

Evaluation of the use of virtual reality regulated by an intelligent agent with neural parameters in cognitive deficit due to generalized anxiety disorder

Alexis González-Vásquez, Claudia Lizbeth Martínez-González, Edna Patricia Quezada-Bolaños, Luis Fernando Burguete-Castillejos

Abstract

The global prevalence of Generalized Anxiety Disorder (GAD) is 3.8%, particularly in Mexico, it affects 14.3% of men and 18.5% of women. This disorder impacts negatively the quality of life and work performance, exacerbated by cultural factors and the pandemic. GAD is treated with cognitive behavioral therapy (CBT). Virtual reality (VR) and artificial intelligence (AI) have shown potential in treating mental disorders, with advances in their use for innovative therapies. This research proposes to compare traditional exposure therapy of CBT with an intervention that combines customized VR and an intelligent agent equipped with electroencephalogram (EEG) technology. Key questions include the agent's ability to interpret emotions and adapt the VR environment to improve social anxiety. The methodology involves developing and validating a virtual environment and an AI platform. The main challenge is maintaining immersion in virtual environments while providing clear feedback. Achieving a balance between effective communication and uninterrupted immersive experiences is crucial.

Keywords:

VR-Assisted Cognitive Behavioral Therapy, Therapeutic Virtual Environments, Therapeutic Virtual Reality, Intelligent Agents in Therapy, Electroencephalography (EEG) in Therapy, Generalized Anxiety Disorder Treatment, Virtual Environment Adaptation in Therapy.

1 Introducción

La salud mental, definida como un estado de bienestar en el que los individuos reconocen sus capacidades, manejan el estrés y contribuyen a sus comunidades, enfrenta desafíos importantes a nivel global. Según la OMS (2019), se estima que más de 970 millones de personas padecen algún trastorno mental, siendo el

Trastorno de Ansiedad Generalizada (TAG) uno de los más prevalentes, afectando al 3.8% de la población [9,17]. En México, el TAG es un problema particularmente preocupante, afecta al 14.3% de los hombres y al 18.5% de las mujeres [4], lo que lo convierte en uno de los principales problemas de salud mental en el país.

El TAG no solo reduce la calidad de vida, sino que también afecta el rendimiento laboral, incrementa la necesidad de servicios de salud y está asociado con un mayor riesgo de suicidio y problemas cardíacos [9]. Factores culturales y económicos a nivel global agravan la prevalencia de la ansiedad, destacando la influencia del entorno social, la inseguridad y la inestabilidad económica en la salud mental [7,18]. Además, la pandemia de COVID-19 ha exacerbado estos problemas en todo el mundo, aumentando los niveles de ansiedad debido a la crisis sanitaria y económica [9].

Estudios como el de González-Arratia et al. que analizaron el impacto del sismo de 2017 en la Ciudad de México, y el de Sánchez-Narváez y Velasco-Orozco, sobre el síndrome de burnout en personal docente, subrayan la interrelación entre eventos traumáticos, contextos laborales estresantes y la prevalencia de trastornos de ansiedad [11, 22].

Ante esta compleja realidad, la presente investigación aborda el TAG mediante un enfoque transdisciplinario que integra psicología, realidad virtual (RV) e inteligencia artificial (IA). El objetivo de esta investigación es comparar la efectividad de la terapia de exposición cognitivo-conductual tradicional con una intervención innovadora que integra realidad virtual adaptada y un agente inteligente basado en electroencefalografía (EEG) en pacientes con trastorno de ansiedad generalizada (TAG). La hipótesis principal es que la intervención propuesta ofrecerá mejoras significativas en la reducción de síntomas de ansiedad social y en el desarrollo de habilidades de cognición social.

2 Antecedentes

2.1 Ansiedad y cognición social

La comprensión de la ansiedad ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. Inicialmente, Sigmund Freud, en 1930, propuso que la ansiedad surge del "yo" como resultado de un impulso reprimido [6,25]. Más tarde, distinguió entre ansiedad y angustia, asignando síntomas físicos a la angustia y síntomas psíquicos a la ansiedad [25]. En 1972, la psiquiatría avanzó hacia la rehabilitación psicosocial de los pacientes, introduciendo la psicoeducación como una herramienta clave para su reintegración social [6].

