

DESARROLLO DE UN AGENTE INTERFAZ BASADO EN ARGUMENTACIÓN

María Vidal González



Máster en
Inteligencia Artificial,
Reconocimiento de Formas
e Imagen Digital



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Vicente Julián Inglada
Stella Heras Barberá

Curso 2016-2017

1. Índice

Índice de figuras	2
Índice de tablas	2
1. Motivación y objetivos	3
1.1. Objetivos	3
2. Estado del Arte	5
2.1. Interfaces.....	6
2.2. Realidad Aumentada	10
2.2.1. Tracking	11
2.2.2. La Realidad Aumentada y la Sociedad.....	14
2.3. Sistemas Multiagente y Argumentación	15
3. Desarrollo de la propuesta	17
3.1. Funcionalidades.....	17
3.1.1. Medicación	18
3.1.2. Ejercicios.....	21
3.1.3. Alarmas.....	22
3.1.4. Teléfono	22
3.1.5. Lugares	23
3.2. Herramientas utilizadas	23
3.3. Desarrollo de la interfaz	24
3.4. Sistema de Realidad Aumentada	25
3.5. Base de datos	25
4. Validación	28
4.1. Pruebas con usuarios	28
4.1.1. Resultados	29
5. Conclusiones y trabajo futuro	34

Índice de figuras

Ilustración 1 - De Realidad a Virtualidad	10
Ilustración 2 - Ejemplo de marcas para RA	13
Ilustración 3 - Reconocimiento de imágenes en portadas de revistas	13
Ilustración 4 - Captura Menú Principal.....	17
Ilustración 5 - Diagrama de estados de Medicación	20
Ilustración 6 - Captura de la entrenadora 3D mostrando un ejercicio	21
Ilustración 7 - Captura de Cómo poner una alarma.....	22
Ilustración 8 - Captura pantalla principal Teléfono.....	23
Ilustración 9 - Diagrama de la base de datos	26
Ilustración 10 - Resumen de puntuaciones.....	32

Índice de tablas

Tabla 1 - Comparativa entre los tres autores más destacados	9
Tabla 2 - Comparativa de estrategias para "aumentar" la realidad.....	11
Tabla 3 - Ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de tracking.....	14
Tabla 4 - Aplicación del Estado del arte al diseño de la interfaz.....	24
Tabla 5 - Puntuaciones de los usuarios	31

1. Motivación y objetivos

En los países del primer mundo los años promedio de vida van en aumento superando constantemente los récords. Gracias a la facilidad de la vida, la seguridad, el cuidado de la salud y la búsqueda de lo saludable, las personas viven más y más años. Si a este fenómeno le sumamos el hecho de que en estos países la tasa de natalidad es cada vez más baja, nos encontramos ante un gran aumento de la población que se encuentran en la denominada “tercera edad”. Tal y como reflejó la Comisión Europea en su reporte de edad en 2015, se espera que la cantidad de personas mayores de 65 años prácticamente duplique a la actual en 2060, pasando a ser un 28% de la población mundial total [1], lo cual significa que más de un cuarto de la población mundial pasaría a formar parte de este grupo de usuarios que, a día de hoy, están totalmente olvidados en lo tocante a nuevas tecnologías, cuando podían sacar grandes beneficios de ellas. Al vivir más, el periodo de tiempo entre que empiezan a necesitar una serie de cuidados ya sean preventivos o paliativos y que se vuelvan totalmente dependientes es más y más amplio. Esto significa que tenemos un nada despreciable rango de la población que puede valerse por sí misma con, en todo caso, algo de ayuda para evitar los problemas derivados de la progresiva degeneración de la memoria, y de la salud en general. ¿Y por qué privar a estar personas de su independencia?

Estudios [2] [3] afirman que las personas mayores tienden alarmantemente a la depresión cuando su vida cambia por estos pequeños baches, cuando ven que por sí mismos ya no se valen, cuando necesitan a otra persona que los ayude o incluso cuando acaban en centros donde los puedan vigilar. Esto afecta muy negativamente a la calidad de vida de estas personas, tanto psicológica como incluso físicamente, y como hemos repetido, el número de personas afectadas por esta situación va en rapidísimo aumento.

Mejorar la calidad de vida de este sector de la población es la motivación que he tenido para llevar a cabo el proyecto que ocupa, pues con ayuda de las nuevas tecnologías estas personas podrían alargar su periodo de total independencia y mantener así una mejor salud mental y física, a la vez que no descuidan sus cuidados sin sentirse vulnerados e inutilizados, pues un simple dispositivo electrónico no tiene el mismo efecto en su autoestima que otro ser humano.

Este proyecto ha sido desarrollado en colaboración con el Grupo de Tecnología Informática - Inteligencia Artificial (GTI-IA) de la Universitat Politècnica de Valencia¹, dentro de una línea de investigación de *Assisting Living* y Tecnologías de Persuasión, con el fin de utilizar este tipo de tecnología a la hora de tener un diálogo más fluido con los usuarios, ayudándoles así a un uso más natural y sencillo de la aplicación.

1.1. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es, pues, el diseño y desarrollo de una herramienta que puedan utilizar las personas mayores para ayudarles en su día a día a llevar control de sus cuidados de una forma independiente, rompiendo así menos con su ritmo de vida hasta el momento y alargando en la medida de lo posible el dramático salto que es necesitar a alguien para ayudarles. Para acotar la funcionalidad de dicha herramienta acorde a la carga de este

¹ <http://www.gti-ia.upv.es>

trabajo se han determinado dos secciones principales a implementar: toma de medicamentos y ejercicios físicos.

Además, se han fijado los siguientes sub-objetivos:

- Crear una aplicación que ayude a los usuarios a gestionar sus medicamentos y que les sirva también de apoyo para ejercicios de rehabilitación, que sea compatible con un sistema de argumentación que interactúe con el usuario para ayudarle a tomar las mejores decisiones en cada momento en estos campos
- Crear un diseño de interfaz adecuada a las necesidades especiales de los usuarios, basándonos para ello en los resultados de estudios existentes de esta temática
- Explorar el uso de realidad aumentada en personas mayores

2. Estado del Arte

Para cumplir con los objetivos y sub-objetivos propuestos, vamos a crear una aplicación que utilizará como base un módulo de argumentación creado por el grupo de investigación GTI-IA. Para crear esta interfaz se estudiarán las necesidades especiales que presenta el público específico al que va enfocada la aplicación y cómo esas necesidades influyen a la hora de utilizar tecnología, con especial atención a las interfaces para dispositivos móviles. Por último, para introducir la realidad aumentada en este contexto haremos de igual modo una investigación del estado del arte de la misma.

Como se explicó en el apartado anterior, un importante sector en aumento de la población puede valerse de la tecnología para mejorar su vida. ¿Pero por qué esto no es así a día de hoy? ¿Cuántas de las personas situadas en este sector de edad hacen uso a día de hoy de una tecnología tan cotidiana como puede ser un smartphone? Sorprendente y alarmantemente los porcentajes del uso de nuevas tecnologías por parte de las personas mayores es bajísimo. En 2013 se llevó a cabo un estudio en EEUU y los principales países europeos para intentar contestar esa pregunta. Tan solo el 18.9% de las personas por encima de los 55 años poseían un smartphone en Europa, y ese porcentaje era todavía más bajo en EEUU [4]. Esta amplia falta de uso de los smartphones y las nuevas tecnologías en general existe por varios factores, por ejemplo, la educación recibida, el gran y rápido salto tecnológico que ha dejado a mucha gente atrás, pero estos difícilmente pueden ser corregidos. No obstante, existe un importante factor que sí puede ser subsanado permitiendo romper esa barrera, la accesibilidad y adaptabilidad de las nuevas tecnologías a este tipo de personas. Muchas personas pertenecientes a este sector de edad se ven afectadas por incapacidades que afecta a su uso de las nuevas tecnologías. Estas incapacidades pueden ser de muchos tipos, por ejemplo, visuales (distorsión de la percepción del color, reducción de la sensibilidad de contrastes...), físicas (movilidad restringida, temblores...), acústicas (dificultad para escuchar sonidos muy agudos, dificultad para distinguir voces con música de fondo...) o cognitivas (reducción de memoria a corto plazo, dificultad para concentrarse...) [5]. En un mundo tecnológico tan rápido pocos han pensado (o simplemente la mayoría ha ignorado) a este cada vez más amplio sector de potenciales usuarios que también podrían (y querrían [6]) hacer uso de estas tecnologías, y esto ha llevado a dejar marginadas a estas personas, que no solo no se están beneficiando de lo que podría ser una valiosa ayuda sino que se sienten excluidas de una sociedad cada vez más tecnológica, y por tanto, ajena a ellos.

Envejecer adecuadamente incluye no solo el correcto mantenimiento físico del individuo, sino también el mental, además de una vida social activa. Los seres humanos somos por naturaleza sociables y esto no cambia con la edad, puesto que privarnos de ello puede suponer un conflicto si buscamos la mejor calidad de vida posible. Así pues, unos problemas frecuentes a los que hay que hacer frente cuando hablamos de la independencia de las personas en la tercera edad son, entre otros, la restricción de la salud física, la falta de costumbre a la medicación y la depresión [7]. Al atraer a los mayores hacia el uso de la tecnología, podemos hacer frente a problemas como la soledad y la exclusión que siente este sector de edad, además de ayudarles a ser más productivos, independientes y tener más vida social y actividades con las que ocupar su tiempo. Todo esto se podría conseguir mejorando la accesibilidad de los dispositivos existentes y los servicios que ofrecen, permitiendo además que los mayores lo usaran en su propia casa, lo cual es una gran ventaja ya que muchos de ellos sufren algún tipo de problema causado por la edad que les lleva a tener un cierto grado de movilidad reducida pero todavía son suficientemente capaces para vivir autónomamente por su cuenta con tal vez alguna pequeña ayuda [8].

Por otro lado, uno de los riesgos más comunes y preocupante entre las personas a partir de cierta edad es el riesgo de caída, puesto que la gente a medida que envejece tiende a rebajar su actividad física. Por ello se aconsejan a estas personas practicar regularmente series de movimientos sencillos, dar paseos, o cualquier tipo de actividad suave que les permita mantenerse en forma para evitar un deterioro que pueda desembocar en un accidente. Para este campo las nuevas tecnologías también podrían ser muy buenas aliadas. Los juegos en que los ancianos puedan interactuar con su propio cuerpo para hacer las actividades propuestas les ayudan a realizar actividad diaria, lo cual ayuda enormemente a frenar la pérdida de habilidades motoras [9]. Un ejemplo de aplicación que podría ayudarles mucho, en tanto en cuanto a los ancianos les suele gustar el baile, podría ser un juego de baile, que les permitiría ejercitarse de forma agradable y sencilla. Si además se le incluyese un factor social/competitivo podría resultar todavía más motivador [4].

Algunos estudios han observado que, mediante el uso de aplicaciones destinadas a la salud, los ancianos experimentan una mejora en sus habilidades y una bajada del riesgo de depresión, lo que sugiere que este tipo de aplicaciones representan un importante paso adelante en la mejora de la calidad de vida de estas personas [7]. Esto muestra una vez más que el uso de nuevas tecnologías por parte de ancianos es algo obviamente beneficioso, todavía más si nos ponemos como meta buscar que las personas mayores puedan vivir por el máximo tiempo posible en un ambiente en que se sientan más cómodas (es decir, en su propia casa), para mejorar así la calidad de sus vidas, lo cual por otra parte también tiene la ventaja de reducir los costes para la sociedad y los sistemas de salud pública [10].

