizar un análisis de calidad para la obtención de la muestra empleada para la revisión.

Tabla 4: Criterios de calidad empleados.

Identificador	Criterio de calidad
QA1	¿Se evidencia el desarrollo e implementación de una solución tecnológica propia? ¹
QA2	¿La investigación se enfoca en la enfermedad del Alzheimer o demencia? ²
QA3	¿Cuenta con acceso abierto al documento de la investigación?
QA4	¿El tipo de investigación es distinto a una Revisión y Análisis Bibliográfico o de Tendencia?

Se evaluó la calidad de cada estudio en base a la respuesta de los criterios de calidad planteados como preguntas que son respondidas con “SI” o “NO”. Los artículos se seleccionaron únicamente si cuentan con la respuesta de “SI” en todos los criterios, para luego en base a los resultados de ese primer filtro extraer del artículo, un indicio de respuesta a las preguntas de investigación. De esta manera, la muestra final obtenida después de realizar la evaluación de calidad consta de veintiocho documentos y la distribución expresada en la Tabla 5.

Tabla 5: Resultado de la aplicación de los criterios de calidad.

Base de Datos	Estudios	Número de estudios
IEEE Xplore	[6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13]	17
	[14] [15] [16] [17] [18] [19] [20]	
	[21] [22]	
Scopus	[23] [24] [25] [26] [27] [28]	6
ProQuest	[29] [30] [31] [32] [33]	5

¹ El QA1 también considera aptos a estudios donde se comparen modelos de IA ya desarrollados, siempre y cuando se evidencie una implementación aplicada a la enfermedad del Alzheimer o demencia.

² El QA2 considera no aptos a estudios que desarrollan el tema del Alzheimer o demencia de manera secundaria dentro de su solución e investigación.

Total de estudios seleccionados	28
---------------------------------	----

Los detalles de la evaluación de calidad se presentan en el siguiente enlace:
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1tsTsqqG3MVQKQevE7ptCbSS7YOEkyG82/edit?usp=sharing&ouid=105159959963722932836&rtpof=true&sd=true>

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados adquiridos del análisis de los estudios seleccionados, presentados de acuerdo con las preguntas de investigación planteadas.

- A. RQ1: ¿Qué técnicas de Inteligencia Artificial se han utilizado en el desarrollo de soluciones tecnológicas aplicadas al tratamiento de la enfermedad del Alzheimer?

En la Tabla 6 se muestran las técnicas de Inteligencia Artificial que utilizaron los estudios durante el proceso de desarrollo de la solución tecnológica abarcando la producción y validación de la calidad del resultado.

Tabla 6: Técnicas de Inteligencia Artificial y los estudios donde se aplicaron.

Técnica	Estudios	Número de estudios
Máquina de soporte vectorial	[6] [7] [9] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [19] [20] [22] [23] [27] [28] [29] [31] [33]	19
Naïve Bayes	[9] [12] [15] [19] [23] [25] [28] [29] [30] [33]	10
Bosque aleatorio	[7] [11] [12] [15] [16] [19] [20] [22] [23] [30]	10
K-Vecinos cercanos	[16] [17] [19] [23] [31] [33]	6
Árbol de decisión	[11] [12] [16] [19] [22] [23]	6
Adaptive Boosting	[11] [12] [15] [19] [30] [31]	6

Regresión logística	[7] [11] [14] [23] [30]	5
Red neuronal perceptrón multicapa	[9] [15] [19] [33]	4
Red neuronal artificial	[20] [22] [23]	3
Red neuronal profunda	[15] [19] [24]	3
eXtreme Gradient Boosting	[11] [12] [16]	3
Red neuronal de memoria a corto plazo	[10] [21]	2
Gradient Boosting	[12] [20]	2
Red neuronal convolucional	[26] [32]	2
Análisis discriminante lineal	[7] [23]	2
Red de retro propagación neuronal	[28]	1
Red neuronal profunda densa	[7]	1
Lógica difusa	[8]	1
Árbol de decisión difuso	[8]	1
Procesamiento de lenguaje natural	[9]	1
Red neuronal residual	[24]	1
Red neuronal convolucional gráfica	[27]	1
Ensemble	[12]	1
Light Gradient Boosting	[12]	1
Red de cápsulas	[12]	1
Red de creencia profunda afinada	[13]	1
Máquinas de Boltzmann	[13]	1
Bosque profundo	[15]	1
LogitBoost	[15]	1

eXtreme Gradient Boosting Plus	[16]	1
Bagging	[30]	1
Red neuronal de autocodificado	[21]	1
Inferencia difusa en red adaptativa	[18]	1
Clasificación vía regresión	[30]	1
Tabla de decisiones	[30]	1
J48	[30]	1
Árbol aleatorio	[30]	1
Árbol reducido de poda de errores	[30]	1
Descenso gradiente estocástico	[30]	1
ZeroR	[30]	1
Red neuronal densa	[32]	1
Red de Bayes	[33]	1

