

# **Usability and Technology Acceptance Evaluation of a Serious Game for Cognitive Rehabilitation in Adults with Low Digital Literacy**

Andrea Cortizo, Silvia Vega and Javier Gimenez

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, Berisso, Buenos Aires,  
Argentina

[lina@frlp.utn.edu.ar](mailto:lina@frlp.utn.edu.ar)

## **Abstract.**

This paper describes an applied research project focused on the design and evaluation of user experience in a serious game aimed at adult populations with low digital literacy, based on the evolution of the GAMA prototype. The study adopts a mixed-methods approach, structured in phases of diagnosis, implementation, and validation, integrating user-centered design and empirical evaluation in real-world contexts. The methodological framework is grounded in the Technology Acceptance Model (TAM) and its extension, the Senior Technology Acceptance Model (STAM), which incorporates variables specific to older adults, such as technological self-efficacy, technology-related anxiety, health status, and facilitating conditions. This approach enables a more accurate understanding of the factors influencing technology adoption in contexts of digital vulnerability. The methodology included interviews, structured observation, heuristic evaluation, usability testing, and a post-interaction questionnaire informed by TAM/STAM dimensions. The preliminary validation of the prototype was conducted with seven older adult users, allowing the identification of usability issues and interaction barriers. Based on these findings, improvements were implemented in a new version of the system, currently under evaluation. Further user testing is planned to analyze the evolution of user experience and levels of technology acceptance.

**Keywords:** user experience, technology acceptance, serious games, cognitive rehabilitation, digital literacy.

# Usability and Technology Acceptance Evaluation of a Serious Game for Cognitive Rehabilitation in Older Adults with Low Digital Familiarity

Andrea Cortizo, Silvia Vega y Javier Gimenez

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, Berisso, Buenos Aires,  
Argentina

lina@frlp.utn.edu.ar

## Resumen.

El presente trabajo describe un proyecto de investigación aplicada orientado al diseño y evaluación de la experiencia de usuario en un juego serio destinado a población adulta con baja familiaridad digital, basado en la evolución del prototipo GAMA. El estudio adopta un enfoque mixto, estructurado en fases de diagnóstico, implementación y validación, integrando diseño centrado en el usuario y evaluación empírica en contextos reales.

El marco metodológico se fundamenta en el Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) y su extensión, el Senior Technology Acceptance Model (STAM), que incorpora variables específicas para personas adultas mayores, tales como autoeficacia tecnológica, ansiedad, estado de salud y condiciones facilitadoras del entorno. Este enfoque permite comprender con mayor precisión los factores que inciden en la adopción tecnológica en contextos de vulnerabilidad digital. La metodología incluyó entrevistas, observación estructurada, evaluación heurística, pruebas de usabilidad y un cuestionario post-interacción basado en dimensiones vinculadas con los modelos TAM y STAM.

La validación preliminar del prototipo se realizó con siete usuarios adultos mayores, lo que permitió detectar problemas de usabilidad y barreras de interacción. A partir de estos resultados, se implementaron mejoras en una nueva versión del sistema, actualmente en etapa de evaluación. Se prevé la realización de nuevas pruebas con usuarios para analizar la evolución de la experiencia de uso y los niveles de aceptación tecnológica.

**Palabras clave:** experiencia de usuario, aceptación tecnológica, juegos serios, rehabilitación cognitiva, alfabetización digital.

## 1 Introducción

En los sistemas de información aplicados a la salud, la usabilidad, la accesibilidad y la aceptación tecnológica resultan determinantes para el diseño y la adopción de soluciones digitales orientadas a la rehabilitación cognitiva.

