

ROBOT INTERACTIVO PARA COMBATIR LA DEPRESIÓN PRODUCTO DE LA SOLEDAD EN ADULTOS MAYORES

Julián Andrés Porras Bravo
Ingeniería Automática Industrial
Universidad del Cauca
Popayán, Cauca
julianporras@unicauca.edu.co

Abstract—Este estudio propone el diseño y desarrollo de un robot interactivo innovador como solución a la depresión asociada a la soledad en adultos mayores. Centrado en la accesibilidad y facilidad de uso, el robot busca mejorar la conexión social y el bienestar emocional. Exploramos las últimas tendencias en robótica y tecnologías interactivas, destacando la importancia de abordar este desafío creciente en la población de adultos mayores. Los resultados esperados tienen el potencial de impactar positivamente la calidad de vida de este grupo vulnerable.

I. INTRODUCCIÓN

En la sociedad contemporánea, el envejecimiento de la población es una realidad cada vez más evidente. El aumento de la longevidad, un logro de la medicina moderna, ha traído consigo desafíos significativos, como la creciente incidencia de la soledad y la depresión en adultos mayores [1].

La soledad, una experiencia humana universal, puede volverse crónica en muchos adultos mayores, afectando negativamente su calidad de vida y reduciendo el uso de NPS y psicotrópicos asociados a tratamientos médicos convencionales.

La depresión en los adultos mayores es un problema de salud pública importante que merece atención seria y una intervención efectiva. Estadísticas revelan que un gran porcentaje de la población de adultos mayores experimenta algún grado de soledad y depresión, impactando devastadoramente su bienestar físico y emocional [2].

La tecnología, especialmente los robots de compañía, ha surgido como una posible solución para abordar la soledad y la depresión en adultos mayores, proporcionando compañía, apoyo emocional y actividades interactivas. A pesar de la promesa de estos robots, la calidad de los estudios sobre su efectividad aún es baja debido a limitaciones metodológicas [3].

Este artículo se enfoca en investigar el potencial de los robots interactivos como una herramienta efectiva para combatir la depresión causada por la soledad en adultos mayores. Se explorará el diseño, la implementación y la evaluación de un robot de compañía especialmente diseñado para este propósito. Además, analizaremos los resultados de estudios y ensayos que investigan el impacto de estos robots en la salud mental y emocional de los adultos mayores [3][4].

A medida que avanzamos en esta investigación, buscamos arrojar luz sobre cómo la tecnología puede desempeñar un papel significativo en mejorar la calidad de vida de los adultos mayores y reducir la carga de la depresión relacionada con la soledad y problemas psicológicos. Reconocemos las limitaciones en los recursos disponibles para atender las necesidades de esta población, y por lo tanto, exploramos tecnologías avanzadas, como la robótica, como una solución de mejora [5].

II. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE: ROBÓTICA Y TECNOLOGÍAS INTERACTIVAS EN EL APOYO A LA SALUD MENTAL

La prevalencia de la depresión en adultos mayores es un desafío generalizado, a menudo exacerbado por cambios significativos en la vida, como mudanzas, dolor crónico o la pérdida de seres queridos. En respuesta a esta problemática, se ha investigado el potencial de los robots sociales como una herramienta efectiva para mejorar la conexión social y el compromiso comunitario en esta población. Un enfoque participativo y centrado en el ser humano reveló que la interacción diaria con un robot social durante tres semanas logró mejorar significativamente la conexión social en una comunidad de adultos mayores [6].

Además de abordar la depresión, la robótica y la tecnología han demostrado ser instrumentales en la lucha contra la soledad. Se ha desarrollado un robot móvil diseñado para juegos interactivos y aprendizaje de idiomas basado en Kinect v2. Este enfoque innovador integra robótica, juegos y aprendizaje de idiomas para aprovechar la interacción humano-computadora de manera lúdica, señalando un potencial significativo para mejorar el bienestar emocional mediante la diversión y la participación [7].