De acuerdo con el presente trabajo, de las numerosas técnicas de IA que se han aplicado para el desarrollo de soluciones tecnológicas para la enfermedad del Alzheimer, sobresalen las máquinas de soporte vectorial por encima de todas, demostrando su amplia utilidad en estudios como [6], [14], [17], donde se evidencia su empleo para la detección temprana de demencia en pacientes geriátricos. Asimismo, en segundo lugar, encontramos a los bosques aleatorios y la técnica de Naïve Bayes aplicada para la clasificación a través de patrones, como se presenta en [25]. Es importante destacar, la gran variedad de técnicas basadas en redes neuronales, permitiendo usarlas simultáneamente para la producción de diversas soluciones relacionadas con el procesamiento de imágenes de resonancia magnética y de conductas desviadas, como las elaboradas en [21], [26]. Por otro lado, se presencia en diversos estudios [7], [15], [16], [30], el uso de diferentes técnicas dentro del proceso de desarrollo de una solución, con el objetivo de analizar su precisión con relación a

otros modelos, para de esa manera justificar la viabilidad y predominio del producto concebido.

B. RQ2: ¿Qué países lideran en el desarrollo de soluciones basadas en la Inteligencia Artificial aplicadas al tratamiento de la enfermedad del Alzheimer?

En la Tabla 7 se muestran los países que contribuyen dentro del desarrollo de las soluciones planteadas por los estudios seleccionados. Se puede observar que los principales países que cuentan con más contribuciones, en el desarrollo de este tipo de soluciones, son los referentes al continente asiático como lo son China y Corea del Sur. Asimismo, sobresale Estados Unidos con una cantidad considerable de estudios y su investigación sobre la integración de la inteligencia emocional en robots [24]. Por otro lado, es importante hacer énfasis de la ausencia de contribuciones por parte de los países de Sudamérica, demostrando que existe oportunidad de investigación dentro de este territorio.

Tabla 7: Estudios y naciones que contribuyeron en el desarrollo de las soluciones tecnológicas.

País	Estudios	Número de estudios
China	[10] [13] [15] [17] [20] [26]	6
Estados Unidos	[10] [15] [19] [24] [25]	5
Corea del Sur	[16] [19] [21] [22]	4
Taiwán	[11] [15] [18]	3
India	[28] [30]	2
Japón	[7] [14]	2
Reino Unido	[6] [33]	2
Pakistán	[22] [33]	2
España	[8] [31]	2
Arabia Saudita	[8] [12]	2

Polonia	[7]	1
Egipto	[8]	1
Australia	[9]	1
Italia	[23]	1
Turquía	[17]	1
Francia	[27]	1
Kazajistán	[22]	1
Indonesia	[29]	1
Países Bajos	[31]	1
Canadá	[32]	1
Alemania	[32]	1

C. RQ3: ¿Cómo ha evolucionado a lo largo de los años la aplicación de la Inteligencia Artificial en la enfermedad del Alzheimer?

En la Tabla 8 se muestran los años en que se publicaron los estudios que presentan soluciones tecnológicas de Inteligencia Artificial enfocadas al tratamiento de la enfermedad del Alzheimer.

Tabla 8: Estudios de acuerdo con el año de publicación.

Año	Estudios	Número de estudios
2022	[19] [22] [23] [24] [25]	5
2021	[6] [8] [11] [12] [13] [20] [26] [27] [30]	9

2020	[7] [9] [15] [16] [17] [18] [21]	7
2019	[10] [28] [31] [32] [33]	5
2018	[29]	1
2017	[14]	1

Se evidencia el aumento progresivo a lo largo de los últimos cinco años, con respecto a la cantidad de aplicaciones de la IA en la enfermedad del Alzheimer y la demencia que ocasiona. Asimismo, este crecimiento es justificado por la continua evolución tecnológica y la preocupación por el veloz envejecimiento de la población, que conlleva a la aparición de más casos de demencia como declaran estudios recientes [8], [16], [21]. Por otro lado, como se puede apreciar en la Figura 2, existe una disminución en la cantidad de estudios publicados en el 2022, esto se debe a que, en el momento que se está desarrollando la presente revisión, dicho año se encuentra aún en vigencia y se estima que en lo que resta del mismo, se podrá evidenciar el aumento en la cantidad de estudios de este tipo, a causa del rápido desarrollo y amplia utilidad de la IA en el campo de la medicina [34].