A mediados de la década de 1980, los investigadores comenzaron a explorar la relación entre la ansiedad y conceptos como angustia, estrés, temor y miedo, estableciendo características

González-Vásquez A., Martínez-González C. L.
SEPI ESIME-Z, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Adolfo López Mateos
México, Ciudad de México
Email: agonzalezv2100@alumno.ipn.mx, clmartinezg@ipn.mx

Quezada-Bolaños E. P.
Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos 2, CECyT2 "Miguel Bernard", Instituto Politécnico Nacional
México, Ciudad de México
Email: equezadab@ipn.mx

Burguete-Castillejos L. F.
Clínica de la Ansiedad y Salud Mental
México, Ciudad de México
Email: luisfernandoburguete@hotmail.com

que siguen siendo relevantes en la actualidad [25]. Taylor Shelley, en 1986, separó el estrés de la ansiedad, señalando que el primero se refiere a la situación experimentada, mientras que la segunda es una reacción ante eventos estresantes [25]. En 1990, Sandín destacó la personalidad como un factor determinante, especialmente en individuos tímidos que responden con mayor ansiedad ante la percepción de peligro [6,18,25]. Finalmente, en 1994, el Trastorno de Ansiedad Generalizada (TAG) fue incluido en el DSM-IV, proporcionando una clasificación precisa para este trastorno [18]. En la última versión del DSM-V, publicada en 2013, el TAG sigue manteniendo una clasificación similar, aunque se han añadido matices en los criterios diagnósticos para mejorar la especificidad en la evaluación clínica.

En el ámbito de la cognición social, Antaki y Condor (2000) definieron dos ramas: una que describe cómo los individuos perciben el mundo dentro de un grupo cultural y otra que examina cómo el individuo se percibe a sí mismo en un entorno específico [3]. Investigaciones posteriores destacaron los desafíos que enfrentan las personas con déficit en la cognición social, como dificultades en la interpretación de emociones, análisis de situaciones complejas y problemas en la interacción social, donde la ansiedad juega un papel significativo [20]. La terapia cognitivo-conductual (TCC), junto con el uso emergente de la realidad virtual surgió como una solución prometedora para tratar la ansiedad [5,12].

Se han considerado dos técnicas para abordar el problema de la disfunción social: la exposición, que ayuda al paciente a enfrentar directamente su problema, y la reestructuración cognitiva, que le permite modificar su forma de pensar, liberándose de autoimposiciones. Estas estrategias facilitan la integración de juegos de rol en el tratamiento, los cuales se centran en realizar experimentos conductuales en situaciones sociales comunes donde los pacientes suelen experimentar conflictos debido a sus limitaciones [3,4,20].

2.2 Realidad virtual

El desarrollo tecnológico ha tenido un impacto significativo en la sociedad, especialmente en áreas como la salud mental. Desde la creación del cine por los hermanos Lumière en 1895 [14] hasta el Sensorama de Morton Heilig en 1962, los avances tecnológicos han buscado aumentar la inmersión y la interacción del usuario [10]. En el ámbito de la salud mental, la realidad virtual ha demostrado ser una herramienta eficaz para la terapia de exposición, permitiendo a los pacientes enfrentar sus miedos en un entorno controlado y seguro. Estudios recientes han mostrado que la integración de agentes inteligentes en estos entornos puede mejorar la capacidad de adaptación del sistema, ajustando el ambiente según el estado emocional del paciente en tiempo real [2].