En personas adultas con baja familiaridad digital, la limitada experiencia tecnológica puede constituir una barrera de acceso y uso; por ello, el diseño centrado en el usuario debe contemplar tanto las demandas de la tarea como las capacidades, experiencias previas y condiciones facilitadoras del contexto. En particular, el diseño de tecnologías destinadas a personas adultas mayores requiere considerar la diversidad de capacidades perceptivas, cognitivas y motoras, así como las diferencias en experiencia tecnológica previa, dado que estos factores pueden condicionar significativamente la interacción con los sistemas digitales (Czaja et al., 2019). La disposición hacia la adopción de

tecnologías relacionadas con la salud no depende únicamente de su disponibilidad, sino también de factores personales, motivacionales y contextuales que pueden facilitar o limitar su utilización efectiva (Heart & Kalderon, 2013). Los juegos serios integran componentes lúdicos con objetivos terapéuticos, educativos o de entrenamiento (Abt, 1970; Alvarez & Djaouti, 2011; Sawyer & Rejeski, 2002). En el ámbito de la salud y la rehabilitación cognitiva, estos recursos han sido aplicados en distintas poblaciones y pueden contribuir a promover la participación, la motivación y el compromiso con determinadas actividades terapéuticas o de promoción de la salud (Marston & Hall, 2016; McCallum & Boletsis, 2013; Primack et al., 2012).

Sin embargo, sus beneficios dependen de que la interacción resulte comprensible, manejable y adecuada a las características cognitivas y tecnológicas de las personas usuarias.

GAMA es un prototipo funcional desarrollado en el marco del proyecto de I+D+i SIECLP0008743 del Laboratorio de Innovación Abierta (LINA), perteneciente a la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN Facultad Regional La Plata. El sistema propone un entorno digital gamificado orientado al abordaje de la atención y la memoria de trabajo, esta última comprendida como un sistema cognitivo fundamental para el mantenimiento y la manipulación temporal de información durante la realización de tareas complejas (Baddeley & Hitch, 1974). En el primer nodo desarrollado, la persona usuaria conduce un vehículo por un escenario urbano inspirado en la ciudad de Buenos Aires hasta una estación de servicio, siguiendo señales de tránsito y atendiendo simultáneamente al control del vehículo, la dirección y las indicaciones del recorrido. Al llegar al destino, debe seleccionar el lubricante de menor precio entre varias opciones, integrando atención, memoria de trabajo y toma de decisiones. El prototipo fue desarrollado con tecnologías gratuitas: MySQL para la base de datos, Java 8 para el backend y Angular 5 para el frontend, complementados con JPA, Spring, Spring Boot, Maven, npm, Node.js y Git.

La propuesta se apoya en el diseño centrado en el usuario, en las heurísticas de usabilidad de Nielsen (1995) y en elementos de gamificación, entendidos como la utilización de componentes propios del diseño de juegos en contextos no lúdicos, con el propósito de favorecer una experiencia más motivadora y promover el compromiso del usuario con la actividad (Deterding et al., 2011). Para analizar la disposición hacia el uso se consideran, además, dimensiones derivadas del Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) y del Senior Technology Acceptance Model (STAM), entre ellas la facilidad de uso percibida, la utilidad, la autoeficacia y la ansiedad tecnológica. El TAM ha sido ampliamente utilizado para estudiar la aceptación de tecnologías, incluso en contextos sanitarios, aunque su aplicación requiere considerar las particularidades de las personas usuarias y del contexto de uso (Davis, 1989; Holden & Karsh, 2010). En el caso de las personas adultas mayores, el STAM amplía este análisis mediante la incorporación de factores específicos asociados al envejecimiento y a la experiencia tecnológica (Chen & Chan, 2014).

En este marco, el objetivo del estudio es evaluar la usabilidad, la experiencia de uso y los indicadores de aceptación tecnológica del prototipo GAMA en personas adultas con baja familiaridad digital, así como identificar barreras de interacción que orienten su rediseño.

## **2 Metodología**

### **2.1 Diseño del estudio**

Se realizó un estudio exploratorio-descriptivo, orientado a analizar la usabilidad, la experiencia de uso y los indicadores de aceptación tecnológica de GAMA en una situación real de uso. El protocolo se organizó en tres momentos secuenciales: pre-interacción, interacción y post-interacción. Esta estructura permitió caracterizar las condiciones iniciales de los participantes, observar su desempeño durante el juego y relevar posteriormente su percepción sobre la experiencia.

