

Inteligencia artificial en el estudio del uso de escaneo cerebral en la implementación en usuarios neurodivergentes

Mateo Dwyer¹

mateodwyer@gmail.com

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Mexico.

DOI: [10.17013/risti.54.39-51](https://doi.org/10.17013/risti.54.39-51)

Resumen: La salud mental en general es un tema que ha ganado mucha relevancia e importancia en los últimos años. Pero un elemento central de ésta es el tema de trastornos mentales, y el diagnóstico de ellos. Por mucho tiempo, el método estándar usado para este proceso ha sido lento y costoso. Sin embargo, con nuevas tecnologías como son la inteligencia artificial y el escaneo cerebral hay posibilidad de una detección más rápida, sencilla, y objetiva de estos trastornos, incluido a edades más tempranas. El objetivo de este estudio es verificar la eficacia del reconocimiento de patrones eléctricos cerebrales mediante la inteligencia artificial en el uso médico psicológico, utilizando opiniones profesionales para determinar su factibilidad. El análisis fue cuanti-cualitativo, y se encontró que estas herramientas probablemente serán indispensables para esta área en el futuro cercano, siempre y cuando se le de un enfoque particular a su desarrollo.

Palabras-clave: neurodivergente, diagnóstico, trastorno mental, escaneo cerebral, inteligencia artificial.

Artificial intelligence in the study of the use of brain scans in neurodivergent diagnosis

Abstract: Mental health in general is a subject that has become more and more relevant in the past years. But a central element to this subject is mental disorders, and their diagnosis. For a long time, the standard method used for this project has been lengthy and expensive. However, with new technologies such as artificial intelligence and brainwave scanning there is a chance for faster, simpler, and more objective detection of these disorders, including at ages too young for the current method. The objective of this study is to verify the efficiency of the recognition of brainwave patterns using artificial intelligence in the psychology-medicinal field, using professional opinions to determine its feasibility. The analysis was quantitative, and it was found that these tools will most likely be indispensable for this field in the near future, as long as they are given the proper development.

Keywords: neurodivergent, diagnosis, mental disorder, brain scans, artificial intelligence.

1. Introducción

La salud mental es un tema que ha ganado relevancia significativa en los últimos años. Con los efectos que la pandemia tuvo sobre el estado emocional de las personas, más y más personas e institutos se han dedicado a su estudio, y aun culturalmente han aumentado las discusiones y los cuidados personales que se toman las personas. Un elemento de este tema que se ha comenzado a estudiar con más frecuencia es el diagnóstico de trastornos mentales, ya que conocer cualquier problema existente es indispensable para poder tratarla.

Otro tema de interés reciente es la inteligencia artificial. Ha existido por mucho tiempo como concepto; sin embargo, ahora se está haciendo una realidad, con algoritmos y programas capaces de reconocer y replicar patrones de manera verbal y hasta artística. Con esta ayuda, una gran variedad de trabajos se pueden hacer de manera más eficiente y barata; uno de estos trabajos es, en teoría, el diagnóstico de trastornos.

Existen varios trabajos empíricos y experimentales realizando pruebas sobre este tema, los cuales se usarán como fundamento para la presente investigación.

2. Método

El objetivo de esta investigación documental de carácter cuantitativo y cualitativo fue identificar el alcance y la utilidad posible de los escaneos de patrones eléctricos cerebrales junto con la inteligencia artificial dentro del área de psicología médica, con énfasis en el proceso de diagnóstico inicial de neurodivergencia. Para cumplir lo anterior, se realizó una revisión sistemática de la literatura especializada al respecto. La revisión sistemática se realizó en cuatro fases:

2.1. Búsqueda de documentos pertinentes a la investigación

Se realizó una búsqueda sistemática de artículos de investigación en las bases de datos científicas Mendeley, SciELO, Dialnet y Google Académico. Para ser más fiel a las fuentes originales, en lugar de 'Mendeley' se registraron bajo las revistas originales de las cuales se compilaron. La obtención de documentos se realizó comenzando el 22 de agosto de 2023 y el análisis se realizó desde esa fecha hasta el 8 de octubre de 2023. Se admitieron textos publicados en cualquier idioma desde el 2019 hasta el 2023.

