



# Comunicar

Revista Científica de Comunicación y Educación  
Media Education Research Journal

E-ISSN: 1988-3293 | ISSN: 1134-3478

PREPRINT

Recibido: 30-10-2014  
Revisado: 02-12-2014  
Aceptado: 15-01-2015



Código RECYT: 31639  
Preprint: 15-04-2015  
Publicación: 01-07-2015

DOI: 10.3916/C45-2015-07

## **Tecnología asistencial móvil, con realidad aumentada, para las personas mayores** **A Mobile Augmented Reality Assistive Technology for the Elderly**

**Dr. Rafael Saracchini**

Gerente Técnico de Proyectos-del Departamento de Simulación y Control del Instituto Tecnológico de Castilla y León en Burgos (España) (rafael.saracchini@itcl.es).  
(<https://orcid.org/0000-0003-2680-8561>)

**Carlos Catalina**

Jefe del Departamento de Simulación y Control del Instituto Tecnológico de Castilla y León en Burgos (España) (carlos.catalina@itcl.es).  
(<https://orcid.org/0000-0003-1788-0596>)

**Luca Bordoni**

Investigador de Cooss Marche en Ancona (Italia) (l.bordoni@cooss.marche.it).  
(<https://orcid.org/0000-0003-4821-4457>)

---

### **Resumen**

Las posibilidades que ofrecen las tecnologías son muchas, sin embargo, las personas mayores son a menudo incapaces de disfrutar de ellas plenamente, sintiéndose desanimadas o intimidadas por estos nuevos dispositivos. Esto les lleva a un progresivo aislamiento en una sociedad donde es esencial conocer las distintas formas de comunicación a través de Internet y las TIC. En este trabajo presentamos un estudio realizado durante el proyecto Nacodeal, cuyo objetivo es ofrecer una solución tecnológica para proporcionar autonomía y una mejor calidad de vida para las personas mayores durante sus actividades diarias mediante la integración de las TIC. Para lograr este objetivo se ha desarrollado tecnología puntera en realidad aumentada (RA), así como servicios de Internet e interfaces para dispositivos móviles especialmente diseñados para personas mayores. Estas tecnologías emplean la infraestructura presente en la mayoría de casas y centros de cuidados de mayores. Presentamos un prototipo de sistema compuesto por una tableta y un dispositivo de RA portátil, así como el análisis del impacto social en la interacción con usuarios y la valoración de la aceptación y usabilidad. Esta evaluación se llevó a cabo a través de grupos focales y pruebas piloto individuales con 48 participantes: ancianos, cuidadores y expertos. Sus comentarios concluyen que existen fuertes beneficios e intereses por parte de las personas mayores en las TIC asistenciales basadas en RA, especialmente en los aspectos relacionados con la comunicación y autonomía.

### **Abstract**

Modern technology offers many facilities, but elderly people are often unable to enjoy them fully because they feel discouraged or intimidated by modern devices, and thus become progressively isolated in a society where Internet communication and ICT knowledge are essential. In this paper we present a study performed during the Nacodeal Project, which aims to offer a technological solution that may improve elderly people's every day autonomy and life quality through the integration of ICTs. In order to achieve this goal, state-of-art



Augmented Reality technology was developed along with carefully designed Internet services and interfaces for mobile devices. Such technology only requires the infrastructure which already exists in most residences and health-care centres. We present the design of a prototypical system consisting of a tablet and a wearable AR system, and the evaluation of its impact on the social interaction of its users as well its acceptance and usability. This evaluation was performed, through focus groups and individual pilot tests, on 48 participants that included elderly people, caregivers and experts. Their feedback leads us to the conclusion that there are significant benefits to be gained and much interest among the elderly in assistive AR-based ICTs, particularly in relation to the communication and autonomy that they may provide.

## Palabras clave / Keywords

Vida asistida, realidad aumentada, TIC, alfabetización mediática, estimulación cognitiva, personas mayores, aprendizaje.

Assisted living, augmented reality, ICT, media literacy, cognitive stimulation, elderly people, learning.

## 1. Introducción

Hoy en día, todo el mundo está de acuerdo en que vivimos en una sociedad que está en constante evolución y que, de forma incremental, se ha vuelto dependiente del uso de las nuevas tecnologías para alimentar dicho cambio. Este constante cambio afecta a los miembros de la sociedad, dado que implica un coste de adaptación a todos estos nuevos hábitos y prácticas (tiempo, esfuerzo, etc.). De muchas formas, tanto el ritmo de crecimiento, como la amplitud de este cambio, han dado lugar a un aumento en la brecha entre los miembros de la sociedad con dificultades para adaptarse. Los ciudadanos de 65 años o más, las personas mayores, sufren debido a las limitaciones añadidas dadas por el proceso del envejecimiento. La visión estereotipada relacionando la edad con la resistencia al cambio y a la incapacidad para aprender nuevas estrategias va en detrimento de su integración y calidad de vida en una creciente sociedad digital. Esto plantea un serio problema social, que se intensifica por la tendencia del marketing a una audiencia joven (Cutler, 2007) o que se enfoca en usuarios con experiencia técnica (Prensky, 2001), y se agrava más por el incremento del aislamiento social que viene dado por la edad.

De acuerdo con el informe de 2014 de Eurostat (European Commission, 2014) el número de personas mayores en la Unión Europea ya constituye el 18,2% de la población actual, y se espera que se incremente al 31,3% en 20 años. Particularmente, Italia es el país europeo más afectado por este asunto: aproximadamente 250.000 italianos están afectados por la enfermedad del Alzheimer y una cantidad comparable con demencia (Chiatti, 2013), lo que remarca la necesidad de asistencia continuada por los cuidadores y por dispositivos TIC con este tipo de pacientes.