2.1. Interfaces

El principal problema que deben enfrentar no obstante las personas mayores en lo que refiere al uso de nuevas tecnologías son nada más y nada menos que las interfaces. A la hora de diseñar una interfaz este público en aumento es el gran olvidado.

Para hacer frente pues a este problema se deben analizar las necesidades especiales que tienen las personas pertenecientes a este sector de la población y cómo estas necesidades especiales influyen en la interacción humano-computador, diseñando con ello una interfaz que puedan usar con facilidad.

Cuando se habla del diseño amigable de aplicaciones es común mencionar a Mace, al introducir en 1988 el concepto de UD (Universal Design), muy utilizado como base para crear diseños amigables que, como él mismo define “puedan usarse por la mayor cantidad de gente posible, sin la necesidad de adaptar o especializar el diseño” [11]. Pero por desgracia este concepto no se aplica a menudo, excluyendo a los usuarios protagonistas de este trabajo.

Debido a su obvia relevancia, varios investigadores han estudiado el diseño de interfaces especialmente creadas para ancianos, por lo que los estudios publicados al respecto pueden ser de gran ayuda a la hora de tratar con mayor perspectiva este tema. Se ha hecho especial incisión por la propia temática del trabajo en las interfaces de dispositivos móviles. Las pantallas táctiles permiten a los usuarios interactuar directamente mediante toques con la información mostrada en pantalla, por lo que se considera una de las más naturales, pero se deben tener en consideración las deterioradas capacidades de los ancianos, por lo que este tipo de interfaces deberían contar con características especiales tales como fuentes de diferentes tamaños, botones e iconos [8] [12]. Tras la pertinente tarea de investigación hemos encontrado tres

estudios que nos han parecido especialmente relevantes por su gran aporte al campo, los cuales vamos a explicar brevemente a continuación.

Jang, en su estudio [9], busca crear un prototipo de aplicación para ayudar a las personas mayores a mantener una buena salud mental. Para ello utiliza como base los siete principios de UD, y los amplía y adapta para desarrollar siete importantes puntos a la hora de conseguir que la aplicación supla algunas de necesidades presentes con más frecuencia en las personas mayores. Estos puntos son:

- Facilidad de navegación: los ancianos no están familiarizados con dispositivos táctiles por lo que es especialmente importante hacerles sentir cómodos utilizándolos.
- Facilidad de percepción: es muy habitual entre las personas mayores el uso de lentes por problemas de visión y percepción de color, pero un tamaño de fuente grande ayuda a poder leer más cómodamente (a veces incluso sin gafas). Si además el tamaño de la misma puede ser modificado a voluntad por el usuario conseguimos mayor flexibilidad y comodidad individual de los usuarios.
- Facilidad de toque en pantalla: se debe tener muy en cuenta la separación entre elementos interactivos en la pantalla, así como su posición y su tamaño.
- Facilidad de interacción: un icono de ayuda siempre disponible en un sitio fijo (por ejemplo, el centro superior de la pantalla) que pueda explicar el contenido de la pantalla en la que te encuentras ayuda enormemente a la interacción.
- Paleta de colores: durante el diseño de colores se deben evitar combinaciones de colores que contrasten poco entre sí tales como el amarillo y el blanco, o el azul y el verde, para facilitar un mejor reconocimiento.
- Iconos reconocibles: para asentar más claramente el significado de cada icono se debería acompañar de texto.
- Simplificación de interfaz: se deben utilizar los mínimos pasos posibles para llegar a la pantalla necesaria. Mantener fijas las posiciones de iconos claves tales como “Atrás” o “Inicio” resulta muy importante.

Jang también explica que la música resulta de gran utilidad para las personas mayores, en especial para calmarse ante una situación estresante.

En [4], encontramos otras guías al respecto. En este estudio, Correia de Barros y sus compañeros buscan crear un prototipo de aplicación que promueva el ejercicio físico y con ello ayude en la prevención de caídas en ancianos. En su estudio vemos algunos puntos ya mencionados por Jang tales como la importancia de la suficiente separación entre los diferentes elementos interactivos o el acompañar botones de un breve texto explicando su significado, al que además añade que se tenga en cuenta a la hora de programar su funcionamiento que las personas mayores no asocian el texto a algo “pulsable”, por lo que la zona de interacción debe englobar siempre el icono gráfico. También vuelve a incidir en la especial importancia de tener siempre visible un botón mediante el que volver a la pantalla de inicio, así como uno para volver hacia atrás cuando sea necesario aplicando el concepto de botón del pánico.

Además, en base a los resultados obtenidos en su estudio, determina que:

- Los menús deben disponerse de forma no cambiante, para evitar confundir al usuario, puesto que para las personas mayores es importante la constancia, las rutinas, y mantener la estructura del menú les ayuda a sentirse más seguros.

- Movimientos tales como *swipes* o pellizcos deben ser evitados ya que resultan complicados y crean confusión. Es preferible una interfaz que haga uso de más pasos hacia adelante o hacia atrás para llegar al destino, pues les resulta más intuitiva y fácil de entender y utilizar, además de robusta.
- El teclado por defecto integrado en el dispositivo puede ser un problema, tanto por el orden de las letras al que no están acostumbrados los ancianos, como por el tamaño. Su uso les resulta complejo, lento e incómodo, lo cual nos lleva a siempre evitar en la medida de lo posible el uso del teclado para la interacción con el usuario.
- Es muy importante usar un lenguaje adecuado y entendible para este sector de la población, con una cultura en cierto modo dispar a la de los usuarios habituales.
- Es frecuente el uso accidental de los botones físicos del dispositivo, por lo que es muy recomendable establecer las medidas necesarias para evitar que esto ocurra. Una posible solución propuesta es añadir una separación vistosa (por ejemplo, una barra luminosa) en la parte inferior de la pantalla, marcando así el borde de la misma y separando más claramente los botones físicos, lo cual lleva a un considerable descenso de las pulsaciones accidentales de estos botones.

Qian y WenDao en [13] buscan puramente hacer un estudio sobre las características que deben poseer los diseños de interfaces para ser amigables a personas mayores, por lo que su trabajo nos es de gran ayuda para nuestro proyecto. Estos dos investigadores afirman que la información debe poderse transmitir de forma rápida y precisa al usuario, y que el medio más importante de transmisión de esta información es la interfaz, por lo tanto, hay que profundizar especialmente en ello. Por ejemplo, el diseño de un icono no debe ser buscar simplemente un símbolo, sino que debe tener un significado claro de acuerdo al punto de vista del usuario, de forma que pueda transmitir una información, como ya han expuesto también Jang y Correia de Barros. Consideran también que es importante evitar un exceso de abstracción en los iconos, puesto que eso podría causar confusión a la hora de interpretar su significado. Se tiene que tener muy en cuenta en este punto el público al que va orientada la aplicación, evitando así referencias "modernas" para la representación de los iconos que puedan escapar de su entendimiento, característica que complementa los resultados de Correia de Barros puesto que no solo se debe tener en cuenta el evitar el uso de palabras "modernas" o anglicismos, sino también la adecuada representación gráfica de las mismas. No obstante, para evitar en cualquier caso problemas de comprensión de los iconos, Qian y WenDao vuelven a repetir la recomendación ya hecha en los otros dos estudios: añadir un breve texto bajo el icono aclarando su significado y evitando cualquier confusión, promoviendo un uso más ágil de la aplicación.

Así pues, en base a este estudio, los autores concluyen que:

- Es importante que los iconos sean equilibrados y estables, transmitiendo una sensación de orden a los usuarios. La forma de la composición debe tener niveles, ya sea en formato de cuadrícula, circular, etc. pero siempre respetando la relación de aspecto y tamaño de la pantalla del dispositivo.
- El cambio en los iconos entre los diferentes niveles de la aplicación debe ser siempre equilibrado y ordenado, evitando complicaciones. Los iconos de funciones del sistema deberán ser claramente diferentes sin romper el equilibrio.
- Los iconos deben poderse distinguir perfectamente del fondo, permitiendo a los ancianos verlos perfectamente incluso con posibles problemas de vista, no interfiriendo así con la comprensión de los mismos. En caso necesario podemos añadir un contorno alrededor del icono para buscar este contraste.

- Las personas perciben el mundo principalmente utilizando la vista, lo cual significa que por ejemplo los colores tienen una gran influencia en nuestra forma de percibir las cosas y en lo que nos transmiten. Elegir un color adecuado para una aplicación móvil para personas mayores es muy importante. Para evitar fatiga visual no se deberían usar más de 5 tipos de colores en el diseño de los iconos. Algunos colores, como el gris, nos ayudarían a crear un efecto visual simple y plano, lo cual nos puede ayudar ya que se ha observado que las personas de la tercera edad tienden a preferir colores tranquilos, con poca saturación y puros. Así pues, por ejemplo, una combinación de blanco, negro y gris, con un rojo, amarillo, verde o azul poco saturado, dan a los usuarios ancianos una sensación de confort y fluidez, además de que asegura un mayor tiempo de exposición de los mismos al no provocar fatiga visual con facilidad.
- Utilizar diferentes niveles de brillo del mismo color para mostrar el avance de la misma opción del menú, mientras que se usen diferentes colores para diferentes opciones, ayuda también a un mejor entendimiento y a saber seguir el ritmo de la aplicación gracias a la guía de colores.

Por último, los autores, sugieren que deberían crearse dos sets de combinaciones, una para interiores y otra para exteriores. Para interiores ayuda un fondo con colores oscuros como por ejemplo un gris oscuro, con tal vez un poco de azul, rojo o amarillo. A los textos se les puede asignar un color blanco con baja luminancia para que sea fácil de leer y que no provoque fatiga visual con facilidad. Para exteriores se optaría por un fondo claro, por ejemplo, blanco con un poco de azul saturado y brillante, y que el texto sea negro, para más fácil de leer.

Así pues, vemos que los autores coinciden en varias de las recomendaciones, mientras que el resto son perfectamente compatibles. Para una mejor visualización podemos resumir y comparar el trabajo de los tres autores en la Tabla 1.

	Jang	Correia de Barros & co.	Qian y WenDao
Separación	A tener muy en cuenta	Incide en su importancia	Mayor de 8mm
Disposición	Mantener fijos botones clave (Inicio, Atrás...)	Mantener fijos botones clave (Inicio, Atrás...) Menús fijos	Equilibrados, por niveles, respetando la misma distribución
Representación	Necesitan gráficos comprensibles	Lenguaje adaptado	Lenguaje + simbología adaptados Evitar abstracción
Colores	Evitar combinaciones con poco contraste	-	Evitar poco contraste + fatiga
Significado	Acompañar iconos de texto	Acompañar iconos de texto	Acompañar iconos de texto
Navegación	Mínimos pasos posibles	Evitar <i>swipes</i> , pellizcos, y similares	Ayudarse de colores para marcar los niveles
Otros	Icono de ayuda siempre visible	Separación para los botones físicos	Sets de colores para interior/exterior

Tabla 1 - Comparativa entre los tres autores más destacados

2.2. Realidad Aumentada

Se pueden encontrar muchas definiciones de Realidad Aumentada, aunque una de las más extendidas es la que Azuma da en [14]:

La Realidad Aumentada (RA) es una variación de la Realidad Virtual (RV). La RV sumerge completamente al usuario en un entorno sintético. Mientras el usuario permanece en este mundo irreal, no puede ver el mundo real a su alrededor. La RA, en cambio, permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales superpuestos al mismo. Por decirlo de alguna manera, la Realidad Aumentada suplementa la realidad en vez de reemplazarla. Idealmente, el usuario debería apreciar objetos virtuales coexistiendo en un mismo lugar con objetos reales, resultando en algo similar a lo que podemos ver en la película “¿Quién engañó a Roger Rabbit?”

