



Universidad de Valladolid



MÁSTER UNIVERSITARIO EN REHABILITACIÓN VISUAL
TRABAJO FIN DE MÁSTER

**IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA
USABILIDAD DE UNA APLICACIÓN PARA
SISTEMAS ANDROID DE CUMPLIMIENTO DE
PAUTA DE MEDICACIÓN EN PACIENTES CON
ENFERMEDADES CRÓNICAS**

AUTOR: Enrique Lapuente Pinilla

CO-DIRECTORES: Begoña Coco Martín y Ricardo Vergaz Benito

Septiembre 2013



AUTORIZACIÓN DEL TUTOR PARA LA EXPOSICIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

(Art. 6.2 del Reglamento de la UVA sobre la Elaboración y Evaluación del Trabajo Fin de Máster)

Dña. BEGOÑA COCO MARTÍN
en calidad de Tutora del alumno
D. ENRIQUE LAPUENTE PINILLA
del Máster en REHABILITACIÓN VISUAL
Curso académico: 2012-2013

CERTIFICA haber leído la memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado:

“ IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DE UNA APLICACIÓN PARA SISTEMAS
ANDROID DE CUMPLIMIENTO DE PAUTA DE MEDICACIÓN EN PACIENTES CON
ENFERMEDADES CRÓNICAS “

y estar de acuerdo con su exposición pública en la convocatoria de Septiembre

(indicar julio o septiembre)

En Valladolid a 28 de Agosto de 2013

Vº Bº

Fdo.:

La Tutora

Para empezar, no quería dejar pasar la ocasión de agradecer su participación a todos los pacientes que aceptaron formar parte de este estudio.

Por otro lado, tampoco podía olvidarme de Begoña y Ricardo por su apoyo como directores de esta investigación. Mi agradecimiento también a todo el personal del IOBA y de la Universidad Carlos III de Madrid involucrado de una u otra manera en este proceso, especialmente a Agustín por su colaboración en los resultados estadísticos.

Y por último en el plano personal podría hacer una lista, pero no hace ninguna falta porque vosotros ya sabéis quiénes sois y no necesitáis que escriba vuestros nombres en ningún sitio.

A todos, GRACIAS.



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| ÍNDICE | I |
| 1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 SMARTPHONES, APLICACIONES E INVESTIGACIÓN | 3 |
| 1.2 APLICACIONES MÉDICAS OFTALMOLÓGICAS | 4 |
| 1.2.1 APLICACIONES EN BAJA VISIÓN | 5 |
| 1.3 PAUTA DE MEDICACIÓN Y ADHESIÓN AL TRATAMIENTO | 6 |
| 2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS | 8 |
| 2.1 HIPÓTESIS | 8 |
| 2.2 OBJETIVOS | 8 |
| 3 MATERIAL Y MÉTODOS | 9 |
| 3.1 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN | 9 |
| 3.1.1 ENTORNO DE DESARROLLO Y PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN | 9 |
| 3.2 ESTUDIO DE USABILIDAD DE LA APLICACIÓN | 11 |
| 3.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN | 11 |
| 3.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN | 12 |
| 3.2.3 ASPECTOS ÉTICOS | 12 |
| 3.2.4 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO | 12 |
| 3.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 13 |
| 4 RESULTADOS | 14 |
| 4.1 FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN FINAL | 14 |
| 4.1.1 LECTURA DE PEGATINAS | 15 |
| 4.1.2 ABRIR CALENDARIO | 19 |
| 4.1.3 MEJORAS REALIZADAS SOBRE LA APLICACIÓN ORIGINAL | 20 |
| 4.2 ESTUDIO DE USABILIDAD | 22 |
| 4.2.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA | 22 |
| 4.2.2 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN | 22 |
| 4.2.3 FALLOS DE LA APLICACIÓN REPORTADOS POR LOS PACIENTES | 25 |
| 4.2.4 SUGERENCIAS DE LOS USUARIOS | 26 |



| | | |
|----------|-------------------------------|-----------|
| 5 | DISCUSIÓN | 28 |
| | 5.1 LIMITACIONES | 31 |
| | 5.2 PROPUESTAS DE CONTINUIDAD | 32 |
| 6 | CONCLUSIONES | 33 |
| 7 | BIBLIOGRAFÍA | 34 |
| | ANEXO 1: ENCUESTA | 39 |