En contra de algunas creencias comunes, las personas mayores son conscientes de la importancia y de los beneficios de las TIC, independientemente de su género, o de su nivel de estudios, como lo demuestran los estudios de Agudo, Fombona y Pascual (2013: 131-142). Se observó que las TIC se utilizan principalmente con el fin de socializar y como entretenimiento tales como contactar con amigos y miembros de la familia, o para crear contenidos multimedia (Agudo, Pascual & Fombona, 2012). Particularmente, las personas mayores tienen una buena aceptación hacia las aplicaciones multimedia, tales como videoconferencias y vídeos on-line para complementar sus actividades diarias.

Una forma novedosa de proporcionar contenidos multimedia e interactivos de tecnología asistencial es la realidad aumentada (RA). Esta aproximación consiste en la superposición de animaciones o imágenes de una forma realista, sobre una imagen capturada por una cámara digital. Esta tecnología ha sido reconocida por investigadores educativos como una herramienta interactiva muy potente (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013) para tareas como la visualización de estructuras complejas (Arvanitis, Petrou & al., 2009), juegos educativos (Rosenbaum, Klopfer & Perry, 2007), y aprendizaje basado en el diseño (Bower, Howe, McCredie, Robinson & Grover, 2014), produciendo un incremento en la motivación de los estudiantes. Normalmente, este contenido se proporciona a través de ordenadores, tabletas o teléfonos móviles, y esta funcionalidad fue



incorporada en algunos sistemas de asistencia (Avilés, Villanueva, García-Macías & Palafox, 2009). Todavía, la aceptación de estas tecnologías, tal y como indican Hernández-Encuentra, Pousada y Gómez-Zuñiga (2009: 226-245), no es un simple asunto de usabilidad o diseño: estas no deben ser solo herramientas para reemplazar lo que se ha perdido, más bien deben ser herramientas para el desarrollo personal.

Una importante observación de su trabajo es: «Se llega a la conclusión de que la adaptación de las TIC a las personas mayores puede ser necesaria, pero eso no significa que sea una condición suficiente que asegure que ellos vayan a utilizar la tecnología. El dispositivo tiene que ser personalizable, modular y escalable, especialmente para la población de personas mayores en la cual la variación entre los individuos se incrementa».

Por consiguiente, esta flexibilidad hacia las necesidades individuales en las personas mayores es una parte esencial del diseño de las nuevas tecnologías.

Los ordenadores y tabletas requieren de la constante interacción y manipulación, lo cual puede ser inadecuado en lo que se refiere a proporcionar contenido a personas mayores (Kurz, Fedosov & al., 2014; Almeida, Orduña, & al., 2013). El proyecto SixtySense (Mistry & Maes, 2009) muestra que las pistas visuales realistas pueden ser añadidas en el entorno del usuario utilizando RA y un conjunto de cámara y picopoyector portátil, siendo prometedora esta aproximación para interactuar con el usuario. Los avances en RA y en los métodos de mapeado y localización simultánea (SLAM) (Henry, Krainin & al., 2012; Engel, Schöps & Cremers, 2014) eliminan la necesidad de introducir marcadores de RA y de adaptar el entorno para su uso.

La razón de ser del proyecto «Nacodeal» (Natural Communication Device for Assisted Living) es la de desarrollar un nuevo tipo de sistema asistencial para personas mayores, que pretende incrementar la integración social a través de las TIC. Se proporciona un servicio de guiado y comunicación usando dos dispositivos. El primero es una tableta que incorpora un software especialmente desarrollado para las necesidades y requisitos de los usuarios finales, personalizable y accesible para diferentes categorías de usuarios. La segunda es un nuevo tipo de tecnología de realidad aumentada (Saracchini & Ortega, 2014): un dispositivo portátil con picoprojector y cámara incorporada que localiza la posición y orientación del usuario utilizando un mapa 3D del entorno, proyectando información de forma realista (figura 1).



Figura 1. RA convencional (izquierda), la información se visualiza a través de una pantalla. Realidad aumentada en el sitio (derecha), la información se proyecta y observa en el entorno.

Usando esta tecnología, es posible crear guías amigables, de modo que sus usuarios sean capaces de realizar sus actividades diarias y acceder a servicios en línea que son relevantes para ellos. Para satisfacer estas condiciones se han establecido los siguientes requisitos:

- El sistema tiene que determinar en tiempo real la localización del usuario y la orientación del dispositivo de RA, mostrando contenido de forma autónoma.
- Debe ser viable para centros de cuidado y residencias sin necesitar de complejas infraestructuras ni costosos equipos.
- El usuario interactuará con el sistema a través de un interfaz móvil (tableta), adaptada para su nivel cognitivo.



- Debe ser una herramienta puente entre las TIC, el usuario final y sus familiares y cuidadores sin cambiar su rutina ni reducir su movilidad.
- Debe introducir los menos cambios posibles en el entorno, no requiriendo elementos como marcadores de RA. Estos requisitos no pueden obtenerse mediante triangulación con wifi o RFID, puesto que estos no proporcionan una posición y orientación precisa a un dispositivo portátil, además la infraestructura requerida en este caso es compleja y costosa para la mayoría de la gente.
- La aproximación de Visual SLAM/RA puede cubrir estos requisitos utilizando componentes como cámaras web y ordenadores.

Para poder evaluar la eficacia del sistema propuesto, se ha realizado un estudio con personas mayores voluntarias, cuidadores y especialistas de centros de cuidado de Italia, con el objetivo de determinar los beneficios en las interacciones sociales, así como las características deseables en cuanto a contenido, funcionalidad y usabilidad. La siguiente sección ofrecerá una visión general del sistema de asistencia y de sus detalles en el proceso de validación.

## 2. Diseño y metodología de validación

### 2.1. El sistema de asistencia

El sistema de asistencia se diseñó de forma que utilice los recursos disponibles en la mayoría de hogares y espacios públicos: un punto de acceso a internet inalámbrico. Sus componentes se separan en dos grupos principales: la infraestructura remota, que es un servicio basado en web que gestiona el contenido que muestra el sistema, y la infraestructura local, que es el equipamiento instalado en el centro de salud o en el hogar, junto con los dispositivos de interfaz que interactúan con el usuario final (figura 2).