Explorando la intersección entre lo humano y lo tecnológico, se ha llevado a cabo un proyecto artístico que utiliza soft robots para abordar conflictos emocionales, lingüísticos y estéticos. Este proyecto multidisciplinario fusiona elementos de literatura, filosofía, arte contemporáneo y psicología para analizar la relación entre lo emocional y lo no humano,

destacando la materialización de la conexión humano-máquina [8].

En el ámbito de la gerontorobotica, surge una presencia cada vez más notable de robots diseñados específicamente para brindar servicios a personas mayores. Estos robots se categorizan en funciones médicas, de servicio, sociales, recreativas, educativas, rehabilitadoras o terapéuticas, prometiendo mejorar la independencia, el bienestar y la compañía de los usuarios mayores [9].

Un desafío adicional en la implementación de tecnologías para la salud mental en América Latina, incluyendo Chile, es la dependencia de tecnologías importadas. En este contexto, ha surgido la propuesta del desarrollo de un robot social en Chile, específicamente un peluche robótico. Este entrañable zorro de peluche humanoide reacciona a las caricias, gira la cabeza y emite sonidos, con el objetivo de proporcionar afecto y compañía, especialmente a adultos mayores [10].

III. DISEÑO Y DESARROLLO DEL ROBOT INTERACTIVO: ENFOQUE EN LA FACILIDAD DE USO

Antes de embarcarnos en el diseño del robot, llevamos a cabo una exhaustiva fase de investigación y planificación. Esto incluyó revisar la literatura existente sobre la relación entre la soledad en adultos mayores y la depresión, así como analizar soluciones tecnológicas previas. Identificamos brechas en la investigación y áreas de oportunidad para la intervención robótica.

Con una base sólida de investigación, procedimos al desarrollo del robot interactivo. Adoptamos un enfoque centrado en el usuario, asegurándonos de que el diseño fuera intuitivo y fácil de usar para los adultos mayores. Colaboramos con expertos en robótica y psicología para garantizar que el robot abordara eficazmente los aspectos emocionales y sociales asociados a la soledad y la depresión.

Una vez completado el desarrollo, sometimos el robot a rigurosas pruebas y evaluaciones. Utilizamos métricas específicas para medir la mejora en la conexión social y el bienestar emocional de los participantes. Las opiniones y retroalimentación de los adultos mayores involucrados fueron fundamentales para refinar el robot y asegurar su eficacia.



Fig. 1. Metodología para la Realización del Proyecto.

SolidWorks emergió como la plataforma ideal para la creación del modelo tridimensional del robot interactivo. La versatilidad de SolidWorks permitió una representación detallada de

cada componente, facilitando la visualización y modificación eficiente durante el proceso de diseño.

El proceso de modelado tridimensional en SolidWorks se dividió en fases clave. Se diseñaron las partes estructurales del robot, considerando la ergonomía y la interacción fluida. La disposición de sensores y actuadores se integró de manera cuidadosa para garantizar un rendimiento óptimo en términos de interactividad y respuesta a las necesidades emocionales de los usuarios.

Cada detalle del diseño se optimizó para garantizar la facilidad de uso. Los controles fueron ubicados estratégicamente, y se implementaron mecanismos de retroalimentación táctil y visual para mejorar la comprensión y la interacción. La interfaz de usuario se diseñó con iconografía intuitiva, simplificando la operación para los adultos mayores.

La decisión de utilizar la tecnología de impresión 3D disponible en la universidad permitió la creación eficiente de prototipos y la producción de componentes precisos. La impresión 3D no solo aceleró el proceso de desarrollo, sino que también facilitó la iteración rápida del diseño en respuesta a pruebas y retroalimentación.

