

Evaluation of the Usability, Functionality, and Content of Virtual Reality Environments with Intelligent Agents for the Treatment of Generalized Anxiety

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

Published: 30 November 2024

Abstract

Humans interpret everyday events to understand the social world, where communication and emotions play critical roles. Generalized anxiety disorder impairs emotional interpretation and social interaction, significantly affecting the lives of those who experience it. Virtual reality (VR) has been studied as a therapeutic tool to address this cognitive deficit. This study evaluates the usability, functionality, and content of immersive virtual reality environments designed with Non-Playable Characters (NPCs) to assess anxiety in individuals with generalized anxiety disorder. Three scenarios were developed: a café, an airport, and an office, each featuring different NPCs—a human barista, a minotaur officer, and a masked lawyer. Through Alpha and Beta testing, elements such as audio clarity, environment intuitiveness, and NPC authority perception were evaluated. The results indicate that task familiarity enhances usability, with the café being the highest-rated environment. However, limitations were observed in the airport environment due to audio interference and in the office due to low intuitiveness. These findings highlight the importance of user-centered design to optimize the effectiveness of virtual environments in therapeutic applications.

Keywords:

Behavior Trees, Interactive Environments, Intelligent Agent, Virtual Interaction, Generalized Anxiety.

1. Introducción

La comunicación humana incluye tanto formas verbales como no verbales, siendo aproximadamente el 65% no verbal y utilizando

gestos y expresiones faciales para complementar el lenguaje verbal [6,13]. Las expresiones faciales son fundamentales, con seis emociones básicas universales identificadas por Paul Ekman: sorpresa, alegría, asco, miedo, ira y tristeza [5]. En individuos con Trastorno de Ansiedad Generalizada (TAG), la capacidad para interpretar estas señales sociales se ve afectada por una preocupación constante, lo que impacta negativamente la cognición social y la capacidad de interacción efectiva [1,7]. Badoh [2] clasifica en cuatro las situaciones que más ansiedad generan: hablar en público, interacción informal con desconocidos, asertividad y ser observado. Estas situaciones pueden agravar los déficits en la cognición social, creando un ciclo de evitación y ansiedad.

Dado que estas situaciones sociales pueden desencadenar ansiedad, se han explorado soluciones tecnológicas como la interacción virtual y la realidad virtual para mitigar estos efectos, proporcionando un entorno controlado donde las personas pueden practicar respuestas emocionales y cognitivas ante situaciones que normalmente causarían ansiedad en la vida real. Sin embargo, uno de los principales retos para el uso eficiente de la interacción humano-computadora (IHC) es la aceptación por parte del usuario [4,8,14]. Pérez et al. [14] destacan que la apariencia y comportamiento de un sistema influyen significativamente en su aceptación, como se vio en la implementación inicial de cajeros automáticos en los bancos, donde la resistencia inicial fue notable [11].

1.1 Interacción virtual y realidad virtual

La interacción humano-computadora (IHC) permite simular situaciones sociales complejas, por ejemplo, mediante entornos de realidad virtual, brindando a los individuos un espacio seguro para practicar y mejorar sus respuestas emocionales y cognitivas ante situaciones que podrían causarles ansiedad en la vida real. Sin embargo, uno de los grandes retos que impacta su uso eficiente es la aceptación del usuario [4,8,14]. Pérez et al. [14] plantean que el comportamiento y la apariencia de un robot o un sistema determinan el nivel de aceptación por parte de la población a la que se dirige [17]. Un ejemplo de esto fue la incorporación del uso de cajeros automáticos en los bancos y su difícil aceptación ante un público acostumbrado al trato personal [11].

1.1.1 Personajes No Jugables

Un Personaje No Jugable (PNJ) es una interfaz autónoma diseñada para interactuar con el usuario, ya sea proporcionando información o simulando interacciones sociales complejas [3,6]. En entornos de realidad virtual, los PNJ se han desarrollado como

González-Vásquez A., Martínez-González C. L.
Instituto Politécnico Nacional
México, Ciudad de México
Email: agonzalezv2100@alumno.ipn.mx, clmartinezg@ipn.mx

Quezada-Bolaños E. P.
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

agentes interactivos capaces de simular dichas interacciones, ofreciendo a los usuarios la oportunidad de mejorar sus habilidades sociales en un entorno seguro. Los sistemas que logran adaptar su comportamiento a la comunicación humana, mostrando expresiones faciales o modulando su tono de voz, permiten una interacción más natural y efectiva [14].