2.2. Definición de criterios de inclusión y exclusión de los documentos obtenidos

La búsqueda en las bases de datos científicas se realizó usando palabras clave. Las palabras usadas fueron 'neurodivergent', 'diagnosis', 'mental disorder', 'brain scans', y 'artificial intelligence', normalmente encadenadas. En español fueron 'neurodivergente', 'diagnóstico', 'trastorno mental', 'escaneo cerebral' e 'inteligencia artificial'. En la base de datos la búsqueda se desarrolló en el título, el resumen, las palabras clave y el documento extenso. Se obtuvo la siguiente cantidad de documentos: SciELO 3; Google Académico, 18; Diagnostics, 3; Computers and Biology in Medicine, 3; fuentes mixtas

(muchas recolectadas en Mendeley), 93. En total, se obtuvieron 120 documentos. Posteriormente, se identificaron los documentos duplicados y se eliminaron 4. Además, se realizó una revisión de la pertinencia de los documentos obtenidos y se eliminaron los que no eran útiles para el análisis de esta investigación. Por la facilidad y disponibilidad de información, se eliminaron todas aquellas fuentes sin DOI o ISSN, y se eliminaron aquellas fuentes con poca o relativamente menos relevancia con el tema central de estudio, y las que se enfocan en trastornos mentales más probables a desarrollarse debido a factores externos. Finalmente, se admitieron 64 documentos para el análisis.

2.3. Análisis y categorización

Se realizó un análisis cuantitativo para saber en qué años se publicaron más documentos sobre los trastornos mentales y su diagnóstico, en qué países y con qué enfoque (ver Tabla 1). El análisis cuantitativo se condujo respondiendo preguntas de investigación.

Temas de análisis	Preguntas de investigación
<i>Año de publicación</i>	¿Cuántas publicaciones sobre este tema se realizaron cada año desde el 2019?
<i>País de origen</i>	¿Qué países han demostrado un enfoque mayor en este tema?
<i>Trastorno enfoque del artículo</i>	De los artículos que mencionan enfoque en algún trastorno en particular, ¿cuál resultó el más común?

Tabla 1 – Preguntas de investigación de carácter cuantitativo

Asimismo, se realizaron categorías de análisis para identificar las formas de diagnóstico actuales, las ‘pros’ y ‘contras’ como tal del uso de escaneo cerebral en dicho proceso, y las recomendaciones existentes sobre la introducción de inteligencia artificial en el área de psicología. Este análisis fue cualitativo y también se condujo con preguntas de investigación (ver Tabla 2).

Temas de análisis	Preguntas de investigación
<i>Propuestas actuales</i>	¿Cómo se propone que se realice el proceso de diagnóstico con el uso de herramientas de escaneo e inteligencia artificial?
<i>Modificaciones al área de estudio</i>	¿Cuáles cambios son necesarios para llegar a la integración e implementación de estos instrumentos?
<i>Beneficios</i>	¿Cuáles serían los beneficios de la introducción de estas tecnologías en este campo y para este fin?

Tabla 2 – Preguntas de investigación de carácter cualitativo

2.4. Discusión

La discusión se presenta, propiamente, en la sección Conclusiones de este texto.

3. Resultados

3.1. Resultados del análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo trajo consigo una gran cantidad de resultados interesantes. Sin embargo, primero se dará una breve descripción de los artículos conseguidos, y los temas que tratan.

Los artículos que fueron considerados para la realización de esta investigación fueron todos aquellos que trataron el diagnóstico de trastornos mentales, con un énfasis por los que mencionaron la utilización de inteligencia artificial y/o los escaneos cerebrales (EEG o fMRI). Como ya fue mencionado en la fase dos de la metodología, se admitieron un total de 64 artículos a consideración.

El primer dato a considerar de entre todos los artículos recopilados es la fecha de publicación. Se debe destacar que dentro de la presente investigación se excluyeron documentos con fecha de publicación antes del año 2019, en su mayoría gracias a que el tema objeto de estudio ha surgido recientemente.

Los resultados, visibles en la Figura 1, resultaron interesantes; desde el 2019 hasta el 2022 se nota una tendencia de crecimiento demasiado alta, antes de caer de nuevo en el 2023. Sin embargo, esto se puede deber simplemente al hecho de que el 2023 sigue en curso.