### **2.2 Participantes**

Se convocó inicialmente a nueve personas adultas. Dos desistieron antes de utilizar GAMA, por lo que la muestra efectiva quedó conformada por siete participantes de entre 63 y 81 años. El grupo presentó trayectorias educativas heterogéneas y, en general, una baja familiaridad con tecnologías digitales. El teléfono celular constituyó el dispositivo de uso predominante, mientras que sólo algunos participantes manifestaron utilizar computadora de escritorio o notebook.

En este estudio, la baja familiaridad digital se definió operacionalmente en función de dos indicadores: la diversidad de dispositivos tecnológicos utilizados habitualmente y la experiencia previa con computadoras y juegos digitales.

La caracterización inicial de los participantes incluyó la edad, el nivel educativo, los dispositivos tecnológicos de uso habitual y la autoevaluación de la ansiedad y el entusiasmo previos a la experiencia.

La participación fue voluntaria y se resguardaron el consentimiento informado, el anonimato y la confidencialidad de los datos, de acuerdo con la Ley N.º 25.326 de Protección de los Datos Personales (Argentina, 2000).

### **2.3 Instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos combinó cinco instrumentos complementarios:

2.3.1. Entrevista inicial y cuestionario sociodemográfico. Relevaron información personal, nivel educativo, experiencia tecnológica y dispositivos de uso habitual. También se incorporó una autoevaluación emocional previa mediante escalas tipo Likert para registrar ansiedad y entusiasmo.

2.3.2. Guía de observación estructurada. Se aplicó durante la interacción y contempló interés, motivación, frustración, persistencia ante errores, atención, adaptación a las consignas y respuesta a los estímulos del sistema. También se registraron indicadores de comunicación verbal y no verbal, como expresiones faciales, postura, tono de voz y movimientos corporales.

2.3.3. Evaluación de usabilidad y accesibilidad. Se orientó a identificar barreras relacionadas con la manipulación de dispositivos externos, la comprensión de elementos visuales, la navegación, el control del sistema y los tiempos de ejecución.

2.3.4. Evaluación heurística de usabilidad. Se realizó una inspección sistemática de la interfaz tomando como referencia las diez heurísticas de usabilidad propuestas por Nielsen (1995). El análisis se orientó a identificar problemas relacionados con la visibilidad del estado del sistema, la correspondencia entre el sistema y el mundo real, el control y la libertad de la persona usuaria, la consistencia, la prevención de errores y la disponibilidad de ayuda.

2.3.5. Cuestionario post-interacción. Incluyó escalas tipo Likert y preguntas abiertas para relevar comodidad, facilidad de uso percibida, atractivo del juego, dispositivo preferido, intención de recomendación y sugerencias de mejora.

## 2.4 Procedimiento

En la fase de preinteracción se obtuvo el consentimiento informado, se realizó la entrevista inicial y se registró la autoevaluación emocional de los participantes. Durante la fase de interacción, cada participante utilizó GAMA mediante dos dispositivos externos de entrada: un teclado y un volante. La observación se centró en el desempeño durante la tarea, la necesidad de asistencia y las respuestas emocionales manifestadas durante la interacción. En la fase post-interacción se administró el cuestionario de experiencia de usuario y se recogieron comentarios cualitativos. Todas las etapas fueron supervisadas por el equipo de investigación con el fin de garantizar la consistencia en la aplicación del protocolo.

## 3 Resultados

### 3.1 Caracterización pre-interacción

La Tabla 1 resume la situación inicial de los siete participantes que completaron la experiencia. La muestra efectiva presentó edades entre 63 y 81 años y niveles educativos diversos. Cinco de las siete personas informaron utilizar únicamente teléfono celular o no consignaron otros dispositivos; sólo dos refirieron además uso de computadora personal o notebook. En la autoevaluación emocional previa se observó variabilidad: tres participantes consignaron muy poca ansiedad, uno muchísima ansiedad y tres no aportaron ese dato; respecto del entusiasmo, las respuestas oscilaron entre ausencia de entusiasmo y muchísimo entusiasmo. Estos resultados muestran un punto de partida heterogéneo, relevante para interpretar las diferencias posteriores de desempeño.