El entorno virtual CAVE, desarrollado por Thomas Defanti y Dan Sandin en 1991, marcó un avance significativo en la creación de entornos inmersivos [10]. Si bien estos avances fueron fundamentales para la popularización de la realidad virtual en diversas áreas, su aplicación en el ámbito de la salud mental ha tenido un impacto profundo. En los últimos años, la realidad virtual ha sido utilizada en terapias de exposición para tratar trastornos como la ansiedad y el trastorno de estrés posttraumático, permitiendo a los pacientes enfrentar situaciones temidas en un entorno controlado y seguro, mejorando así su respuesta al tratamiento [10, 12].

2.3 Inteligencia artificial y agente inteligente

En el ámbito de la salud mental, la inteligencia artificial (IA) ha demostrado su capacidad para personalizar las terapias mediante

el uso de sistemas expertos que analizan datos biométricos en tiempo real [1]. Plataformas como Mycin, pionera en sistemas de diagnóstico, sentaron las bases para el desarrollo de agentes inteligentes que pueden interpretar las respuestas emocionales del usuario y adaptar el entorno terapéutico en consecuencia [15,28]. En este estudio, se utiliza un agente inteligente capaz de procesar datos de electroencefalografía (EEG) para ajustar la experiencia de realidad virtual en función del estado emocional del paciente

En 1995, Russell Stuart y Norvig Peter definieron a los agentes inteligentes como entidades autónomas que perciben su entorno a través de sensores, una definición que ha sido debatida y refinada con el tiempo [8,28]. Los agentes inteligentes han avanzado considerablemente en los últimos años, especialmente en el ámbito de la salud mental. Estos agentes permiten una interacción personalizada, ya que pueden adaptar el entorno terapéutico en función de las señales emocionales del usuario. En este estudio, utilizamos un agente inteligente con capacidad de análisis EEG para modificar el entorno de realidad virtual en tiempo real, optimizando la experiencia terapéutica y promoviendo una mejoría en la cognición social

2.4 Trabajos similares

Ryason et al. y Vaughan y Gabrys analizaron las respuestas de los usuarios dentro del entorno virtual mediante IA, capturando el movimiento de los dispositivos utilizados en el experimento [21,27]. Investigaciones como las de Abdessalem et al. utilizaron electroencefalografía para medir la actividad cerebral y las respuestas emocionales, con el objetivo de generar un ambiente 3D óptimo para inducir la relajación [1].

Dada la naturaleza de los experimentos, el método más utilizado en este tipo de estudios consiste en desarrollar múltiples agentes inteligentes que, una vez entrenados, asisten al usuario en la toma de decisiones y en la adaptación del entorno virtual según sus respuestas emocionales y conductuales. Ryason et al. usaron tres agentes inteligentes: un agente aprendiz entrenado con las respuestas de 58 voluntarios; un agente experto entrenado para conocer la ruta correcta de decisiones; y un agente tutor que analiza las respuestas del usuario, las compara con los otros agentes y, si hay conflicto, interviene para guiar al usuario [21]. Abujelala et al. y Vaughan y Gabrys utilizaron deep learning para registrar el comportamiento del usuario sin necesidad de generar una respuesta inmediata [2,27]. Shorey et al. recomendó el uso de redes neuronales para interacciones más directas con la IA, dada la variedad de posibles respuestas [24].

Dado los avances y mejoras en la incorporación de tecnologías en psicoterapia, se busca aplicar la psicoeducación enfocada en la cognición social mediante el uso de inteligencia artificial y realidad virtual en personas con dificultades en este ámbito. Estos pacientes requieren un tratamiento que incluya la interacción social y el desarrollo de habilidades dentro de ese contexto [26]. Investigaciones como las de Valmaggia, Latif & Kempton indican que los pacientes que utilizan realidad virtual en sus terapias experimentan una mayor satisfacción y tolerancia hacia las actividades [26]. Además, estudios como los de Lamb, Hand & Kavner, Stanica, Dascalu & Bogdan Moldoveanu, y Winkler-Schwartz et al. reportan resultados positivos en cuanto a control, evaluación y enseñanza mediante el uso de inteligencia artificial [13, 21, 28].

