

Robots de asistencia social para personas con demencia

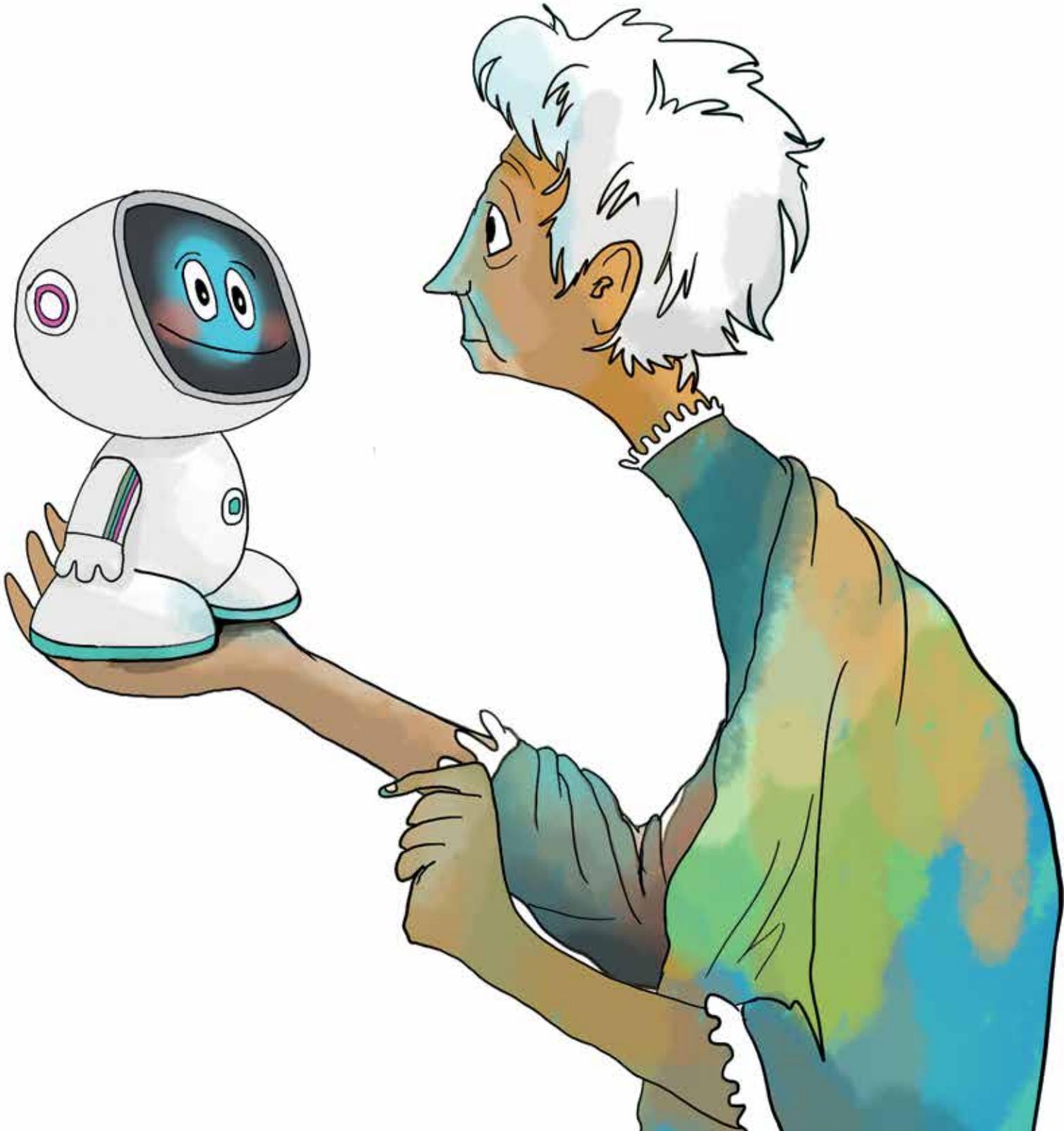
La inteligencia artificial centrada en el humano (HCAI, por sus siglas en inglés) se enfoca en priorizar el bienestar humano y tomar en cuenta consideraciones éticas en el desarrollo y uso de tecnologías basadas en inteligencia artificial (IA). Los robots de asistencia social, que tienen como propósito interactuar y asistir a personas, son un área de interés de la HCAI. Presentamos la plataforma robótica Eva, diseñada y desarrollada bajo el enfoque HCAI, dirigida a personas con demencia y a sus cuidadores para ofrecer características funcionales y escenarios de uso de un robot capaz de entablar una conversación, mostrar empatía y adaptarse al comportamiento del usuario.

