

Robots sociales en museos - Un enfoque centrado en el análisis de las emociones

Social robots in museums – An approach focused on emotion analysis

Raquel Lacuesta

Informática e Ingeniería de
Sistemas
Universidad de Zaragoza I3A
Teruel, Aragón, España
lacuesta@unizar.es

Fernando Barrado

Informática e Ingeniería de
Sistemas
Universidad de Zaragoza
Teruel, Aragón, España
717264@unizar.com

Alejandro Guillén

Informática e Ingeniería de
Sistemas
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, Teruel, Aragón,
España
801585@unizar.es

Francesc Xavier Gaya

Ciencias Matemáticas e
Informática
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, España
francesc-xavier-
gaya@uib.com

José María Buades

Ciencias Matemáticas e
Informática
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, España
josemaria.buades@uib.es

Francisco Perales

Ciencias Matemáticas e
Informática
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, España
paco.perales@uib.es

Silvia Hernández

UP de Bellas Artes
Universidad de Zaragoza
Teruel, Aragón, España
silviahm@unizar.es

Recibido: 12.11.2025 | Aceptado: 2.12.2025

DOI: <https://doi.org/10.65234/interaccion.138>

Palabras Clave

Robótica social
Interacción persona-robot
Experiencia de usuario
Museos
Interacción lúdica
Análisis emocional
Reconocimiento facial
Mediación tecnológica
Aprendizaje intergeneracional
Experiencia museística
Agentes sociales
Emociones en HCI

Resumen

Este trabajo presenta un estudio sobre el uso de robots sociales humanoides en museos, enfocado específicamente en enriquecer las visitas familiares. Desarrollado en colaboración con la Fundación Amantes de Teruel, el proyecto implementó un robot con aplicaciones lúdicas diseñadas para fomentar la participación activa y compartida entre niños y adultos. Para evaluar el impacto de esta interacción, se emplearon dos métodos: el análisis de expresiones faciales durante las actividades y encuestas de percepción subjetiva al finalizar. Los resultados fueron contundentemente positivos. El análisis facial detectó un predominio de emociones como la felicidad y la sorpresa. Paralelamente, las encuestas reflejaron altos niveles de satisfacción, motivación, relajación e interés por la tecnología en los participantes, junto con una ausencia de frustración. El estudio concluye que los robots sociales son una herramienta viable y muy eficaz para mejorar la experiencia museística familiar. No solo fomentan el aprendizaje conjunto y la curiosidad, sino que también demuestran la importancia de diseñar estas interacciones teniendo en cuenta su impacto emocional, para optimizar así la visita cultural.

Keywords

Social robots
Human-robot interaction
User experience
Museums
Playful interaction
Emotional analysis
Facial emotion recognition
Technology-mediated

Abstract

This work presents a study on the use of humanoid social robots in museums, specifically focused on enriching family visits. Developed in collaboration with the Amantes de Teruel Foundation, the project implemented a robot with playful applications designed to encourage active and shared participation between children and adults. To evaluate the impact of this interaction, two methods were used: facial expression analysis during the activities and subjective perception surveys afterward. The results were overwhelmingly positive. Facial analysis detected a predominance of emotions like happiness and surprise. Concurrently, the surveys reflected high levels of satisfaction, motivation, relaxation, and interest in technology among participants, along with an absence of frustration. The study concludes that social robots are a viable and highly effective tool for

Intergenerational learning
Museum experience
Social agents
Emotions in HCI

enhancing the family museum experience. They not only promote joint learning and curiosity but also demonstrate the importance of designing these interactions considering their emotional impact, in order to optimize the cultural visit.

1. Introducción

En los últimos años, muchos museos han empezado a incorporar distintas tecnologías interactivas con el propósito de hacer las visitas más dinámicas y atractivas para el público (Castellano et al., 2020). Dentro de esta tendencia, cada vez se habla más del uso de robots sociales como posibles guías o acompañantes durante los recorridos. Estos robots, diseñados para interactuar de forma cercana y comprensible, pueden adaptar sus explicaciones dependiendo de quien tengan delante. Por ejemplo, un robot humanoide podría reconocer si está hablando con un niño o con un adulto y ajustar el contenido para que resulte interesante para todos. Sin embargo, existe una brecha en cuanto al análisis del impacto emocional real de estas interacciones en grupos familiares.

A partir de esta base, el artículo que se presenta recoge una experiencia piloto realizada junto con la Fundación Amantes de Teruel, en el Museo del Mausoleo de los Amantes. En esta experiencia, un robot humanoide acompañó a las familias durante su visita con el objetivo de enriquecerla y fomentar que niños y adultos participaran juntos. En las siguientes secciones, se describe el estado del arte, el proceso seguido para el diseño e implementación del robot, y los principales resultados obtenidos de su evaluación, tanto cuantitativos como cualitativos, prestando especial atención al impacto emocional de la interacción.

2. Estado del arte

2.1 Interacciones generacionales mediadas por tecnología

En los últimos años, varios estudios han analizado el uso de actividades intergeneracionales con el objetivo de acercar a personas de diferentes generaciones. Un ejemplo es el trabajo de Al Mahmud et al. (2010), donde se crearon juegos pensados para que niños y adultos mayores pudieran divertirse juntos. Los resultados mostraron que, con algunos ajustes en el diseño, es posible lograr actividades que enganchen a ambos grupos al mismo tiempo. En esta misma línea, en Japón, Seaborn et al. (2019) diseñaron juegos específicos para jóvenes y personas mayores, confirmando que estas dinámicas mejoran la empatía y el entendimiento mutuo.

Algo parecido ocurrió con el proyecto Age Invaders (Khoo et al., 2008), que mezclaba realidad mixta con ejercicio físico. La idea era que abuelos y nietos compartieran un espacio de juego, y lo interesante es que muchos participantes destacaron que esta dinámica ayudaba a reducir la distancia tecnológica entre generaciones, ya que resultaba sencilla e intuitiva.