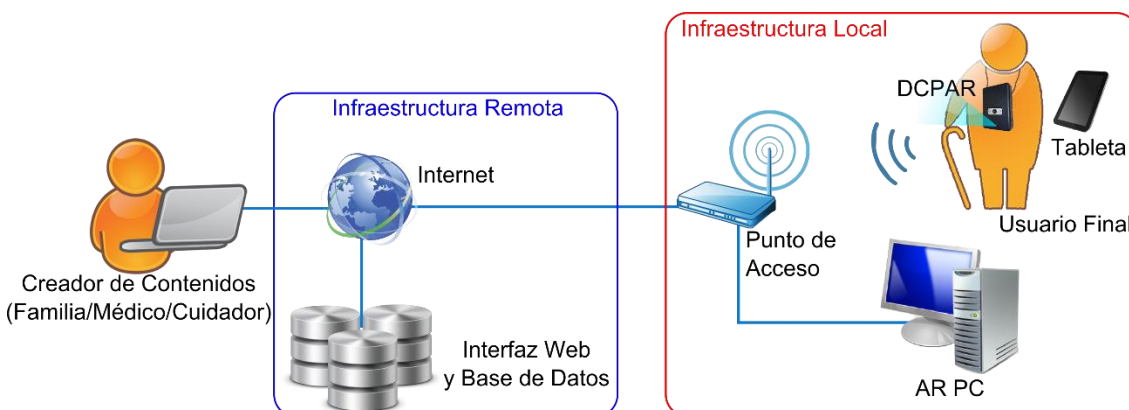


Figura 2. Diseño del Sistema de Asistencia experimental.

El diseño del sistema tiene en consideración a dos actores principales: el creador de contenidos y el usuario final. El creador de contenidos es responsable de la creación y programación del contenido multimedia que debe ser mostrado por el sistema de asistencia. Esta persona (o grupo de personas) puede ser un cuidador, médico, familiar o especialista en comportamiento, e interactúa con el sistema mediante una interfaz web accesible a través de un ordenador o teléfono inteligente. El usuario final es la persona mayor, a la que se le proporciona el contenido a través de la tableta y del dispositivo portátil de RA, denominado DCPAR (dispositivo con picoprojector para realidad aumentada) (figura 3).



Figura 3. Dispositivos interfaz: la tableta (izquierda) y el prototipo DCPAR (derecha).

Un concepto clave de este diseño es que ninguno de los dos actores necesita más conocimientos que los que requiere el uso de otros aparatos comúnmente presentes en el hogar. El creador de contenido debe saber cómo navegar en una página web normal, cómo crear o editar fotografías digitales, presentaciones y películas, o al menos, cómo reproducir contenido ya existente. El usuario final sólo necesita tener conocimientos básicos sobre cómo utilizar las características de una tableta y no se le exigen conocimientos técnicos para ser capaz de recibir contenido mediante RA. Además, debido a las capacidades inalámbricas de los dispositivos, el usuario no debe permanecer en un lugar fijo como requeriría un ordenador de sobremesa. Esto le permite llevar a cabo su rutina diaria con una mínima interferencia.

- Interfaz web y base de datos. El objetivo principal de la interfaz web es facilitar a los creadores de contenidos autorizados la inclusión de contenido multimedia, así como determinar dónde y bajo qué condiciones debería mostrarse contenido de RA. Esta información se guardará en una base de datos remota, a la que accederán los componentes de la infraestructura local. Algunos posibles servicios que se pueden ofrecer son: agenda personal y calendario; mensajería, llamadas de voz sobre IP y conversaciones en línea; prensa y revistas; ejercicios de memoria e información sobre terapias; vídeos educativos relacionados con temas de interés (cocina, manualidades, etc.); mapas, con advertencias de posibles peligros; contenido generado por familiares: vídeos, fotografías o música.

Los creadores de contenidos pueden personalizar los servicios según las necesidades y hábitos del usuario. Además, cada área, con los servicios relacionados que ofrece, ha sido diseñada en base a los requisitos de usuarios recogidos de un análisis específico de los contenidos (De-Beni, 2009; De-Beni & Carretti, 2010).

- PC de RA. El PC de realidad aumentada es un servidor dedicado, conectado a un punto de conexión inalámbrica. Actúa como el centro de procesamiento del sistema, y no está limitado por el peso, el consumo energético o la ergonomía que afecta a los dispositivos portátiles. El PC de RA distribuye de forma automática contenido de vídeo y audio que se transmite en tiempo real a la tableta y al DCPAR, monitorizando la base de datos a intervalos de tiempo determinados para recoger los cambios en la planificación programada. También es responsable de la ejecución de los algoritmos de realidad aumentada, reconocimiento del entorno y determinación de la orientación del DCPAR mediante el procesamiento de los datos transmitidos por su cámara. Otros servicios como reconocimiento facial o análisis de comportamiento pueden incluirse como actualizaciones del software, evitando así cambios en el hardware. Este componente está diseñado para que funcione de forma altamente automatizada, y comienza a mostrar contenido tras ser encendido igual que cualquier otro electrodoméstico. En entornos con múltiples usuarios finales, como centros de cuidado, el sistema debe ser gestionado por un operador, como un enfermero o gerontólogo.

- Tableta. Se trata de una tableta comercial en la que se ha instalado software intuitivo con un sistema de asistencia a la orientación, construido siguiendo los criterios de terapia de orientación en la realidad, con el fin de ayudar a personas con problemas cognitivos. La terapia permite la estimulación de los usuarios a lo largo del día mediante un flujo continuo de información relacionada



con sus datos personales, tiempo y espacio. Facilita la construcción de representaciones cognitivas coherentes a los mayores, permitiendo una mejor comprensión del contexto que les rodea y el papel que tienen en él (Essay UK, 2006). La interfaz del software trata de simplificar la navegación del usuario dentro de los servicios y aplicaciones, así como estimular de manera continua su memoria. La tableta contiene cuatro aplicaciones principales: calendario, conversación, juegos y entretenimiento. Cada campo representa un servicio dedicado, que promueve la actividad cerebral de la persona durante su uso y ayuda a recordar citas y tareas pendientes del día a día.