Figura 1 – Número de artículos recopilados por año

Entre el 2019 y el 2020 no se vio mucho crecimiento. Sin embargo, en el 2021 incrementó de seis artículos a 12, antes de llegar a 28 en 2022. Hasta la fecha de septiembre de 2023 se encontraron 13 artículos relacionados.

El siguiente dato que se revisó fue el país de publicación. Este dato es interesante gracias a lo que puede demostrar sobre interés cultural sobre estos temas, además del posible costo de los estudios. Los resultados se muestran en la figura 2.

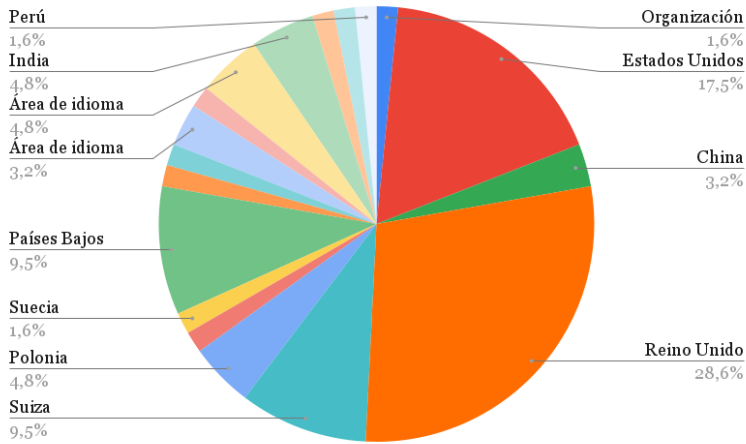


Figura 2 – Número de artículos recopilados por país

Existió, dentro de los resultados, un país en particular que demostró el mayor interés en temas de trastornos mentales y su diagnóstico asistido. Reino Unido aportó 18 de los totales 64 artículos, seguido por los Estados Unidos con 11, y Suiza y Países Bajos con 6. Polonia, India, y China aportaron más de un artículo cada uno, mientras que los demás fueron publicados en áreas sin especificación o países europeos, en su mayoría. Pocas fueron provenientes de países americanos o asiáticos. Esto se puede deber a interés a nivel cultural, o también al hecho de que los países más involucrados son países desarrollados, y tienen más recursos para invertir en este campo.

Por último, entre aquellos artículos que mostraron un enfoque en algún trastorno mental en particular, se analizó la frecuencia de aquellos mencionados por nombre, como se muestra en Figura 3. Nota: las siglas y los nombres de cada trastorno se muestran en inglés; en español, de orden descendiente son Trastorno de Espectro Autista (TEA, ASD por siglas en inglés), Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH, ADHD por siglas en inglés), y dislexia.

Como se puede observar, tanto el TEA como el TDAH se han estudiado de manera profunda. Esto se podrá deber, en su mayoría, a lo común que es encontrar ambos trastornos, y la creciente demanda para poder diagnosticarlos de manera segura, rápida, y eficaz. Con menos prioridad se encuentra la dislexia, también un trastorno común pero uno más fácil de diagnosticar por sus síntomas sencillos de describir y reconocer.

Es interesante observar la prioridad que tiene cada uno de los trastornos mencionados, ya que se puede asociar además al impacto que tiene cada uno a la sociedad y a los individuos afectados. Sin embargo, también es importante notar que las tecnologías y técnicas desarrolladas utilizando a los escaneos cerebrales y la inteligencia artificial como herramientas no necesariamente deben de llevar un enfoque particular, sino que se pueden desarrollar con el fin de ser adaptados a distintas áreas y tipos de diagnóstico.