La demencia y los robots de asistencia social

La demencia es un síndrome neurodegenerativo caracterizado por un deterioro progresivo de las funciones cognitivas, que interfiere con la capacidad del individuo para realizar sus actividades diarias. Este trastorno se manifiesta principalmente a través de la pérdida de memoria, alteraciones en el lenguaje, dificultades en la orientación espacio-temporal y deterioro del juicio y el razonamiento. La edad es el principal factor de riesgo de demencia, lo que representa un desafío cada vez mayor para la sociedad, ya que las personas afectadas requieren cuidados especializados y sus familias enfrentan una carga significativa.

El tipo más común de demencia es la enfermedad de Alzheimer, la cual representa alrededor del 70% de los casos. La enfermedad de Alzheimer es progresiva y no tiene cura conocida. Se estima que 9 de cada 10 personas que la padecen exhiben comportamientos y síntomas psicológicos como ansiedad, deambulación y trastornos de sueño que deterioran su calidad de vida y su relación con terceros, lo que propicia su aislamiento social. Los tratamientos farmacológicos y no farmacológicos para la demencia se enfocan principalmente en atender estos síntomas.

Intervenciones basadas en tecnologías han sido propuestas para mitigar los síntomas de la demencia. Entre éstas, el uso de robots de asistencia social (RAS), potenciados por los avances de la IA, resulta particularmente promisorio. El desarrollo



de los RAS se apoya en tres de los principales campos de la IA desde sus inicios: el control automático de robots, el procesamiento y entendimiento del lenguaje natural y el reconocimiento de patrones.

Los recientes avances en técnicas de aprendizaje profundo han permitido generar avances importantes en estos campos y por consiguiente en el desarrollo de los RAS. Estas técnicas le permiten a un robot reconocer la voz del usuario para convertirla en texto, comprender su significado e intenciones mediante procesamiento del lenguaje natural y generar comportamientos verbales y no verbales sintetizados por el robot. Además, las técnicas de reconocimiento de patrones le permiten al RAS detectar la presencia del usuario y reconocer actividades relevantes como el contacto visual. La integración de múltiples fuentes de datos como audio, video y señales fisiológicas permiten inferir si el usuario se muestra animado o ansioso. Así, el robot puede adaptar su comportamiento de una forma más natural y empática, incluyendo el uso de comunicación verbal (p. ej., diálogos, tono de voz) y no verbal (p. ej., expresiones faciales, movimientos, animaciones de luces).

Los RAS utilizan estrategias de interacción social para proporcionar asistencia de acuerdo con un contexto de cuidado de salud específico. Se han diseñado RAS para ser usados en diversos contextos, como el cuidado de adultos mayores y en terapias para niños con autismo. Pueden realizar tareas como recordar medicaciones, estimular la actividad cognitiva, ofrecer compañía y facilitar la comunicación con cuidadores.

El desarrollo y uso de los RAS se apoya en el campo de la inteligencia artificial centrada en el humano (HCAI), área que ha surgido del creciente reconocimiento de que el diseño de sistemas inteligentes debe priorizar las necesidades y valores humanos. Este enfoque es particularmente importante para desarrollar soluciones de IA para poblaciones vulnerables, como las personas con demencia y sus cuidadores informales. La HCAI integra múltiples perspectivas. En primer lugar, una perspectiva de diseño centrada en el usuario que asegura que los sistemas inteligentes estén adaptados a las necesidades, intereses y el contexto de los usuarios finales. En segundo lugar, la HCAI fomenta la colaboración sinérgica entre humanos

y agentes inteligentes, garantizando su supervisión y control por parte del humano. Finalmente, la HCAI enfatiza el abordaje de preocupaciones éticas como la privacidad, la equidad y la inclusividad. En aplicaciones que involucran robots en dominios como el cuidado de personas con demencia, esta asociación simbiótica toma un papel central. En este contexto, la HCAI puede facilitar una interacción más natural entre la persona con demencia y el robot, y empoderar a los cuidadores potenciando sus capacidades en lugar de reemplazarlos.