- DCPAR. El prototipo es un dispositivo portátil que contiene una cámara integrada, un picoprojector y un transmisor, contenidos en una carcasa de 10x14x3 cm, con una cinta que se coloca alrededor del cuello. Aunque se trata de un hardware especializado, se utilizaron componentes de bajo coste con el objetivo de hacerlo asequible. Actúa como un dispositivo de entrada y salida de vídeo, transmitiendo el entorno que visualiza la cámara, que procesa el PC de AR, y proyectando la imagen que genera este. Esto permite que se muestren avisos multimedia asociados a un lugar, de forma automática. Por ejemplo, cuando el usuario se acerca a un fogón, proyecta un aviso acerca del riesgo potencial. Se puede programar un contenido más interactivo, por ejemplo una flecha a modo de guía que se ajusta en tiempo real dependiendo de la posición del usuario.

- Instalación. El punto de acceso inalámbrico y el PC de AR utilizan la red disponible en el lugar de instalación, y se colocan en una posición con buena cobertura inalámbrica. Para que los algoritmos de reconocimiento y localización de realidad aumentada funcionen correctamente, se debe preparar previamente un mapa 3D del entorno. Este paso se lleva a cabo utilizando un software especializado (Saracchini & Ortega, 2014) que se ejecuta en un ordenador portátil conectado a un sensor de profundidad, como Microsoft Kinect, que escanea los puntos de interés. El mapa 3D generado se guarda en la base de datos, donde el creador de contenido puede configurar la programación de RA de acuerdo a las necesidades del usuario. El procedimiento de escaneo se realiza en no más de dos horas, dependiendo del tamaño de la zona escaneada. Una vez completado, el sistema de asistencia está preparado para ser utilizado. Cualquier cambio significativo en el entorno, como pintar las paredes, mover o cambiar muebles, puede requerir un nuevo escaneo, ya que el sistema de localización se basa en referencias visuales.

## 2.2. Validación con usuarios

Con el fin de evaluar adecuadamente el diseño propuesto es necesario analizar su utilización con personas mayores, determinando los fallos y las deficiencias con respecto a sus necesidades, y estableciendo los beneficios concretos que aporta a su rutina. Sobre todo, en este contexto, una de las contribuciones clave que debe ser analizada es la reducción del aislamiento social, así como las mejoras en socialización, integración e interacción con personas mayores afectadas por pérdidas temporales de memoria. Teniendo en cuenta estos factores, las pruebas se han llevado a cabo en sesiones de grupo y con individuos piloto, en casas de cuidado de mayores y centros de salud localizados en la provincia de Ancona (Italia).

La fase de validación del sistema con usuarios se ha dividido en dos fases: un grupo focal que incluye personas mayores, cuidadores y expertos (fase 1 de las pruebas de rendimiento) y sesiones con individuos piloto en escenarios reales (fase 2 de las pruebas de rendimiento).

La primera parte de las pruebas –sesiones de grupo– trata de entender el punto de vista de las personas mayores acerca de los dos componentes del Sistema de Asistencia a través de un grupo focal en cada una de las instalaciones, con el objetivo de ayudar a los mayores a acercarse a esta nueva tecnología, y de facilitar su comprensión de los servicios y aplicaciones que incluye. Las sesiones permiten explicar las funciones y características de los dispositivos y recoger una primera opinión. Se invitó a un grupo de expertos para que evaluaran los dispositivos y su interacción con las personas mayores. Como herramienta preventiva no médica, el sistema no está destinado a pacientes que padecen problemas cognitivos serios, es más, la escala Clinical Dementia Rating (CDR) (Herndon, 2006) se utilizó como referencia durante el proceso de selección de los participantes. Las pruebas estaban destinadas a personas de escala CDR 0 a CDR1 (tabla 1).



**Tabla 1. Escala CDR y estado cognitivo asociado**

ESCALA CDR	ESTADO COGNITIVO	DEFINICIÓN
CDR 0	Sin deficiencias cognitivas	Memoria normal, sin pérdida de memoria o con olvidos leves e inconsistentes. La persona está completamente orientada y vive de forma autónoma. Capaz de mantener relaciones sociales, así como intereses intelectuales y aficiones.
CDR 0.5	Deficiencias cognitivas cuestionables	Olvidos leves con retentiva parcial de eventos, pero con buenas capacidades de orientación. Dificultad leve en la resolución de problemas y en relaciones sociales. Autonomía levemente afectada y necesidad de ayuda en las actividades domésticas y en el cuidado personal.
CDR 1	Deficiencias cognitivas leves	Pérdida de memoria moderada, más señalada para los eventos recientes, e interferencias en el desarrollo de las actividades diarias. Dificultad moderada para orientarse en el tiempo y cierta desorientación geográfica. Incapaz de llevar a cabo actividades diarias de forma independiente. Necesita ayuda para vestirse y con su higiene personal.

Junto con los grupos focales, los expertos evaluaron el impacto de los dispositivos en la interacción social, y de qué manera ofrecía autonomía, bienestar y felicidad cada una de las aplicaciones individuales del sistema. También valoraron cuál de las aplicaciones era la preferida por los usuarios finales, y cómo el uso de las redes sociales genera nuevos intereses en personas mayores. Finalmente, se valoraron otros aspectos, como la usabilidad de la tableta y las funcionalidades deseables a incluir en el DCPAR. El primer grupo focal se estableció en Chiaravalle, en la residencia de ancianos «La Ginestra», con un total de 12 participantes entre personas mayores, cuidadores y expertos. Siete voluntarios participaron como pilotos y dos como observadores. El equipo de expertos estaba compuesto por el coordinador del asilo, un experto en Alzheimer y un operador responsable de actividades recreativas.