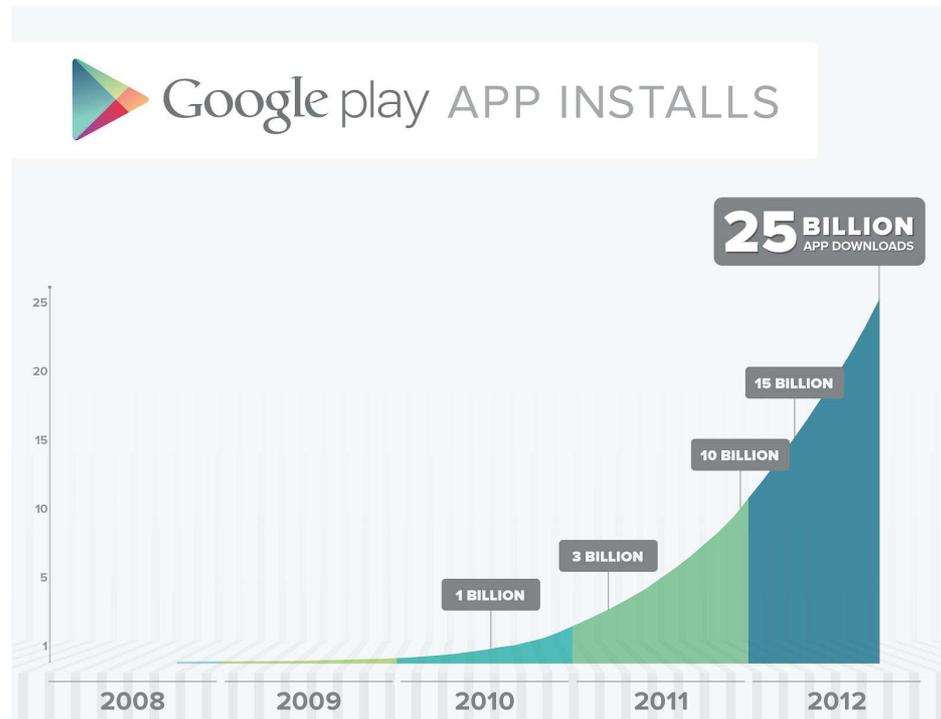
MEMORIA



1 INTRODUCCIÓN

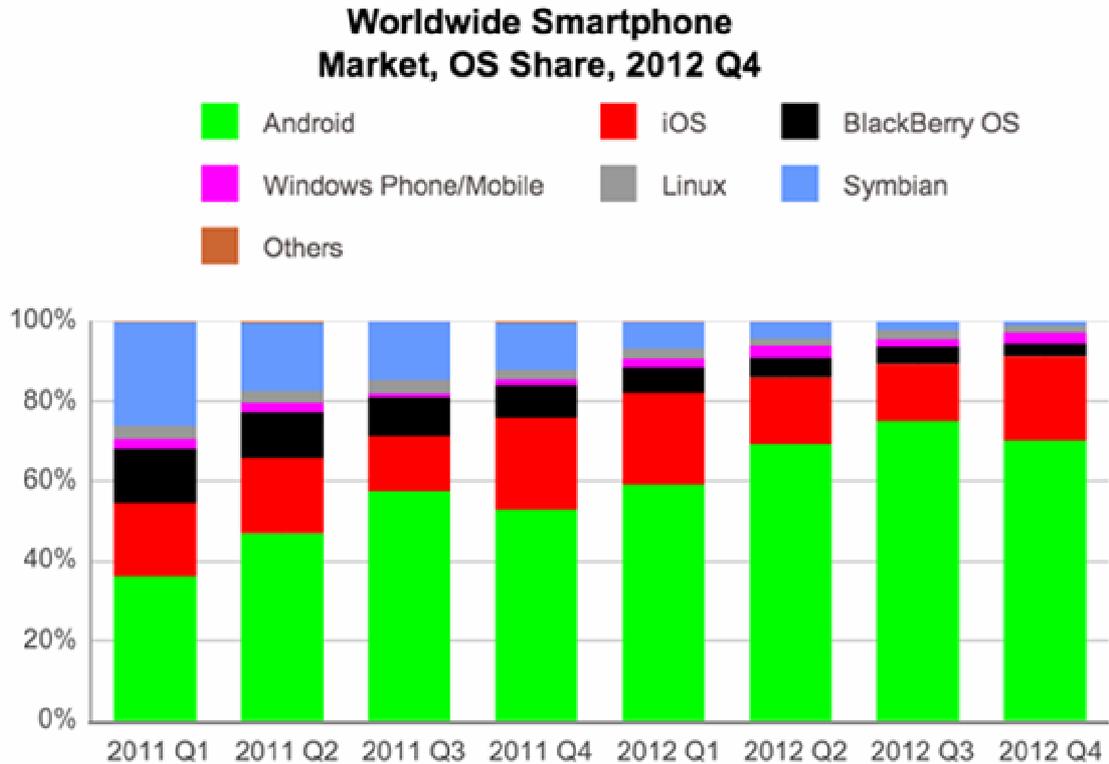
Es indudable el gran aumento que se ha producido en los últimos años en cuanto al uso de los teléfonos móviles de última generación conocidos como *smartphones*. Diferentes estudios lo corroboran, como el realizado por Ipsos MediaCT para Google¹ durante el primer trimestre de 2013, según el cual el 55% de la población española dispone de un *smartphone*. Además, este dato refleja una tendencia claramente alcista al ser comparado con el 44% obtenido en el primer trimestre de 2012 y el 33% resultante en el mismo periodo de 2011. Este estudio también refleja que el 72% de esos usuarios utilizan el dispositivo regularmente y que el 71% no sale de casa sin él. El uso más generalizado de los *smartphones* está relacionado con el ocio (91%), seguido de cerca por la comunicación (85%) y el acceso a información (70%).