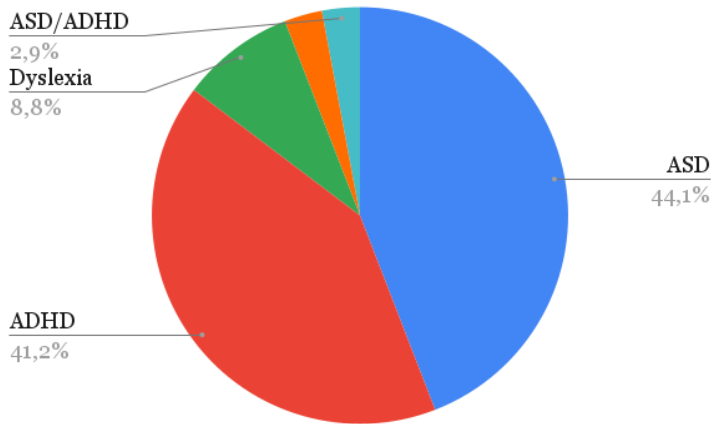


Figura 3 – Número de artículos recopilados que mostraron enfoque particular en un trastorno mental

3.2. Resultados del análisis cualitativo

La primera pregunta que se planteó fue la siguiente: ¿Cómo se propone que se realice el proceso de diagnóstico con el uso de herramientas de escaneo e inteligencia artificial?

Para empezar, se hizo consideración en cuanto al método actual de diagnóstico. Existen variaciones en cuanto al trastorno particular; sin embargo, tanto para TEA y TDAH el procedimiento estándar es mediante entrevistas y análisis de conducta por un individuo altamente capacitado. Este procedimiento es lento, ya que se requiere de tiempo para cada paciente individual, además de costoso, haciéndolo inaccesible para muchas personas. Adicionalmente, no es posible realizar el diagnóstico en un paciente de menos de dos años como mínimo. (Helmy E, Elnakib A, Elnakieb Y et al, 2023)

En cuanto al sistema propuesto, es un tema demasiado complicado, pero en términos generales, el escaneo cerebral forma una especie de mapa tridimensional del cerebro y su actividad. Con este formato es difícil para la inteligencia artificial detectar patrones, por lo que se debe de transformar en un plano bidimensional; ya de esta manera, el software podrá detectar y reconocer distintos tipos de patrones los cuales indican distintos tipos de trastornos. (Sadiq M, Akbari H, Siuly S et al, 2021)

Siguiendo esto, se preguntó ¿Cuáles cambios son necesarios para llegar a la integración e implementación de estos instrumentos? En los artículos consultados se dieron varias propuestas, las principales de las cuales se muestran en la Tabla 3.

Como se puede observar, una de las propuestas principales para llegar a un futuro donde estas tecnologías se puedan utilizar de manera confiable y segura depende de su continuo desarrollo con un enfoque específico a esta área. Para esto, se requiere de personas que empujen este desarrollo e impulsen los cambios necesarios.

Cambios propuestos	
1.-	Determinación de los patrones a reconocer para cada trastorno a diagnosticar
2.-	Capacitación de personal para la utilización de estas tecnologías
3.-	Pruebas exhaustivas sobre su funcionamiento y capacidades
4.-	Empuje por parte de profesionales hacia el desarrollo de las tecnologías relevantes

Tabla 3 – Cambios necesarios para la aplicación de las nuevas tecnologías en el área de psicología

Las demás propuestas son importantes tanto antes como después de que las tecnologías lleguen al nivel apropiado de avance; sin suficientes pruebas y datos no importa lo eficiente que sea la tecnología, ya que no sabrá qué se tiene que detectar.

Para empezar, se hizo consideración en cuanto al método actual de diagnóstico. Existen variaciones en cuanto al trastorno particular; sin embargo, tanto para TEA y TDAH el procedimiento estándar es mediante entrevistas y análisis de conducta por un individuo altamente capacitado. Este procedimiento es lento, ya que se requiere de tiempo para cada paciente individual, además de costoso, haciéndolo inaccesible para muchas personas. Adicionalmente, no es posible realizar el diagnóstico en un paciente de menos de dos años como mínimo. (Helmy E, Elnakib A, Elnakieb Y et al, 2023)

La última pregunta realizada fue sobre los beneficios; ¿qué beneficios tendrían estas tecnologías? Para responder esta pregunta es importante analizar las desventajas del modelo actual. Como ya se mencionó brevemente, el presente modelo obliga cierta lentitud en el proceso, en gran parte debido a la carencia de personal capacitado.

Un beneficio significativo de la utilización de estas herramientas sería el incremento masivo en eficiencia, tanto en cuanto al tiempo de diagnóstico como a su objetividad. A continuación se desglosan las razones de cada uno.