El segundo grupo estaba en Jesi, en la residencia de ancianos «Victor Emanuele II». Este grupo estaba compuesto por un grupo mayor de participantes, aunque la mayoría de ellos eran simples observadores (cuatro pilotos y ocho observadores). Los dispositivos y su uso fueron evaluados por el coordinador del asilo, un miembro de la Asociación Alzheimer Marche, un operador social de salud, dos operadores responsables de actividades recreativas, y un familiar de una de las personas mayores.

El tercer grupo focal estaba situado en Falconara Marittima en el centro de cuidados «Visintini», dedicado a pacientes que sufren de Alzheimer y demencia senil. Este grupo estaba enfocado a evaluar la interacción de personas mayores con problemas cognitivos más severos, y era significativamente menor que los grupos previos. El grupo recibía el soporte del coordinador del centro de día, un psicólogo especializado en deficiencias cognitivas, y un voluntario del centro.

La segunda sesión de pruebas involucró a 13 pilotos: diez mujeres y tres hombres con una media de edad de 80,3 años. Su perfil físico y cognitivo era variado: seis de ellos en sillas de ruedas debido al dolor físico o a enfermedades; dos con problemas cognitivos leves (CDR 0,5 y 1), y cinco en buen estado de salud física y mental. Todos los participantes vivían en las instalaciones de las pruebas excepto tres de ellos: uno vivía en su propia casa y dos pasaban el día en el centro pero volvían por la noche a la casa de sus familiares (tablas 2 y 3).



**Tabla 2. Fase 1 de las pruebas de rendimiento – Sesiones con grupos focales**

	LA GINESTRA	V. EMANUELLE	VISINTINI	TOTAL
<b>Instalaciones</b>	<b>Centro de cuidados</b>	<b>Centro de cuidados</b>	<b>Centro de salud</b>	
Total de participantes	12	18	5	35
- Personas mayores en la 2ª sesión de pruebas	7	4	2	13
- Observadores	2	8	0	10
- Expertos	3	5	2	10
- Técnicos/Investigadores	0	1	1	2

**Tabla 3. Fase 2 de las pruebas de rendimiento. Individuos piloto y estado CDR**

	LA GINESTRA	V. EMANUELLE	VISINTINI	TOTAL
Usuarios mayores involucrados	7	4	2	13
CDR0	2	2	0	4
CDR0.5	3	2	1	6
CDR1	2	0	1	3

### 3. Resultados

#### 3.1. Reacción de los usuarios finales

De las personas mayores involucradas en los pilotos individuales, el 30,8% se encontraron completamente a gusto durante las pruebas, y el 30,8% suficientemente a gusto, lo que supone un 61,6% de opiniones positivas. El resto de la población (30,4%) se sentía incómoda, aunque ninguno rechazó completamente el dispositivo. Esta reacción se consideró normal para este grupo objetivo dada su falta de familiaridad y cierto grado de resistencia hacia su utilización (gráfico 1).

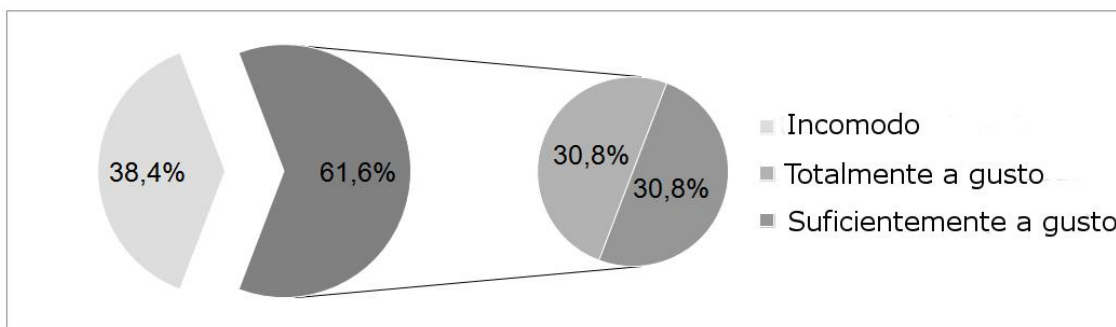


Gráfico 1. Grado de aceptación de los aparatos en los grupos focales.

Las opiniones recogidas después de las pruebas con la tableta fueron mayoritariamente positivas y casi todos los mayores entrevistados experimentaron inicialmente vergüenza e inseguridad, seguido de un sentimiento de curiosidad y entusiasmo. Los mayores consideraron que la tableta es «una buena herramienta para mantenerse en contacto con la familia y los amigos» con un «acceso sencillo» capaz de promover su «bienestar y la idea de no sentirse solo...». Muchos de ellos, tras la resistencia inicial y el miedo a la novedad, aprendieron a manejar la tableta y el DCPAR con soltura. Una vez entendidas sus funcionalidades, mostraron entusiasmo y voluntad de aprender mucho más acerca de las funciones incluidas. Esta participación progresiva dio paso a una colaboración positiva, pero también produjo dos problemas críticos: el problema de la dependencia del dispositivo y el manejo de las reacciones negativas de los mayores y la decepción después de finalizar las pruebas. Los expertos confirmaron que el problema de la «adicción» es normal en





este grupo objetivo, gente normalmente solitaria con pocas posibilidades de interacción social, o que vive una vida monótona con pocos estímulos cognitivos, por lo que aprecian cualquier forma de implicación que ejercite su memoria.

-Tableta. Según los resultados de la encuesta, los mayores escogieron como servicios favoritos la galería de fotos (46,2%), seguido del vídeo y TV (23,1%). Se obtuvo un porcentaje similar (15,4%) para las llamadas y mensajería, así como el reproductor de música. Los participantes mostraron poco interés por otras aplicaciones. En realidad, se centraban sobre todo en el contenido relacionado con familiares y amigos. Concretamente, los participantes con problemas cognitivos consideraban que la agenda es demasiado difícil de utilizar.