Estos datos no han pasado desapercibidos para los desarrolladores de aplicaciones, que han visto cómo este sector de negocio ha experimentado un crecimiento exponencial desde la aparición de los primeros *smartphones*, en torno al año 2007. No hay más que ver la evolución de las descargas oficiales de aplicaciones para Android (gráfica 1) publicada por Google en su blog oficial² en septiembre del año pasado, momento en el que alcanzó la cifra de 25.000 millones de descargas. Lógicamente, este crecimiento en la demanda por parte de los usuarios es consecuencia, a su vez, de un aumento similar de la oferta de aplicaciones disponibles. Siguiendo con el ejemplo de Google, su mercado oficial pasó de 250.000 a 675.000 aplicaciones entre julio de 2011 y septiembre de 2012.



Gráfica 1.- Evolución de las descargas oficiales de aplicaciones para Android.

Hasta el momento se han mencionado estadísticas de Android, pero no hay que perder de vista que, aunque es la más extendida, no es la única opción disponible en el mercado de los *smartphones*. Según datos publicados a principios de este año, las dos plataformas mayoritarias de software en lo que a telefonía móvil se refiere son Android (Google) y iOS (Apple), respectivamente con un 70.1% y un 21% de la cuota de mercado mundial en el último cuatrimestre de 2012.³ Además, la tendencia actual del mercado apunta a un crecimiento de la brecha entre ambas con el paso de los años. Por detrás se encuentran otras plataformas minoritarias como BlackBerry OS (BlackBerry), Windows Phone / Mobile (Microsoft), Linux o Symbian, que en ningún caso superan el 3.2% de presencia (gráfica 2).



Gráfica 2.- Cuota de mercado mundial de *smartphones* en el último cuatrimestre de 2012.

1.1 *Smartphones*, aplicaciones e investigación

Este panorama de los últimos años ha demostrado un gran potencial desde la perspectiva de la investigación, dando lugar a un número de publicaciones cada vez mayor relacionadas de una u otra forma con estos dispositivos.^{4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12} Sin embargo, estudios como el publicado en 2012 por la Universidad de Stanford¹³ tras el análisis de 60 investigaciones relacionadas con el uso aplicado de *smartphones*, establecen que aunque el horizonte se perfila prometedor, todavía queda un largo camino por recorrer para entender mejor el papel que pueden llegar a desarrollar este tipo de aplicaciones en el campo médico.

No obstante, eso no significa que no se hayan hecho hasta el momento importantes avances a la hora de aplicar la telefonía móvil en el ámbito médico. Así, se puede encontrar un amplio abanico de aplicaciones con objetivos muy dispares,



desde la detección y prevención de caídas en personas mayores, como la desarrollada por el Departamento de Electrónica, Ciencia Computacional y Sistemas de la Universidad de Bolonia,⁴ hasta la monitorización de personas con trastorno bipolar, en este caso publicada por el Centro Psiquiátrico del Righospitalet de Copenhague.⁵ Además, en la mayoría de los casos los resultados no sólo son positivos sino que sientan las bases para un futuro aún más prometedor.

1.2 Aplicaciones médicas oftalmológicas

Si se entra más en detalle en el ámbito oftalmológico se descubre que también han surgido importantes contribuciones relacionadas con las aplicaciones para telefonía móvil. Este mismo año se ha publicado un estudio realizado por el Servicio de Oftalmología del Centre Hospitalier National d'Ophtalmologique des XV-XX de París⁶ en el que se identificaron hasta 342 aplicaciones oftalmológicas disponibles para las plataformas mayoritarias, Android y Iphone, que su vez podían clasificarse en dos categorías: las orientadas a oftalmólogos y las pensadas para pacientes. La conclusión más interesante del estudio se centra en los numerosos beneficios potenciales del uso del *smartphone* como dispositivo médico y en el importante papel que pueden jugar en la educación del paciente, en la auto-monitorización de determinadas patologías e incluso en la asistencia a personas con baja visión mediante ayudas como, por ejemplo, sistemas de magnificación.

Otro ejemplo de estudio interesante en el ámbito oftalmológico es el desarrollado en la Universidad de California en San Francisco,⁷ orientado a la detección del tracoma clínicamente activo mediante la toma de imágenes con la cámara del dispositivo. No hay que olvidar que el tracoma es una de las principales causas de ceguera en el mundo subdesarrollado, lo que ha llevado a la Organización Mundial de la Salud a incluirla entre sus objetivos dentro del programa VISION 2020.¹⁴



1.2.1 Aplicaciones en baja visión

La población con baja visión también dispone de aplicaciones especialmente diseñadas para sus circunstancias, como por ejemplo el sistema de reconocimiento facial para invidentes implementado por Advanced Medical Electronics,⁸ una empresa estadounidense de investigación y desarrollo de dispositivos médicos. En este caso se trata de una aplicación capaz de reconocer caras a través de la cámara del teléfono para después informar auditivamente al usuario con una tasa de acierto del 96% y sin falsos positivos.