Para empezar, el tiempo requerido para diagnosticar con seguridad algún trastorno bajaría dramáticamente. Las mismas actitudes y conductas inconscientes del paciente pueden ser monitoreadas y analizadas por una máquina de deep learning al mismo tiempo que se haga la prueba tradicional, aportando resultados simultáneos y rápidos. Por supuesto, este uso en particular viene con riesgos, en especial cuando se trata de confiabilidad de resultados. Un estudio reciente demostró que, en la actualidad, la inteligencia artificial cuenta con un grado medio de confiabilidad. En trastornos comunes, como dependencia al alcohol, TDAH, o TEPT, alcanzó predecir correctamente en alrededor de 75% de los casos. Sin embargo, en otros casos se inclinaba más hacia el 60%. (Heinz M, Bhattacharya S, Trudeau B et al, 2023)

Es decir, usado como herramienta dentro del proceso de diagnóstico podrá aportar un nivel de confiabilidad adicional, pero no puede reemplazar los demás métodos. Aún así, cuando se considera que los niveles de diagnóstico incorrecto (ya sea falta de diagnóstico o diagnóstico de un trastorno distinto al actual) pueden oscilar entre 70 y 98%, se puede ver que el aporte dado por este nuevo método es significativo.

Finalmente, en cuanto a objetividad, es uno de los temas muy relevantes en esta área. Como ya se mencionó la probabilidad de que alguien sea diagnosticada de forma incorrecta es alta, y esto se le puede atribuir, en parte, al carácter subjetivo de algunos de los procesos de diagnóstico. Claramente se tiene como meta la objetividad al momento de diagnosticar, pero el simple hecho de que exista un elemento humano puede causar variaciones que no se tendrían que ver en otro caso. El tener evidencias concretas del funcionamiento distinto del cerebro de un paciente podrá ayudar a un sinnúmero de personas quienes, bajo otro especialista, tendrían la capacidad de ser diagnosticadas incorrectamente.

4. Conclusiones

El diagnóstico de trastornos mentales es un elemento extremadamente importante para la salud mental de un individuo. El conocimiento de lo que lo afecta, junto con el acceso a recursos que ayudan a aliviar a los síntomas, son integrales a su desarrollo, y el desarrollo de tecnologías que logran eficientizar este proceso es siempre importante.

La inteligencia artificial como tecnología ha tenido un progreso explosivo en los últimos años, y se han encontrado aplicaciones para ella en casi todo campo profesional. En el caso de la psicología y la medicina la inteligencia artificial tiene usos extensos, en especial utilizando su reconocimiento de patrones para analizar conductas y síntomas y llegar a conclusiones rápidas y objetivas. No solamente es viable su aplicación en esta área, sino que ya se está introduciendo.

Mientras tanto, los escaneos cerebrales también se siguen desarrollando. La información que produce este método es complicada, y, mientras que es posible su interpretación por medio de personas, es mejor en muchos casos transformarla en un plano bidimensional para permitir que algún software de inteligencia artificial analice los patrones encontrados.

En fin, ambas tecnologías deben de ser utilizadas en conjunto para producir resultados. Sin embargo, estos resultados requieren de apoyo, manejo e interpretación humana. Estas tecnologías son solamente herramientas; no pueden ser sustituciones.

Referencias

- Abd-Alrazaq, A., Alhuwail, D., Schneider, J., et al. (2022). The performance of artificial intelligence-driven technologies in diagnosing mental disorders: an umbrella review. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00631-8>
- Ahmad, N., Rehman, M., El Hassan, H., et al. (2022). An Efficient Machine Learning-Based Feature Optimization Model for the Detection of Dyslexia. *Computational Intelligence and Neuroscience*. <https://doi.org/10.1155/2022/8491753>
- Albajara Sáenz, A., Villemonteix, T., Massat, I. (2019). Structural and functional neuroimaging in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14050>