- Los participantes querían mejorar el álbum de fotos y las aplicaciones de música, especialmente en lo referente al volumen de la música (problemas de oído) y el tamaño de la imagen (problemas de visión). También manifestaron el deseo de disponer de más contenido multimedia de su época, así como de una interfaz más intuitiva (gráfico 2).

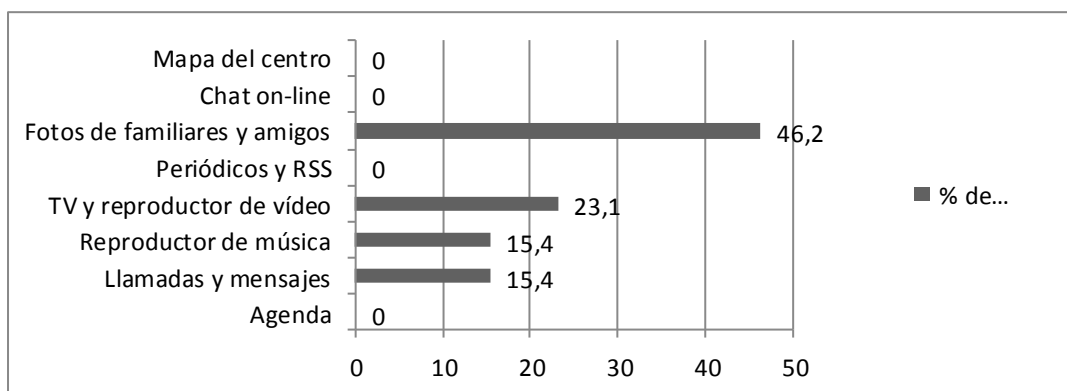


Gráfico 2. Servicios preferidos de entre los proporcionados por la tableta.

- DCPAR. En general, sentían que el DCPAR es voluminoso y pesado, y a veces tenían dificultades para comprender adecuadamente su utilización. Aun así, la mayoría de ellos fueron capaces de utilizar la tableta y las funcionalidades de RA con un alto grado de autonomía. En cuanto a su funcionalidad, los usuarios se mostraron muy satisfechos con la capacidad de proyectar imágenes y películas de parientes, o de temas de interés como deportes o religión. La capacidad de respuesta del aparato se consideró adecuada, adaptando adecuadamente la imagen proyectada a la geometría del entorno. Las funcionalidades que más esperaban del DCPAR son la visualización activa de contenido producido por familiares y su uso como agenda, en contraste con las dificultades encontradas en la tableta (gráfico 3).

Se encontró un problema significativo relativo a la ergonomía del aparato: debido a la postura del usuario y la inclinación del pico-proyector, la calidad de la proyección de la imagen era inferior a la esperada. Además, se consideraba incómodo debido a que se lleva alrededor del cuello, pudiendo aumentar los problemas causados por la artrosis, comúnmente presente en personas de avanzada edad.

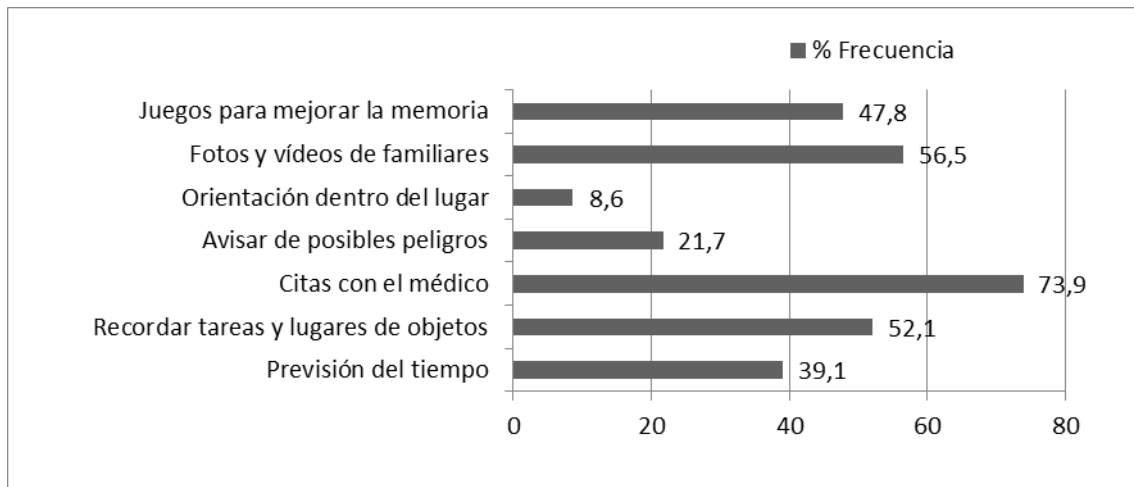


Gráfico 3. Frecuencia de las funcionalidades solicitadas por los usuarios de DCPAR.

### 3.2. Reacción de los cuidadores

Los cuidadores consideran que el sistema de asistencia es una buena herramienta de apoyo, pero aún es demasiado complicada para ser utilizada de forma independiente por una persona mayor, especialmente si esa persona tiene algún problema físico o cognitivo. Esta opinión se vio reforzada por los sujetos de prueba y sus familias, que sugirieron mejoras en ciertos detalles de la interfaz de usuario, como el «tamaño del teclado» y una participación completa de los cuidadores, «quienes deben realizar un papel central durante el acercamiento de los mayores y su entrenamiento con la nueva tecnología». También indicaron la adición de ejercicios que promuevan la asociación entre lugares e imágenes como medio para estimular la percepción espacial dentro de los entornos –instalaciones o en el hogar– e introducir la posibilidad de realizar videollamadas con amigos y familiares.