Y es que se debe tener en cuenta que las personas con discapacidad, visual o de otro tipo, pueden ser un colectivo muy beneficiado por el uso de este tipo de nuevas tecnologías. En cualquier caso, para que esto pueda ocurrir, en una primera instancia es necesario salvar las barreras que se pueden presentar durante el uso de los teléfonos móviles en personas con cualquier tipo de discapacidad, sea ésta audiovisual, motriz o relacionada con la edad avanzada. En este sentido, hace ya tiempo que se empezó a dar pasos buscando mejorar la accesibilidad de estos usuarios, por ejemplo integrando tecnologías libres para reconocimiento óptico de caracteres (OCR), síntesis de habla (TTS) y reconocimiento de voz,⁹ con lo que se llegó a convertir teléfonos móviles previos a la era *smartphone* en dispositivos sensoriales de ayuda a personas con dificultades a la hora de ver y oír, permitiéndoles comunicarse con los demás de manera natural. Este estudio resultó ser pionero ya que trabajaba, allá por el 2004, con teléfonos móviles muy distintos de los actuales y en un momento en el que su expansión entre la población no tenía nada que ver con la situación de hoy en día. De hecho, estas herramientas de accesibilidad se han extendido de tal forma que en la actualidad no es complicado encontrar este tipo de interfaces en los mercados oficiales de aplicaciones de los diferentes fabricantes. Es más, hoy en día prácticamente todos los teléfonos ya traen integradas de fábrica ciertas herramientas de accesibilidad que no suponen ningún coste adicional para el usuario.



1.3 Pauta de medicación y adhesión al tratamiento

A pesar de los grandes avances diagnósticos y terapéuticos de las últimas décadas, a día de hoy sigue siendo un problema el cumplimiento o seguimiento por parte del paciente del tratamiento médico que se le ha prescrito. Es por ello que aunque cada vez se dispone de medicamentos más eficaces y se estudia en mayor profundidad la etiología y manifestaciones de numerosas enfermedades, el grado de control sobre muchas de ellas es escaso debido a la falta de adherencia a los tratamientos. La adherencia terapéutica es parte del comportamiento humano implicado en la salud y expresión de la responsabilidad de los individuos con el cuidado y mantenimiento de la misma. Con independencia del término que se utilice, adherencia o cumplimiento, es el paciente quien ejecuta o no las indicaciones médicas recibidas y es él en última instancia quien decide cómo y cuándo lo hará. En este sentido debe hacerse hincapié en las diferencias entre adherencia y cumplimiento u observancia, pues la primera requiere la implicación y participación activa del paciente en el proceso que implica el tratamiento, con lo que se establece una alianza entre él y el médico o terapeuta.

La importancia del problema del incumplimiento de los tratamientos se hace indiscutible si se analizan las repercusiones en todos sus aspectos: clínico, médico, económico y psicosocial. De ahí que se convierta en un asunto serio para la salud pública contemporánea, más si se tiene en cuenta que es un problema mundial que se presenta en todos los países con independencia de su nivel de desarrollo. Según datos oficiales de la OMS,¹⁵ la adherencia terapéutica en países desarrollados de pacientes que padecen enfermedades crónicas es sólo del 50%, y se supone que esta deficiencia sea aún mayor en países en desarrollo, dada la escasez de recursos.

En definitiva, dada la importancia de este problema y, por otro lado, la gran expansión de los *smartphones* entre la población, se plantea la posibilidad de utilizar estos dispositivos de alguna manera que permita mejorar la adhesión de los pacientes a sus tratamientos. Dentro de la extensa oferta disponible hoy en día, también hay diferentes aplicaciones relacionadas de una u otra manera con esta funcionalidad. Este mismo año la Universidad de Arkansas publicó un estudio¹⁰



sobre los beneficios potenciales de este tipo de aplicaciones en el que se encontraron un total de 160 para las plataformas mayoritarias (Android, Apple y Blackberry) y en el que se llegó a la conclusión de que representan una posible estrategia para mejorar la adhesión de los pacientes al tratamiento.

Entre los estudios realizados hasta el momento en los que intervenga el uso de aplicaciones para telefonía móvil en el ámbito del control de tratamientos médicos destacan los citados a continuación.

El estudio realizado entre la Universidad Politécnica de Madrid y el Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital Clinic de Barcelona,¹¹ en el que se creó un portal web accesible desde un teléfono móvil con servicios para el seguimiento del tratamiento de pacientes con VIH, destaca por su carácter pionero. El objetivo de la investigación era mejorar la adhesión al tratamiento del paciente y, en consecuencia, mejorar su calidad de vida. El citado estudio corresponde a la fase de elaboración de la herramienta, pero la prueba en pacientes y el análisis correspondiente estaba pensada para una fase posterior. Desafortunadamente no se ha tenido acceso a los resultados de esa segunda fase.