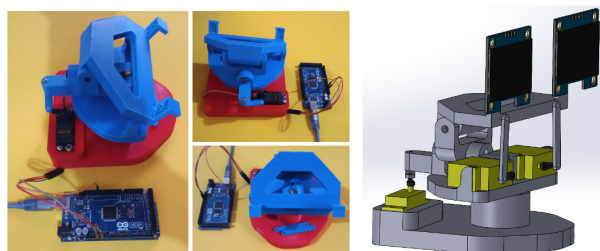


Fig. 2. Diseño e Impresión 3D

El resultado final del proyecto culminó con el ensamble meticuloso del robot interactivo. Cada componente, diseñado y modelado en SolidWorks, fue fabricado utilizando tecnología de impresión 3D. El ensamble se llevó a cabo siguiendo estrictos estándares de calidad para garantizar la robustez y durabilidad del producto.

La parte electrónica del robot fue diseñada para complementar su funcionalidad social. La integración de una tarjeta Arduino fue esencial para coordinar y controlar los actuadores, sensores y otras funciones del robot. La elección de Arduino proporcionó flexibilidad y facilidad de programación a través de la plataforma Arduino IDE.

La programación del robot se realizó mediante el entorno de desarrollo Arduino IDE. Se desarrolló un código que permitía una interacción intuitiva y adaptativa con los usuarios, incorporando algoritmos diseñados para identificar y responder a las necesidades emocionales de los adultos mayores. La programación se optimizó para la eficiencia y la estabilidad del sistema.

El resultado final del robot interactivo incluye características destacadas diseñadas para abordar específicamente la depresión relacionada con la soledad en adultos mayores. Estas

características van desde expresiones faciales realistas hasta respuestas personalizadas basadas en la interacción.

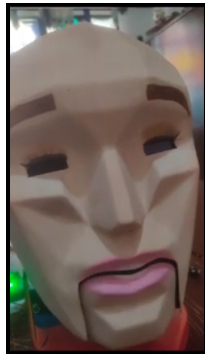


Fig. 3. Robot Interactivo

IV. ENCUESTA EVALUATIVA SOBRE EL ROBOT INTERACTIVO

Se realizó una encuesta evaluativa a expertos que observaron el robot en funcionamiento donde se tiene en cuenta su perspectiva profesional como experto en psicología, robótica y/o diseño. Su experiencia y conocimientos son fundamentales para evaluar la efectividad y la aceptación del robot en nuestra comunidad. Las respuestas serán anónimas y confidenciales. Se le pidió a cada uno de los expertos que por favor, responda con honestidad y desde su experiencia profesional.

1. Evaluación del Diseño del Robot Acompañante:

a) En una escala del 1 al 10, donde 1 es "totalmente ineficaz" y 10 es "extremadamente eficaz", ¿cómo evaluaría el diseño del robot acompañante en términos de su usabilidad y accesibilidad para las personas?

b) ¿Qué aspectos del diseño del robot acompañante considera más efectivos desde su perspectiva profesional? (Por ejemplo: ergonomía, interfaz de usuario, diseño emocional, etc.)

c) ¿Cree que el diseño del robot acompañante tiene en cuenta los principios de la psicología del usuario? Por favor, explique.

2. Evaluación de las Características Psicológicas del Robot Acompañante:

a) En una escala del 1 al 10, donde 1 es "totalmente ineficaz" y 10 es "extremadamente eficaz", ¿cómo evaluaría las características psicológicas del robot acompañante, como la empatía y la capacidad de interacción social?

b) ¿Considera que el robot acompañante tiene un impacto positivo en el bienestar emocional de las personas con las que interactúa? Por favor, explique.

3. Evaluación de la Integración de Tecnología y Robótica:

a) En una escala del 1 al 10, donde 1 es "totalmente ineficaz" y 10 es "extremadamente eficaz", ¿cómo evaluaría la integración de la tecnología y la robótica en el funcionamiento del robot acompañante?

b) ¿Qué desafíos considera que existen en la integración de la tecnología y la robótica para mejorar la efectividad del robot acompañante?

4. Comentarios Adicionales:

Por favor, comparta cualquier comentario adicional que tenga sobre el robot acompañante desde su perspectiva profesional. Esto puede incluir sugerencias para mejoras, áreas de investigación que considere importantes, o cualquier otra información que considere relevante.