También se han estudiado experiencias en las que jóvenes y mayores juegan en equipo. Rice et al. (2012) analizaron cómo cambiaba la interacción entre ellos cuando jugaban a videojuegos de forma cooperativa, observando un aumento en la comunicación y la colaboración. Este beneficio se refuerza con estudios como el de Coyne et al. (2011), quienes observaron que compartir tiempo de juego reduce conductas agresivas y fomenta actitudes positivas dentro de la familia. Estos trabajos dejaron una idea bastante clara: si se cuidan aspectos como la interfaz, el nivel de reto o la temática, es posible diseñar actividades digitales que sean atractivas para edades muy distintas. Incluso se han adaptado juegos de toda la vida al formato digital. Por ejemplo, Vetere et al. (2006) propusieron una versión del escondite para que padres e hijos pudieran jugar a distancia mediante tecnología ubicua. Lo curioso es que no solo funcionó, sino que además reforzó la comunicación y el vínculo familiar.

En cuanto a cómo los robots influyen en las emociones familiares, el trabajo de Heljakka & Ihamäki (2019) con un perro robótico demostró que estos dispositivos generan momentos de juego y recuerdos afectivos entre niños y adultos mayores. Más específicamente en robótica social, Joshi y Šabanović (2019) estudiaron el uso de robots en contextos comunitarios, viendo que ayudaban a la comunicación y el trabajo en equipo. Aravamuthan et al. (2022) obtuvo un hallazgo similar al analizar el papel del robot Pepper durante un juego Tangram entre abuelos y nietos; la presencia del robot no solo mejoró la colaboración, sino que generó interés por repetir la experiencia. Finalmente, Cagiltay et al. (2020) dieron un paso más y analizaron este tema teniendo en cuenta a la familia como un conjunto y no solo a cada persona por separado. Diseñaron interacciones entre niños y robots siguiendo esta idea y concluyeron que, cuando se adopta un enfoque centrado en la familia, la integración del robot en casa resulta más natural y las interacciones suelen ser más significativas para los niños.

2.2 Robots sociales en contextos educativos y lúdicos

Los robots sociales han ido apareciendo poco a poco en varios contextos educativos, tanto con niños como con personas mayores. Un curioso ejemplo es el estudio de Kanero et al. (2018) y Konjin et al. (2021), donde se vio que niños pequeños podían “enseñar” nuevas palabras a un robot que hacía de alumno. Lo interesante es que, al tener que explicarle las palabras al robot, los mismos niños aprendían mejor, como si el hecho de hacer de profesores reforzara su aprendizaje.

En el caso de los adultos, muchos estudios se han centrado en entender hasta qué punto se sienten cómodos usando este tipo de robots. Broadbent et al. (2019) analizaron cómo reaccionaban las personas mayores ante robots diseñados para ayudar en el día a día y se destacó que, para que los acepten, es fundamental que las interacciones sean fáciles, útiles y, sobre todo, que tengan una parte emocional adecuada. Si el robot resulta cercano y fácil de entender, es mucho más probable que lo incorporen a su rutina.

Un aspecto que se repite en la historia es que tanto la utilidad como la facilidad de uso son elementos claves para que niños y mayores quieran interactuar con un robot. Podría pensarse que los niños, por estar más acostumbrados a la tecnología, no tendrían problemas, pero no siempre es así. Aunque están familiarizados con móviles, tabletas o consolas, un robot humanoide es algo diferente y, al principio, les puede generar dudas sobre cómo hablarle o cómo relacionarse con él. Por eso, se insiste tanto en el diseño centrado en el usuario. Esto quiere decir que hay que tener en cuenta las capacidades, limitaciones y experiencias previas de cada persona, ya sea un niño pequeño, un adulto o alguien mayor. Cuando se diseña con esa perspectiva, es mucho más fácil crear interacciones que resulten naturales, cómodas y satisfactorias para todos.

2.3 Robots sociales en museos

En los últimos años, distintos museos han comenzado a experimentar con la incorporación de robots sociales como apoyo a las visitas culturales. Algunos trabajos (Castellano et al., 2020) enseñan el uso del robot humanoide Pepper en un museo de arte, donde se le dio visión por computador para reconocer qué obra observaba el visitante y estimar ciertos rasgos demográficos, como la edad o el género, con el fin de ofrecer recomendaciones personalizadas durante el recorrido. Según estos autores, este tipo de interacción persona-robot puede aumentar el grado de implicación del público, ya que proporciona una mediación más cercana y flexible que otros dispositivos tradicionales. Algo similar se ha visto en iniciativas a mayor escala, como la de Smithsonian Institution (2018), que probó robots en varias de sus sedes para analizar

de qué manera podían enriquecer la experiencia de los visitantes y, además, servir de apoyo al personal de sala.

En general, los robots en museos suelen asumir un papel que combina la función de guía con la de facilitador social, donde pueden narrar historias, responder preguntas frecuentes e incluso adaptar su forma de comunicarse en función del estado emocional del público. De hecho, hay investigaciones que muestran cómo robots que tienen visión artificial pueden ajustar el contenido que presentan según la reacción de los visitantes (Baraka et al., 2021; Chao & Thomaz, 2012; Heljakka & Ihamaäki, 2019). Sin embargo, la mayoría de estas experiencias se han centrado sobre todo en visitantes individuales o en grupos relativamente parecidos. Apenas se ha profundizado en qué ocurre cuando quienes visitan el museo son familias, ni en cómo influyen las actividades lúdicas que el robot propone en sus emociones o en la interacción entre sus miembros.

La literatura que hay hoy en día apunta a que los robots pueden desempeñar un papel importante a la hora de fomentar interacciones entre generaciones. Por ejemplo, estudios como el de Baraka et al. (2021) muestran que, en contextos de juego o aprendizaje intergeneracional, los robots pueden contribuir a que niños y adultos colaboren y aprendan juntos. Sin embargo, son escasos los trabajos que analizan en detalle la dimensión emocional de estas experiencias dentro de un museo real, especialmente cuando se introducen dinámicas de juego que buscan estimular el aprendizaje compartido.