3 Preguntas de investigación

¿Qué diferencias existen en los resultados de una terapia de exposición en comparación tradicional con el uso de realidad virtual adaptada con electroencefalografía (EEG) controlada por un agente inteligente?

¿Qué efecto tiene en personas de entre 20 y 50 años que viven en México, padecen trastorno de ansiedad generalizada y presentan déficit en la cognición social

4 Objetivo General

Comparar los efectos de la terapia de exposición en el déficit de cognición social con el uso de realidad virtual adaptada por un agente inteligente con parámetros de electroencefalografía en adultos de 19 a 34 años en México con trastorno de ansiedad social.

5 Metodología

Esta investigación integra dos disciplinas clave: la computación y la psicología. Se enfoca en dos áreas específicas dentro de la computación: la realidad virtual y la inteligencia artificial, aplicándolas en conjunto con la psicología clínica y el EEG para explorar su uso en el tratamiento del déficit de cognición social relacionado con la ansiedad generalizada.

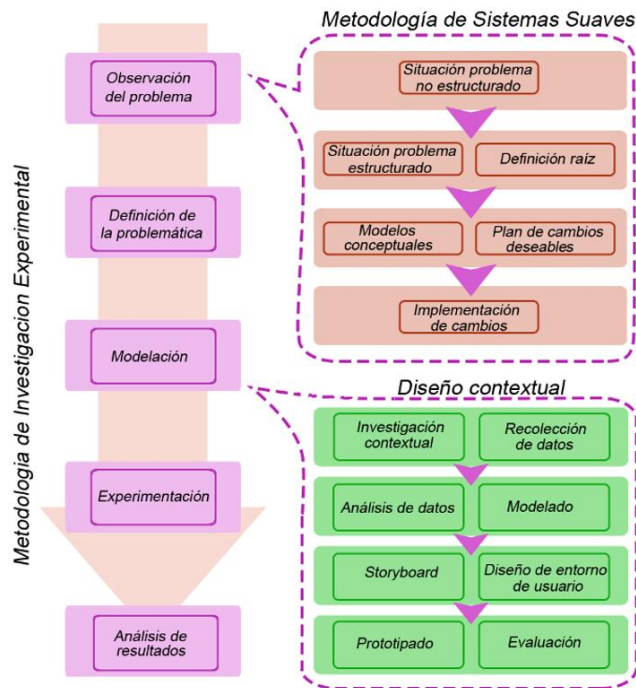


Figura 1 Marco metodológico.

Fuente: A partir de Mariño (2014), Molina Montero, Vite Cevallos, & Dávila Cuesta (2018) y Murillo Sandoval, Badillo-Piña, & Peón-Escalante (2019).

El marco metodológico de la investigación (Figura 1), se basa en combinación de metodologías ágiles como Scrum para la organización del proyecto y la Metodología de Sistemas Suaves (MSS) para la observación y análisis de problemas. El diseño experimental incorpora un entorno virtual desarrollado específicamente para la terapia cognitivo-conductual, en el cual un agente inteligente adaptará el entorno según los datos de EEG obtenidos durante las sesiones. Este enfoque garantiza una intervención personalizada, permitiendo comparar los efectos de la

terapia con y sin la intervención del agente inteligente. Además, la Metodología basada en técnicas de Diseño Contextual permite centrar el diseño en el usuario y el contexto de uso para diseñar un entorno virtual funcional y eficaz para los usuarios

6 Desafíos de la investigación

El principal desafío en la interacción humano-computadora dentro de entornos de RV radica en mantener una comunicación clara y precisa sin romper el efecto de inmersión. Según Selzer, Larrea y Castro, la inmersión es un factor crucial para lograr una alta sensación de presencia en entornos virtuales [23]. La percepción de estar en un lugar real se intensifica con una experiencia inmersiva e interactiva. Sin embargo, investigaciones como las de Rheingold y Gutiérrez Maldonado detectaron que mejorar la calidad gráfica o auditiva del entorno no garantiza un aumento significativo en la presencia [12,19]. Por lo tanto, es esencial explorar cómo otras variables contribuyen a una experiencia inmersiva más efectiva.