En las siguientes secciones describimos el diseño, desarrollo y evaluación de un robot de asistencia social creado en el CICESE para asistir a personas con demencia y sus cuidadores (Cruz-Sandoval, 2020), desde cada una de estas perspectivas de HCAI.

■ Diseño del robot de asistencia social Eva

■ Desde su concepción, el robot Eva (Embodied Voice Assistant) fue diseñado siguiendo una metodología centrada en el usuario. El primer prototipo de Eva se apoyó en sesiones de codiseño en las que participaron cuidadores de personas con demencia que trabajan en una residencia geriátrica, quienes interactuaron con Eva y propusieron características deseables y posibles escenarios de aplicación, tales como musicoterapia y conversaciones personalizadas para reducir la ansiedad. Siguiendo un proceso iterativo, el diseño físico y funcional del robot se fue adaptando para facilitar su adopción, funcionar de manera autónoma con un mínimo de problemas de comunicación y personalizar las intervenciones a cada paciente con demencia que participó en el proceso. Para ello se utiliza una **ontología de conceptos** asociados al usuario. Primero en lo referente al contenido, como tópicos de conversación, gustos musicales e historia de vida del usuario. Además, incluye metainformación para agilizar la interacción, la cual incluye, por ejemplo, tiempos de respuesta y patrones de respuesta del usuario. La ontología se actualiza conforme el robot aprende más del usuario a partir de las interacciones. Las ontologías han mostrado ser una herramienta útil en la inteligencia artificial para el procesamiento de lenguaje.

Ontología de conceptos
Representación del conocimiento con base en una jerarquía de conceptos y sus relaciones.

El resultado del proceso de diseño iterativo es la plataforma robótica abierta Eva¹ (véase la **Figura 1**). El sistema se ejecuta en una computadora de bajo costo e incluye los siguientes componentes: 1) pantalla sensible al tacto de 5 pulgadas donde se despliegan animaciones y expresiones faciales; 2) arreglo de micrófonos y LEDs que permiten distinguir la orientación de la fuente de voz y hacer animaciones para indicar el estado del robot (escuchando, hablando, etc.) y su estado anímico; 3) servomotores para mover la cabeza con dos grados de libertad; 4) cámara de rango para tareas que involucran visión por computadora, como el reconocimiento de la presencia del usuario. Una versión extendida incluye una base móvil que le permite al robot hacer movimientos corporales que le dan mayor capacidad expresiva. El robot ha sido replicado en universidades de Brasil, España y Suiza, en versiones que le han hecho mejoras y adaptaciones a otros escenarios.

El robot cuenta con una arquitectura de *software* flexible que facilita la incorporación de nuevos servicios y sensores. Esta flexibilidad se ve potenciada por los recientes avances en IA, especialmente en el desarrollo de modelos de aprendizaje automático preentrenados. Estos modelos, altamente versátiles, pueden ser adaptados con facilidad a diversas tareas, como el reconocimiento de actividades específicas (por ejemplo, comportamientos disruptivos durante la comida). Además, pueden ser encapsulados en componentes reutilizables, siguiendo el paradigma de la inteligencia artificial como servicio (AIaaS). Éstos son algunos de los principales servicios inteligentes de Eva:

- El procesamiento y reconocimiento de voz se realiza localmente para proteger la privacidad; además, se puede seleccionar la voz con la que habla el robot de entre varias alternativas disponibles.
- Mantiene conversaciones personalizadas con base en perfiles del usuario, que incluyen información como sus gustos e historia personal. El robot aprende cómo interactuar mejor con cada persona incorporando información de interac-

¹ Para más información, puede consultarse el sitio de la plataforma en: <https://eva-social-robot.github.io/>.



Figura 1. Robot de asistencia social Eva en un escenario de asistencia durante la alimentación.

ciones previas sobre sus preferencias y **crónemica interactiva** (longitud de enunciados, tiempo para responder, velocidad de habla, etcétera).