En aplicaciones educativas, simulaciones, videojuegos y entornos de realidad virtual, los PNJ desempeñan un rol fundamental al interactuar de manera autónoma con los usuarios [9,19]. Además, los agentes inteligentes, mediante sensores, pueden percibir e interpretar las acciones del usuario y responder con actuadores, generando la ilusión de inteligencia [3,15,19], como se observa en la Figura 1.

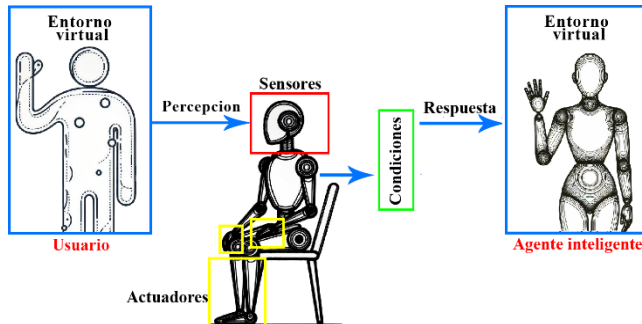


Figura 1 Representación de agente inteligente

1.1.2 Diseño de PNJ

Una de las técnicas más utilizadas para diseñar PNJ eficaces es el uso de Árboles de Comportamiento (Behavior Trees), que jerarquizan la toma de decisiones mediante nodos que representan acciones y condiciones. Estos nodos permiten flexibilidad en el desarrollo y colaboración con especialistas, convirtiéndose en una herramienta ágil para crear PNJ con inteligencia artificial (PNJ-AI) [9].

La efectividad de los PNJ se mide por la satisfacción del usuario, funcionalidad y realismo, ajustando el diseño del Behavior Tree para mejorar la experiencia. Es esencial que los diálogos sean cortos, con voces humanas para mejorar la usabilidad [17]. El desarrollo de PNJ requiere considerar tanto el cuerpo como la mente del agente para garantizar interacciones coherentes [16].

Pérez y Aragón [12] señalan que los PNJ en entornos virtuales pueden generar emociones diversas, aumentando el interés y motivación de los participantes en contextos educativos y terapéuticos. Esto facilita la práctica de habilidades sociales en un entorno seguro.

El objetivo de este trabajo es evaluar la efectividad de entornos de realidad virtual inmersiva con PNJ para situaciones que generan ansiedad, midiendo su usabilidad, funcionalidad y calidad del contenido para apoyar el manejo emocional en personas con ansiedad generalizada.

2. Materiales y métodos

Se diseñaron PNJ (Personajes No Jugadores) que desempeñan un rol de autoridad para interactuar con personas con Trastorno de Ansiedad Generalizada (TAG) y déficit de cognición social,

permitiendo practicar interacciones en un entorno seguro. Para los elementos 3D y texturas, se usaron Blender y Photoshop, integrándose luego en Unity junto con audio y otros componentes. Los participantes usaron visores Oculus Quest 2 conectados a dispositivos móviles vía Bluetooth para monitorear sus actividades.

Basado en cuatro situaciones sociales que generan ansiedad, se diseñaron tres escenarios: una cafetería, un aeropuerto y una oficina, cada uno con sonido ambiente, iluminación y PNJ adicionales para mejorar la inmersión. Se utilizaron diagramas de árbol de comportamiento para las interacciones con los PNJ, como meseros u oficiales de seguridad, quienes siguen guiones lineales cuando el usuario entra en la “zona de atención”. Esto se muestra en la Tabla 1

Se diseñaron tres PNJ: un humano, un humano con la cara cubierta y un humanoide minotauro. Estos interactúan oralmente con el usuario, generando situaciones sociales incómodas para provocar ansiedad. Los agentes interpretan las respuestas del usuario, adaptando las interacciones. Un ejemplo es el mesero que pregunta sobre el tipo de leche o el oficial de policía que requiere una respuesta binaria sobre armas [2,9,15].

Se identificó un obstáculo en que los participantes podrían no escuchar o recordar las indicaciones. Para solucionarlo, se integró un mensaje escrito móvil, aunque afecte la inmersión.