- Anchana, V., Biju, K. (2023). Comparative Study of Detection of ADHD using EEG Signals. 2023 International Conference on Control, Communication and Computing (ICCC). 10.1109/ICCC57789.2023.10165395
- Arji, G., Erfannia, L., Aliarezaei, A., et al. (2023). A systematic literature review and analysis of deep learning algorithms in mental disorders. *Informatics in Medicine Unlocked*. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101284>
- Bakhtyari, M., Mirzaei, S. (2022). ADHD detection using dynamic connectivity patterns of EEG data and ConvLSTM with attention framework. *Biomedical Signal Processing and Control*. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2022.103708>
- Barua, P., Dogan, S., Baygin, M., et al. (2022). TMP19: A Novel Ternary Motif Pattern-Based ADHD Detection Model Using EEG Signals. *Diagnostics*. 10.3390/diagnostics12102544
- Barua, P., Vicnesh, J., Gururajan, R., et al. (2022) Artificial Intelligence Enabled Personalised Assistive Tools to Enhance Education of Children with Neurodevelopmental Disorders—A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031192>
- Bayram, M., Özer, Í., Termurtas, F. (2021). Deep Learning Methods for Autism Spectrum Disorder Diagnosis Based on fMRI Images. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*. <https://doi.org/10.35377/saucis.04.01.879735>
- Bouallegue, G., Djemal, R., Alshbeili, S., et al. (2020). A Dynamic Filtering DF-RNN Deep-Learning-Based Approach for EEG-Based Neurological Disorders Diagnosis. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3037995>
- Boughattas, N., Jabnoun, H. (2022). Autism Spectrum Disorder (ASD) Detection Using Machine Learning Algorithms. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09593-1_18
- Byrne, D., Gorman, K., Twomey, E., et al. (2021). Yield of diagnosis in MRI brain imaging in children with autism spectrum disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*. <https://doi.org/10.1007/s00431-023-05011-2>
- Chen, Z., Kulkarni, P., Glatzer-Levy, I., et al. (2022). Modern views of machine learning for precision psychiatry. *Patterns*. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2022.100602>
- Farooq, M., Tehseen, R., Sabir, M., et al. (2023). Detection of autism spectrum disorder (ASD) in children and adults using machine learning. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35910-1>
- Farooqui, Q., Rahman, M. (2022). Autism Spectrum Disorder (ASD) Diagnosis and Reinforcement by Machine Learning and Neural Networks. 2022 Second International Conference on Artificial Intelligence and Smart Energy (ICAIS). <https://doi.org/10.1109/ICAIS53314.2022.9742946>
- Feng, X., Hu, M., Guo, W. (2022). Application of artificial intelligence in mental health and mental illnesses. 2022 3rd International Symposium on Artificial Intelligence for Medicine Sciences. <https://doi.org/10.1145/3570773.3570834>

- Firouzabadi, F., Ramenzanpour, S., Firouzabadi, M., et al. (2022). Neuroimaging in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Recent Advances. *American Journal of Roentgenology*. <https://doi.org/10.2214/AJR.21.26316>
- Gupte, N., Patel, M., Pen, T., et al. (2023). Early detection of ADHD and Dyslexia from EEG Signals. *2023 IEEE 8th International Conference for Convergence in Technology, I2CT 2023*. <https://doi.org/10.1109/I2CT57861.2023.10126272>
- Heinz, M., Bhattacharya, S., Trudeau, B., et al. (2023). Testing domain knowledge and risk of bias of a large-scale general artificial intelligence model in mental health. *Digital Health*. <https://doi.org/10.1177/20552076231170499>
- Helmy, E., Elnakib, A., Elnakieb, Y., et al. (2023). Role of Artificial Intelligence for Autism Diagnosis Using DTI and fMRI: A Survey. *Biomedicines*. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11071858>
- Hilal, A., Issaoui, I., Obayya, M., et al. (2022). Modeling of explainable artificial intelligence for biomedical mental disorder diagnosis. *Computers, Materials & Continua*. <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.022663>
- Huse, S., Acharaya, S., Shukla, S., et al. (2022). Computer-Aided Detection and Diagnosis of Neurological Disorder. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.28032>
- Jain, P., Quadri, S. (2021). Emerging Role of Intelligent Techniques for Effective Detection and Prediction of Mental Disorders. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9509-7_16
- Jatain, A., Vashisht, P. (2023). A novel approach for diagnosing neuro-developmental disorders using artificial intelligence. *Dialnet*. <https://doi.org/10.4114/intartif.vol26iss71pp13-24>
- Joy, R., George, S., Rajan, A., et al. (2022). Detection and Classification of ADHD from EEG Signals Using Tunable Q-Factor Wavelet Transform. *Journal of Sensors*. <https://doi.org/10.1155/2022/3590973>
- Kaisar, S. (2020). Developmental dyslexia detection using machine learning techniques: A survey. *ICT Express*. <https://doi.org/10.1016/j.icte.2020.05.006>
- Khare, S., Gaikwad, N., Bajaj, V. (2022) VHERS: A Novel Variational Mode Decomposition and Hilbert Transform-Based EEG Rhythm Separation for Automatic ADHD Detection. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. <https://doi.org/10.1109/TIM.2022.3204076>
- Khodatars, M., Shoebi, A., Sadeghi, D., et al. (2021). Neuroimaging database and machine learning-based analysis for neurological disorders. *Computers in Biology and Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104949>
- Kister, K., Laskowski, J., Makarewicz, A., et al. (2023). Application of artificial intelligence tools in diagnosis and treatment of mental disorders. *Current Problems of Psychiatry*. <https://doi.org/10.12923/2353-8627/2023-0001>