Por otro lado, una de las investigaciones más interesantes encontradas es el estudio de viabilidad llevado a cabo este mismo año con 10 pacientes en la Universidad de Tokyo sobre una aplicación de *smartphone* especialmente desarrollada para la gestión de tratamientos médicos,¹² que llegó a la conclusión de que los pacientes aceptaban la aplicación y que además el sistema mejoraba la correcta toma de los medicamentos.

En cualquier caso y dada la situación actual, con escasas publicaciones relacionadas con el uso de aplicaciones para la optimización de tratamientos médicos y mejora de la adhesión del paciente, en un momento en el que la telefonía móvil de última generación goza de una gran expansión entre la población mundial, se plantea la necesidad de seguir investigando en este campo. Esa es la razón que da pie al desarrollo de este estudio.



2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Hipótesis

La adhesión de un paciente con una enfermedad crónica a un determinado tratamiento y el cumplimiento del mismo mejorará con la utilización de una aplicación en su teléfono móvil que le recuerde la pauta de medicación y le ayude a completarla.

2.2 Objetivos

- Implementar una aplicación prediseñada previamente por el grupo GDAF de la Universidad Carlos III de Madrid para teléfono móvil basado en el sistema operativo Android que asista al usuario en el cumplimiento de una pauta de medicación.
- Reclutar un grupo de pacientes e instalar en sus teléfonos la aplicación desarrollada para que la utilicen durante un periodo de 7 días.
- Evaluar la usabilidad de la aplicación a través de una encuesta telefónica acerca de su manejo.
- Analizar estadísticamente los resultados obtenidos.



3 MATERIAL Y MÉTODOS

El desarrollo de este trabajo estuvo dividido en dos fases. En una primera etapa se desarrolló la aplicación para *smartphone* mientras que en la segunda se llevó a cabo la evaluación de su usabilidad en pacientes que participaron voluntariamente en el estudio. A continuación se detallan los aspectos más importantes del proceso.

3.1 Desarrollo de la aplicación

Dado que el desarrollo de aplicaciones es totalmente diferente para cada una de las plataformas (Android, Apple, etc.) e incompatible entre ellas, era necesario escoger un sistema operativo en concreto. Como Android es el que mayor cuota de mercado tiene, estaba claro que ese era el camino a seguir. Además, gracias a la colaboración entre el IOBA y el Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas (GDAF) de la Universidad Carlos III de Madrid se disponía de un prototipo de aplicación¹⁶ para Android que cumplía con parte de los requisitos planteados.

Finalmente la aplicación resultante del presente estudio es una versión depurada, mejorada y ampliada de aquella aplicación prototipo original. En un apartado posterior se analizan todas las modificaciones llevadas a cabo.

3.1.1 Entorno de desarrollo y programación de la aplicación

Para poder programar aplicaciones para sistemas Android es necesario disponer de un ordenador que tenga instalado, como mínimo, el siguiente software (figura 1):



3. MATERIAL Y MÉTODOS

- un entorno de desarrollo integrado (IDE), como puede ser Eclipse.
- el plugin ADT (*Android Development Tools*).
- el paquete de herramientas *Android SDK (Software Development Kit) Tools*.