La realidad aumentada [15] [16] es una tecnología que permite superponer a tiempo real elementos virtuales generados por ordenador a objetos físicos. Esto permite al usuario interactuar con el mundo real, con objetos reales, contraponiéndose así a la Realidad Virtual donde el usuario es inmerso por completo en un mundo virtual. Por este motivo resulta más sencillo y natural para utilizar Realidad Aumentada que, además, puede tener muchas utilidades en campos como la educación, la ingeniería, la medicina o incluso el ocio.

La realidad aumentada [17] difumina la línea entre lo real y lo virtual, mezclando ambos tipos de elementos en lo que percibimos, ya sea mediante la vista, el oído o cualquier otro sentido. En la Ilustración 1 podemos observar el continuo de Realidad Virtual propuesto por Milgram [18], donde se observan los cuatro “escalones” que encontramos entre la realidad y la virtualidad. En esto consiste pues la realidad aumentada, en aumentar la información percibida, en añadir al mundo sensible, gráficos, sonidos o cualquier tipo de elemento que, en la realidad, en ese mismo momento, no está ahí.

Reality-Virtuality (RV) Continuum

[Milgram et al., 1994]

“Augmenting natural feedback to the operator with simulated cues” (Milgram et al., 1994)

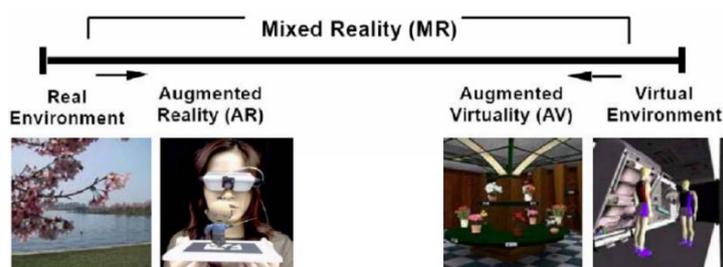


Ilustración 1 - De Realidad a Virtualidad

La realidad puede ser “aumentada” con una o varias de las siguientes estrategias [18] [19], que se encuentran resumidas en la Tabla 2:

1. Aumentar al usuario

Dando al usuario la posibilidad de ver la información virtual generada ya sea mediante un casco, unas gafas, unos sensores, o cualquier otro dispositivo. De este modo, se adquiere la habilidad de poder obtener más información sobre objetos que se encuentran en su entorno, sin necesidad de que estos la muestren en el mundo real.

2. Aumentar el objeto físico

Añadiendo entradas, salidas o dispositivos computacionales al objeto. Esto sería, por ejemplo, añadir sensores o un localizador GPS a un objeto y que, cuando se acerque a ciertas coordenadas o detecte un cambio de iluminación, reaccione de alguna manera, ya sea mediante una salida como una alarma, o cualquier cosa.

3. Aumentar el entorno que rodea al usuario y al objeto u objetos

Dispositivos independientes al usuario y al objeto son los encargados de proporcionar y/o recoger la información del entorno. Esto significa que el usuario puede ver e interactuar con la información virtual sin necesidad de llevar ningún tipo de dispositivo especial ni modificar objetos para interactuar con ellos.

“Aumenta”	Se consigue...	Tecnología utilizada
Usuarios	Mediante dispositivos que lleva el usuario	Cascos de realidad aumentada, gafas, móviles, guantes con sensores...
Objetos	Añadiendo nuevas funcionalidades a objetos mediante dispositivos	Sensores, receptores, GPS...
Entorno	Proyectando y captando información de forma externa al usuario y al objeto	Cámaras, proyectores, escáneres...

Tabla 2 - Comparativa de estrategias para "aumentar" la realidad

2.2.1. Tracking

La realidad aumentada necesita engañar los sentidos superponiendo información a la realidad. En los dispositivos móviles es necesario saber, en cada momento, dónde están situados, hacia dónde están orientados o incluso a qué están apuntando. De otro modo resultaría imposible cuadrar la escena virtual con su correspondiente realidad.

Para conseguir este propósito se utilizan diferentes tipos de tracking [20] (o seguimiento), que van desde el extendido uso del GPS hasta acelerómetros, pasando por incluso reconocimiento visual. Estos trackings pueden hacer uso de unas tecnologías u otras en función de, por ejemplo, el entorno donde se supone que se va a utilizar la aplicación. Esto significa que, por ejemplo, para hacer un tracking en interiores, donde al conocer previamente el interior del sitio se genera un modelo tridimensional del mismo, sería más sencillo utilizar una tecnología de reconocimiento de formas, de marcas o incluso una mezcla de ambas para poder saber en todo momento tu posición y orientación dentro del mismo.

Así pues, los sistemas de Tracking se clasifican en tres principales categorías:

- Sensores
 - GPS

El GPS se utiliza para conocer tu ubicación estando en cualquier parte del planeta. Para que esto se lleve a cabo, el dispositivo conecta con varios de los satélites que hay orbitando la Tierra y, con los datos recibidos, lleva a cabo una serie de cálculos para triangular nuestra posición. Esto resultaba una lenta tarea unos años atrás pues se necesitaba, además de establecer conexión con al menos cuatro satélites, proceder a los complejos cálculos de triangulación. No obstante, la aparición del GPS Asistido (A-GPS) ha hecho que todo resulte mucho más rápido y fluido. El A-GPS utiliza señales de antenas que tenga a su alrededor para conectarse a un servidor y pedirle datos, pudiendo así saber ya aproximadamente dónde está. Tras comunicarse con los satélites necesarios correspondientes (sin el mínimo de cuatro y sin tanto cálculo de por medio), el propio servidor lleva a cabo los cálculos para localizar nuestra posición más deprisa y con más exactitud, de forma que no es necesaria la conexión con los cuatro satélites y los cálculos no se llevan a cabo en el propio dispositivo sino en el servidor, de manera que resulta mucho más rápido. Para utilizar el A-GPS no obstante se necesita, o bien una conexión a internet mediante WiFi, cable o 3G; o bien, si el dispositivo admite el A-GPS offline, tener descargados los ficheros de datos de posicionamiento recientemente.

Con todo, el GPS tiene un pequeño margen de error de precisión que suele estar entre los 5 y 15 metros, el cual disminuye hasta 1 a 3 metros cuando se hace uso de tecnologías para aviación como son WAAS (EEUU), EGNOS (Europa) o MSAS (Japón).

- Radio

Otro método para llevar a cabo el tracking son los dispositivos basados en radiofrecuencias (RFID), los cuales se usan comúnmente para estudiar las migraciones o hábitos de animales salvajes. Para la geolocalización mediante radio se necesita un transmisor que emite unas concretas ondas de radio. Estas señales las capta un receptor que, ayudado de otros receptores, se vale de una base de datos para identificar qué dispositivo está emitiendo la señal, y para determinar su posición aproximada en función de la potencia de la señal.

Muy a menudo las ondas de radio se apoyan en otro tipo de ondas como las WiFi para mejorar su precisión.

- Inercia

A la hora de hacer el tracking, es posible apoyarlo con sensores de inercia, los cuales por sí mismos son poco significativos, pero resultan de gran ayuda a otros de los sistemas de tracking que se explican en este apartado. Acelerómetros y giroscopios serían los principales sensores de este tipo, que están presentes en la gran mayoría de smartphones, así como en otros dispositivos. El primero se encarga de medir la aceleración, la vibración, la gravedad o incluso los choques. El segundo, en cambio, se utiliza para controlar posiciones del dispositivo tales como la dirección, la orientación,

el movimiento angular o la rotación. Combinados resultan de gran ayuda al tracking de la realidad aumentada.

- Reconocimiento Visual

Otros sistemas para Tracking de Realidad Aumentada son los basados en reconocimiento visual. Estos consisten básicamente en captar imágenes mediante una cámara y reconocer ya sea el objeto o el dibujo, añadiendo sobre él o su entorno la información computacional que supone la Realidad Aumentada.

La forma más básica de reconocimiento visual es el uso de marcas. Estas son cuadrados de fondo blanco con un marco negro, en los que hay distribuciones de pequeños cuadrados negros o representaciones muy simples de imágenes, como se puede apreciar en la Ilustración 2.

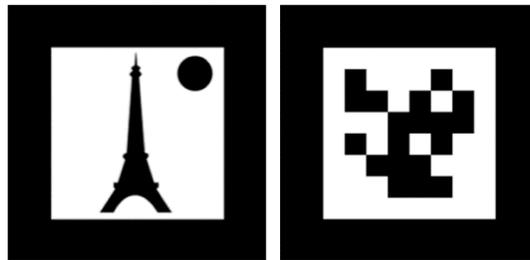


Ilustración 2 - Ejemplo de marcas para RA

Este tipo de reconocimiento visual lo utilizan algunas conocidas SDKs tales como ARToolKit [21]. No obstante, hoy en día se suelen utilizar imágenes comunes como marcadores, como por ejemplo las portadas de revista que vemos en la Ilustración 3. Esto significa que se puede reconocer una imagen, un cuadro, una foto, trazando un mapa de la misma mediante reconocimiento de patrones. En los casos de tracking en interiores, por ejemplo, esta imagen puede estar fija en un punto conocido, de forma que le podemos asociar una posición GPS por lo que, al reconocer la imagen, se sabría a la vez dónde está apuntando el usuario y su localización. Este tipo de reconocimiento visual es el más extendido a día de hoy, pues resulta un marcador más natural y vistoso y es igualmente eficaz, y es usado por otras muchas SDKs como Vuforia [22].



Ilustración 3 - Reconocimiento de imágenes en portadas de revistas²

² Puede verse un ejemplo de su funcionamiento en: <http://youtu.be/r0cY2Z8qSv8>

- Híbrido

Como hemos visto, existen varios métodos para poder conocer la posición, la orientación o a dónde está mirando el usuario en cada momento, pero en algunos casos, estas técnicas por sí solas son insuficientes. En muchas ocasiones, nos valemos de varias de estas técnicas, de forma que hacemos un híbrido entre ellas. Hoy por hoy, este tipo de tracking resulta uno de los más prometedores al poder combinar características de cada tipo de tracking, aprovechando sus ventajas y eludiendo sus desventajas. Un buen ejemplo de este método de tracking sería el reconocimiento de elementos tridimensionales. Para llevar esto a cabo se hace uso de la información que proporcionan sensores de profundidad, que se mezcla con los datos obtenidos mediante la cámara, pudiendo crearse así un modelo tridimensional virtual que permite encontrar cuál es su correspondiente real.

Las ventajas e inconvenientes de estos sistemas de Tracking resultan difíciles de comparar, pues los sensores y el reconocimiento de imágenes poco tienen que ver entre sí. No obstante, podemos recalcar a modo de resumen las ventajas e inconvenientes de cada tipo de tracking en la Tabla 3.

<i>Tipo de tracking</i>	Sensores			Reconocimiento de imágenes
	GPS	Radio	Inercia	
<i>Ventajas</i>	Precisión alta Incorporado en la mayoría de dispositivos actuales	Muy útil en espacios cerrados o con poca cobertura	Independiente de elementos externos Incorporado en la mayoría de dispositivos actuales	De resultado atractivo visualmente Incorporado en la mayoría de dispositivos actuales
<i>Inconvenientes</i>	Depende de la posibilidad de comunicarse con los satélites	Necesidad de equipo especial (transmisor y receptor)	Poca precisión	Depende de las condiciones de luminosidad y de la calidad de la cámara

Tabla 3 - Ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de tracking

2.2.2. La Realidad Aumentada y la Sociedad

Cuando hablamos de la Realidad Aumentada tenemos que tener en cuenta no solo los retos tecnológicos, sino también los sociológicos. Introducir una nueva tecnología como esta en el día a día de la sociedad puede resultar difícil si esto no se tiene en cuenta, pues necesitamos que la tecnología se adapte lo máximo posible a las acciones naturales de las personas, de forma que no sea una incomodidad utilizarlas. Así pues, necesitamos tener en cuenta la interacción humano-computador para esta tecnología, tratando temas no solo físicos de comodidad, sino también emocionales o culturalmente correctos.