Las pruebas Alfa y Beta fueron aplicadas a 14 estudiantes, usando el Inventario de la Ansiedad Rasgo-Estado (IDARE) y un cuestionario con escala Likert para evaluar la usabilidad y comportamiento de los PNJ. Las pruebas Alfa evaluaron el contenido del entorno, y las Beta identificaron errores funcionales [10].

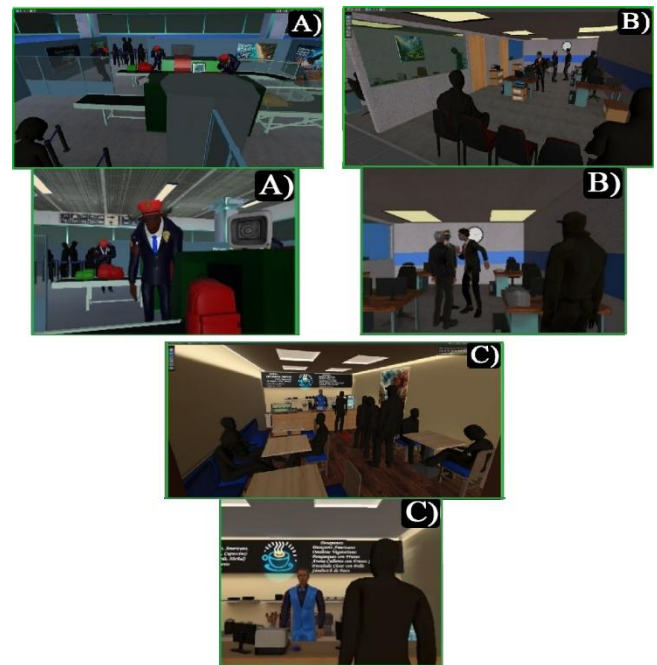


Figura 2 Escenarios de RV con PNJ: A) aeropuerto con oficial, B) oficina con abogado, C) cafetería con barista

Tabla 1 Diseño de entornos cotidianos con una interacción compleja para una persona con trastorno de ansiedad

Evaluación	Elección de bebida en cafetería	Revisión en punto de control de un aeropuerto	Expresión de descontento en oficina
Escenario	El usuario deberá ordenar una bebida a un barista.	El usuario deberá pasar por el control de seguridad en un aeropuerto.	El usuario deberá completar un trámite burocrático, con ayuda de un abogado.
Elementos principales	<p>Audio: Música ligera, gente de fondo hablando calmadamente y gente en fila esperando hablando de forma desesperada.</p> <p>Iluminación: luces y reflejos llamados “reflection probe” y “ambient occlusion”, en postprocesado usando Universal Render Pipeline (URP).</p> <p>Ambiente: cafetería de tamaño reducido de tamaño con el espacio de las mesas y las personas, inicio en fila para pedir orden.</p>	<p>Audio: persona discutiendo con oficial de seguridad, grabadora de voz, mencionando los próximos vuelos.</p> <p>Iluminación: luces y reflejos llamados “reflection probe” y “ambient occlusion”, en postprocesado usando Universal Render Pipeline (URP).</p> <p>Ambiente: espacio muy amplio y vacío reducido por gente y puntos de control, inicio en fila para hablar con oficial de seguridad.</p>	<p>Audio: Trabajadores conversando animadamente, sonido de fondo de oficina, teléfonos sonando y personas hablando animadamente.</p> <p>Iluminación: luces y reflejos llamados “reflection probe” y “ambient occlusion”, en postprocesado usando Universal Render Pipeline (URP).</p> <p>Ambiente: Oficinas de tamaño reducido debido a escritorios, inicio en punto de espera frente a trabajador que solicita esperar mientras se es ignorado por una conversación entre trabajadores.</p>
Roles	El usuario actúa como cliente mientras que el agente es el barista.	El usuario actúa como pasajero y el agente es un oficial de seguridad que retiene al pasajero.	El usuario actúa como usuario de la entidad burocrática mientras que el agente es el trabajador.
Objetivos de entorno	<p>Lograr una correcta interacción y la toma de decisiones.</p> <p>Practicar el control de ansiedad relacionada con la interacción social y la toma de decisiones.</p>	Practicar el proceso de pasar por controles de seguridad, enfrentando desencadenantes de ansiedad como la espera, la interacción con el personal de seguridad y los procedimientos de escaneo.	<p>Practicar la expresión asertiva y la defensa de derechos en un entorno burocrático.</p> <p>Desarrollar habilidades para manejar la frustración y la ansiedad asociadas con situaciones en las que se siente desatendido o maltratado.</p>
Enfoque	Trabajar en técnicas para mantener la calma y expresar dudas o cuestiones.	Trabajar en técnicas de relajación y cambios en los patrones de pensamiento.	Trabajar en técnicas para mantener la calma, expresar preocupaciones de manera clara y efectiva, y buscar soluciones a los problemas.