En este campo, los llamados robots afectivos abren una línea interesante, ya que permiten estimar emociones en tiempo real a partir de expresiones faciales o señales fisiológicas (Ramis et al., 2020). Estos sistemas suelen validarse comparando sus resultados con la evaluación de expertos humanos, con el objetivo de garantizar una fiabilidad adecuada en entornos reales. Esta capacidad podría ayudar a adaptar el comportamiento del robot durante la visita, ajustando el tono o el tipo de actividad según la reacción de las personas.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el trabajo que se presenta aporta una perspectiva distinta. El estudio se centra en el potencial de los robots sociales como mediadores intergeneracionales dentro de un museo, promoviendo que niños y adultos participen juntos y se relacionen tanto con el robot como con los contenidos culturales. Más allá de describir la implementación, se ofrece un análisis empírico del impacto emocional de distintas actividades educativas guiadas por el robot. El uso del reconocimiento facial permitió observar cómo cambiaban las emociones de los participantes

en función de la dinámica propuesta, aportando datos que pueden resultar útiles para el diseño de futuras experiencias interactivas en museos. De acuerdo a la literatura consultada, no existen estudios que analicen con alto nivel de detalle el aspecto emocional de la interacción humano-robot en actividades familiares dentro de un museo, lo cual contribuye a enriquecer la comprensión de estas experiencias y abre nuevas posibilidades de diseño.

2.4. Tendencias Futuras: El Impacto de la IA Generativa

Las recientes innovaciones en modelos de lenguaje grande (LLMs) y la Inteligencia Artificial Generativa están redefiniendo el futuro de la Interacción Persona-Robot (HRI) y la museología. Estas tecnologías ofrecen la capacidad de crear diálogos que van más allá de las respuestas preprogramadas (rule-based), permitiendo al robot generar contenido y narrativas que se adaptan en tiempo real a los intereses y al contexto del visitante (Kim et al., 2024).

Este potencial es significativo para los museos, ya que la IA generativa puede utilizarse para crear recorridos narrativos altamente personalizados que se ajustan al estilo de aprendizaje de una familia o a las preguntas inesperadas de un niño, algo que los sistemas de guías tradicionales no pueden ofrecer (Ferrato et al., 2025).

En el contexto específico de la robótica social, la integración de LLMs puede mejorar drásticamente la coherencia conversacional y la autonomía de los agentes sociales. Si bien el sistema de 'Erox' de este estudio opera con una lógica reactiva y basada en reglas y se apoya en módulos específicos de visión artificial (Barrado Lucia, 2024), es fundamental reconocer que la capacidad de análisis emocional del presente trabajo es un paso esencial para informar la futura integración de la IA generativa, creando experiencias robóticas que sean más humanas y personalizadas.

3. Diseño de la aplicación

La experiencia se llevó a cabo en el Conjunto Museo de los Amantes de Teruel, un espacio cultural que narra la conocida leyenda de los Amantes.

3.1 Principios de diseño de la interacción

El diseño de las actividades interactivas para el robot Erox se guió por principios clave de la Interacción Humano-Computadora (HCI) y la educación museística, buscando optimizar la experiencia familiar y el compromiso emocional. Nos enfocamos en:

- **Colaboración intergeneracional.** Las actividades fomentaron la participación conjunta de niños y adultos, asegurando que los desafíos e interacciones fueran relevantes y accesibles para ambos grupos, incluyendo pausas y adaptación de ritmos.
- **Interactividad lúdica y afectiva.** Se priorizó el juego como vehículo de aprendizaje, integrando retroalimentación afectiva del robot (expresiones y movimientos) para una experiencia más empática y motivadora, incluso ante errores o frustraciones.
- **Claridad y consistencia.** Se diseñó una interfaz intuitiva con interacción multimodal (voz y táctil) para facilitar la familiarización del usuario. La comunicación del robot se adaptó para ser fluida, natural y humanizada.
- **Integración educativa.** Las actividades se alinearon con los objetivos del museo, reforzando conceptos clave de la leyenda a través de diversos formatos (diálogo, preguntas, ordenación de imágenes).
- **Reducción de la frustración.** Se implementaron mecanismos en el diseño del robot (respuestas afectivas, ayudas) para gestionar y reducir la aparición de emociones negativas en actividades con reto, transformándolas en oportunidades de aprendizaje y superación.

3.2 El robot Erox y sus capacidades tecnológicas

Se utilizó un robot social humanoide, modelo Sanbot Elf, apodado "Erox" para su implementación en el museo. Este robot es de tamaño mediano (aprox. 1 metro), equipado con movilidad sobre ruedas, brazos articulados, pantalla táctil frontal y un rostro digital con expresiones básicas para una comunicación humanizada. Sus sensores clave incluyen micrófonos y altavoces para reconocimiento y síntesis de voz, y una cámara frontal de alta definición, esencial para la interacción visual y el análisis de emociones.

El sistema de Erox opera bajo una arquitectura cliente-servidor y una lógica de interacción reactiva basada en reglas (rule-based), y no está conectado a un modelo de Inteligencia Artificial Generativa (IA Generativa). El modo de interacción lo decide el usuario (a través de la pantalla táctil o comandos de voz predefinidos). Para el análisis emocional, la cámara captura las imágenes, que son enviadas al servidor. El sistema integra un módulo de reconocimiento de emociones faciales (Gaya Morey et al., 2024) capaz de categorizar en tiempo real seis emociones básicas (alegría, sorpresa, tristeza, miedo, disgusto y enojo). Erox no manifiesta emociones propias, sino que utiliza la voz, junto con otros canales, para transmitir su retroalimentación (feedback) al usuario, complementada con el movimiento de los brazos y el cambio de colores en su

iluminación. Cabe destacar que el módulo de visión está diseñado para el procesamiento de expresiones faciales en tiempo real. Con el fin de garantizar la privacidad de los usuarios y cumplir con los protocolos éticos de interacción en entornos públicos, el sistema no almacena imágenes ni grabaciones de los rostros, procesando la información de manera efímera para generar la respuesta inmediata del robot. Por este motivo, los datos biométricos brutos no están disponibles para análisis posteriores disgregados por rasgos demográficos como la edad exacta.