Por suerte, los teléfonos móviles son un dispositivo en el que la Realidad Aumentada puede dar muy buenos resultados, convirtiéndose en un vehículo ideal para empezar a introducir en la sociedad la Realidad Aumentada. No obstante, ir siempre con un móvil apuntando delante de ti y con la cámara enchufada resulta en cansancio y agotamiento de la batería. Así pues, sería preferible que en el futuro la Realidad Aumentada se presentase de una forma más cómoda y con la que sea mucho más natural interactuar, al tiempo que debe ser socialmente aceptada y

no resalte en exceso. Esto significa que se debería buscar una buena acogida social. No obstante, al igual que puede considerarse maleducado el hecho de estar pendiente del móvil mientras estás en una cita o atendiendo a alguien, es de esperar que un dispositivo que va a permitir al usuario ver y hacer lo que quiera sin que apenas se note, vaya a despertar suspicacias. Así pues, es necesario que se busque una forma discreta, sutil y no intrusiva de introducir la tecnología y/o los pertinentes dispositivos en la sociedad. Una buena forma de que algo resulte socialmente aceptable es que lo use la mayoría de la población, y la mejor manera de facilitar esta difusión será ofreciendo una interacción natural al usuario, de manera que no le cueste aprender a moverse por la nueva interfaz y que se sienta cómodo con ella.

2.3. Sistemas Multiagente y Argumentación

Un sistema de argumentación inteligente permite a los usuarios obtener una respuesta más adecuada y ajustada a la situación que las típicas respuestas pre-establecidas, permitiendo una relación más natural y dinámica, de forma que, si el usuario no quiere tomarse una pastilla porque le sentó mal el día anterior, o no puede salir a hacer los ejercicios propuestos porque está lloviendo, el sistema es capaz de manejar la situación y responder de forma útil.

Desde la antigüedad, la filosofía ha estudiado la forma en que los seres humanos producen argumentos como pruebas para apoyar sus posiciones en el debate, a partir de dichos estudios muchas definiciones de argumentación son acuñadas con el paso de los años, siendo una de las más concretas y aceptadas proporcionada en [23]: “[argumentación es] el acto o el proceso de formar razones y de sacar conclusiones y aplicarlas a un caso en discusión”. Así pues, la argumentación es probablemente la forma más natural de armonizar las inconsistencias del conocimiento y llegar a acuerdos, es decir, proporciona un medio productivo para tratar con el razonamiento no monotónico y derrotable [24]. Durante la última década esta importante propiedad ha hecho que muchos investigadores de Inteligencia Artificial pongan su atención en la teoría de la argumentación. Específicamente, se ha realizado mucha investigación sobre la definición y el análisis de las propiedades y la complejidad de los marcos de argumentación abstracta [25]. La argumentación implementada por medio de Sistemas Multiagente ha demostrado ser muy exitosa implementando el razonamiento interno y práctico de los agentes, así como la gestión multiagente de diálogos [26].

Los Sistemas Multiagente (MAS por sus siglas en inglés) son la totalidad formada por un conjunto de agentes y su entorno. Un agente es un sistema computacional capaz de actuar de forma autónoma en beneficio del usuario, o encontrando la forma de actuar para conseguir cumplir unos objetivos propuestos en vez de estar constantemente a la espera de órdenes. Un sistema multiagente es aquel que consiste en un número de agentes que interactúan unos con otros. Normalmente los agentes actuarán en beneficio de los usuarios con diferentes objetivos y motivaciones. Para poder interactuar adecuadamente deberán tener la habilidad de cooperar, coordinarse y negociar unos con otros, al igual que hacen las personas [27]. Sin embargo, los agentes en MAS pueden ser igualmente robots, humanos o grupos de los anteriores [28] [29].

Habitualmente los agentes presentan 3 tipos de comportamiento [27]:

- **Reactivo:** En el mundo real la mayoría de los entornos son dinámicos, lo cual implica que cualquier sistema diseñado para trabajar en un sistema real debe tomar en cuenta la posibilidad de fallar. Un sistema reactivo mantiene una interacción continua con el entorno y responde a cambios que ocurren en dicho entorno en el tiempo requerido para que dicho cambio sea útil.

- Proactivo: Reaccionar a cambios en el ambiente es relativamente simple mediante un conjunto de reglas de estímulo/respuesta, pero generalmente se busca que los agentes realicen tareas por nosotros, por lo cual el sistema debe ser capaz de reconocer oportunidades y generar o intentar alcanzar objetivos no impulsados únicamente por los eventos, sino por la intención de realizar la tarea.
- Social: Al igual que en el mundo real, los agentes no deberían intentar realizar ninguna tarea sin tomar en cuenta a los demás agentes presentes en el entorno (inclusive humanos en muchos casos), de hecho, muchas tareas serían imposibles de llevar a cabo sin la interacción con los demás agentes. La habilidad de socialización permite a los agentes interactuar con otros agentes vía cooperación, coordinación y negociación.

3. Desarrollo de la propuesta

Nuestra aplicación se ha centrado en el usuario último, que son los ancianos, pero se enmarcaría dentro de un sistema mayor mediante el cual médicos, especialistas, cuidadores y/o familiares tendrían sus propias aplicaciones interconectadas y que se puedan comunicar unas con otras. De este modo, por ejemplo, el médico desde su aplicación (ya sea móvil o vía web) podría asignarle un medicamento al anciano, que simplemente llegaría a casa y seguiría usando la aplicación con normalidad, teniendo ya ajustada su medicación sin que tenga que hacer nada en especial. Así, evitamos que los ancianos tengan la posibilidad de interferir voluntaria o involuntariamente en lo determinado por el médico, especialista o cuidador, y la aplicación es mucho más ligera, simple y totalmente dirigida a ellos.

3.1. Funcionalidades

En la aplicación contamos con un menú principal en el que encontramos las 6 secciones principales que podría tener la aplicación, como podemos observar en Ilustración 4.



Ilustración 4 - Captura Menú Principal

Pese a que inicialmente se había propuesto crear únicamente las secciones de Medicación y Ejercicios, hemos considerado que otras secciones podrían también ser de ayuda a personas de la tercera edad, si bien se saldrían un poco de los objetivos. Hemos diseñado e implementado, pues, no solo las secciones Medicación y Ejercicios sino también las secciones Alarmas, Teléfono y Lugares, habiendo descartado la sección Calendario al ser más compleja y no tener relación con el sistema de argumentación ni un posible uso de la realidad aumentada, pero dejándola igualmente mostrada para que se tenga en cuenta su posible futura funcionalidad para ayudar a los usuarios. A continuación, explicaremos en detalle qué podemos encontrar en cada una de estas secciones:

3.1.1. Medicación

La sección de medicación engloba tanto la toma de medicamentos como información sobre los mismos o síntomas que pueda presentar el usuario. Se han considerado 3 momentos principales para la toma de medicamentos (desayuno, comida, cena), cada uno con una hora personalizable que, por ejemplo, el cuidador se encargaría de indicar acorde al estilo de vida del usuario. Cuando se acerca la hora establecida para alguno de los medicamentos aparece una notificación para que se tomen los medicamentos. Al pulsar en la notificación vamos directamente a la pantalla principal de la sección de medicamentos, donde podemos consultar alguna duda que tengamos o bien tomarnos el medicamento. El sistema se ha diseñado de forma independiente pero compatible con el sistema de argumentación, de forma que por ahora pueda funcionar por sí mismo, pero en el futuro, con el sistema de argumentación integrado, pueda ser este el que ayude al usuario a resolver sus dudas, le asesore en caso de problema o le persuada argumentando para tomarse un medicamento en concreto que el usuario sea reacio a tomar.

Al elegir la opción de tomarnos el medicamento se abrirá una escena de RA que nos permitirá escanear las cajas de los medicamentos, reconociéndolas y dando la opción in-situ a modo de pop-up de mostrar para qué sirve y en qué momento del día se toma. Si el medicamento que estamos visualizando es uno de los que corresponde tomar por la hora del día que es, aparecerá encima de la caja, usándola como marca, un aviso de que debe tomar una dosis concreta (1 comprimido, por ejemplo) de dicho medicamento. En caso contrario, aparecerá un aviso informándonos de que ese medicamento no se debe tomar en ese momento. También dispondremos de un botón que nos permitirá en cualquier momento consultar un listado de los medicamentos que se han de tomar ahora, así como cuáles ya se han tomado. Al visor de medicamentos con RA se puede acceder en cualquier momento del día, pero tan solo te permitirá tomar la medicación en un rango personalizable alrededor de la hora fijada (por ejemplo, con $\pm 1h$ respecto a la hora de la comida).

Si por el contrario se selecciona la opción de consultar dudas se abren los siguientes submenús:

Horarios

En este apartado podemos consultar los medicamentos que debemos tomar en cada momento del día, bien sean momentos concretos (desayuno, comida, cena), o listar los medicamentos que se deben tomar a lo largo del día.

Inventario

Para evitar que el usuario pueda quedarse sin medicación por haberse olvidado de comprar más, también se ha implementado una opción de Inventario, que le avisa cuando le quedan medicamentos para menos de cierta cantidad personalizable de días. Para explicarlo mejor pongamos un ejemplo, imaginemos que la aplicación está configurada para avisar si queda medicación para menos de 3 días, y que el usuario debe tomar un comprimido de ibuprofeno cada 8h (es decir, 3 comprimidos al día). En el momento en que la cantidad de comprimidos de ibuprofeno sea menor de 9, la aplicación lanzará una notificación al usuario advirtiéndole de que debe comprar más. Además, en el inventario no se diferencian los medicamentos por su marca específica, sino por el genérico, de forma que si, por ejemplo, el usuario tuviese solo 8 comprimidos de Ibuprofeno, pero también dispusiese de una caja completa de Neobrufen con 30 comprimidos, la aplicación no le indicaría al usuario que debe comprar más, puesto que tiene en total 38 comprimidos disponibles.

En todo momento el usuario puede consultar su inventario, viendo cuántas tomas le quedan de cada uno de los medicamentos, y añadir medicamentos comprados.

Para añadir un medicamento se abre una pantalla de RA similar a la del visor de medicamentos para las tomas. Apuntaremos con la cámara del dispositivo a la caja del medicamento comprado, y al reconocerlo aparecerá el nombre del mismo y se activará el botón “Añadir”. Al añadir un nuevo medicamento al inventario, se identifica cuál es este y, accediendo con dicho identificador a la base de datos podemos comprobar en ese envase cuántos comprimidos hay y la cantidad de componente activo del mismo. Sabiendo esto añadimos al inventario, en proporción al número de dosis, la cantidad de tomas restantes de las que disponemos. Esto significa que, por ejemplo, el Telmisartán Aristo son 28 comprimidos de 80mg, que hemos establecido en este caso como la toma necesaria del paciente, mientras que el Telmisartán genérico son 14 comprimidos de 40mg. Si añadimos al inventario una caja de Telmisartán Aristo, se añadirán 28 unidades al inventario, mientras que, si añadimos el genérico de 40mg, tan solo se añadirán 7 unidades, puesto que harían falta dos comprimidos por toma para que forme la dosis adecuada.