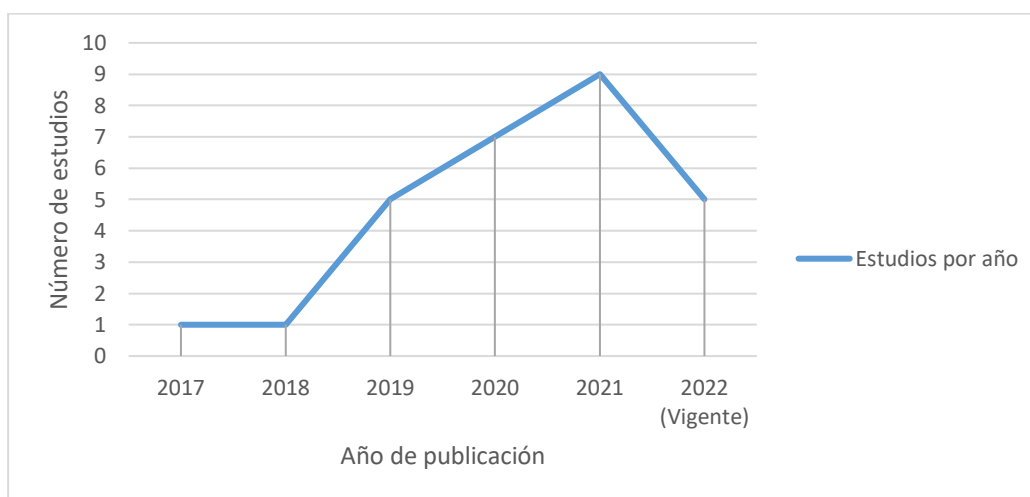


Figura 2: Cantidad de los estudios publicados en los últimos cinco años.

Conclusiones

Este documento, presenta una revisión sistemática de la literatura acerca de la aplicación de la IA en el tratamiento de la enfermedad del Alzheimer. De un total de 1226 trabajos resultantes del proceso de búsqueda, se seleccionaron 28 documentos de acuerdo con los criterios de inclusión, exclusión y calidad, para ser analizados y en base a ellos responder a las tres preguntas de investigación planteadas.

Se llegó a la conclusión de que la IA es participe de un constante y acelerado proceso de desarrollo dentro del área de la medicina, enfocada al tratamiento de diversas enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. Por otro lado, se determinó que el uso de la gran variedad de técnicas se encuentra orientado al desarrollo de clasificadores y sistemas de detección temprana que brindan soporte a la hora de la toma de decisiones y reafirman los diagnósticos con el objetivo de evitar falsos negativos. Asimismo, se evidencia la gran posibilidad de desarrollo debido a la variedad de técnicas que pueden ser aplicadas y adaptadas dependiendo de la necesidad de la investigación, sobresaliendo entre ellas las máquinas de soporte vectorial que muestran una notable popularidad.

En cuanto a la evolución de las aplicaciones de la IA, se identificó un aumento en los últimos cinco años, con respecto a estudios que proponen soluciones tecnológicas para mejorar la calidad de vida de personas que sufren este trastorno. Agregando a lo anterior, durante el proceso de la revisión, se confirmó que la gran parte de estas contribuciones provienen de China y Estados Unidos, de igual forma con otros países asiáticos, como Corea del Sur, quienes muestran un número considerable de investigaciones, a diferencia de Sudamérica que no evidencia contribuciones relacionadas al tratamiento de ningún tipo de demencia.

Para terminar, la evidencia mostrada permite asegurar que la IA tiene un gran potencial de innovación dentro del campo de la medicina, y se considera que el presente trabajo puede ser extendido con el fin de realizar un análisis más profundo y otorgar conocimiento a investigadores que buscan desarrollar innovaciones tecnológicas dentro de las ciencias médicas.

Referencias

[1] L. Rouhiainen, *Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*, Barcelona: Alienta Editorial, 2018.