Se realizaron entrevistas a seis participantes con experiencias diversas con el robot interactivo. Aquí se presenta un resumen de los resultados, destacando las respuestas tanto positivas como negativas:

Aspectos Positivos:

Interacción y Comodidad: Tres participantes elogiaron la capacidad del robot para proporcionar una interacción cómoda y amigable. Destacaron su capacidad para expresar empatía, lo que generó un ambiente positivo durante la interacción.

Diseño Atractivo: Dos participantes, especializados en diseño, elogiaron la estética y la ergonomía del robot. Consideraron que el diseño emocional contribuye significativamente a la aceptación del robot como compañero.

Aspectos Negativos:

Limitaciones Tecnológicas: Dos participantes señalaron dificultades en la integración de la tecnología. Informaron sobre fallos en la ejecución de ciertas tareas y expresaron preocupación por la dependencia excesiva de la tecnología.

Emociones Percibidas como Superficiales: Un participante de la especialización en psicología expresó preocupación sobre la percepción de las emociones del robot como superficiales. Consideraron que algunas respuestas emocionales del robot podrían ser mejoradas para una interacción más auténtica.

Experiencias Negativas con la Interfaz de Usuario: Dos participantes mencionaron dificultades con la interfaz de usuario. Sugirieron mejoras para hacer la interfaz más intuitiva y fácil de usar.

V. DESAFÍOS ÉTICOS Y CONSIDERACIONES EN LA IMPLEMENTACIÓN

La urgencia de atender las necesidades de una creciente población de adultos mayores impulsa la realización de este proyecto. El enfoque central radica en fomentar el envejecimiento activo y mejorar la autonomía de este grupo demográfico, contrarrestando los impactos negativos en su calidad de vida, especialmente agravados por la pandemia del COVID-19.

En las últimas décadas, la esperanza de vida ha experimentado un notable aumento, alcanzando los 82,8 años en España. Este incremento se atribuye a avances tecnológicos, nuevas investigaciones que resultan en tratamientos innovadores y medidas preventivas contra enfermedades futuras. Además, cambios positivos en los hábitos alimenticios y la promoción de un estilo de vida saludable han contribuido a este fenómeno. Sin embargo, este aumento, junto con la baja tasa de natalidad en Europa, ha llevado a un rápido envejecimiento de la población, generando un aumento significativo en los gastos gubernamentales destinados a pensiones y atención médica. Según las proyecciones de Eurostat, la edad media en Europa es de 49,1 años, anticipándose un aumento en las próximas décadas. El incremento porcentual de la población mayor de

65 años en la euro zona es aproximadamente del 2,9. Liechtenstein encabeza este aumento con una tasa del 5, mientras que Luxemburgo presenta la menor tasa de crecimiento, con un 0,4 en la Eurozona. En el caso de España, la población mayor de 65 años ha experimentado un aumento del 2,8 en comparación con años anteriores. Las proyecciones indican que la edad promedio de la población española superará los 50 años para el año 2050, siendo Zamora la provincia con la mayor edad promedio, estimada en 62,7 años [11].

Este escenario plantea desafíos significativos y consideraciones éticas en la atención y el apoyo a la población de adultos mayores, especialmente en términos de recursos financieros, atención médica y programas de bienestar. La intersección entre la tecnología y el envejecimiento se vuelve crucial para abordar estos desafíos, buscando soluciones que no solo prolonguen la vida, sino que también mejoren su calidad. Sin embargo, estos avances tecnológicos también plantean dilemas éticos relacionados con la privacidad, la autonomía y la equidad en el acceso a la atención y servicios. En este contexto, se vuelve imperativo examinar críticamente las implicaciones éticas de las tecnologías emergentes y su implementación en el cuidado de los adultos mayores.