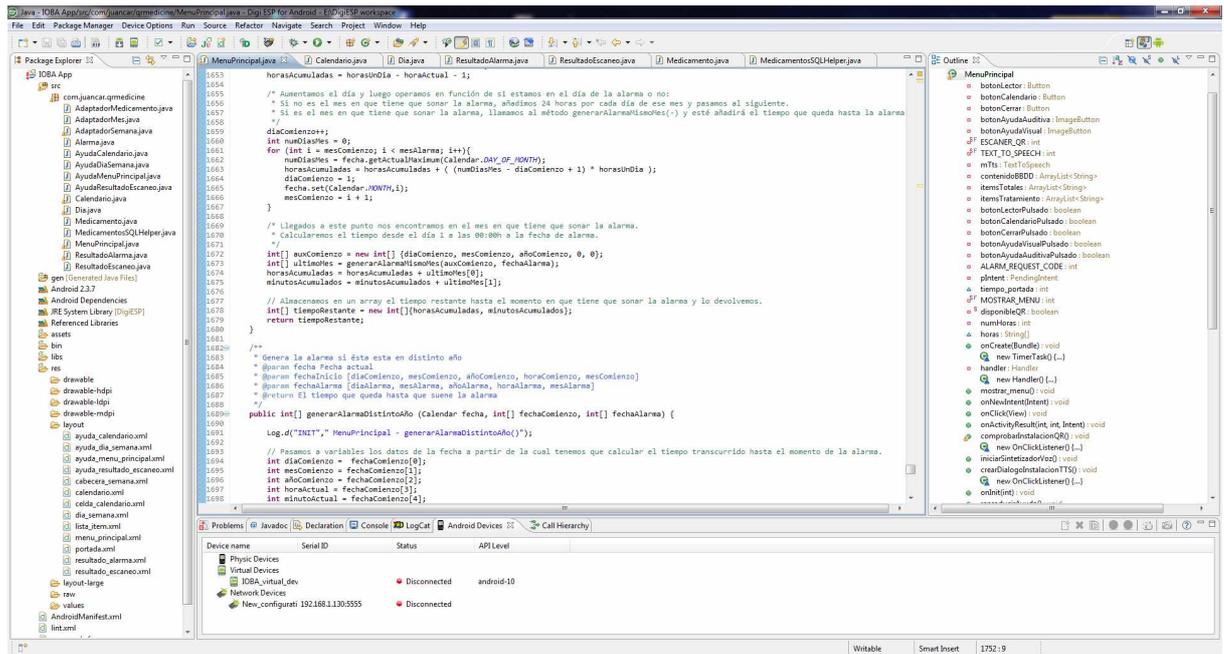


Figura 1.- Entorno de desarrollo integrado para aplicaciones Android.

Una vez se dispuso del entorno de trabajo, se pudo editar el código de la aplicación prototipo original para realizar las modificaciones necesarias e implementar las funcionalidades nuevas no soportadas inicialmente. El código de una aplicación Android está compuesto por dos grandes bloques claramente diferenciados: una parte que define los aspectos gráficos mediante archivos con formato xml, y otra que establece la funcionalidad de la aplicación mediante código Java basado en el uso de las APIs (*Application Programmer Interface*) estándar de Android, que a su vez se ejecutan sobre el kernel de Linux. Por tanto, para desarrollar una aplicación de este tipo es necesario tener conocimientos avanzados de diversos aspectos de programación. En este caso fue necesario modificar código de las dos partes de la aplicación original: la gráfica y la funcional.



Cuando se tiene una versión del código cuyo comportamiento se desea probar se realiza lo que se conoce como depuración de la aplicación. Genéricamente hay dos formas de hacerlo: en el emulador que ofrece el entorno de programación o en un dispositivo Android real. La segunda opción es, además de más cercana a la realidad, la única posible cuando se pretende probar el funcionamiento de determinados dispositivos o funcionalidades del teléfono que no pueden ser simulados. Dadas las características de la aplicación, durante el ciclo de desarrollo hubo que recurrir a la depuración en un teléfono real, lo que supuso un coste adicional en lo que a tiempo se refiere frente a la opción alternativa de depuración en el emulador del entorno de desarrollo, más sencilla y rápida.

El trabajo realizado sobre la aplicación original se completó a lo largo de aproximadamente tres meses durante los que se realizaron pruebas de funcionamiento en diferentes modelos de teléfono de diferentes fabricantes (Samsung, LG, HTC, etc.). Además, cuando se dispuso de la versión definitiva de la aplicación, ésta se envió al GDAF de la Universidad Carlos III de Madrid donde se llevaron a cabo tests adicionales en otros dispositivos en busca de fallos en el funcionamiento. Todo con la intención de minimizar los errores inesperados que pudieran surgir durante el periodo de evaluación de la aplicación con pacientes.

3.2 Estudio de usabilidad de la aplicación

Una vez finalizada la aplicación se empezó la fase de estudio de su usabilidad probándola en 10 pacientes voluntarios.

3.2.1 Criterios de inclusión

- Sujetos mayores de 18 años.
- Disponibilidad de teléfono móvil con sistema operativo Android.
- En tratamiento médico de forma crónica por vía oral o tópica.



3.2.2 Criterios de exclusión

- Pacientes con teléfono móvil no *smartphone* o con sistema operativo diferente a Android.
- Pacientes con tratamiento médico pautado a demanda.
- Pacientes con agudeza visual inferior a 0,5 en el mejor ojo.
- Pacientes con deterioro cognitivo en la escala Mini Mental.

3.2.3 Aspectos éticos

Todos los pacientes estuvieron de acuerdo en participar voluntariamente en el estudio y fueron capaces de contestar a las preguntas del cuestionario final. La ejecución se llevó a cabo en cumplimiento con el protocolo establecido, la declaración de Helsinki y de acuerdo con los procedimientos de trabajo del IOBA. Éstos están diseñados para asegurar la adhesión a las buenas prácticas clínicas. Así mismo se garantiza la confidencialidad de los datos de los pacientes participantes en el estudio para cualquier presentación pública de los resultados, cumpliendo con la legislación vigente en materia de protección de datos.

3.2.4 Descripción del estudio

Se instaló a los pacientes en sus respectivos teléfonos la aplicación desarrollada. A continuación se les dio las indicaciones de cómo usarla durante los 7 días que comprendía el periodo de prueba, y se respondieron todas sus dudas.

En cada caso se generó el código QR (más adelante se explica detalladamente el funcionamiento) correspondiente al tratamiento crónico que cada paciente ya estaba siguiendo con anterioridad, incluido el número de tomas/aplicaciones de la medicación y los horarios, y se introdujo esa información en la aplicación. De esta forma quedaron generadas de forma personalizada todas las



alarmas necesarias durante el periodo de prueba. El procedimiento a seguir por los pacientes al saltar una alarma era apagarla y tomar/aplicar el medicamento correspondiente.