[2] E. Verburg, C. H. van Gils, M. F. Bakker, M. A. Viergever, R. M. Pijnappel, W. B. Veldhuis y K. G. A. Gilhuijs, «Computer-Aided Diagnosis in Multiparametric Magnetic Resonance Imaging Screening of Women With Extremely Dense Breasts to Reduce False-Positive Diagnoses,» *Investigative Radiology*, vol. 55, n° 7, pp. 438-444, 2020.

[3] Organización Mundial de la Salud, «Sitio Web de la Organización Mundial de la Salud,» Who, 21 9 2020. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/dementia>. [Último acceso: 16 06 2022].

[4] J. García Férez, «Problemas éticos de los ensayos clínicos y de la experimentación de nuevas terapias en la enfermedad de Alzheimer,» *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, vol. 38, n° 2, pp. 100-109, 2003.

[5] B. Kitchenham, R. Pretorius, D. Budgen, P. Brereton, M. Turner, M. Niazi y S. Linkman, «Systematic literature reviews in software engineering-A systematic literature review,» *Information and Software Technology*, vol. 51, n° 1, pp. 7-15, 2009.

[6] C. S. Eke, E. Jammeh, X. Li, C. Carroll, S. Pearson y E. Ifeakor, «Early Detection of Alzheimer's Disease with Blood Plasma Proteins Using Support Vector Machines,» *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 25, n° 1, 2021.

[7] T. M. Rutkowski, M. S. Abe, M. Koculak y M. Otake-Matsuura, «Classifying Mild Cognitive Impairment from Behavioral Responses in Emotional Arousal and Valence Evaluation Task – AI Approach for Early Dementia Biomarker in Aging Societies –,» de *42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*, 2020.

[8] N. Shoaip, A. Rezk, S. El-Sappagh, L. Alarabi, S. Barakar y M. M. Elmogy, «A Comprehensive Fuzzy Ontology-Based Decision Support System for Alzheimer's Disease Diagnosis,» *IEEE Access*, vol. 9, pp. 31350-31372, 2021.

[9] A. H. Alkenani, Y. Xu, Y. Li y Q. Zhang, «Predicting Prodromal Dementia Using Linguistic Patterns and Deficits,» *IEEE Access*, vol. 8, pp. 193856-193873, 2020.

[10] X. Hong, R. Lin, C. Yang, N. Zeng, C. Cai, J. Gou y J. Yang, «Predicting Alzheimer's Disease Using LSTM,» *IEEE Access*, vol. 7, pp. 80893-80901, 2019.

[11] C.-F. Tsai, C.-C. Chen, E. H.-K. Wu, C.-R. Chung, C.-Y. Huang, P.-Y. Tsai y S.-C. Yeh, «A Machine-Learning-Based Assessment Method for Early-Stage Neurocognitive Impairment by an Immersive Virtual Supermarket,» *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 29, pp. 2124-2132, 2021.

[12] S. Basheer, S. Bhatia y S. B. Sakri, «Computational Modeling of Dementia Prediction Using Deep Neural Network: Analysis on OASIS Dataset,» *IEEE Access*, vol. 9, pp. 42449-42462, 2021.

[13] Z. Xia, T. Zhou, S. Mamoon y J. Lu, «Recognition of Dementia Biomarkers With Deep Finer-DBN,» *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 29, pp. 1926-1935, 2021.

[14] H. Tanaka, H. Adachi, N. Ukita, M. Ikeda, H. Kazui, T. Kudo y S. Nakamura, «Detecting Dementia Through Interactive Computer Avatars,» *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, vol. 5, pp. 1-11, 2017.

[15] F. Zhu, X. Li, D. McGonigle, H. Tang, Z. He, C. Zhang, G.-U. Hung, P.-Y. Chiu y W. Zhou, «Analyze Informant-Based Questionnaire for The Early Diagnosis of Senile Dementia Using Deep Learning,» *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, vol. 8, pp. 1-6, 2020.

[16] S.-E. Ryu, D.-H. Shin y K. Chung, «Prediction Model of Dementia Risk Based on XGBoost Using Derived Variable Extraction and Hyper Parameter Optimization,» *IEEE Access*, vol. 8, pp. 177708-177720, 2020.

[17] A. Barua, C. Dong, F. Al-Turjman y X. Yang, «Edge Computing-Based Localization Technique to Detecting Behavior of Dementia,» *IEEE Access*, vol. 8, pp. 82108-82119, 2020.

[18] M.-J. Lyu y S.-M. Yuan, «Cloud-Based Smart Dog Music Therapy and Pneumonia Detection System for Reducing the Difficulty of Caring for Patients With Dementia,» *IEEE Access*, vol. 8, pp. 20977-20990, 2020.