Dudas sobre medicamentos o síntomas

Se podrán consultar a modo resumen adaptado algunas características de los medicamentos, tales como *¿Para qué sirve?*, *¿Cuándo se toma?*, *¿Qué efectos adversos frecuentes tiene?* y *¿Cómo se debe conservar?*. Es especialmente interesante el apartado de efectos adversos, puesto que nos permite saber qué síntomas podrían ser normales por el uso de dicho medicamento.

También se podrán consultar algunos síntomas específicos tales como dolor de cabeza, insomnio, diarrea, mareos... Revisando los medicamentos que se está tomando el usuario recientemente se le puede explicar que dicho síntoma puede ser causado por uno u otro medicamento. Este apartado también permite que los médicos puedan marcar síntomas que hagan “saltar la alarma”, de forma que, si el anciano los manifiesta, la propia aplicación le pide que se ponga en contacto con su médico cuanto antes y la velocidad de respuesta es mayor, y por tanto la prevención más eficaz.

En el diagrama de la Ilustración 5 podemos observar a modo resumen ilustrativo el funcionamiento de este apartado Medicamentos:

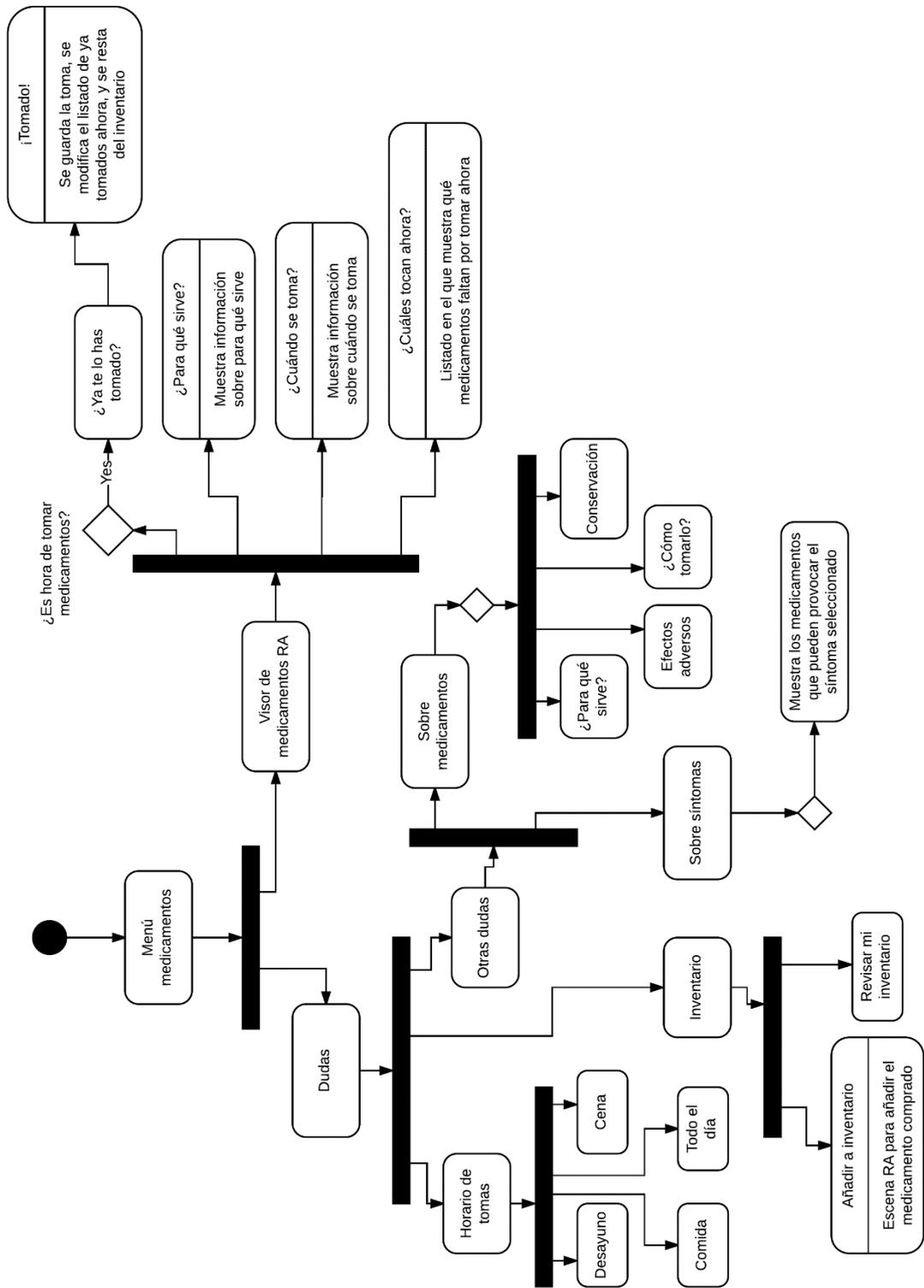


Ilustración 5 - Diagrama de estados de Medicación

3.1.2. Ejercicios

Al acceder a este apartado nos encontraremos con una pregunta inicial sobre nuestro estado actual, en caso de que selecciones que te encuentras bien, pasaremos directamente a una escena con RA en la que una entrenadora 3D hará los ejercicios que quiere que repitamos. Por otra parte, si contestamos que hay algún problema, se abrirá otra pantalla donde se nos permitirá seleccionar la zona o zonas en las que se presentan molestias. En el día a día al usuario se le mostrará una rutina de ejercicios establecida por el médico o especialista, que será lo que la entrenadora 3D haga cuando el usuario indique que se encuentra bien, como se observa en la Ilustración 6. No obstante, esta rutina puede verse alterada. Si el usuario manifiesta una molestia, por ejemplo, en la zona de las lumbares, en caso de que el médico o especialista haya considerado que ese ejercicio es vital, se establecerá una comunicación con el usuario haciéndole entender que es necesario para evitar el dolor en esa zona hacer el determinado ejercicio propuesto. También se contempla la opción de que el médico pueda especificar que ciertos ejercicios son reemplazables u omisibles, de forma que, si por ejemplo le doliese al usuario la rodilla de forma excepcional, y el médico no hubiese remarcado que ese usuario necesite diariamente ejercitar la misma, se pueden omitir los ejercicios que impliquen movimiento en la rodilla, y se harían los demás, por ejemplo, sentados en una silla. De esta forma, pretendemos crear unos ejercicios rutinarios acorde al estado diario del usuario y a lo pautado por el médico, simulando lo que sería tener un especialista siempre consigo que le asesorase en estas situaciones. De nuevo, el sistema es independiente pero compatible con el sistema de argumentación, de manera que estas funcionalidades deberían ser controladas por el mismo una vez integrado, permitiendo al usuario un ayuda mucho más personalizada y dependiente incluso de agentes externos. Un ejemplo que podría permitir el argumentador es si el usuario, por ejemplo, se hubiese golpeado la rodilla el día anterior, de forma que le doliese especialmente. Por ello, el usuario se negaría a hacer ejercicios que supongan moverla mucho, ya que tiene un moratón y le duele. El sistema sería capaz de interactuar con el usuario, intentar convencerle de que realizase los ejercicios de todas formas, pero en vista de la situación, y dado que el usuario no da su brazo a torcer, le propondría otros ejercicios, además de incluso recomendarle una pomada para el golpe o incluso una visita al médico si perdura.



Ilustración 6 - Captura de la entrenadora 3D mostrando un ejercicio

3.1.3. Alarmas

El usuario será capaz de establecer nuevas alarmas o desactivar/eliminar las existentes. Siempre evitamos en la medida de lo posible el uso del teclado por defecto del dispositivo, por lo que se le ofrecerán al usuario en todo momento botones para que pueda llevar a cabo estas tareas, como se observa en la Ilustración 7.

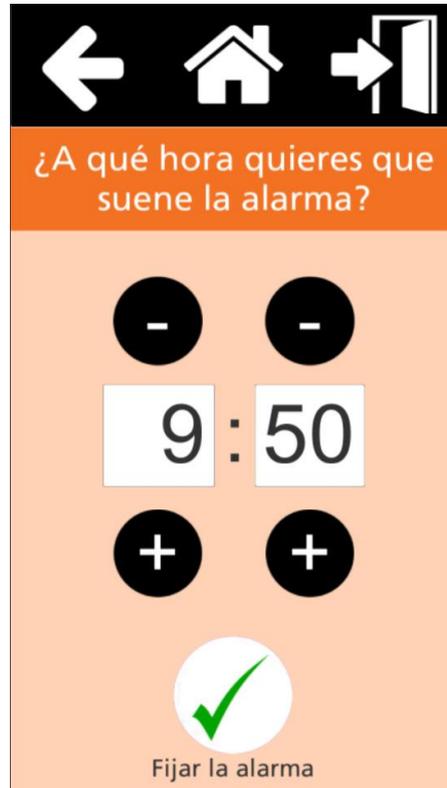


Ilustración 7 - Captura de Cómo poner una alarma

3.1.4. Teléfono

El teléfono es un elemento de comunicación indispensable para todos, y las personas de la tercera edad no son diferentes. No obstante, se ha adaptado esta pantalla intentando simplificar en la medida de lo posible esta característica para que sea fácil de utilizar.

Encontramos en la primera pantalla los botones de categorías "Familia", "Amigos" y "Otros", junto con un botón más grande, principal, con el texto "Emergencias", como se aprecia en la Ilustración 8. El número al que se llama al pulsar este botón sería totalmente configurable, de forma que según lo especificado por, por ejemplo, el cuidador, llamaría al 112 o bien a un número de emergencias privado.

En esta sección el usuario podrá añadir o eliminar contactos existentes en cada una de las categorías, así como moverlos entre categorías.



Ilustración 8 - Captura pantalla principal Teléfono

3.1.5. Lugares

Las personas mayores son más propensas a desorientarse y perderse al ir incluso a lugares conocidos, por ello esta funcionalidad les puede apoyar en ese aspecto. Una pantalla inicial les mostrará un listado de lugares a los que podría querer ir, incluyendo nombre e imagen de los mismos, pudiendo el usuario seleccionar cualquiera de ellos para que automáticamente se establezca la ruta desde su ubicación hasta ese destino utilizando Google Maps en modo peatón. El usuario también dispondrá de opciones como:

- Añadir un nuevo lugar: se guardarán automáticamente las coordenadas del lugar en el que se encuentra, y le pedirá asignarle un nombre, pudiendo también hacerle una foto al lugar que luego le ayudaría a reconocerlo más fácilmente.
- Eliminar un lugar existente: se borrará toda la información del lugar seleccionado

3.2. Herramientas utilizadas

Para la realización de este proyecto vamos a utilizar el motor de videojuegos Unity [30], que permite una integración muy sencilla entre el entorno gráfico y los scripts de programación, además de realizar una exportación automática tanto a Android como a iOS, sin necesidad de modificar los códigos para adaptarlo a uno u otro sistema operativo. Además, Unity cuenta con una gran cantidad de documentación, plugins, assets, etc. que podían ser de utilidad para la aplicación. Entre estas opciones importables que posee Unity se encuentra una reconocida librería de Realidad Aumentada, Vuforia [22].