El diseño de entornos virtuales donde los usuarios puedan interactuar de manera envolvente presenta varios retos. Uno de los mayores desafíos es crear señales y comunicaciones que sean fáciles de interpretar para el usuario sin interrumpir el flujo de la experiencia inmersiva. Cualquier interrupción en la fluidez de la interacción puede romper el efecto de inmersión, lo que disminuiría tanto la eficacia como la calidad de la experiencia en el entorno virtual [12,14].

El concepto de inmersión en RV implica la simulación de mundos donde el usuario percibe el entorno creado como parte de su realidad [23]. Por lo tanto, se requiere un equilibrio delicado entre proporcionar señales claras y mantener la continuidad de la experiencia inmersiva. Este equilibrio es esencial para evitar que los estímulos destinados a facilitar la interacción interfieran con la percepción del entorno virtual como un lugar real.

7 Referencias

- [1] Abdessalem, H. Ben, Byrns, A., & Frasson, C. (2021). Optimizing Alzheimer's Disease Therapy Using a Neural Intelligent Agent-Based Platform. *International Journal of Intelligence Science*, 11(02), 70–96. <https://doi.org/10.4236/ijis.2021.112006>
- [2] Abujelala, M., Karthikeyan, R., Tyagi, O., Du, J., & Mehta, R. K. (2021). *Brain Activity-Based Metrics for Assessing Learning States in VR under Stress among Firefighters: An Explorative Machine Learning Approach in Neuroergonomics*. <https://doi.org/10.3390/brainsci11070885>
- [3] Antaki, C., & Condor, S. (2000). Cognición social y discurso. *El Discurso Como Estructura y Proceso*, 453–489.
- [4] Aranda-Boyzo, B. L., Bautista, F. J. O., & Corone, H. R. (2017). Desafíos de la psicología 2017: un compromiso con la salud y el bienestar. In *Desafíos de la psicología 2017: un compromiso con la salud y el bienestar*. <https://doi.org/10.22267/lib.udn.008>
- [5] Blanchard, C., Burgess, S., Harvill, Y., Lanier, J., Lasko, A., Oberman, M., & Teitel, M. (1990). Reality built for two: A virtual reality tool. *Proceedings of the 1990 Symposium on Interactive 3D Graphics, I3D 1990*, 35–36. <https://doi.org/10.1145/91385.91409>
- [6] Bravo Martín R. (2005). La enfermedad del Silencio. *SciELO Analytics*, 62. Retrieved from