- Kresnia, G., Parikesit, A. (2022). Use of Artificial Intelligence in the Diagnostics of Autism Spectrum Disorder. *Cermin Dunia Kedokteran*. <https://doi.org/10.55175/cdk.v49i6.246>
- Kusano, K., Tashiro, T., Matsubara, T., et al. (2019). Deep Generative State-Space Modeling of fMRI Images for Psychiatric Disorder Diagnosis. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*. [https://doi.org/10.1109/IJCNN.\(2019\).8852448](https://doi.org/10.1109/IJCNN.(2019).8852448)
- Loh, H., Ooi, C., Barua, P., et al. (2022). Automated detection of ADHD: Current trends and future perspective. *Computers in Biology and Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.105525>
- Maniruzzman, M., Hasan, M., Asai, N., et al. (2023). Optimal Channels and Features Selection Based ADHD Detection From EEG Signal Using Statistical and Machine Learning Techniques. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3264266>
- Maniruzzman, M., Shin, J., Hasan, M., et al. (2022). Efficient Feature Selection and Machine Learning Based ADHD Detection Using EEG Signal. *Computers, Materials and Continua*. <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.028339>
- Martinhago, F., Lavagnino, N., Folguera, G., et al. (2019). Factores de riesgo y bases genéticas: el caso del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. <https://doi.org/10.18294/sc.2019.1952>
- Murugappan, M., Yuvaraj, R. (2022). Biomedical Signals Based Computer-Aided Diagnosis for Neurological Disorders. *Mendeley*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-97845-7>
- Nash, C., Nair, R., Naqvi, S. (2022). Machine Learning and ADHD Mental Health Detection - A Short Survey. *2022 25th International Conference on Information Fusion (FUSION)*. <https://doi.org/10.23919/FUSION49751.2022.9841277>
- Nogay, H., Adeli, H. (2020). Machine learning (ML) for the diagnosis of autism spectrum disorder (ASD) using brain imaging. *Reviews in the Neurosciences*. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2020-0043>
- Rabelo-da-Ponte, F., de Azevedo Cardoso, T., Kapczynski, F., et al. (2023). The Use of Artificial Intelligence to Identify Trajectories of Severe Mental Disorders. *Digital Mental Health*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10698-9_13
- Raju, N., Madhavi, K., Sravan Kumar, G., et al. (2019). Prognostication of autism spectrum disorder (ASD) using supervised machine learning models. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*.
- Rivera, M., Teruel, M., Maté, A., et al. (2022). Diagnosis and prognosis of mental disorders by means of EEG and deep learning: a systematic mapping study. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-09986-y>
- Roy, Y., Banville, H., Alburquerque, I., et al. (2019). Deep learning-based electroencephalography analysis: a systematic review. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab260c>