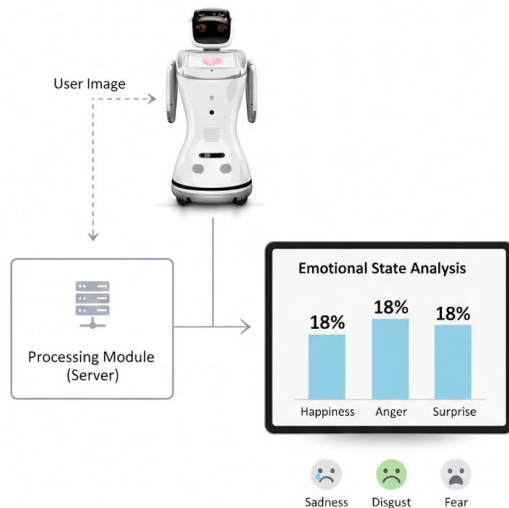


Figura 1. Diagrama de flujo del sistema de interacción y análisis emocional del robot Erox.

En la Figura 1 se detalla visualmente este ciclo de operación. Como se observa en el flujo, el sistema realiza un pre-procesamiento de los frames capturados para el análisis y procesamiento emocional

3.3 Descripción de las actividades interactivas

Las actividades interactivas, diseñadas por los responsables del Museo de los Amantes, se centraron en la leyenda local para reforzar la experiencia educativa y promover la interacción familiar con el robot, generando emociones positivas. La estructura de estas actividades es de contenido fijo (las mismas tareas y orden para todos los grupos), pero la interacción es dinámicamente adaptativa: Erox modula su respuesta verbal y gestual en tiempo real según el estado emocional detectado en los participantes (tal como se detalla en el 3.2), asegurando un soporte personalizado. Se integraron en Erox diversas actividades lúdicas para involucrar simultáneamente a niños y adultos (véase Figura 2).



Figura 2: Robot social 'Erox' en el Mausoleo de los Amantes de Teruel

Actividad 1: "Diálogo con Erox" (véase Figura 3). Permite a los usuarios familiarizarse con Erox a través de preguntas sobre la leyenda o peticiones de música. El usuario puede dirigirse al robot tanto a través de la pantalla táctil como mediante comandos de voz. Dado que Erox opera con un sistema rule-based (descrito en 3.2), el reconocimiento de voz y las interacciones están limitados a un conjunto predefinido de frases clave que aparecen como opciones en la pantalla. Erox responde por voz, con expresiones faciales y movimientos, humanizando la interacción, que también es táctil. Esta actividad busca tanto la diversión como el aprendizaje de interacción con el robot.



Figura 3: Actividad del diálogo con el robot sobre los Amantes de Teruel

Actividad 2: "Explicación ampliada" (véase Figura 4). Las familias acceden a contenidos multimedia sobre la leyenda

(videos, audios) mediante interfaz táctil o comandos de voz, complementando las explicaciones orales y facilitando la comprensión de la historia de forma envolvente. Además, las familias pueden interaccionar con el Robot para pedirle que les explique aspectos concretos de la leyenda. Mediante un botón en la interfaz o por comandos de voz, los usuarios pueden acceder a estos contenidos multimedia que complementan las explicaciones orales. Esta opción mejora la experiencia al incorporar estímulos visuales y auditivos simultáneos, y facilita la comprensión de la historia mediante un formato narrativo más envolvente.

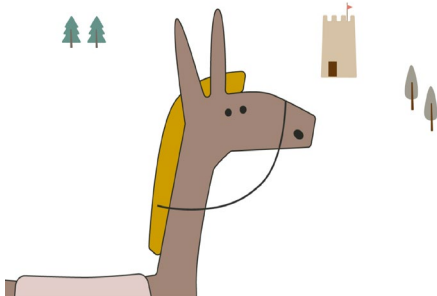


Figura 4: Uno de los videos que proyecta Erox en su pantalla para comprender la historia

Una vez completada la visita del museo, Erox propone 3 juegos interactivos a las familias para asegurarnos que “han aprendido” durante la visita. El primer juego es el Juego del ahorcado (véase Figura 5), actividad diseñada como un juego educativo, el Ahorcado permite a los niños adivinar palabras relacionadas con la leyenda de los Amantes de Teruel. Cada fallo o acierto genera reacciones emocionales visibles en el robot (movimiento, expresiones faciales), lo que añade un componente afectivo a la interacción. Este juego sirve para reforzar los aspectos principales de la visita y mantener la atención de los usuarios a través del reto y la diversión.



Figura 5: Juego del ahorcado

El segundo juego es el Juego de las preguntas (véase Figura 6) que consiste en preguntas de opción múltiple sobre la visita, evaluando la comprensión y memoria del visitante.

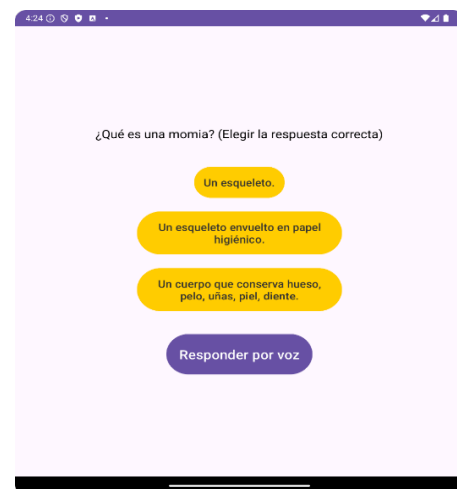


Figura 6: Juego de preguntas

El tercero es el juego de Ordenar imágenes según la Historia (véase Figura 7), el cual, reta al usuario a secuenciar imágenes clave de la leyenda.