- Reconoce lo que hace el usuario, como levantarse en la noche o arrojar comida, para adaptar su comportamiento. Esto lo hace a partir de información recabada de sensores internos, como la cámara en el robot, o externos, como los inerciales en el reloj inteligente del usuario.
- Entiende gestos y emociones, como dirección de la mirada y síntomas de ansiedad, observando al usuario y analizando sus señales fisiológicas para hacer más natural la interacción.
- Puede implementar estrategias de conversación para escenarios específicos, como terapias personalizadas de reminiscencia o de estimulación cognitiva, con el uso de plantillas de **prompts** y grandes modelos de lenguaje, como ChatGPT.
- Tiene componentes para funciones específicas, como juegos de estimulación cognitiva y guías para rutinas de ejercicios.

Cronémica interactiva

Estudia el uso del tiempo en la comunicación no verbal; por ejemplo, el uso de pausas al hablar le permite al interlocutor intervenir en una conversación.

Prompts

Son instrucciones, preguntas o entradas que se le hacen a un sistema de inteligencia artificial para obtener una respuesta.

Otro ejemplo de codiseño del RAS fue la colaboración con una médica geriatra para implementar pruebas de demencia basadas en interacción verbal. Las voces de adultos mayores recopiladas permitieron entrenar modelos de aprendizaje automático como apoyo en el diagnóstico temprano de demencia (Cabrera, 2022). En otro escenario, se utilizó

Actividades ancla

Aquellas que la persona asocia con la realización de otra actividad; por ejemplo, lavarse los dientes antes de dormir o tomar un medicamento después de desayunar.

aprendizaje automático para reconocer **actividades ancla** asociadas a la medicación que generan un comportamiento proactivo de un asistente conversacional de voz (Rodríguez y cols., 2021).

Interacción y colaboración humano-robot

El robot Eva ha sido utilizado en intervenciones terapéuticas orientadas a estimular cognitivamente a personas con demencia y disminuir la frecuencia e intensidad de síntomas y comportamientos disruptivos asociados a la demencia. En un estudio formativo de 16 semanas, 12 adultos mayores con demencia interactuaron con el robot en sesiones grupales con duración aproximada de 30 minutos. Este estudio permitió establecer el tipo de interacción verbal que propicia la participación activa de las personas con demencia. Se incorporaron estrategias de conversación recomendadas por organizaciones como la Alzheimer's Association, tales como hablar con frases simples, dar tiempo para responder y usar el humor. Los resultados del estudio resaltan la importancia de personalizar los diálogos del robot a cada participante (Cruz-Sandoval y cols., 2019) e informaron la automatización del robot para guiar las terapias sin asistencia de un operador.

Para valorar el impacto del RAS, se diseñó una terapia de estimulación cognitiva con una duración de 14 sesiones y la participación de 10 adultos mayores con demencia que fue guiada por el robot Eva de forma completamente autónoma. La terapia fue exitosa en reducir la frecuencia e intensidad de comportamientos y síntomas psicológicos de la demencia (Cruz-Sandoval y cols., 2020). Los cuidadores reportaron un incremento en la socialización, mejora en el estado de ánimo y en autonomía para realizar actividades de la vida diaria. Se utilizaron relojes inteligentes para medir a lo largo de la intervención ritmo cardíaco, actividad y sueño. La mayoría de los participantes incrementaron el tiempo de sueño

nocturno y disminuyeron el sueño diurno en los días de la intervención (Favela y cols., 2020).

Consideraciones éticas

El uso de RAS en terapias no farmacológicas para la demencia no está exento de riesgos y consideraciones éticas que deben analizarse y discutirse, como sucede con todo tipo de intervenciones en salud donde rige el principio hipocrático “Primero, no causar daño”.

El uso de un RAS como apoyo para gestionar síntomas como la ansiedad y la depresión presenta similitudes con la terapia con muñecas. Ambas intervenciones buscan reducir el malestar emocional y mejorar el estado de ánimo. Sin embargo, una crítica común a estas terapias radica en el potencial de que el paciente confunda al objeto con una persona real, lo que podría generar confusión, desorientación y una dependencia emocional que intensifique

la ansiedad. Es necesario evaluar de manera integral los riesgos que implican estas intervenciones frente a sus beneficios en la mejora de la calidad de vida de personas con demencia y la reducción en la carga asistencial de sus cuidadores.