**Tabla 1.** Situación inicial de los participantes que completaron la experiencia con GAMA.

| Usuario<br>(edad) | Nivel educativo                       | Dispositivos<br>tecnológicos | Ansiedad<br>inicial | Entusiasmo<br>inicial |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 (80)            | Secundario incompleto                 | Celular                      | No<br>consignada    | Ninguno               |
| 2 (74)            | Primario incompleto                   | Celular                      | Muy poca            | Muy poco              |
| 3 (81)            | Primario incompleto                   | No<br>consignados            | No<br>consignada    | Ninguno               |
| 4 (69)            | Terciario/universitario<br>completo   | Celular y PC                 | Muchísima           | Muy poco              |
| 5 (63)            | Primario incompleto                   | Celular                      | No<br>consignada    | Ninguno               |
| 8 (79)            | Terciario/universitario<br>incompleto | Celular y<br>notebook        | Muy poca            | Muchísimo             |
| 9 (68)            | Terciario/universitario<br>incompleto | Celular                      | Muy poca            | Ninguno               |

Fuente: elaboración propia a partir del registro de la entrevista inicial.

### 3.2 Fase de interacción

Los resultados mostraron que un participante (1/7; 14,3 %) completó el nodo con teclado y volante con mínima asistencia; tres (3/7; 42,9 %) lo completaron únicamente con volante y apoyo del investigador; y tres (3/7; 42,9 %) no lograron finalizar el recorrido. En consecuencia, el desempeño no puede atribuirse exclusivamente al dispositivo utilizado: también estuvo condicionado por la familiaridad tecnológica, la coordinación visomotora, la atención y la necesidad de guía durante la actividad.

Según lo registrado en la Tabla 2, la comparación entre dispositivos mostró una adaptación funcional más favorable al volante. Con el teclado se observaron inseguridad, errores frecuentes, desorientación espacial y necesidad sostenida de confirmación. Con el volante, varios participantes alcanzaron mayor fluidez y redujeron los choques, aunque persistieron dificultades para regular la velocidad, coordinar dirección y aceleración e interpretar las señales del entorno. La única participante con experiencia habitual en uso de juegos online fue también la única que completó el nodo con ambos dispositivos y escasa asistencia, dato que sugiere la relevancia de las experiencias previas para la transferencia de habilidades a la tarea digital.

Desde la dimensión comportamental, predominaron la motivación, la persistencia y el compromiso, incluso ante errores reiterados. La frustración coexistió con expresiones de entusiasmo, humor y satisfacción al alcanzar avances. Las verbalizaciones, las consultas al investigador y la búsqueda de confirmación funcionaron como apoyos para sostener la tarea. También se registraron fluctuaciones atencionales y distractibilidad, especialmente ante ruido ambiental, lo que refuerza la importancia de controlar las condiciones contextuales de la evaluación.

**Tabla 2.** Observaciones durante la prueba de GAMA.

| <b>Usuario</b> | <b>Desempeño en la interacción y uso de dispositivos</b>                                                                                                                                                                               | <b>Motivación, atención y conducta observable</b>                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01             | No completó el nodo. Con teclado manifestó inseguridad, chocó varias veces y requirió confirmación frecuente. Con volante se mostró más motivado, se adaptó con rapidez, redujo los choques y preguntó por la dirección del recorrido. | Mostró interés, alta atención y persistencia. Verbalizó dudas durante toda la actividad; mantuvo mirada en pantalla, postura inclinada hacia adelante y signos de ansiedad/frustración inicial que cedieron hacia mayor control y satisfacción final.   |
| 02             | No completó el nodo. Con teclado trabajó de modo pausado y concentrado, con asistencia sostenida. Con volante inició a alta velocidad, con control irregular y múltiples choques.                                                      | Se involucró en el juego y continuó pese a los fallos. Presentó atención mayormente focalizada, aunque con desvíos al entorno; expresó cautela, dudas y comentarios espontáneos. Los movimientos fueron entrecortados y requirió guía verbal y gestual. |