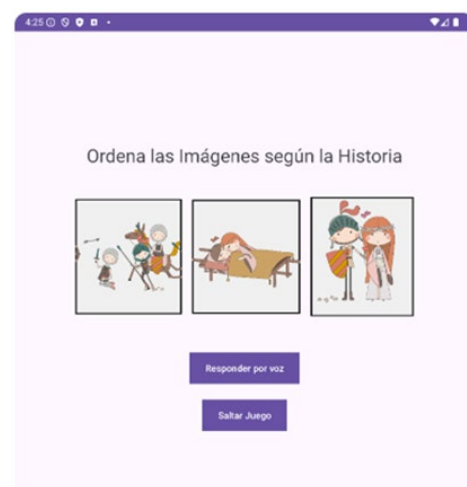


Figura 7: Interfaz del juego “Ordena las Imágenes según la Historia”

3.4 Participantes y procedimiento

Para evaluar la intervención, se realizaron sesiones piloto con un total de 14 participantes, principalmente niños (8-14 años) acompañados por sus padres. De estos, 9 participantes dieron consentimiento para el estudio de emociones. Los participantes, siendo en su mayoría residentes locales de Teruel, no requirieron una visita guiada previa y pudieron interactuar directamente con el robot Erox en las actividades propuestas.

Para efectos de este estudio y estandarizar la terminología, las categorías de edad utilizadas se definieron de la siguiente manera: Niños/Participantes jóvenes (entre 6 y 17 años) y Adultos/Familiares (mayores de 18 años). Utilizamos el término intergeneracional para referirnos a la coparticipación de al menos un individuo de la categoría "Niños/Participantes jóvenes" y uno de la categoría "Adultos/Familiares" en la misma sesión.

Al inicio de cada sesión, un investigador explicó el objetivo de la actividad (mejorar la experiencia museística con nuevas tecnologías). Las familias iniciaron con la "Actividad de Diálogo" y luego procedieron con los juegos, interactuando con Erox mediante voz o pantalla táctil. Las Figuras 7 y 8 muestran ejemplos de usuarios interactuando con Erox durante las actividades.



Figura 8: Familia 1 interactuando con el robot



Figura 9: Familia 2 interactuando con el robot

Además, para comprobar el estado emocional de los usuarios post-experiencia, los usuarios contestaron a las preguntas de la Tabla1.

Tabla 1: Preguntas test Estado Emocional (Barrado Lucia, 2024, p. 56)

Cuestionario	Preguntas
Estado emocional. Post experiencia	Me siento contento/a después de interactuar con el robot Erox
	Me siento relajado/a después de la interacción con el robot Erox
	Me siento motivado/a después de usar el robot Erox
	Me siento frustrado/a después de interactuar con el robot Erox
	Me siento satisfecho/a con la interacción con el robot Erox
	Me siento enojado/a después de usar el robot Erox
	Me siento confundido/a durante la interacción con el robot Erox
	Me siento valorado/a por el robot Erox
	Me siento seguro/a mientras uso el robot Erox
	Me siento más interesado/a en la tecnología después de usar el robot Erox

3.5 Consideraciones éticas y privacidad de datos

Se obtuvo consentimiento informado explícito y por escrito de todos los participantes mayores de edad y de los tutores legales de los menores, explicando el propósito de la evaluación y el uso del reconocimiento facial. Se garantizó la voluntariedad de la participación y el derecho a retirarse en cualquier momento.

4. Resultados

4.1 Datos iniciales

En la evaluación final del robot Erox participaron 14 personas (9 para el análisis emocional). La composición de la muestra fue: 57,1% menores de 18 años, el resto adultos (menos del 10% mayores de 65 años), con un 64,3% hombres y 35.7% mujeres. Dada la naturaleza de este trabajo como estudio piloto, y a pesar de la profundidad del análisis de datos cualitativos y cuantitativos empleado, los resultados que se presentan a continuación sirven como indicadores iniciales para futuras investigaciones a gran escala. deben interpretarse como tendencias preliminares. El objetivo de este nivel de detalle es explorar y documentar con rigor las tendencias de interacción y el impacto emocional inicial, lo cual resulta esencial para informar el diseño de futuras experiencias a mayor escala, tal como se detalla en las limitaciones del estudio.

4.2 Resultados emocionales por actividad

Los resultados emocionales variaron según la actividad, reflejando sus dinámicas específicas:

Diálogo con Erox (Figura 10). La felicidad predominó (47%), seguida de sorpresa (12%). Las emociones negativas (tristeza 10%, miedo 9%, disgusto 8%, enojo 14%) fueron mínimas. Esto sugiere una conexión emocional positiva inicial, favorecida por un diseño sin retos y la guía del personal.

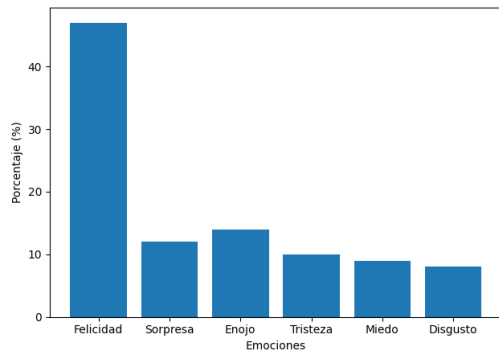


Figura 10: Gráfico de barras que detalla la distribución porcentual de diversas emociones en el juego 'Diálogo'

Juego del ahorcado (Figura 11). La felicidad se mantuvo principal (37%), con aumento de sorpresa (18%), tristeza (14%), enojo (13%), disgusto (8%) y miedo (10%). La introducción del error generó momentos de frustración, pero el enfoque afectivo del robot y la sorpresa (interés) mantuvieron la experiencia positiva.

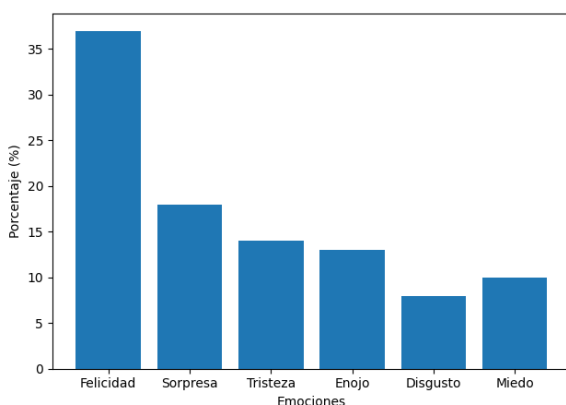


Figura 11: Gráfico de barras que detalla la distribución porcentual de diversas emociones en el juego 'Ahorcado'

Juego de preguntas (véase Figura 12). La felicidad predominó (29%), con notable aumento del enojo (26%) y sorpresa (20%). Tristeza (12%), disgusto (8%) y miedo (7%) fueron menores. La mayor exigencia cognitiva explica el incremento de emociones negativas por errores, aunque la retroalimentación del robot mantuvo la experiencia desafiante pero positiva.