Dentro de los siete días siguientes a la finalización del periodo de prueba de la aplicación se contactó con los pacientes por vía telefónica para realizarles las preguntas que componían el cuestionario de usabilidad de la aplicación (ver Anexo 1). Este cuestionario constaba de 8 ítems que el paciente debía puntuar de 1 a 10 y que permitían la evaluación de diferentes aspectos como la sencillez de uso, el grado de confianza ofrecido por la aplicación o parámetros puramente estéticos o gráficos de la misma. Por otro lado, se había guardado previamente la información del tratamiento seguido por cada paciente, así como el modelo de su teléfono móvil (este último dato por si en algún momento pudiese resultar útil de cara a depurar posibles errores de la aplicación). Finalmente se les permitió hacer cualquier tipo de comentario o sugerencia acerca de la aplicación o el desarrollo de la prueba.

3.2.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado por la Unidad de Estadística del IOBA mediante el uso de Microsoft Excel (v.2002) y SAS (v.9.2). Se resumieron las variables numéricas mediante medias y desviaciones típicas (DT), y las cualitativas mediante porcentajes. Se calcularon los intervalos de confianza al 95% para las medias de las respuestas a los ítems del cuestionario. Se estudió la relación entre las respuestas a estos ítems utilizando el coeficiente de correlación de Pearson y el correspondiente p-valor, considerándose estadísticamente significativo un valor de $p \leq 0,05$. Se utilizó la t de Student para analizar diferencias en las respuestas debidas al sexo.

4 RESULTADOS

4.1 Funcionamiento de la aplicación final

Tras una pantalla de portada que muestra los logotipos de las entidades participantes, se llega al menú principal (figura 2).



Figura 2.- Portada y menú principal de la aplicación.

El menú principal consta de cinco botones. En la parte superior hay dos botones blancos que corresponden, respectivamente, a las ayudas visual y auditiva que explican el funcionamiento de este menú. En la mayoría de las pantallas de la aplicación se muestran estos botones para explicar el menú correspondiente. Debajo están los tres botones principales de la aplicación. El primero permite leer la



pegatina que contiene la información relativa al tratamiento. El segundo da paso al calendario que muestra la información correspondiente a tratamientos ya guardados. El tercer botón permite cerrar la aplicación.

Dado que la aplicación fue diseñada originalmente para ser usada por pacientes de edad avanzada y/o baja visión, todos los botones tienen un tamaño considerable y unos colores llamativos para facilitar su manejo. Además, cada vez que se pulsa un botón, la aplicación explica a través del sintetizador de voz del teléfono qué botón se ha pulsado. A continuación es necesario volver a pulsarlo para confirmar la selección. Aunque esta metodología de doble pulsación pueda parecer redundante para usuarios con buena visión, en pacientes con baja visión resulta especialmente útil.

A continuación se analizan en detalle las dos principales funciones de la aplicación: la lectura de pegatinas y el calendario.

4.1.1 Lectura de pegatinas

La información relativa al tratamiento se introduce en la aplicación mediante un código QR, por lo que este botón abre automáticamente un lector para registrar esta información a través de la cámara del dispositivo. Estos códigos (figura 3) son un tipo especial de códigos de barras en los que la información está codificada en una matriz de forma cuadrada que, por lo general, es negra sobre un fondo blanco, aunque existen otras combinaciones de colores.



Figura 3.- Ejemplo de código QR.



4. RESULTADOS

Aunque actualmente su uso más extendido está relacionado con la codificación de enlaces web, estos códigos permiten introducir cualquier tipo de información en formato de texto. En el caso que aquí se trata contiene los detalles del tratamiento a seguir por el paciente. Al tratarse de un estándar, para codificar esta información en un código QR se puede recurrir a cualquier software o página web que ofrezca esta opción (por ejemplo, <http://www.qrcode.es/es/generador-qr-code/>).

A la hora de introducir el texto para generar el código es muy importante atenerse al formato en que la aplicación espera recibir la información. En caso contrario, ésta avisa de que no es válido y solicita al usuario que vuelva a intentarlo. El formato a seguir es el siguiente:

```
# Medicamento # Fecha inicio # Fecha final # Cantidad diaria # Hora 1 # Hora 2 # ...
```

En primer lugar se introduce el nombre del medicamento a tomar. A continuación se especifican las fechas de inicio y final del tratamiento, así como la cantidad diaria que se debe tomar y los horarios correspondientes a esas tomas. Deberá haber concordancia entre la cantidad diaria especificada y el número de horas introducidas después, ya que en caso contrario la aplicación lo detectará como un error en la información introducida. Además del orden de la información es igualmente importante tanto el formato de fechas y horas (separadas por guiones y dos puntos, respectivamente) como utilizar de separador de los diferentes campos el símbolo '#'. A continuación se muestra una posible combinación:

```
# Omeprazol # 24-12-2013 # 06-01-2014 # 2 # 14:00 # 21:00 #
```

La aplicación conoce la fecha y hora en curso y es capaz de saber si se está introduciendo un tratamiento en una fecha pasada (en cuyo caso no guardará ninguna información), presente (sólo se guardará la información que aún no ha caducado) o futura (se guarda todo el tratamiento).