Vuforia está especialmente diseñada para dispositivos móviles y permite trabajar, además de para Android o iOS, con Unity. Esta librería se puede descargar de forma gratuita y añadir al

proyecto de Unity, incorporando una gran variedad de funciones que puedes personalizar para adaptarlas a tus necesidades. Una de las funcionalidades que aporta esta librería es reconocer imágenes y leer un fichero de metadatos asociados a la misma. Las imágenes a reconocer, al igual que sus metadatos, pueden almacenarse en la memoria del dispositivo asociadas a la aplicación de proyecto, o bien en un servidor de imágenes global. En el presente proyecto utilizamos esta última opción de reconocimiento, para asegurar que la aplicación pueda modificarse externamente sin necesitar continuas actualizaciones (por ejemplo, el cambiar los diseños de las cajas de un medicamento requeriría la modificación de la imagen que sirve de marca para dicho medicamento), en especial, para hacerla más ligera al no tener que tener almacenadas todas las imágenes en el dispositivo.

3.3. Desarrollo de la interfaz

Para el diseño de la interfaz nos hemos apoyado mucho en las recomendaciones sugeridas por los trabajos revisados en el estado del arte. Vemos en Tabla 4 una referencia a la tabla que hicimos a modo resumen comparativo entre los tres autores destacados en el estado del arte, para mostrar cómo se han utilizado estos estudios en nuestro proyecto.

Separación	Tenida en gran consideración, no permitiendo más de 2 botones por línea horizontal en menús y pantallas de navegación
Disposición	Mantenemos fijos los botones clave: Atrás, Inicio y Salir. Además respetamos la estructura a lo largo de la aplicación (texto informativo en la parte superior, botones distribuidos en las mismas posiciones...)
Representación	Hemos buscado utilizar simbología adaptada a personas mayores, de forma que les sean comprensibles. También se ha cuidado el lenguaje para evitar anglicismos o palabras que puedan escapar de su vocabulario habitual
Colores	Se han buscado combinaciones con mucho contraste para propiciar una mayor claridad de lectura y prevenir fatiga visual
Significado	Todos los iconos van acompañados de texto para facilitar su comprensión
Navegación	Hemos utilizado la recomendación de Qian y WenDao y hemos utilizado colores para marcar las diferentes secciones. Por ejemplo, Medicamentos es verde (el fondo del icono es verde, y al acceder a las pantallas de esa sección encontramos que los paneles tienen fondos de colores verdosos), y Ejercicios es rojo.
Otros	Hemos utilizado lo aprendido de Correia de Barros respecto a la separación para los botones físicos, dejando siempre suficiente distancia entre cualquier elemento interactivo y la zona de botones físicos

Tabla 4 - Aplicación del Estado del arte al diseño de la interfaz

Los botones, por ejemplo, han sido un elemento muy importante que considerar. Como se vio en el estado del arte, las personas de la tercera edad tienden a no considerar como un botón el texto plano, y sin embargo la figura circular la asocian fácilmente con un botón, por lo que todos los botones de la aplicación mantienen esta forma circular excepto los de la barra de menú fija en la parte superior, que por cuestiones de espacio y diseño se han dejado únicamente con los iconos gráficos.

La tipografía buscada es clara, fácil de leer, y sin serifa [31], que algunos autores resaltaron como más dificultosa de leer para los ancianos. El tamaño del texto se ha buscado que sea lo más grande posible para que no cueste leerlo.

Se ha buscado simplificar al máximo las pantallas, para evitar aturdir al usuario con exceso de información, prueba de ello es que la mayoría de submenús muestran únicamente un máximo de 4 botones a la vez. En caso de necesitar más opciones de las que se puedan mostrar, se ha preferido utilizar uno de los cuatro botones como “Siguiete” para acceder a otra pantalla con otros 4 botones con más opciones. De este modo, la navegación es lenta, pero consideramos que al usuario se le estresa menos al exponerle menos opciones simultáneamente.

También cabe destacar que a lo largo de la aplicación se mantiene un texto informativo en la parte superior, que ayuda al usuario a orientarse en cada pantalla, y que permite así una navegación más fluida y menos frustración en el usuario por encontrarse en pantallas en que no sabe qué debe hacer.

3.4. Sistema de Realidad Aumentada

Para esta aplicación hemos hecho uso del servicio Cloud de Vuforia, que reconoce las imágenes comparándolas con la base de datos online de la que dispone. Como marcas, se utilizan las carátulas de las cajas de medicamentos, que idealmente las proporcionarían las propias farmacéuticas, al igual que la información básica de los mismos. En cada marca disponemos de un fichero de metadatos, que indica el ID de ese medicamento específico en nuestra base de datos, pudiendo así consultar cualquier dato sobre el medicamento en nuestra base de datos al reconocer la carátula del mismo.

3.5. Base de datos

Dada la necesidad de que la información de, por ejemplo, los medicamentos, esté disponible online y sea fácilmente accesible o incluso modificable por las aplicaciones de los médicos o las empresas farmacéuticas, se ha diseñado una base de datos que pueda englobar todo esto, que se puede ver en la Ilustración 9.

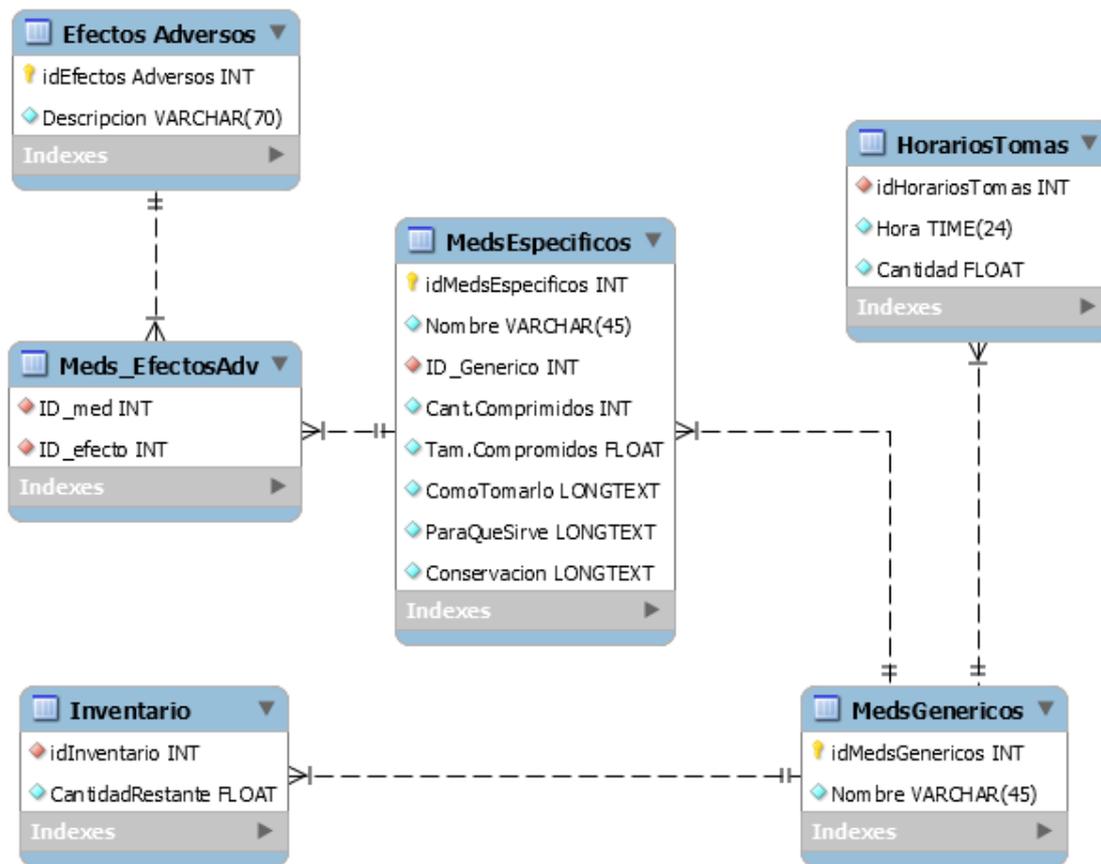


Ilustración 9 - Diagrama de la base de datos

Empezamos por recordar que el almacenamiento de las imágenes de los medicamentos se hace utilizando los servidores en la nube de Vuforia para poder hacer uso del Cloud Recognition. Cada una de esas imágenes dispone de un fichero de metadatos en el que incluimos, simplemente, el ID del medicamento al que corresponde la imagen (idMedsEspecificos).

La tabla de medicamentos genéricos (MedsGenericos) es, pese a su simplicidad, el centro de operaciones de la base de datos. En esta tabla encontraremos listados el nombre genérico del medicamento a tomar (o principio activo). Cuando el médico le receta a un paciente un medicamento, no suele ser relevante la marca del mismo, siempre que mantenga la misma proporción del principio activo. Y por eso se han separado en dos tablas bien diferenciadas los medicamentos genéricos como tal de los medicamentos específicos (con marca). Cada medicamento específico (MedsEspecifico) tiene, además de su ID único, su nombre, la cantidad de comprimidos (o sobres) que incluye en el paquete, la cantidad de principio activo de la que dispone, e información básica sobre el mismo (para qué sirve, cómo se toma, cómo conservarlo). De esta forma, por ejemplo, se almacenarían en filas separadas y con IDs diferentes el Ibuprofeno de 600mg y el de 400mg, ya que la cantidad de componente activo difiere de una a la otra. Esto es especialmente importante puesto que, a la hora de concretar las tomas, el médico establece la dosis que debe tomar en cada momento, de forma que la aplicación es capaz de decir si debe tomar un medicamento u otro, o cuánto de cada uno. Por ejemplo, si tenemos un Telmisartan de una marca X de 40mg, y otro de una marca Y de 80mg, y el médico establece que el usuario debe tomar 80mg de Telmisartan con las comidas, al enfocar el usuario con el visor de AR al Telmisartan de marca X, le indicaría que debe tomar 2 comprimidos para

poder cubrir la dosis marcada por el médico, mientras que, si enfoca al Telmisartan de marca Y, le indicará que se toma un solo comprimido. Esto también afecta al inventario, que muestra la cantidad de dosis restantes que le quedan al usuario según lo establecido por el médico. Así, por ejemplo, aunque le quedasen 8 comprimidos del Telmisartan de marca X, mostraría que tan solo le quedan 4 dosis, puesto que requiere de 2 comprimidos por dosis.

En la tabla de Efectos adversos encontramos un listado de posibles efectos adversos que tienen los medicamentos, y la tabla Meds_EfectosAdv almacena la relación entre los medicamentos específicos y los efectos adversos, pudiendo así saber qué efecto adverso tiene cada medicamento.

4. Validación

Durante el desarrollo de la aplicación se ha ido comprobando periódicamente su funcionamiento en un equipo de cinco expertos en nuevas tecnologías, buscando que no hubiese errores en la aplicación (tanto de implementación como conceptuales) ni fallasen las características de la misma. Una vez el resultado ha sido óptimo y totalmente correcto, se ha pasado a la fase de pruebas con usuarios.

4.1. Pruebas con usuarios

Para llevar a cabo las pruebas con usuarios, se ha preparado un escenario en el que se han dado unas instrucciones generales explicándoles el contexto de la aplicación y para qué sirve la misma:

El médico, utilizando su aplicación, ha incluido aquí [en la aplicación] tus medicamentos y sus tomas. Además, el especialista ha incluido unos ejercicios que tendrías que hacer a diario para mantenerte en forma y evitar el deterioro de músculos y/o huesos. Esta aplicación te recordará los horarios de tomas y te permitirá consultar dudas sobre los medicamentos. También te guiará para hacer los ejercicios que mejor te vayan. En caso de que lo que te proponga no te parezca bien, solo tienes que indicarlo cuando te pregunte.