3. Resultados y discusión

Los niveles de ansiedad percibidos por los participantes, medidos con el instrumento IDARE, correspondieron a ansiedad alta. En cuanto al software, se identificaron vulnerabilidades que podrían pasar desapercibidas para un usuario promedio, pero que podrían generar problemas significativos. Los participantes pasaron más tiempo en la cafetería y la oficina en comparación con el aeropuerto, debido a la duración de las interacciones con los PNJ, lo que podría haber generado mayor cansancio. Sin embargo, la oficina fue la peor evaluada por su falta de intuición, mientras que, en el aeropuerto, el ruido de fondo afectó la interacción con el PNJ. El barista humano destacó en control e influencia, mientras que el oficial minotauro fue mejor evaluado en autoridad. El humano enmascarado obtuvo las calificaciones más bajas. Estos resultados se muestran en la Tabla 2.

Las pruebas Alfa se enfocaron en medir el contenido del entorno virtual, asegurándose de que cumpliera con los requisitos necesarios, como la claridad del audio y la comprensibilidad del entorno. Por otro lado, las pruebas Beta se realizaron para identificar errores o problemas funcionales, como los límites del

entorno o el comportamiento de los PNJ [10]. Por lo tanto, los valores reflejados en la Tabla 2 corresponden a la evaluación conjunta de ambos tipos de pruebas, aunque se diferencian en sus objetivos específicos.

Es importante señalar que, debido al diseño experimental y al tamaño reducido de la muestra, la evaluación de los PNJ y los escenarios se realizó de manera conjunta. Esta limitación metodológica impidió analizar los efectos de cada componente de forma aislada.

Tabla 2 Resultados generales en las pruebas Alfa y Beta

Evaluación	Aeropuerto	Oficina	Cafetería
Usabilidad	7.8	5.8	8.086
Funcionalidad	6.82	5.895	8.0725
Contenido	7.07166667	5.59333333	8.475
Personaje	8.001	5.643	8.284

Estos resultados sugieren que, para aplicaciones terapéuticas, es fundamental un diseño centrado en el usuario, pruebas de

usabilidad con usuarios finales, y colaboración con especialistas. Se analizaron cuatro dimensiones en cada entorno: usabilidad, funcionalidad, contenido y el PNJ. La cafetería obtuvo la mejor calificación en usabilidad, posiblemente debido a la familiaridad de la tarea, en contraste con el aeropuerto y la oficina, donde las tareas resultaron más complejas. La familiaridad con la tarea mostró una influencia significativa en la percepción de usabilidad, coincidiendo con estudios previos [17,18]. No obstante, la oficina presentó deficiencias en intuición, destacando la importancia de la claridad en las instrucciones y la simplicidad del diseño.

En cuanto a la funcionalidad, la cafetería fue superior. En el aeropuerto, el audio de fondo interfería con la interacción, lo que afectó también la evaluación del contenido. El barista fue valorado positivamente por su control, mientras que el oficial minotauro destacó por su autoridad. El humano enmascarado obtuvo los puntajes más bajos, lo que podría estar relacionado con el entorno de la oficina. Finalmente, el uso de los visores de RV se redujo debido a la alta temperatura del ambiente, que causaba empañamiento y dificultaba la visión.

4. Conclusiones

Las percepciones y respuestas de los participantes variaron según el entorno y las características del PNJ. La cafetería se destacó en usabilidad, posiblemente por la familiaridad de la tarea, mientras que problemas de audio en el aeropuerto subrayaron la necesidad de ajustar los elementos de fondo para mejorar la inmersión. La percepción de autoridad fue más favorable para el PNJ con apariencia de minotauro, sugiriendo que el diseño y comportamiento del PNJ influyen en la evaluación de sus atributos, en contraste con el PNJ humano enmascarado, que recibió evaluaciones inferiores.