Una crítica común al uso de RAS en personas con demencia es que pueden fomentar su aislamiento social al priorizar la interacción con el robot. Sin embargo, las terapias con Eva han demostrado que, cuando se implementan en terapias grupales, contribuyen a estimular la socialización y el vínculo entre pares, incluso horas después de terminada la sesión. Un RAS

puede tener un papel más activo en la socialización guiando, por ejemplo, terapias de reminiscencia que promueven la conversación sobre experiencias pasadas y así fortalecer los vínculos afectivos entre familiares.

La interacción frecuente con un RAS posibilita un monitoreo continuo del usuario que permita evaluar la eficacia de las terapias y la progresión de la



demencia (Favela y cols., 2020). Sin embargo, esta capacidad de recopilar datos personales plantea riesgos para la privacidad del individuo, como la posibilidad de discriminación o el uso indebido de la información. Es importante establecer marcos regulatorios que garanticen la protección de los datos particulares de las personas con demencia y consideren las perspectivas de sus cuidadores y de otros actores relevantes, como profesionales de la salud.

Los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM, según siglas del inglés: Large Language Model) ofrecen una oportunidad prometedora para mejorar las interacciones de los RAS en el cuidado de personas con demencia. Sin embargo, estos modelos pueden generar conversaciones condescendientes, percibidas como paternalistas, o crear dependencias emocionales no deseadas entre el robot y el paciente, por lo que es crucial realizar más investigación en la personalización y adaptación de los LLM para este contexto específico, y el desarrollo de instrucciones (*prompts*) adecuadas. Esto permitirá crear interacciones más efectivas y apropiadas entre los RAS y las personas con demencia, equilibrando la asistencia tecnológica con la sensibilidad humana necesaria en el cuidado de la salud.

■ Conclusiones

■ Si bien los avances en IA prometen revolucionar la asistencia a personas con demencia, también plantean desafíos éticos y sociales. Es fundamental desarrollar tecnologías centradas en el ser humano que prioricen el bienestar y la dignidad de las personas con demencia y sus cuidadores, así como la formación de profesionales capacitados para desarrollar y utilizar estas herramientas de manera responsable y efectiva.

En última instancia, el uso de un RAS como intervención no farmacológica para la demencia debe guiarse por un fuerte sentido de responsabilidad social que asegure que estas tecnologías se utilicen de manera ética y beneficiosa para las personas con demencia y sus comunidades.

Jesús Favela Vara

Departamento de Ciencias de la Computación, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

favela@cicese.mx

Dagoberto Cruz Sandoval

Healthcare Robotics Lab, University of California, San Diego.

dcruzandoval@ucsd.edu

Lecturas recomendadas

Cabrera, L. (2022), "Recolección y análisis de voz en adultos mayores para el diagnóstico de demencia", tesis de maestría en Ciencias de la Computación, CICESE. Disponible en: <https://biblioteca.cicese.mx/catalogo/tesis/ficha.php?id=26204>, consultado el 21 de enero de 2025.

Cruz-Sandoval, D. y J. Favela, J. (2019), "Incorporating conversational strategies in a social robot to interact with people with dementia", *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 47:140-148. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000497801>, consultado el 21 de enero de 2025.

Cruz-Sandoval, D. (2020), "Robot conversacional como apoyo a intervenciones no farmacológicas para adultos mayores con demencia", tesis de doctorado en Ciencias de la Computación, CICESE. Disponible en: <https://biblioteca.cicese.mx/catalogo/tesis/ficha.php?id=25698>, consultado el 21 de enero de 2025.

Cruz-Sandoval, D., A. Morales-Téllez, E. B. Sandoval y J. Favela (2020), "A social robot as therapy facilitator in interventions to deal with dementia-related behavioral symptoms", *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 161-169.

Favela, J., D. Cruz-Sandoval, A. Morales-Téllez e I. H. López-Nava (2020), "Monitoring behavioral symptoms of dementia using activity trackers", *Journal of Biomedical Informatics*, 109:103520. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103520>, consultado el 21 de enero de 2025.

Rodríguez, M. D. et al. (2021), "Assisting older adults with medication reminders through an audio-based activity recognition system", *Personal and Ubiquitous Computing*, 25(2):337-351. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01420-4>, consultado el 21 de enero de 2025.