En opinión de los cuidadores, el uso del sistema propuesto puede cambiar dependiendo del entorno en el que se utiliza. En la casa de la persona mayor es útil para memorizar citas y eventos, como sistema de alerta contra obstáculos, como recordatorio para la adecuada toma de medicamentos, como sistema telefónico con su propia red social, y como medio para estimular la memoria a corto plazo y los intereses del usuario. En un centro de cuidado el sistema es importante para mejorar la relación entre usuarios al usarlo como dispositivo de entretenimiento, para recordar la planificación diaria con la hora y las actividades, y también puede facilitar la identificación de los objetos que se encuentran en el lugar mediante la asociación del nombre proyectado mediante RA.

Los cuidadores observaron cómo los usuarios y las personas mayores cercanas aprecian las imágenes del DCPAR. También se planteó su uso como herramienta para estimular la movilidad de los mayores: los sujetos de pruebas se sentían empujados a investigar las habitaciones del lugar, caminando mucho durante las pruebas piloto. Su dificultad de uso para personas con problemas físicos (por ejemplo, mayores en silla de ruedas) debido al ángulo de visión, y la dificultad de llevarlo durante tiempo prolongado se identificaron como puntos débiles del sistema. Además se sugirió recurrir a la ayuda de los cuidadores o familiares para gestionar las citas y los datos personales del usuario en la base de datos en línea.

Finalmente, los cuidadores identificaron que la mejor forma de fomentar el uso de los aparatos TIC es a través de un acercamiento gradual con ayuda constante de un «entrenador» (por ejemplo, un cuidador o familiar) durante los primeros pasos. Este acercamiento a una nueva tecnología requiere de la participación de personas del círculo próximo al usuario, ya que son mucho más cooperativos con ellos que con extraños. Otra forma de poner a los mayores en contacto con el sistema podría ser a través de acciones recreativas, como un juego educativo.



Los expertos que participaron en la validación del sistema consideran fundamental que los mayores estén involucrados desde las primeras fases, con el objetivo de evitar su tendencia a aislarse. Puede representar una herramienta excelente para los mayores con casos de demencia, ayudando a la terapia no farmacológica, aunque en este caso el usuario necesitará el apoyo de un operador.

## 4. Conclusiones

El análisis de las necesidades de los usuarios y su grado de aceptación de la solución tecnológica propuesta han puesto de manifiesto lo importante que es para las personas mayores mantenerse en contacto con otras personas, con el objetivo de estimular positivamente sus funciones cognitivas y evitar el aislamiento social. El componente relacional se ha tenido en cuenta cuidadosamente durante la fase de validación del prototipo a fin de comprender el valor real de la tecnología probada y su capacidad para influenciar el mercado de forma efectiva.

Los resultados muestran que la mayoría de las personas mayores quieren participar en el proceso digital, pero con atención especial a sus conocimientos previos y experiencia, lo que requiere un profundo respeto hacia sus tiempos de aprendizaje. La mayoría de las dificultades encontradas están relacionadas con el diseño de la interfaz y el nivel de usabilidad con respecto a sus capacidades cognitivas específicas, no con el nivel de interés o de comprensión de las personas mayores hacia el TIC. Esto refuerza la noción de que «estas generaciones de mayores tienen necesidad y anhelo de aprender y ven este momento de su vida, el adecuado para hacerlo acercándose a las TIC» (Agudo & al., 2012).

La realidad aumentada juega un papel importante en el sistema de asistencia, ya que ofrece detección automática del contexto y una introducción realista de información en el entorno. En contraste con la tableta, el sistema es capaz de interactuar con el usuario de manera autónoma, ofreciendo el concepto de «asistente personal», que acompaña al usuario ayudándolo en sus tareas en lugar de desviarle de su rutina normal cuando quiere disfrutar de los beneficios de las TIC. Esta característica mejora potencialmente su movilidad, y la información que se pone al servicio de los mayores que sufren de pérdidas temporales de memoria se convierte en un valor añadido –o mejor, «aumentado»– que se expresa en el canal más accesible para el grupo objetivo: la asociación entre experiencia e imagen. El emparejamiento de imágenes y mensajes auditivos o escritos, de acuerdo a expertos en neuropsicología cognitiva, promueve y estimula la actividad cerebral y ayuda a las personas mayores a mantener en buen estado su memoria, durante tanto tiempo como sea posible (Essay UK, 2006; Mazzucchi, 2008). El análisis realizado en este estudio ha producido información que resulta valiosa de cara al diseño de un aparato de RA para personas mayores. Como se recoge de los usuarios y expertos involucrados, el prototipo era demasiado voluminoso y pesado. El aparato debería utilizar un diseño más ergonómico, y debería presentar dificultades mínimas para proyectar una imagen en el campo de visión, si se espera que se utilice de forma continua e integrada de forma constante en la vida del usuario. Para conseguir esta meta debería realizarse una investigación más a fondo sobre la miniaturización y ergonomía enfocada a dispositivos electrónicos portátiles.

Se necesitan más pruebas con personas mayores que vivan solas. Sus necesidades y puntos de vista podrían diferir considerablemente de las de otros mayores que están en constante contacto con cuidadores, y nuestro sondeo no cubre este aspecto. En este momento estamos realizando estudios con voluntarios en esas condiciones, con el fin de medir el grado de impacto que puede suponer el sistema propuesto.