Como trabajo futuro se explorarán diferentes combinaciones de PNJ y entornos respecto a la usabilidad y el efecto terapéutico, con el fin de optimizar la efectividad de la realidad virtual que permita ser usado en el tratamiento de la ansiedad.

5. Referencias

- [1] Antaki, C., & Condor, S. (2000). Cognición social y discurso. *El discurso como estructura y proceso*, 453–489. Barcelona: Gedisa.
- [2] Bados, A. (2009). *Fobia social, naturaleza, evolución y tratamiento*. barcelona-españa: universidad de Barcelona.
- [3] Bergolla, Y. C. (2009). Agentes inteligentes. Aplicación a la realidad virtual. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 3(1-2).
- [4] Brito Castillo, H. A. (2020). Efecto de la rehabilitación sensoriomotriz basada en modelo de realidad virtual inmersiva en deterioro cognitivo, salud mental y capacidad motriz del adulto mayor.
- [5] Ekman, P. (2017). *El rostro de las emociones*. RBA Libros.
- [6] Espejo-Saavedra, A. D. (2020). *Diseño y desarrollo de personajes con presencia social en videojuegos de realidad virtual* (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Informática).
- [7] Labbe T., Ciampi Diaz, E., Venegas Bustos, J., Uribe San Martín, R., & Cárcamo Rodríguez, C. (2019). Cognición Social: Conceptos y Bases Neuronales. *Revista chilena de neuropsiquiatría*, 57(4), 365-376.
- [8] López, G. C., Figueroa, R. D., Giglioli, I. A. C., Martínez, F. R., Ribelles, L. A. C., & Raya, M. A. (2022). Evaluación ecológica mediante Realidad Virtual de las necesidades psicológicas básicas. *Hamut´ay*, 9(1), 1.
- [9] Marcotte, R., & Hamilton, H. J. (2017). Behavior Trees for Modelling Artificial Intelligence in Games: A Tutorial. *The Computer Games Journal*, 6(3), 171–184.
- [10] Mohd, C. K. N. C. K., & Shahbodin, F. (2015). Personalized Learning Environment: Alpha Testing, Beta Testing & User Acceptance Test. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 837–843. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.319>
- [11] Morocho, J. D. P. H., & Valencia, J. E. T. (2020). Variables y dimensiones aplicadas a la percepción en la calidad del servicio de cajeros automáticos. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 20(28).
- [12] Pérez, E., & Aragón Pérez, H., Pérez-hernández, J., Lopez, L., & Caballero, C. (2013). La comunicación no verbal. In *Electronic Journal of Research in Educational Psychology* (Vol. 10, p. 226).
- [13] Pérez, H., Pérez-Hernández, J., Lopez, L., & Caballero, C. (2013). La comunicación no verbal. In *Electronic journal of research in educational psychology* (Vol. 10, p. 226).
- [14] Pérez, J., Aguilar, J., & Dapena, E. (2020). MIHR: A human-robot interaction model. *IEEE Latin America Transactions*, 18(09), 1521-1529.
- [15] Puchol, L. (2008). *Hablar en público: nuevas técnicas y recursos para influir a una audiencia en cualquier circunstancia*. Ediciones Diaz de Santos.
- [16] Sapio, F. (2019). *Hands-on artificial intelligence with Unreal Engine: Everything you want to know about game AI using blueprints or C++*. Packt Publishing Ltd.
- [17] Seaborn, K., Sekiguchi, T., Tokunaga, S., Miyake, N. P., & Otake-Matsuura, M. (2023). Voice over body? Older adults' reactions to robot and voice assistant facilitators of group conversation. *International Journal of Social Robotics*, 15(2), 143-163.
- [18] Urquidí Martín, A. C., Calabor Prieto, M. S., & Tamarit Aznar, C. (2019). *Entornos virtuales de aprendizaje: modelo ampliado de aceptación de la tecnología*. *Revista electrónica de investigación educativa*, 21.
- [19] Warpefelt, H. (2016). *The Non-Player Character: Exploring the believability of NPC presentation and behavior* (Doctoral dissertation, Stockholm University).



© 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.