Se han creado cinco tareas que deben cumplir los usuarios para analizar cómo se desenvuelven y hacen uso de la aplicación:

- Tarea 1: Imagina que estás un día cualquiera en casa y es hora de comer [la hora del dispositivo se ha modificado para que coincida con la hora de la comida sin importar el momento del día en el que estemos llevando a cabo las pruebas]. Prueba a utilizar la aplicación para lo que sería la toma de los medicamentos.
- Tarea 2: Imagina que llevas ya varias horas sintiendo un mareo anormal. Consulta en la aplicación a qué puede deberse.
- Tarea 3: Imagina que vas a irte a comer fuera y necesitas saber qué pastillas llevarte contigo. Consulta en la aplicación qué medicamentos te tomas con la comida.
- Tarea 4: Imagina que tienes un rato libre y vas a hacer tus ejercicios diarios. Prueba a utilizar la aplicación para hacerlo.
- Tarea 5: Repite la Tarea 4 pero imagina en este caso que te duele, por ejemplo, la rodilla.

Tras la explicación introductoria, y el enunciado de la tarea, la aplicación es entregada al usuario, que deberá valerse por sí mismo para usarla, con pequeñas explicaciones cuando el usuario las requiere para situarlos un poco más en el contexto de uso de la misma. Durante el uso de la aplicación, se anotaban comentarios del usuario (tanto positivos como negativos) para su posterior inclusión en el análisis de las pruebas.

Una vez finalizadas las tareas requeridas, se le pedía al mismo rellenar una pequeña encuesta.

A la hora de elegir a los usuarios que realizasen las pruebas se ha intentado buscar variedad de perfiles y edades, habiendo participado en las pruebas finalmente los siguientes usuarios:

- Usuario 1: mujer de 80 años con estudios básicos, pensionista. Familiaridad con los dispositivos móviles: muy baja

- Usuario 2: mujer de 65 años con estudios superiores de bellas artes, ama de casa. Familiaridad con los dispositivos móviles: media-baja
- Usuario 3: hombre de 63 años con estudios superiores de química, profesor universitario. Familiaridad con los dispositivos móviles: media
- Usuario 4: mujer de 86 años con estudios medios de finanzas, pensionista. Familiaridad con los dispositivos móviles: media
- Usuario 5: hombre de 72 años con estudios básicos. Familiaridad con los dispositivos móviles: baja

Como se puede observar, ninguno de los usuarios tiene un alto nivel de familiarización con los dispositivos móviles, lo cual apoya lo reflejado en los estudios ya existentes al respecto: la tecnología no está extendida entre este sector de la población que tan beneficiado podría salir de ella.

La encuesta que se ha realizado a los usuarios utiliza el modelo de Likert [32], en el que se presentan una serie de puntos a evaluar, pidiendo al usuario que puntúen del 1 al 5 (siendo 1 el peor y 5 el mejor) estos puntos. En esta encuesta se preguntaba sobre los siguientes factores:

- Utilidad: hace referencia a si el usuario considera que la aplicación es útil.
- Eficiencia: este punto sería si la aplicación cumple su función, y si reporta una utilidad/comodidad al usuario.
- Facilidad de aprendizaje: indica la cantidad de tiempo necesaria para que el usuario pueda manejar la aplicación con naturalidad.
- Facilidad de recordar su manejo: describe la facilidad que ofrece la aplicación para recordar cómo se utiliza, tiempo después de que lo expliquen.
- Satisfacción: hace referencia a si al usuario le ha gustado la aplicación y si volvería a utilizarla

Además, se daba la opción al usuario de añadir algún comentario general sobre la aplicación, qué partes le habían gustado, qué opciones mejoraría, etc.

4.1.1. Resultados

En prácticamente todos los casos se han conseguido realizar las tareas encomendadas, si bien han necesitado una pequeña ayuda en ocasiones. Resumiremos los resultados de cada tarea a continuación:

Tarea 1

<i>Usuario 1</i>	Duda desde el principio, parece insegura y pregunta en cada paso, "le tengo que dar aquí, ¿no?", no obstante, va bien encaminada. La realidad aumentada la confunde un poco, se le explica más extensamente en qué consiste, y parece entenderlo y empieza a enfocar las diferentes cajas de medicamentos para comprobar cuáles se toman y cuáles no, sin "tomarse" ninguna. Se le debe recordar el propósito de la tarea, y entonces pregunta si debe pulsar el botón de toma. Con ayuda consigue cumplir la tarea, pero no usa el resto de botones hasta que se le explican, para a continuación probarlos en varios medicamentos por sí misma.
<i>Usuario 2</i>	Completa la tarea sin problemas

<i>Usuario 3</i>	Llega sin problemas al visor. Usa en primer lugar el botón que lista los medicamentos que debe tomar ahora. Tarda unos pocos segundos en convencerse de pulsar el botón de toma pero finalmente, sin preguntar, lo pulsa, y satisfecho con el resultado, sigue adelante y resuelve la tarea sin más dilación
<i>Usuario 4</i>	No tiene problemas para completarla, pero duda ligeramente a la hora de pulsar el botón de toma. Consulta con curiosidad el apartado de "¿Para qué sirve?"
<i>Usuario 5</i>	No se está muy seguro de qué tiene que hacer. Se le vuelve a explicar y llega al visor de medicamentos. Utiliza primero el botón de cuáles tocan ahora. El botón de toma le resulta confuso, no está seguro si lo tiene que pulsar o no. Dado que los botones informativos muestran la información mientras se mantienen pulsados, el mal pulso del usuario hace parpadear el panel.

Tarea 2

<i>Usuario 1</i>	Pregunta dónde puede consultarlo, no sabe a qué sección acceder. Ante la falta de ayuda, decide acceder a Medicamentos, pero se arrepiente y quiere volver hacia atrás, sin conseguirlo, parece ignorar el menú de la barra superior. No consigue superar la tarea.
<i>Usuario 2</i>	Se queda dubitativa en el menú principal, pero finalmente se decide a entrar en la sección correcta, y en adelante no presenta dudas ni problemas para completar la tarea
<i>Usuario 3</i>	No está muy seguro de a qué apartado debe dirigirse, entra en Teléfono (dice que tal vez ahí le resuelvan dudas), enseguida se da cuenta de que no es el apartado que busca y usa sin problemas los iconos superiores (Atrás) para volver al menú principal. Entra a continuación en Medicación, y de ahí sin más dificultades consigue llegar a su destino
<i>Usuario 4</i>	Sale de la aplicación sin querer al pulsar el botón Salir pensando que servía para cambiar a más pantallas con opciones. Una vez abierta de nuevo la aplicación, se queda dubitativa y finalmente elige la sección correcta, no presentando ningún problema en adelante.
<i>Usuario 5</i>	En el menú principal presenta dudas porque no hay ningún apartado de síntomas. Pide ayuda, pero al no recibirla prueba el apartado Medicación, y pese a que se queda pensativo largos ratos en cada nuevo submenú al final completa la tarea sin problemas

Tarea 3

<i>Usuario 1</i>	Esta vez accede a la sección correspondiente sin dudas, pero se queda dubitativa en el siguiente submenú. Finalmente elige correctamente, y en adelante no muestra problemas para finalizar la tarea.
<i>Usuario 2</i>	Intenta entrar en el apartado Calendario, pero se le informa de que ese apartado todavía no está operativo. Se decide entonces por el apartado correcto, y en adelante no presenta dudas ni problemas para completar la tarea
<i>Usuario 3</i>	Va directamente y sin problemas, al recordar haber visto la opción de "Horario de tomas" en la tarea anterior
<i>Usuario 4</i>	Completa la tarea sin problemas
<i>Usuario 5</i>	Accede al visor AR de medicamentos al tener allí también la opción de ver los horarios

Tarea 4

<i>Usuario 1</i>	Completa la tarea sin problemas
------------------	---------------------------------

Usuario 2	Completa la tarea sin problemas
Usuario 3	Completa la tarea sin problemas
Usuario 4	Completa la tarea sin problemas
Usuario 5	Completa la tarea sin problemas

Tarea 5

Usuario 1	Completa la tarea sin problemas
Usuario 2	Completa la tarea sin problemas
Usuario 3	Completa la tarea sin problemas
Usuario 4	Completa la tarea sin problemas
Usuario 5	A la hora de seleccionar el punto de la rodilla, pulsa dos veces (intencionadamente) sobre el círculo de forma, que se selecciona y deselecciona. Lo vuelve a intentar con solo un toque y completa la tarea sin más problemas

Se observa gracias a los resultados que el botón de toma de medicamentos queda poco claro para prácticamente la totalidad de los usuarios, ya que se muestran dubitativos a la hora de usarlo. También presentan problemas para encontrar el submenú de Síntomas, dentro de la sección de Medicamentos. Las tareas relacionadas con los Ejercicios han resultado muy sencillas para los usuarios, que las han podido contemplar sin problemas en la práctica totalidad de los casos. La tarea 3 ha sido interesante ya que el Usuario 5 pese a buscar un método más complicado e inesperado, también logró su objetivo. Se le informó no obstante al dar por finalizada la tarea de la subsección de Horarios de tomas, que le pareció más rápida de consultar que su primera elección.

Los datos recogidos en las encuestas se muestran en la Tabla 5 y en la Ilustración 10, donde se puede apreciar, para cada usuario, la puntuación dada.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5
Utilidad	5	5	4	5	5
Eficiencia	4	4	3	4	4
Facilidad de aprendizaje	3	4	4	3	4
Facilidad para recordar su manejo	4	5	4	4	4
Satisfacción	5	5	4	5	5

Tabla 5 - Puntuaciones de los usuarios

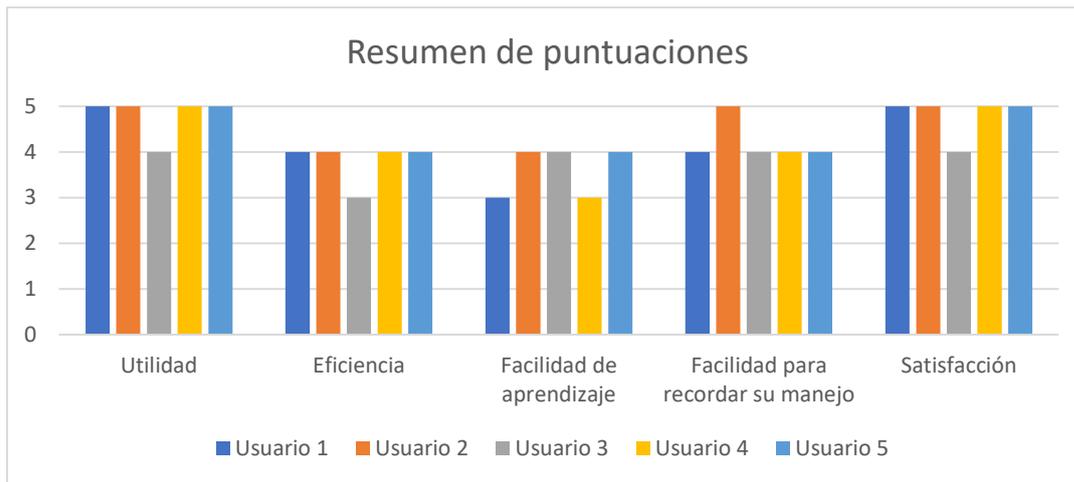


Ilustración 10 - Resumen de puntuaciones

A primera vista se aprecia que los puntos fuertes de la aplicación son la utilidad y la satisfacción, siendo el Usuario 3 el único que las ha puntuado con 4. Esto puede deberse en parte a que es el usuario más joven y por tanto ve menos utilidad y por lo tanto satisfacción en la aplicación. En el otro lado de la balanza, como punto débil, destaca la facilidad de aprendizaje, que no resulta del todo óptima para los usuarios. Este es un aspecto importante que debería o bien trabajarse mediante un pequeño entrenamiento previo al uso de la aplicación, o bien mediante pantallas informativas a modo tutorial. Resultado de la experiencia de pruebas, creemos que sería más adecuada la primera, puesto que los usuarios buscan en otras personas la ayuda para entender la tecnología que tienen delante, y como se ve claramente en el caso del Usuario 1, la explicación de otra persona les ayuda a entenderlo mucho más rápido que leyéndolo por pantalla.