Se puede concluir que la solución tecnológica propuesta supone un avance hacia la introducción de personas mayores a las TIC, con un impacto potencialmente beneficioso en sus vidas. La tableta y el DCPAR tienen potencial para promover la interacción social y estimular de forma virtual el proceso cognitivo, mejorando su autosuficiencia y calidad de vida. El sistema rechaza convertirse en una simple herramienta para compensar carencias o delegar funciones, un efecto de las TIC que las personas mayores consideran como no deseado (Hernández-Encuentra & al., 2009). En cambio, esta tecnología tiene el potencial de complementar el proceso de crecimiento personal en



esta etapa de la vida, proporcionando acceso a contenido educativo y recreativo y permitiendo que los mayores eviten los efectos del aislamiento social al mantenerlos en contacto con familiares, amigos y la sociedad. En investigaciones futuras se estudiarán mejoras a esta tecnología, con el objetivo de conseguir los siguientes fines:

- Garantizar a personas mayores que viven solas la posibilidad de mantenerse en contacto con sus amigos y familia.
- Promover la autonomía de los mayores a través de contenidos educativos y asistencia.
- Aumentar la sensación de seguridad y serenidad mediante la posibilidad de implementar en el sistema un centro de atención dedicado que pueda proporcionar asistencia rápida.

Con las personas mayores «aumentadas» se ha generado la expectativa de que las tecnologías de RA integradas en dispositivos móviles convertirán su contacto con TIC y herramientas digitales en una experiencia más natural y placentera. El progreso en tecnologías de visualización y dispositivos portátiles, como las Google Glass recientemente desarrolladas y los relojes inteligentes, potencian la idea de que las TIC tienen el potencial de llegar a todos los miembros de la sociedad sin importar su edad o género.

## Agradecimientos

El estudio presentado en este artículo ha sido financiado por el Ambient Assisted Living Joint Programme (AAL), y es parte del proyecto Nacodeal (ref. AAL-2010-3-116).

## Referencias

- Agudo, S., Fombona, J., & Pascual, M.A. (2013). Advantages of Incorporating ICT in Aging. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (Relatec)*, 12, 131-142.
- Agudo, S., Pascual, M.A., & Fombona, J. (2012). Uses of Digital Tools among the Elderly. *Comunicar*, XX(39), 193-201. DOI: <http://dx.doi.org/10.3916/C39-2012-03-10>
- Almeida, A., Orduña, P., & al. (2011). Imhotep: an approach to user and device conscious mobile. *Personal and Ubiquitous Computing*, 15(4), 419-429. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-010-0359-8>
- Arvanitis, T., Petrou, A., & al. (2009). Human Factors and Qualitative pedagogical evaluation of a Mobile Augmented Reality System for Science Education Used by Learners with Physical Disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243-250. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-007-0187-7>
- Avilés, E., Villanueva, I., García-Macías, J., & Palafox, L. (2009). Taking Care of Our Elders Through Augmented Spaces. *Proceedings of Latin American Web Congress 16-21*. DOI: <http://dx.doi.org/10.11109/LA-WEB.2009.30>
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in Education – Cases, Places and Potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>
- Chiatti, C. (2013). The UP-TECH Project, an Intervention to Support Caregivers of Alzheimer's Disease Patients in Italy: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Trials*, 14(1), 155. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1745-6215-14-155>
- Cutler, S.J. (2007). Ageism and Technology. *Generations. Journal of the American Society on Aging*, 29(3), 67-72.
- De-Beni, R. (2009). *Psicologia dell'invecchiamento*. Bologna, Italy: il Mulino.
- De-Beni, R., & Carretti, B. (2010). *Come migliorare la memoria nell'invecchiamento*. Padova, Italy: Psicologia Contemporanea.
- Engel, J., Schöps, T., & Cremers, D. (2014). LSD-SLAM: Large-Scale Direct Monocular SLAM. *European Conference on Computer Vision-ECCV 2014*. (pp. 834-849). Springer International Publishing. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10605-2\\_54](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10605-2_54)
- Essay UK. (2006). *The Benefits of Therapies Activities such as Reality Orientation*. Essay UK web-page. (<http://goo.gl/qTH3kU>) (10-09-2014).
- European Commission. (2014). Eurostat. *Population Structure and Ageing*. Eurostat Web-page (<http://goo.gl/4gyNul>) (10-09-2014).
- Henry, P., Krainin, M., & al. (2012). Rgb-D Mapping: Using Kinect-style Depth Cameras for Denser 3D Modelling of Indoor Environments. *The International Journal of Robotics Research*, 31(5), 647-663. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0278364911434148>



- Hernández-Encuentra, E., Pousada, M., & Gómez-Zuñiga, B. (2009). ICT and Older People: Beyond Usability. *Educational Gerontology*, 35(3), 226-245. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03601270802466934>
- Herndon, R.M. (2006). *Handbook of Neurologic Rating Scales*. New York, MA: Demos Medical Publishing.
- Kurz, D., Fedosov, A., & al. (2014). [Poster] Towards Mobile Augmented Reality for the Elderly. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 275-276. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ISMAR.2014.6948447>
- López-de-Ipiña, D., Klein, B., & Perez-Velasco, J. (2013). Towards Ambient Assisted Cities and Citizens. *Proceedings of 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA)*, 1343-1348. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/WAINA.2013.203>
- Mazzucchi, A. (2008). *La riabilitazione neuropsicologica. Premesse teoriche e applicazioni cliniche*. Masson, Italy: Elsevier.
- Mistry, P., & Maes, P. (2009). SixthSense: A Wearable Gestural Interface. In *ACM SIGGRAPH Asia Sketches* (p. 11). ACM. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/1667146.1667160>
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants part 1. *On the Horizon*, 9 (5), 1-6 (<http://googl/0jT63R>) (07-09-2014).
- Rosenbaum, E., Klopfer, E., & Perry, J. (2007). On Location Learning: Authentic Applied Science with Networked Augmented Realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-006-9036-0>
- Saracchini, R., & Ortega, C.C. (2014). An Easy to Use Mobile Augmented Reality Platform for Assisted Living Using Pico-projectors. (S.I. Publishing, Ed.) *Computer Vision and Graphics - Lecture Notes in Computer Science*, 8671, 552-561. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-11331-9\\_66](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-11331-9_66)
- Wu, H., Lee, S.W., Chang, H., & Liang, J. (2013). Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. *Computers & Education*, 62(0), 41-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>