|    |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 03 | Completó el nodo sólo con volante y con asistencia. Con teclado chocó varias veces y necesitó guía. Con volante tuvo dificultad para coordinar dirección y velocidad, pero logró elegir el aceite más barato con apoyo.            | Mostró interés, risa y gestos de participación. La atención fue fluctuante y requirió confirmaciones para continuar. Alternó mirada entre pantalla e investigadores, con expresiones faciales de esfuerzo; finalizó sonriente tras completar la tarea.                       |
| 04 | Completó el nodo en ambas modalidades con poca asistencia. Con teclado usó dos teclas simultáneamente, eligió el aceite más barato y resolvió con autonomía. Con volante avanzó con rapidez y completó el recorrido con facilidad. | Se involucró activamente, se adaptó a las instrucciones y sostuvo la concentración. Comunicó dudas puntuales, se automotivó y festejó avances. Presentó tranquilidad, alegría y gestos de logro                                                                              |
| 05 | No completó el nodo. Con teclado no refirió gran dificultad, aunque no finalizó. Con volante chocó en la primera curva y luego varias veces; el investigador intervino para evitar frustración y facilitar la llegada al objetivo. | El interés inicial fue bajo, pero luego se involucró. Ante los fallos manifestó enojo y frustración, con ceño fruncido, movimientos bruscos y cambios en el tono de voz. Requirió regulación, orientación y contención durante la prueba.                                    |
| 08 | Completó el nodo sólo con volante y con asistencia. Con teclado comenzó despacio y con cuidado, pero no logró llegar. Con volante mantuvo cautela, necesitó explicaciones adicionales y completó el recorrido con guía.            | Se involucró y persistió con apoyo. La atención se vio afectada por el ruido ambiental, aunque realizó esfuerzos por focalizarse. Consultó si iba bien, alternó mirada entre pantalla e investigadores y finalizó con sonrisa, señalando que la experiencia fue interesante. |
| 09 | Completó el nodo sólo con volante y con asistencia. Con teclado usó dos dedos, se equivocó, retrocedió e intentó varias veces. Con volante completó al tercer intento y seleccionó el aceite más barato.                           | Mostró entusiasmo, humor y persistencia. Expresó verbalmente dificultad y frustración, pero continuó. Mantuvo concentración, señaló la pantalla, soltó el volante ante fallos y respondió positivamente al aliento del investigador, finalizando con alivio.                 |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Síntesis | Los participantes 06 y 07 desistieron antes de utilizar GAMA. En la muestra efectiva (n = 7), 1/7 completó el nodo con ambos dispositivos y mínima asistencia (14,3 %); 3/7 lo completaron sólo con volante y asistencia (42,9 %); y 3/7 no completaron el nodo (42,9 %). | La observación global evidencia una adaptación funcional más favorable al volante que al teclado para varios participantes. El logro, sin embargo, dependió también de la asistencia, la guía verbal, la regulación emocional y las condiciones del entorno. |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fuente: elaboración propia a partir del registro de observaciones.

### 3.3 Fase post-interacción

Como se muestra en la Tabla 3, seis de los siete participantes (85,7 %) manifestaron haberse sentido cómodos o muy cómodos durante la experiencia, mientras que uno (14,3 %) informó cierta incomodidad. A su vez, seis participantes (85,7 %) identificaron el volante como el dispositivo más fácil y uno (14,3 %) eligió el teclado. Esta preferencia coincide con lo observado durante la interacción, aunque no elimina la necesidad de asistencia registrada en varios casos.

El atractivo del componente lúdico también obtuvo una valoración favorable: cinco participantes (71,4 %) calificaron el juego como muy atractivo, uno (14,3 %) como relativamente atractivo y uno (14,3 %) como muy poco atractivo. La facilidad de uso, en cambio, presentó una distribución equilibrada entre relativamente fácil (3/7; 42,9 %) y algo difícil (3/7; 42,9 %), con un único caso que lo consideró muy fácil (14,3 %). Por lo tanto, la valoración positiva del juego coexistió con dificultades operativas concretas y no debe interpretarse como ausencia de barreras de usabilidad.