[19] J. Kim, S. Cheon y J. Lim, «IoT-Based Unobtrusive Physical Activity Monitoring System for Predicting Dementia,» *IEEE Access*, vol. 10, pp. 26078-26089, 2022.

[20] R. Guo, X. Cheng, Z.-C. Hou, J.-Z. Ma, W.-Q. Zheng, X.-M. Wu, D. Jiang, Y. Pan y T.-L. Ren, «A Shoe-Integrated Sensor System for Long-Term Center of Pressure Evaluation,» *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, n° 23, pp. 27037-27044, 2021.

[21] K. Kim, S. Lee, S. Kim, J. Kim, D. Shin y D. Shin, «Sensor-Based Deviant Behavior Detection System Using Deep Learning to Help Dementia Caregivers,» *IEEE Access*, vol. 8,

pp. 136004-136013, 2020.

[22] A. Shahzad, A. Dadlani, H. Lee y K. Kim, «Automated Prescreening of Mild Cognitive Impairment Using Shank-Mounted Inertial Sensors Based Gait Biomarkers,» *IEEE Access*, vol. 10, pp. 15835-15844, 2022.

[23] L. Chiricosta, S. D'Angiolini, A. Gugliandolo y E. Mazzon, «Artificial Intelligence Predictor for Alzheimer's Disease Trained on Blood Transcriptome: The Role of Oxidative Stress,» *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 23, n° 9, p. 5237, 2022.

[24] A. Hojjat, M. H. Mahoor, R. Zandie, J. Siewierski y S. H. Qualls, «Artificial Emotional Intelligence in Socially Assistive Robots for Older Adults: A Pilot Study,» *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2022.

[25] P. Broadwell, N. Davis y S. Yoon, «Using Artificial Intelligence to Develop a Lexicon-Based African American Tweet Detection Algorithm to Inform Culturally Sensitive Twitter-Based Social Support Interventions for African American Dementia Caregivers,» *Studies in Health Technology and Informatics*, vol. 289, pp. 1-4, 2022.

[26] X. Bi, W. Liu, H. Liu y Q. Shang, «Artificial Intelligence-based MRI Images for Brain in Prediction of Alzheimer's Disease,» *Journal of Healthcare Engineering*, vol. 2021, p. 7, 2021.

[27] H.-D. Nguyen, M. Clément, B. Mansencal y P. Coupé, «Deep Grading Based on Collective Artificial Intelligence for AD Diagnosis and Prognosis,» de *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*, Francia, 2021.

[28] N. Sandhya y A. Rama Prasath, «Detection of frontotemporal dementia using artificial intelligence techniques,» *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, n° 3, pp. 8587-8590, 2019.

[29] A. Bustamam, D. Sarwinda y G. Ardenaswari, «Texture and Gene Expression Analysis of the MRI Brain in Detection of Alzheimer's Disease,» *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, vol. 8, n° 2, pp. 111-120, 2018.

[30] A. Khan, S. Zubair y S. Khan, «Comprehensive Performance Analysis of Neurodegenerative disease Incidence in the Females of 60-96 year Age Group,» *ADCAIJ : Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*, vol. 10, n° 2, pp. 183-196, 2021.

[31] J. P. López, F. Moreno, M. Popa, G. Hernández-Peñaloza y F. Álvarez, «Data analysis from cognitive games interaction in Smart TV applications for patients with Parkinson's,

Alzheimer's, and other types of dementia.,» *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing : AI EDAM*, vol. 33, n° 4, pp. 442-457, 2019.

[32] K. Leduc-McNiven, R. T. Dion, M. Aljumaili, R. D. McLeod y M. R. Friesen, «Serious Games and Machine Learning for Detecting Mild Cognitive Impairment,» de *Proceedings on the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)*, Atenas, 2019.

[33] R. G. Hussain, M. A. Ghazanfar, M. A. Azam, U. Naeem y S. U. Rehman, «A performance comparison of machine learning classification approaches for robust activity of daily living recognition,» *The Artificial Intelligence Review*, vol. 52, n° 1, pp. 357-379, 2019.

[34] X. Liu, K. Chen, T. Wu, D. Weidman, F. Lure y J. Li, «Use of multimodality imaging and artificial intelligence for diagnosis and prognosis of early stages of Alzheimer's disease,» *Translational Research*, vol. 194, pp. 56-67, 2018.