- Sadeghi, D., Shoeibi, A., Ghassemi, N., et al. (2022). An overview of artificial intelligence techniques for diagnosis of Schizophrenia based on magnetic resonance imaging modalities: Methods, challenges, and future works. *Computers in Biology and Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.105554>
- Sadiq, M., Akbari, H., Siuly, S., et al. (2021). A novel computer-aided diagnosis framework for EEG-based identification of neural diseases. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.104922>
- Samy Helmy, A., Samy Helmy, B. (2022). Role of Artificial Intelligence in Mental Wellbeing: Opportunities and Challenges. *Journal of Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.3923/jai.2022.1.8>
- Son, H., Lee, D., Joung, Y., et al. (2021). A novel approach to diagnose ADHD using virtual reality. *International Journal of Web Information Systems*. <https://doi.org/10.1108/IJWIS-03-2021-0021>
- Song, J., Yoon, N., Jang, S., et al. (2020). Neuroimaging-based deep learning in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. <https://doi.org/10.5765/jkacap.200021>
- Sun, J., Dong, Q., Wang, S., et al. (2023). Artificial intelligence in psychiatry research, diagnosis, and therapy. *Asian Journal of Psychiatry*. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2023.103705>
- Tachmazidis, I., Chen, T., Adamou, M., et al. (2021). A hybrid AI approach for supporting clinical diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in adults. *Health Information Science and Systems*. <https://doi.org/10.1007/s13755-020-00123-7>
- Tanwar, P., Sharma, A. (2021). Machine learning techniques for autism spectrum disorder (ASD) detection. *International Journal of Forensic Engineering*. <https://doi.org/10.1504/ijfe.2021.10042591>
- Tutun, S., Johnson, M., Ahmed, A., et al. (2023). An AI-based Decision Support System for Predicting Mental Health Disorders. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10282-5>
- Velarde-Incháustegui, M., Ignacio-Espíritu, M., Cárdenas-Soza, A. (2021). Diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista-TEA, adaptándonos a la nueva realidad, Telesalud. <https://doi.org/10.20453/rnp.v84i3.4034>
- Venkatasubramanian, G. (2022). Machine Learning-based Diagnosis of Autism Spectrum Disorder Using Brain Imaging. *iScience Notes*. 10.22580/iSciNoteJ7.7.4
- Vishal, V., Singh, A., Jinila, Y., et al. (2022). A Comparative Analysis of Prediction of Autism Spectrum Disorder (ASD) using Machine Learning. 2022 6th International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2022 - Proceedings. <https://doi.org/10.1109/ICOEI53556.2022.9777240>

- Wright, K. (2021). Brain Imaging for Autism Diagnosis. *Physics*. <https://doi.org/10.1103/physics.14.44>
- Yadav, K., Hasija, Y. (2022). Artificial Intelligence and Technological Development in Behavioral and Mental Healthcare. 2022 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT). <https://doi.org/10.1109/ICONAT53423.2022.9726100>
- Yan, W., Ruan, Q., Jiang, K. (2022). Challenges for Artificial Intelligence in Recognizing Mental Disorders. *Diagnostics*. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13010002>
- Yin, W., Li, L., Wu, F. (2022). Deep learning for brain disorder diagnosis based on fMRI images. *Neurocomputing*. 10.1016/j.neucom.2020.05.113
- Yin, W., Mostafa, S., Wu, F. (2021). Diagnosis of Autism Spectrum Disorder Based on Functional Brain Networks with Deep Learning. *Journal of Computational Biology*. <https://doi.org/10.1089/cmb.2020.0252>
- Zahia, S., Garcia-Zapirain, B., Saralegui, I., et al. (2020). Dyslexia detection using 3D convolutional neural networks and functional magnetic resonance imaging. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105726>
- Zhang, L., Wang, M., Liu, M., et al. (2020). A Survey on Deep Learning for Neuroimaging-Based Brain Disorder Analysis. *Frontiers in Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00779>
- Zhang, W., Yang, C., Cao, Z., et al. (2023). Detecting individuals with severe mental illness using artificial intelligence applied to magnetic resonance imaging. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104541>
- Zhang, X., Wang, R., Sharma, A., et al. (2021). Artificial intelligence in cognitive psychology – Influence of literature based on artificial intelligence on children’s mental disorders. *Aggression and Violent Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2021.101590>
- Zhou, S., Zhao, J., Zhang, L. (2022). Application of Artificial Intelligence on Psychological Interventions and Diagnosis: An Overview. *Frontiers in Psychiatry*. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.811665>