La totalidad de los participantes manifestó que recomendaría el juego. Este dato expresa una disposición favorable hacia GAMA, pero, dada la naturaleza exploratoria del estudio y el tamaño de la muestra, no constituye por sí solo una medida concluyente de aceptación tecnológica. En términos del TAM y del STAM, los resultados sugieren que la facilidad de uso percibida, la ansiedad tecnológica, las condiciones facilitadoras y la experiencia previa deben analizarse conjuntamente al interpretar la intención de uso. Esta interpretación resulta consistente con la evidencia que señala que la aceptación tecnológica en personas adultas mayores depende de una combinación de factores individuales, tecnológicos y contextuales (Davis, 1989; Peek et al., 2014; Chen & Chan, 2014).

**Tabla 3.** Síntesis de la experiencia de usuario con GAMA.

| Ítem evaluado         | Resultados principales                                                         | Síntesis de observaciones                                                                                                                                       |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Sensación al jugar | Cómodo: 4/7 (57,1 %); muy cómodo: 2/7 (28,6 %); algo incómodo/a: 1/7 (14,3 %). | Predominó una experiencia positiva. Se registraron entusiasmo y diversión, aunque también fatiga asociada al malestar previo y malestar por choques reiterados. |

|                                       |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Modalidad más fácil                | Volante: 6/7 (85,7 %); teclado: 1/7 (14,3 %).                                                         | El volante fue percibido como más intuitivo. El teclado fue valorado como una modalidad potencialmente útil para el aprendizaje, aunque su utilización mostró una mayor dependencia de la experiencia tecnológica previa. |
| 3. Atractivo del juego                | Muy atractivo: 5/7 (71,4 %); relativamente atractivo: 1/7 (14,3 %); muy poco atractivo: 1/7 (14,3 %). | La valoración general fue favorable; se destacaron los gráficos.                                                                                                                                                          |
| 4. Facilidad de uso                   | Relativamente fácil: 3/7 (42,9 %); algo difícil: 3/7 (42,9 %); muy fácil: 1/7 (14,3 %).               | La facilidad estuvo condicionada por la atención, el aprendizaje previo y la familiaridad con teclado, pedales y manejo.                                                                                                  |
| 5. Recomendación                      | Lo recomendaría: 7/7 (100 %).                                                                         | La totalidad de las personas participantes manifestó que recomendaría el juego.                                                                                                                                           |
| 6. Cambios para hacerlo más divertido | Respuestas cualitativas.                                                                              | Se propusieron más obstáculos y práctica previa de movimientos. Algunas personas no sugirieron cambios; también se valoraron las curvas de la ruta, la velocidad y los gráficos.                                          |
| 7. Cambios para facilitar el juego    | Respuestas cualitativas.                                                                              | Se sugirió reducir curvas muy cerradas, incorporar más instrucciones y reforzar las indicaciones direccionales con texto explícito (“derecha”/“izquierda”), además de ofrecer práctica previa.                            |

Fuente: elaboración propia a partir de las respuestas del cuestionario de experiencia de usuario

### 3.4 Evaluación heurística de usabilidad

El análisis basado en las heurísticas de Nielsen (1995) identificó problemas relacionados con la correspondencia entre el sistema y el mundo real, el control y la libertad del usuario, la consistencia de los elementos de interacción y la disponibilidad de ayuda. Estas barreras son relevantes en personas con baja familiaridad digital porque pueden incrementar el esfuerzo requerido para comprender la tarea y reducir la autonomía durante la navegación.

Durante el recorrido, la señal visual que indica la dirección (flecha) no resulta suficientemente clara. La ambigüedad de este recurso obliga a dedicar atención adicional a interpretar el destino inmediato y puede interferir con otras demandas

simultáneas de la tarea, como controlar el vehículo y mantener la trayectoria. La Figura 1 ejemplifica este problema de orientación.