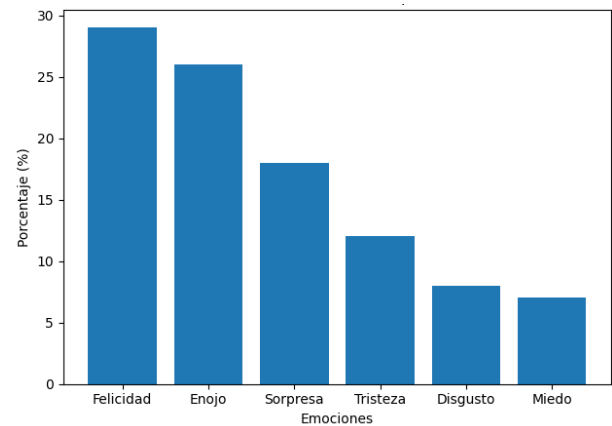


Figura 12: Gráfico de barras que detalla la distribución porcentual de diversas emociones en el juego 'Juegos de preguntas'

Juego Ordena la historia (Figura 13). Felicidad (29%) y sorpresa (20%) prevalecieron, pero con mayor equidad en disgusto (13%), enojo (15%), tristeza (11%) y miedo (12%). La alta carga cognitiva y lógica secuencial explica la distribución emocional dispersa (necesidad de apoyo textual). No obstante, el reto fue motivador y el feedback afectivo del robot mantuvo la experiencia general positiva.

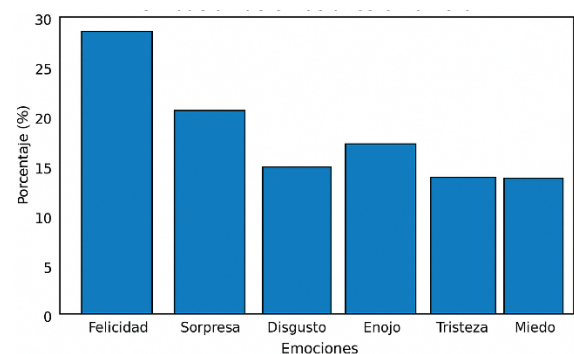


Figura 13: Gráfico de barras que detalla la distribución porcentual de diversas emociones en el juego 'Ordenar historia'

4.3 Estado emocional. Post experiencia

En cuanto a la evaluación del estado emocional tras la interacción con el robot social, los datos muestran una percepción claramente positiva por parte de los participantes. Como se observa en la Figura 14, ante la pregunta "Me siento contento/a después de interactuar con el robot Sanbot", un 78,6% de los encuestados eligió la puntuación máxima (5), mientras que un 21,4% seleccionó el valor 4. No se registraron respuestas negativas (valores 1 o 2) ni neutras (3). Este resultado pone de manifiesto el efecto emocional favorable que la experiencia tuvo sobre la mayoría de los usuarios.

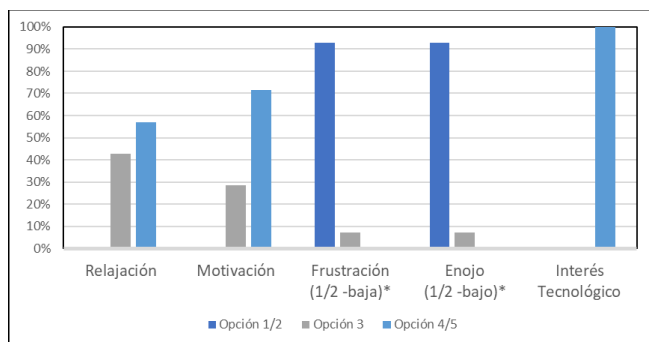


Figura 14: Análisis de datos de las encuestas.

Los resultados del análisis del estado emocional (Figura 14) de los participantes tras la interacción con el robot revelan una tendencia general hacia sentimientos positivos, específicamente hacia la relajación. La mayoría de los participantes reportó sentirse relajado después de la interacción, con el 50% de los participantes eligiendo la opción 4 y el 42,9% eligiendo la opción 3. Esto indica que una gran mayoría experimentó una sensación de calma o tranquilidad. Solo el 7,1%, expresó un alto grado de relajación (opción 5), mientras que ningún participante reportó sentirse no relajado (opciones 1 y 2). Este resultado sugiere que la interacción con el robot no solo mantiene, sino que también fomenta un estado emocional positivo en los usuarios.

Una mayoría significativa, representando el 71,5% de los encuestados (42,9% en la opción 4 y 28,6% en la opción 5), reportó sentirse motivada después de usar el robot. Mientras que un 28,6% se mantuvo neutral, es importante destacar que ninguno de los participantes expresó sentirse desmotivado. Esto sugiere que el robot tiene la capacidad de inspirar a los usuarios, lo cual es un aspecto positivo de la interacción.

La gran mayoría de los participantes no experimentaron frustración. Específicamente, un 57,1% seleccionó la opción 1, indicando un fuerte desacuerdo con la afirmación 'Me siento frustrado/a después de interactuar con el robot Sanbot', y un 35,7% eligió la opción 2, mostrando también desacuerdo. Solo un participante (7,1%) se mostró neutral, y ninguno expresó acuerdo con la afirmación. Esto sugiere que la interacción con el robot no generó sentimientos de frustración en la gran mayoría de los usuarios.

En cuanto a la emoción de enojo tras la interacción con el robot, los resultados demuestran una clara ausencia de esta sensación. Una abrumadora mayoría (78,6%) expresó un fuerte desacuerdo con la afirmación 'Me siento enojado/a después de usar el robot Sanbot'. Adicionalmente, el 14,3% mostró cierto desacuerdo y solo un participante se mantuvo neutral. Ninguno de los encuestados reportó haber

experimentado enojo, lo cual es un hallazgo positivo para la experiencia general que sugiere que la interacción no provocó rechazo.