VI. FUTURAS DIRECCIONES: INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y MEJORAS CONTINUAS

En el actual contexto socio sanitario, donde el envejecimiento y la problemática de la soledad no deseada tienen un impacto significativo, es evidente la necesidad de replantear el sistema de cuidados. Se busca una filosofía integradora, de corresponsabilidad y centrada en la persona, con el propósito de fomentar el envejecimiento activo y aumentar la autonomía de los adultos mayores. En este escenario, se destaca la importancia de fortalecer el sistema actual, adoptando un nuevo modelo que ofrezca alternativas eficaces de atención asistencial, respondiendo así a demandas emergentes y a los desafíos laborales que se presentan. La integración de la inteligencia artificial (IA) y la robótica se configura como una pieza clave para la atención socio sanitaria del futuro [12].

En el ámbito de la biología y la atención a los ancianos, el envejecimiento se presenta como una fase intrínseca y multifactorial de la vida, caracterizada por la pérdida gradual de eficiencia operacional, vitalidad y resistencia al estrés. Con la prolongación de la vida humana como una realidad de nuestra era tecnológica, surgen nuevos retos filosóficos y bioéticos. El envejecimiento demográfico, con su acumulación creciente de individuos de edad avanzada, genera un escenario sin precedentes, revelando la necesidad inmensa de atención a los ancianos. La falta de recursos materiales y humanos para abordar satisfactoriamente este fenómeno se convierte en un problema crítico.

En la actualidad, los países desarrollados y en desarrollo enfrentan una transformación profunda en su estructura social debido al predominio de la población de edad avanzada. Este cambio impacta aspectos políticos, económicos, políticas de salud y demandas de pensiones. Según las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas, para el 2030, los

mayores de 65 años representarán el 21.1 de la población mundial, afectando principalmente a los países en desarrollo que albergarán el 72 de esta población anciana. Esta transformación demográfica plantea desafíos significativos en la toma de decisiones sobre el cuidado de este grupo de personas, siendo necesario considerar más allá de criterios cronológicos arbitrarios y adoptar enfoques más integrales basados en parámetros biológicos y sociales.

Una cuestión que merece atención especial es la institucionalización en los cuidados prolongados o el confinamiento, planteando interrogantes sobre su ética y su alineación con el bien integral del anciano. La edad cronológica no debería ser el único parámetro determinante para evaluar el bienestar integral de una persona, especialmente cuando se establece arbitrariamente en los 65 años. La concepción del bien integral debe trascender las limitaciones cronológicas y biológicas, considerando a la persona en su contexto social y económico [13].

VII. CONCLUSIONES: CONTRIBUCIONES Y PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO

- Para las personas mayores con soledad, especialmente aquellos que presentan un bajo nivel de apoyo social y resiliencia, puede ser importante diseñar intervenciones que combinen componentes para mejorar la resiliencia y aumentar el apoyo social para reducir los síntomas depresivos.
- Entre los participantes mayores de 60 años, la soledad fue un predictor de deterioro funcional y muerte.
- Mientras que la mayoría de los participantes elogiaron la efectividad del robot en la asistencia diaria y su diseño atractivo, también se identificaron áreas de mejora relacionadas con limitaciones tecnológicas y la profundidad de las respuestas emocionales. Estos resultados ofrecen valiosas perspectivas para continuar mejorando la aceptación y efectividad del robot acompañante.
- Se corroboró la importancia y actualidad de la robótica social ya que se encontraron artículos científicos relacionados con la aplicación de los robots de acompañamiento a personas mayores de edad, seres humanos con falta de atención, soledad o depresión y niños con autismo. Los resultados indican que la interacción con los Robots aumentó las habilidades sociales, mejoras al estrés y contribuyen a la sensación de presencia social, lo que evidencia a los robots sociales como agentes que pueden mejorar el compromiso comunitario y la conexión social.
- Un aspecto interesante para indagar tiene que ver con la forma en la que se ve la robótica por parte de las personas, pues entre las personas que lo probaron de forma presencial, indicaron que, si les gustaría tener un peluche robótico como Kiri, sin embargo, estas mismas personas habían indicado en un inicio que no tendrían una mascota robótica en las primeras encuestas de investigación. Es por esto que queda la inquietud de si una mascota robótica o un peluche robótico son percibidos

de maneras distintas, teniendo mayor apertura a aceptar estas últimas.