**Fig. 1.** Ambigüedad del sistema de orientación durante la navegación.

En la pantalla principal, el desplazamiento automático del carrusel sin una opción visible para detenerlo o controlarlo limita la autonomía y puede generar desorientación. A ello se suma que la ubicación de algunos botones y la ausencia de etiquetas descriptivas en determinados iconos reducen la consistencia de la interfaz y dificultan anticipar las acciones disponibles. Estos problemas adquieren mayor relevancia cuando la persona usuaria necesita más tiempo para procesar la información o posee escasa experiencia tecnológica.

También se identificó una carencia de instrucciones y recursos de ayuda para configurar los dispositivos externos. La pantalla de configuración presenta las opciones correspondientes al teclado, el gamepad y el volante, así como las acciones de aceleración, frenado y giro pero no incorpora una guía progresiva que explique cómo realizar el mapeo de los controles ni cómo verificar que la configuración se haya completado correctamente (Fig. 2). Esta ausencia constituye una barrera para el acceso inicial al sistema y pone de manifiesto la necesidad de incorporar tutoriales, instancias de práctica guiada y mecanismos de retroalimentación inmediata.



**Fig. 2.** Pantalla de configuración de dispositivos con recursos de ayuda insuficientes.

## 4 Conclusiones

Los resultados permiten concluir que la experiencia de uso de GAMA estuvo condicionada por una combinación de factores tecnológicos, cognitivos y contextuales. En la muestra de siete participantes, sólo uno completó el nodo utilizando ambos dispositivos con mínima asistencia; tres lo completaron únicamente con el volante y apoyo del equipo de investigación, mientras que los tres restantes no lograron finalizar el recorrido. Esta distribución pone de manifiesto que la usabilidad de GAMA no depende exclusivamente de las características de la interfaz o del dispositivo de entrada, sino de la interacción entre la experiencia tecnológica previa, las demandas cognitivas y visomotoras, la necesidad de asistencia y el contexto de uso.

Estos hallazgos indican que la interacción inicial presenta barreras relevantes y que la valoración del sistema no puede desvincularse de la alfabetización digital de los participantes, así como de las demandas cognitivas, la coordinación visomotora y las condiciones ambientales. En este sentido, la adopción tecnológica en personas adultas mayores debe comprenderse como un proceso multidimensional, condicionado por la interacción entre factores personales, tecnológicos y contextuales (Lee & Coughlin, 2015).

El volante mostró una adaptación más favorable que el teclado: seis de los siete participantes lo identificaron como el dispositivo más fácil de utilizar y tres lograron completar la tarea exclusivamente mediante su uso. Sin embargo, esta preferencia no se tradujo en una autonomía plena, ya que varios participantes requirieron guía verbal, asistencia o contención emocional. En consecuencia, el principal hallazgo no radica en que el volante elimine las dificultades de interacción, sino en que constituye una alternativa potencialmente más accesible para parte de esta población cuando se acompaña de instrucciones claras, práctica previa y configuración asistida.

La valoración subjetiva fue favorable a pesar de las dificultades observadas durante la ejecución de las tareas: seis de los siete participantes manifestaron haberse sentido cómodos o muy cómodos, cinco calificaron el juego como muy atractivo y todos indicaron que lo recomendarían. Estos datos respaldan el valor motivacional del componente lúdico y reflejan una disposición positiva hacia la experiencia. No obstante, la percepción sobre la facilidad de uso mostró resultados heterogéneos, por lo que la aceptación tecnológica no debería inferirse únicamente a partir de la recomendación del sistema o del atractivo percibido. Desde los modelos TAM y STAM, estos resultados deben interpretarse considerando conjuntamente la facilidad de uso percibida, la ansiedad tecnológica, la experiencia previa y las condiciones facilitadoras (Davis, 1989; Chen & Chan, 2014).

La evaluación heurística fue consistente con los problemas identificados durante las pruebas con los usuarios. Se observaron señales direccionales ambiguas, escaso control sobre elementos automáticos de la interfaz, inconsistencias en iconos y botones, y ausencia de ayudas para la configuración de los dispositivos externos. En consecuencia, las prioridades de rediseño deberían orientarse a reforzar las indicaciones mediante texto explícito, incorporar tutoriales y práctica guiada antes del recorrido, simplificar las curvas y maniobras iniciales, ofrecer ayudas contextuales y permitir un mayor control de los elementos dinámicos de la interfaz. Estas recomendaciones coinciden con los desafíos actuales del diseño tecnológico dirigido a personas adultas mayores,

que exige integrar criterios de usabilidad, accesibilidad, diversidad funcional, experiencia tecnológica previa y condiciones reales de adopción (Zhou et al., 2025).