- http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962005000300012
- [7] Cardona-Arias, J. A., Pérez-Restrepo, D., Rivera-Ocampo, Stefania Gómez-Martínez, J., & Reyes, Á. (2014). Prevalencia de ansiedad en estudiantes universitarios. *Revista Diversitas -Perspectivas En Psicología*, 11(1794-9998), 80–89. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/dpp/v11n1/v11n1a06.pdf>
- [8] Dorri, A., Kanhere, S. S., & Jurdak, R. (2018). Multi-Agent Systems: A Survey. *IEEE Access*, 6, 28573–28593. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2831228>
- [9] Gaitán-Rossi, P., & Vilar-Compte, M. (2021). Prevalencia mensual de trastorno de ansiedad generalizada durante la pandemia por Covid-19 en México. *Salud Pública de México*, 63(4), 478–485. <https://doi.org/10.21149/12257>
- [10] Gonçalves Vilas, Y. (2013). Overview of Virtual Reality Technologies. *East Central Europe*, 42(1), 48–69. <https://doi.org/10.1163/18763308-04201003>
- [11] González-Arratia, N., Torres, M. A. M., & González-Arratia, F. (2020). Estrés postraumático, ansiedad, afrontamiento y resiliencia en escolares tras el terremoto de 2017 en México. *Psicología y Salud*, 31(1), 15–24. <https://doi.org/10.25009/pys.v31i1.2672>
- [12] Gutiérrez Maldonado, J. (2002). Aplicaciones de la realidad virtual en Psicología clínica. *Aula Médica Psiquiatría*.
- [13] Lamb, R., Hand, B., & Kavner, A. (2021). Computational Modeling of the Effects of the Science Writing Heuristic on Student Critical Thinking in Science Using Machine Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 30(2), 283–297. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09871-3>
- [14] McCall, R., O’Neil, S., & Carroll, F. (2004). Measuring presence in virtual environments. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 783–784. <https://doi.org/10.1145/985921.985934>
- [15] Muggleton, S. (2014). Alan turing and the development of artificial intelligence. *AI Communications*, 27(1), 3–10. <https://doi.org/10.3233/AIC-130579>
- [16] Murillo Sandoval, S. L., Badillo-Piña, I., & Peón-Escalante, I. E. (2019). Metodología de Sistemas Suaves para el estudio transdisciplinario de Sistemas de Comunicación. *Acta Universitaria*, 29, 1–21. <https://doi.org/10.15174/au.2019.1903>
- [17] OMS, O. M. de la S. (2016). Salud mental. In *Organizacion Mundial De La Salud (Oms)*. Retrieved from http://www.who.int/topics/mental_health/es/
- [18] Padilla Díaz, C. (2014). Tratamiento cognitivo-conductual de un adolescente con trastorno de ansiedad generalizada. *Revista de Psicología Clínica Con Niños y Adolescentes*, 1(2), 157–163.
- [19] Rheingold, H. (1991). *Virtual reality: exploring the brave new technologies*. Simon & Schuster Adult Publishing Group.
- [20] Ruggieri, V. L. (2013). Empatía, cognición social y trastornos del espectro autista. *Revista de Neurología*, 56(SUPPL. 1), 13–21. <https://doi.org/10.33588/rn.56s01.2012666>
- [21] Ryason, A., Milef, N., Alfred, S., Abu-Nuwar, M. R., Kappus, M., De, S., & Jones, D. B. (2020). Virtual reality operating room with AI guidance: design and validation of a fire scenario. *Surgical Endoscopy*, 35(2), 8. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07447-1>
- [22] Sánchez-Narváez, F., & Velasco-Orozco, J. J. (2017). Comorbilidad entre síndrome de burnout, depresión y ansiedad en una muestra de profesores de educación básica del estado de México. *Papeles de Poblacion*, 23(94), 261–286. <https://doi.org/10.22185/24487147.2017.94.038>
- [23] Selzer, M., Larrea, M., & Castro, S. (2020). *Presencia e Inmersión en Realidad Virtual: factores que maximizan la sensación de estar dentro del ambiente virtual*.
- [24] Shorey, S., Ang, E., Ng, E. D., Yap, J., Lau, L. S. T., & Chui, C. K. (2020). Communication skills training using virtual reality: A descriptive qualitative study. *Nurse Education Today*, 94(June), <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104592>
- [25] Sierra, J. C., Ortega, V., & Zubeidat, I. (2003). Ansiedad, angustia y estrés: tres conceptos a diferenciar. *Revista Mal-Estar e Subjetividade*, 3(1), 10–59. <https://doi.org/10.5020/23590777.3.1.10>
- [26] Valmaggia, L. R., Latif, L., Kempton, M. J., & Rus-Calafell, M. (2016). Virtual reality in the psychological treatment for mental health problems: An systematic review of recent evidence. *Psychiatry Research*, 236, 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.01.015>
- [27] Vaughan, N., & Gabrys, B. (2020). Scoring and assessment in medical VR training simulators with dynamic time series classification. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 94(June), 103760. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103760>
- [28] Winkler-Schwartz, A., Yilmaz, R., Mirchi, N., Bissonnette, V., Ledwos, N., Siyar, S., ... Del Maestro, R. (2019). Machine Learning Identification of Surgical and Operative Factors Associated with Surgical Expertise in Virtual Reality Simulation. *JAMA Network Open*, 2(8). <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.8363>



© 2024 by the authors. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.