Además, como se ha explicado anteriormente, al finalizar las pruebas se ha pedido a los usuarios que nos ofreciesen algún comentario general sobre la aplicación. Estos comentarios se han anotado y pueden verse recogidos a continuación:

Comentarios de los usuarios

Usuario 1 *Es confuso a veces, no se entiende del todo, pero si te lo explican es más fácil y parece muy moderno, me gusta*

Usuario 2 *Me ha parecido útil. El diseño está cuidado, me parece minimalista y agradable.*

Usuario 3 *Está bien, es útil e interesante, pero falta por pulir un poco, hacerlo más intuitivo.*

Usuario 4 *Le falta poder entenderse un poco más, pero está muy bien pensada, desde luego iría muy bien para gente como yo*

Usuario 5 *Un poco complicado pero no está mal, no está mal, me ha gustado*

En los comentarios vemos reflejado, igual que en las encuestas, que la mayoría de los usuarios consideran la aplicación útil, si bien consideran que todavía tiene que mejorar ya que resulta confusa en ocasiones. En general los comentarios han sido positivos hacia la aplicación, y los usuarios han acabado contentos con la experiencia y con ganas de probarla en el futuro con nuevas mejoras.

Para unas pruebas de usuarios más extensas y, por tanto, más ricas, estamos pendientes de una colaboración con una residencia de ancianos para probarlo in-situ con los internos, abarcando así un considerable número de usuarios en un entorno muy favorable al uso de la aplicación.

Los resultados de estas pruebas han sido de gran utilidad para plantear futuras mejoras para la aplicación, las cuales se explicarán en el siguiente apartado del trabajo.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este proyecto hemos diseñado y desarrollado una aplicación que pueda ser un apoyo a los ancianos en su día a día, ayudándoles a gestionar la toma de medicación recetada por el médico, así como el inventario de medicamentos, consultar cualquier duda referente a los medicamentos o a posibles síntomas derivados de los mismos. La aplicación también supone un apoyo a la hora de realizar ejercicios de rehabilitación pautados por un especialista, además de contar con funcionalidades como alarmas o teléfono. Otra característica interesante de la aplicación es el soporte que ofrece al usuario a la hora de moverse de un lugar a otro, teniendo a su disposición un listado personalizable de lugares a los que ir, que le permiten en todo momento poder calcular una ruta desde su posición hasta ese lugar, usando para ellos la aplicación externa de Google Maps.

La aplicación creada es compatible con el sistema de argumentación creado por el grupo de investigación GTI-IA [24].

Si bien la interfaz puede no parecer tener un diseño muy atractivo o vistoso, se debe tener en cuenta que se ha creado y diseñado específicamente para usuarios de la tercera edad, la mayoría de los cuales tiene poca familiaridad con dispositivos móviles, de manera que se ha optado en todo momento por la eficacia sobre la estética. Según las pruebas realizadas, las personas mayores pudieron en su gran mayoría utilizar la aplicación sin complicaciones relacionadas con la interfaz, resultando congruente con lo investigado en este campo y ya explicado en el estado del arte.

La implementación del uso de la realidad aumentada para la toma de medicación, añadir nuevos medicamentos al inventario, o para hacer los ejercicios, ha resultado un gran éxito entre los usuarios puesto que les ha parecido algo muy curioso, “como magia”, y eso puede ayudar a la hora de motivarlos para utilizar la aplicación.

Este proyecto se ha desarrollado con mucho entusiasmo, y el resultado al probarlo con usuarios, pese a no haber sido todo lo correcto que se esperaba, ha sido muy satisfactorio en general, viendo cómo la idea les gustaba, les parecía útil y los motivaba a usar un dispositivo móvil y nuevas tecnologías. Se pueden llevar a cabo proyectos verdaderamente interesantes enfocados este sector si se cuida el diseño de las interfaces y la accesibilidad, que podrían ayudar muchísimo a mejorar su calidad de vida.

No obstante, todavía quedan cosas por mejorar para que sea completamente eficiente y adecuado para su público. Esperamos que unas pruebas de usuarios más ricas, en la residencia de ancianos, nos ayuden a perfilar del todo esta aplicación y pueda ser así un proyecto totalmente adaptado a este sector de la población. Por el momento, con las pruebas llevadas a cabo, se han establecido las siguientes posibles futuras mejoras para la aplicación:

- **Instrucciones iniciales:** si bien se busca que la aplicación sea intuitiva por sí misma, unas instrucciones iniciales parecen necesarias para que los usuarios con un menor grado de familiaridad con los dispositivos sean capaces de desenvolverse. Para ello podrían ofrecerse sesiones informativas a estos usuarios, o incluso añadir en la aplicación un apartado a modo de tutorial que les explique paso a paso cómo utilizar la aplicación. Se considera que el apoyo “humano” en esta fase sería de mayor utilidad, puesto que el problema de tener una baja familiaridad con los dispositivos hace que presentar dificultades a la hora de seguir un tutorial incluido en la propia aplicación.

- **Implementación del Calendario:** para un uso completo de la aplicación sería necesario desarrollar esta sección de la aplicación.
- **Aplicación dinámica:** pese a los numerosos estudios que existen al respecto, cada persona es un mundo, y las diferencias entre las capacidades de los ancianos resultan demasiado grandes para poder crear una aplicación estática que cumpla con todo ello. Aunque según los resultados la aplicación es, en general, aceptada por los usuarios, un enfoque dinámico podría ser más beneficioso, y esto sería posible llevando a cabo pruebas con una mayor cantidad de usuarios (como esperamos hacer en la residencia de ancianos), de forma que podrían ofrecerse opciones personalizadas a cada usuario en función de sus capacidades visuales, auditivas y/o motoras.

Por último, dada la naturaleza del proyecto, no debería olvidarse como trabajo futuro la integración con el sistema de argumentación, de forma que los usuarios puedan dialogar con la aplicación y rebatir sus recomendaciones; así como la creación de la versión para médicos y cuidadores, de forma que puedan asignar a los pacientes sus tratamientos o ejercicios, y/o puedan controlar en cierta manera cómo evoluciona el usuario, así como una plataforma para que las empresas farmacéuticas puedan incluir medicamentos en la base de datos añadiendo imágenes, nombre, y todos los datos necesarios. Todas estas aplicaciones o plataformas webs, además, deberían estar comunicadas entre sí mediante una base de datos online que pueda permitir el intercambio de información entre los diferentes tipos de usuarios que harían uso del conjunto global de aplicaciones.

Bibliografía

- [1] E. Commission, «The 2015 Ageing Report: Economic and budgetary projections for the 28 EU Member States (2013-2060),» 2015.
- [2] G. Alexopoulos, «Depression in the elderly,» de *The Lancet*, 2005, pp. 1961-1970.
- [3] A. Fiske, J. Loebach Wetherell y M. Gatz, «Depression in Older Adults,» *Annual review of clinical psychology*, vol. 5, p. 363–389, 2009.
- [4] A. C. d. Barros, R. Leitão y J. Ribeiro, «Design and evaluation of a mobile user interface for older adults:,» de *Procedia Computer Science*, vol. 27, 2014, pp. 369-378.
- [5] J. M. R. Villena, B. C. Ramos, R. P. M. Fortes y R. Goularte, «An accessible video player for older people: issues from a user test,» *5th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, DSAI 2013*, vol. 27, pp. 168-175, 2014.
- [6] D. Ahmad, A. Komninos y L. Baillie, «Future Mobile Health Systems: Designing Personal Mobile Applications to Assist Self Diagnosis,» British Computer Society, Glasgow, 2008.
- [7] D. Dasgupta, K. G. Reeves, B. Chaudhry, M. Duarte y N. V. Chawla, «eSeniorCare: Technology for Promoting Well-Being of Older Adults in Independent Living Facilities,» de *2016 IEEE International Conference on Healthcare Informatics*, 2016.
- [8] É. Rodrigues, M. Carreira y D. Gonçalves, «Developing a Multimodal Interface for the Elderly,» *5th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, DSAI 2013*, vol. 27, pp. 359-368, 2014.
- [9] W. Jang, «An iPad Application Prototype to Enhance,» de *HCI 2015 Posters*, 2015.
- [10] T. Kleinberger, M. Becker, E. Ras, A. Holzinger y P. Müller, «Ambient Intelligence in Assisted Living: Enable Elderly People to Handle Future Interfaces,» *Universal Access in HCI, Part II*, pp. 103-112, 2007.
- [11] R. L. Mace y M. Follette Story, *The Universal Design File*, 1998.
- [12] R. Stone, «Mobile touch interfaces for the elderly,» de *Proceedings of ICT, Society and Human Beings 2008*, Amsterdam, 2008.
- [13] W. Qian y W. WenDao, «Interface Design of Handheld Mobile Devices for the Older Users,» de *2012 3rd International Conference on e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, Singapore, 2012.
- [14] R. T. Azuma, «A Survey of Augmented Reality,» *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, pp. 355-385, 1997.
- [15] J. Rampolla y G. Kipper, *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*, 2012.

- [16] S. Coquillart, G. Brunnett y G. Welch, *Virtual Realities*, 2010.
- [17] D. Van Krevelen y R. Poelman, «A Survey of Augmented Reality: Technologies, Applications and Limitations,» *The International Journal of Virtual Reality*, vol. 9, pp. 1-20, 2010.
- [18] W. Narzt y G. Pomberger, «Augmented reality navigation systems,» *Universal Access in the Information Society*, vol. 4, pp. 177-187, 2005.
- [19] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi y F. Kishino, «Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum,» de *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 1994.
- [20] F. Zhou, H. Duh y M. Billinghurst, «Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR,» *International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, vol. 2, pp. 193-202, 2008.
- [21] «ARToolKit,» [En línea]. Available: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [22] «Vuforia,» [En línea]. Available: <https://developer.vuforia.com>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [23] «Merriam-Webster,» [En línea]. Available: www.merriam-webster.com/dictionary/argumentation. [Último acceso: Junio 2017].
- [24] S. Heras, V. Botti y V. Julián, «Argument-based agreements in agent societies,» *In Neurocomputing*, vol. 75, pp. 156-162, 2012.
- [25] I. Rahwan y G. R. Simari, *Argumentation in Artificial Intelligence*, 2009.
- [26] I. Rahwan, «Autonomous Agents and Multi-Agent Systems,» de *Argumentation in multi-agent systems*, 2005, p. 115–125.
- [27] M. Wooldridge, *An Introduction to MultiAgent Systems*, 2009.
- [28] I. Lacko, Z. Moravek, J. P. Osterloh, F. Rister, F. Dehais y a. S. Scannella, «Modeling approach to multi-agent system of human and machine agents: Application in design of early experiments for novel aeronautics systems.,» de *11th IEEE International Conference on Industrial Informatics*, 2013.
- [29] I. Mocanu y A. M. Florea., «A Multi-agent System for Human Activity,» *Recognition in Smart Environments*, p. 291–301, 2012.
- [30] «Unity,» [En línea]. Available: <https://unity3d.com/>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [31] M. Bernard, H. Chia y M. Liao, «M.M.: The Effects of Font Type and Size on the Legibility and Reading Time of Online Text by Older Adults,» de *CHI '01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2001.
- [32] R. Likert, *A Technique for the Measurement of Attitudes*, 1932.