Dado que se trata de un estudio exploratorio con una muestra pequeña y no probabilística, los resultados no son generalizables y deben interpretarse como evidencia preliminar para orientar futuras iteraciones de diseño. En investigaciones futuras sería conveniente ampliar la muestra, controlar con mayor precisión la experiencia tecnológica de los participantes, registrar de manera sistemática el nivel de asistencia requerido y aplicar instrumentos estandarizados para evaluar la usabilidad y la aceptación tecnológica. Ello permitirá determinar si las modificaciones propuestas reducen efectivamente las barreras de interacción y favorecen un uso progresivamente más autónomo

## 5 Referencias

- Abt, C. C. (1970). *Serious games*. Viking Press. New York City, New York, USA.
- Alvarez, J., & Djaouti, D. (2011). *An introduction to serious game: Definitions and concepts*. Proceedings of the Serious Games & Simulation for Risks Management Workshop.
- Argentina. (2000). *Ley N° 25.326 de Protección de los Datos Personales*. Boletín Oficial de la República Argentina.  
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25326-64790>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). Academic Press.
- Chen, K., & Chan, A. H. S. (2014). Gerontechnology acceptance by elderly Hong Kong Chinese: A senior technology acceptance model (STAM). *Ergonomics*, 57(5), 635–652.
- Czaja, S. J., Boot, W. R., Charness, N., & Rogers, W. A. (2019). *Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches*. CRC Press.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).
- Heart, T., & Kalderon, E. (2013). Older adults: are they ready to adopt health-related ICT? *International Journal of Medical Informatics*, 82(11), e209-e231.
- Holden, R. J., & Karsh, B. T. (2010). The technology acceptance model: its past and its future in health care. *Journal of biomedical informatics*, 43(1), 159-172.
- Lee, C., & Coughlin, J. F. (2015). PERSPECTIVE: older adults' adoption of technology: an integrated approach to identifying determinants and barriers. *Journal of Product Innovation Management*, 32(5), 747-759.
- Marston, H. R., & Hall, A. K. (2016). Gamification: applications for health promotion and health information technology engagement. In *Handbook of research on holistic perspectives in gamification for clinical practice* (pp. 78-104). IGI Global Scientific Publishing.

McCallum, S., & Boletsis, C. (2013). Dementia games: A literature review of dementia-related serious games. In *International conference on serious games development and applications* (pp. 15-27). Springer, Berlin, Heidelberg.

Nielsen, J. (1995). *10 usability heuristics for user interface design*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Peek, S. T., Wouters, E. J., Van Hoof, J., Luijkx, K. G., Boeije, H. R., & Vrijhoef, H. J. (2014). Factors influencing acceptance of technology for aging in place: a systematic review. *International journal of medical informatics*, 83(4), 235-248.

Primack, B. A., Carroll, M. V., McNamara, M., Klem, M. L., King, B., Rich, M., ... & Nayak, S. (2012). Role of video games in improving health-related outcomes: a systematic review. *American journal of preventive medicine*, 42(6), 630-638.

Sawyer, B., & Rejeski, D. (2002). *Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation*. Woodrow Wilson International Center for Scholars.

Zhou, J., Salvendy, G., Boot, W. R., Charness, N., Czaja, S., Gao, Q., ... & Ziefle, M. (2025). Grand challenges of smart technology for older adults. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(7), 4439-4481.

#### **Declaración de uso de IAG:**

Durante la preparación de este trabajo, los autores) utilizaron ChatGPT con el fin de mejorar la legibilidad del manuscrito. Tras utilizar esta herramienta, los autores revisaron y editaron el contenido según fuera necesario y asumen plena responsabilidad por el contenido de la publicación.