Se revela el impacto positivo del robot social en el interés tecnológico. Una mayoría significativa expresó estar de acuerdo o muy de acuerdo con sentirse más interesado/a en la tecnología tras la interacción (64,3% en la opción 4 y 35,7% en la opción 5). La ausencia total de respuestas en las opciones de desacuerdo y neutralidad subraya la capacidad del robot para despertar la curiosidad y fomentar un mayor interés tecnológico en los participantes.

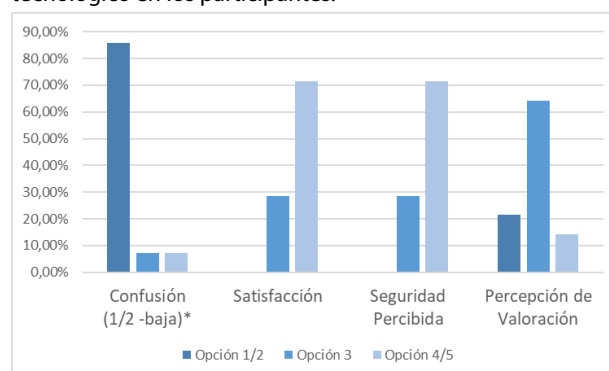


Figura 15: Análisis de datos de las encuestas 2.

Respecto al resto de datos de la encuesta (Figura 15) podemos observar que en lo que respecta a la claridad-confusión en la interacción, los resultados indican una baja incidencia de confusión. Un 64,3% expresó un fuerte desacuerdo con la afirmación 'Me siento confundido/a durante la interacción', mientras que el 21,4% mostró cierto grado de desacuerdo. Solo un 7,1% se mantuvo neutral y otro 7,1% reportó estar de acuerdo, sin que nadie manifestara un alto grado de confusión. En resumen, los datos apuntan a una experiencia caracterizada por la claridad y la facilidad de comprensión.

La satisfacción con la interacción también muestra una tendencia positiva: el 57,1% expresó satisfacción (opción 4) y el 14,3% una alta satisfacción (opción 5), mientras que el 28,6% se mostró neutral. El hecho de que ningún participante expresara insatisfacción permite concluir que la experiencia fue predominantemente positiva.

Con relación a la seguridad percibida durante la interacción con el robot "Erox", los datos muestran que un 35,7% tanto en la opción 4 como en la opción 5 expresó explícitamente sentirse seguro, con un 28,6% en postura neutral. Es crucial subrayar que ningún participante manifestó sentirse inseguro, lo que sugiere que el robot social contribuye a generar un entorno de confianza y seguridad para los individuos.

Finalmente, la percepción de ser valorado por el robot mostró una tendencia mayoritariamente neutral (64,3% en la opción 3). Un 21,4% expresó cierto desacuerdo y un 14,3% mostró estar de acuerdo. Estos datos indican que, en términos generales, la mayoría de los usuarios no tuvo una fuerte sensación ni de ser valorado ni de no ser valorado por el robot.

Como conclusión del apartado, los resultados del análisis del estado emocional post-interacción indican una experiencia emocional positiva. Se observó una tendencia hacia la relajación, la ausencia de frustración y enojo, y un incremento en la motivación y el interés por la tecnología. Los usuarios se sintieron seguros y satisfechos, lo que sugiere que la interacción con el robot tiende a mantener o mejorar el estado emocional positivo de los usuarios.

5. Conclusiones y trabajo futuro

El estudio desarrollado con la Fundación Amantes de Teruel demuestra el valor de los robots sociales como mediadores activos en experiencias culturales y educativas. Los resultados reflejan que la interacción con el robot "Erox" genera emociones predominantemente positivas, promoviendo la motivación, la relajación y el disfrute durante las actividades. Además, la ausencia de frustración y enojo, junto con la percepción de seguridad, evidencia que el entorno robótico fue acogido de forma natural y positiva por los usuarios.

El análisis comparativo entre actividades mostró que las dinámicas lúdicas favorecen la felicidad y la sorpresa, mientras que los retos cognitivos introducen emociones más variadas (como el enojo o la tristeza), sin afectar negativamente la experiencia global. Esta diversidad emocional sugiere que los desafíos moderados son beneficiosos desde una perspectiva pedagógica, al estimular la reflexión y la superación.

El módulo de reconocimiento facial resultó ser una herramienta eficaz para identificar matices emocionales que complementan los datos subjetivos de las encuestas, permitiendo una comprensión más completa del impacto emocional. En conjunto, los resultados confirman que la robótica social no solo es viable en entornos museísticos, sino que contribuye significativamente al fortalecimiento de la experiencia familiar y al acercamiento a la tecnología desde una perspectiva positiva y afectiva.

Como trabajo futuro, se propone ampliar la muestra de participantes y diversificar los contextos museísticos para validar los hallazgos en otros entornos culturales. Asimismo,

sería pertinente incorporar análisis longitudinales que evalúen la persistencia del impacto emocional y cognitivo en los visitantes, así como explorar estrategias de personalización adaptativa del comportamiento del robot según las respuestas emocionales en tiempo real.

5.1 Limitaciones del estudio y sesgos

A pesar de los hallazgos, este estudio presenta limitaciones metodológicas. La muestra reducida ($N=14$; $N=9$ para análisis emocional) limita la generalización, y los resultados deben interpretarse como tendencias preliminares. El reclutamiento de participantes familiarizados con el museo pudo introducir sesgos. Aunque el módulo de reconocimiento emocional ha sido validado, su precisión en entornos reales y con distintos rangos de edad (especialmente en niños) requiere validación adicional, y las diferencias en expresiones faciales podrían afectar el rendimiento del algoritmo. Asimismo, una limitación técnica relevante es la imposibilidad de disgregar el análisis emocional automático por perfiles demográficos (niños vs. adultos). Debido a que el módulo de visión procesaba las expresiones en tiempo real y de forma local para garantizar la privacidad y cumplir con protocolos éticos —especialmente al tratar con menores—, el sistema no almacenó imágenes ni registros biométricos. Por tanto, no se dispone de material gráfico para una clasificación posterior por edad en este apartado.