REFERENCES

- [1] H. S. Kang, K. Makimoto, R. Konno, and I. S. Koh, "Review of outcome measures in paro robot intervention studies for dementia care," *Geriatric Nursing*, vol. 41, no. 3, pp. 207–214, 2020, ISSN: 0197-4572. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2019.09.003>. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197457219305257>.
- [2] S. Park and B. Kim, "The impact of everyday ai-based smart speaker use on the well-being of older adults living alone," *Technology in Society*, vol. 71, p. 102 133, 2022, ISSN: 0160-791X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102133>. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X22002743>.
- [3] A. M. Asl, M. M. Ulate, M. F. Martin, and H. van der Roest, "Methodologies used to study the feasibility, usability, efficacy, and effectiveness of social robots for elderly adults: Scoping review," *Journal of Medical Internet Research*, vol. 24, no. 8, 2022, Cited by: 4; All Open Access, Gold Open Access, Green Open Access. DOI: 10.2196/37434. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85135537038&doi=10.2196%2f37434&partnerID=40&md5=dc0422030f38def5af98cdf6d9b9ba>.
- [4] N. J. Donovan and D. Blazer, "Social isolation and loneliness in older adults: Review and commentary of a national academies report," *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, vol. 28, no. 12, pp. 1233–1244, 2020, ISSN: 1064-7481. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2020.08.005>. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1064748120304425>.
- [5] J. Fan, D. Bian, Z. Zheng, *et al.*, "A robotic coach architecture for elder care (rocare) based on multi-user engagement models," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 25, no. 8, 1153 – 1163, 2017, Cited by: 36; All Open Access, Green Open Access. DOI: 10.1109/TNSRE.2016.2608791. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85029203778&doi=10.1109%2fTNSRE.2016.2608791&partnerID=40&md5=6cd30f9b9e671a2a4a7a7289ff9535b5>.
- [6] J. Chávez Bravo, "Desarrollo de cabeza interactiva para robot de acompañamiento," *Artículo de Revista*, 2021. [Online]. Available: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/301b57f5-d58c-4f9b-90f5-31f48412c554>.
- [7] M. A. Ojeda-Misses, "Desarrollo de un robot móvil interactivo para el aprendizaje lúdico y la enseñanza de una lengua," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 18, no. 1, 2023. [Online]. Available: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/32841>.
- [8] C. Duhart Dode, "Monstruoso-soft robot. un estudio, análisis y prototipado de mecanismos blandos y experiencias emocionales a través de una práctica artística y tecnológica," *Artículo de Revista*, 2022. DOI: <http://hdl.handle.net/10251/187569>. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/187569>.
- [9] J. C. A. GUALDRÓN, "“robots para el cuidado de personas mayores. taxonomía de una promesa”," *Artículo de Revista*, vol. 24, p. 43, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14201/aula2018244360>.
- [10] E. Norambuena Sepúlveda, "Peluche robótico de compañía para adultos jóvenes en chile," *Artículo de Revista*, 2020. DOI: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177337>.
- [11] Y. Aylas Bohorquez, "Proyecto de plan de empresa para la fabricación y distribución de un robot social de asistencia a personas mayores," *Artículo de Revista*, 2021. DOI: <http://hdl.handle.net/10251/172435>.
- [12] M. F. P. Chacón, "Impacto de la ia y la robótica en la atención sociosanitaria," *Artículo de Revista*, vol. 7, no. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.12795/e-RIPS.2022.i01.06>. [Online]. Available: <https://revistascientificas.us.es/index.php/erips/article/view/20117>.
- [13] L. Velázquez, "A philosophical approach to old age and some bioethical considerations," *Artículo de Revista*, vol. 6, no. 1, pp. 46–61, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bioet.2020.03.001>. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2395938X20300036>.