Este estudio demuestra la viabilidad de integrar un robot social como 'Erox' en museos para facilitar interacciones lúdicas y educativas intergeneracionales, evidenciando un impacto emocional positivo (felicidad, sorpresa). Aporta al campo de la HCI y la museología mediante el diseño de interacciones afectivas y experiencias culturales innovadoras, y subraya el valor pedagógico de las emociones (positivas y de desafío) en experiencias museísticas significativas.

Futuros estudios buscarán ampliar la muestra y su diversidad geográfica para mejorar la robustez y generalización de los resultados. Se validará más rigurosamente el sistema de reconocimiento facial, incluyendo comparaciones con codificación manual o autoevaluaciones. Además, se profundizará en el análisis del valor educativo de la emoción compleja, incorporando variables como aceptación, usabilidad y jugabilidad, con el fin de establecer un marco metodológico replicable para el diseño de experiencias culturales con robótica social.

Referencias

- Al Mahmud, A., Mubin, O., Shahid, S., & Martens, J. B. (2010). Designing social games for children and older adults: Two related case studies. *Entertainment Computing*, 1(3-4), 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2010.08.001>
- Aravamuthan, A. K., Šćepanović, D., Poveda, F., Chathuranga, K.S., & Obaid, M. (2022). Exploring the role of social robots in intergenerational gameplay. En RESNA 2022 Conference.
- Baraka, K., Paetzel, M., & Mutlu, B. (2021). Designing Interactions with Social Robots: Insights and Recommendations from a Study on Pepper. *Journal of Human-Robot Interaction*, 10(1), 1-33. DOI: 10.1145/3414260
- Barrado Lucia, F. (2024). *Diseño de una aplicación lúdica en el contexto de robots sociales* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Zaragoza]. Repositorio Institucional.
- Broadbent, E., Stafford, R., & MacDonald, B. (2009). Acceptance of healthcare robots for the older population: Review and future directions. *International journal of social robotics*, 1(4), 319-330. <https://doi.org/10.1007/s12369-009-0030-6>
- Cagiltay, B., Ho, H. R., Michaelis, J. E., & Mutlu, B. (2020, June). Investigating family perceptions and design preferences for an in-home robot. In *Proceedings of the interaction design and children conference* (pp. 229-242). <https://doi.org/10.1145/3392063.3394411>
- Castellano, G., De Carolis, B., Macchiarulo, N., & Vessio, G. (2020). Pepper4Museum: towards a human-like museum guide. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2687, pp. 1-5). CEUR Workshop Proceedings.
- Chao, C., & Thomaz, A. L. (2012). Controlling social dynamics with a parametrized model of floor regulation. *Journal of Human-Robot Interaction*, 1(1), 78-95. <https://doi.org/10.5898/JHRI.1.1.Chao>
- Coyne, S. M., Padilla-Walker, L. M., Stockdale, L., & Day, R. D. (2011). Game on... girls: Associations between co-playing video games and adolescent behavioral and family outcomes. *Journal of Adolescent Health*, 49(2), 160-165. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2010.11.249>
- Ferrato, A., Gena, C., Limongelli, C., & Sansonetti, G. (2025, June). Multimodal LLM Question Generation for Children's Art Engagement via Museum Social Robots. In *Adjunct Proceedings of the 33rd ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization* (pp. 144-150). <https://doi.org/10.1145/3708319.3733663>
- Gaya Morey, F. X., Manresa-Yee, C., & Buades Rubio, J. M. (2024). An AI-powered computer vision module for social interactive agents. In *Proceedings of the XXIV International Conference on Human Computer Interaction* (Interacción 2024).
- Heljakka, K., & Ihmäki, P. (2019). Robot dogs, interaction and ludic literacy: Exploring smart toy engagements in transgenerational play. *Revista Lusófona de Educação*, 46, 153-169. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle46.10>
- Joshi, S., & Šabanović, S. (2019, March). Robots for inter-generational interactions: implications for nonfamilial community settings. In *2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 478-486). IEEE.
- Kanero, J., Geckin, V., Geckin, V., Oranç, C., Mamus, E., Küntay, A., & Göksun, T. (2018). Social Robots for Early Language Learning: Current Evidence and Future Directions. *Child Development Perspectives*, 12, 146-151. <https://doi.org/10.1111/cdep.12277>
- Khoo, E. T., Cheok, A. D., Nguyen, T. H. D., & Pan, Z. (2008). Age invaders: social and physical inter-generational mixed reality family entertainment. *Virtual Reality*, 12(1), 3-16. <https://doi.org/10.1007/s10055-008-0083-0>
- Kim, C. Y., Lee, C. P., & Mutlu, B. (2024). Understanding Large-Language Model (LLM)-powered Human-Robot Interaction. *Proceedings of the 2024 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '24)*, 371-380. <https://doi.org/10.1145/3610977.3634966>
- Konijn, E., Jansen, B., Bustos, V., Hobbelink, V., & Vanegas, D. (2021). Social Robots for (Second) Language Learning in (Migrant) Primary School Children. *International Journal of Social Robotics*, 14, 827 - 843. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00824-3>
- Ramis, S., Rubio, J., & López, F. (2020). Using a Social Robot to Evaluate Facial Expressions in the Wild. *Sensors* (Basel, Switzerland), 20. <https://doi.org/10.3390/s20236716>
- Rice, M., Yau, L. J., Ong, J., Wan, M., & Ng, J. (2012). Intergenerational gameplay: evaluating social interaction between younger and older players. In *CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2333-2338).
- Seaborn, K., Lee, N., Narazani, M., & Hiyama, A. (2019, September). Intergenerational shared action games for promoting empathy between Japanese youth and elders. In *2019 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)* (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ACII.2019.8925514>
- Smithsonian Institution. (2018). Smithsonian launches pilot program with Pepper robots. <https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-launches-pilot-program-pepper-robots>. Accedido el 06/11/2024.
- Vetere, F., Nolan, M., & Raman, R. A. (2006). Distributed hide-and-seek. In *Proceedings of the 18th Australia conference on computer-human interaction: design: activities, artefacts and environments* (pp. 325-328). <https://doi.org/10.1145/1228175.1228235>