4. RESULTADOS

Una vez que la aplicación ha reconocido la información contenida en la etiqueta la muestra al paciente para que la confirme (figura 4).

| | |
|---------------------------|-------------|
| Medicamento | OMEPRAZOL |
| Cantidad diaria | 2 |
| Inicio tratamiento | 24-12-2013 |
| Fin tratamiento | 06-01-2014 |
| Horas | 14:00 21:00 |

GUARDAR

VOLVER

Figura 4.- Pantalla de guardado del tratamiento.

Al pulsar el botón de guardar, el tratamiento se registra en la aplicación y automáticamente se generan las alarmas que avisarán al paciente de cuándo tiene que tomar esa medicación.

Una vez que el tratamiento ha sido guardado, a las horas correspondientes salta una alarma sonora y se muestra una pantalla recordando cuál es el medicamento que debe tomarse (figura 5).



4. RESULTADOS



Figura 5.- Pantalla de alarma.

En este caso hay dos botones diferentes. El primero, denominado "reconocer medicamento", abre de nuevo el lector de códigos QR para, en caso de haber imprimido el código QR del tratamiento y haberlo pegado en la caja del medicamento, comprobar que se va a tomar el medicamento correcto y no otro (esta opción no debe ser utilizada en este estudio). El segundo botón, que es el que se utiliza en este caso, desactiva la alarma hasta la siguiente toma.



4.1.2 Abrir calendario

Al pulsar este botón del menú principal se muestra el calendario del mes actual (figura 6) sobre el que aparecen marcados, si es el caso, los tratamientos en curso mediante el dibujo de una pastilla en los días correspondientes. En la parte superior, además de los botones habituales de ayuda visual y auditiva aparece un botón rojo que sirve para borrar el último tratamiento registrado en la aplicación. En principio esta opción no debería ser usada por los pacientes del estudio, ya que se trata de un mecanismo de seguridad para permitir la corrección de errores al introducir la información del tratamiento. Al igual que el resto de botones, para activarlo es necesario pulsarlo dos veces, lo que en este caso sirve de protección frente a pulsaciones accidentales.



Figura 6.- Pantalla del calendario con tratamiento guardado en alguno de sus días.



4. RESULTADOS

Por otro lado, si se pulsan las flechas que aparecen a los lados del nombre del mes actual se puede ver el contenido de cualquier otro mes. Por último, basta con pulsar cualquier día para acceder a los tratamientos, si los hay, correspondientes a ese día (figura 7).



Figura 7.- Pantalla de un día sin y con tratamiento guardado.

4.1.3 Mejoras realizadas sobre la aplicación original

El prototipo de aplicación¹⁶ de que se dispuso al comienzo de este trabajo presentaba algunas deficiencias que no la hacían válida para los objetivos planteados aquí. Principalmente estas deficiencias estaban relacionadas con el diseño original de la aplicación para ser utilizada en *tablets* y no en *smartphones*. La diferencia de tamaño y resolución de pantalla entre ambas plataformas provocaba que, al ser utilizada en un teléfono, los gráficos de la aplicación original se deformasen hasta hacerla no operativa. Por tanto, las primeras modificaciones



4. RESULTADOS

estuvieron orientadas a solucionar estos aspectos gráficos para su portabilidad a *smartphones*.

Como ya se ha comentado anteriormente, la introducción del tratamiento se realiza mediante la lectura de un código QR que contiene toda la información necesaria. El proceso de captura de este código se realiza desde una aplicación externa a la propia aplicación desarrollada. En la versión original,¹⁶ esta aplicación externa estaba integrada dentro de la aplicación principal. Sin embargo, debido a que en ocasiones presentaba fallos y a que no era posible mantener la actualización de sus versiones, se optó por sustituirla por una aplicación externa (*Barcode scanner*) que, tras varias pruebas, se demostró que estaba libre de fallos. Así, durante la primera ejecución de la aplicación principal se lleva a cabo la detección de esta aplicación de lectura de códigos (*Barcode scanner*). Si el teléfono no dispone de ella, automáticamente se avisa al usuario y se le conduce hasta la página de Google Play (mercado oficial de aplicaciones Android) que le permite instalarla.

También se observó que algunos teléfonos no tienen instalado por defecto un sintetizador de voz, lo que conducía a que no pudiesen utilizar ninguna de las ayudas acústicas de la aplicación. Paralelamente al caso del lector de códigos QR, durante la primera ejecución de la aplicación se comprueba la disponibilidad de un sintetizador de voz y, si no lo hay, se abre la página correspondiente de Google Play y se solicita al usuario que lo instale. En este caso se instalan los archivos de sistema que por defecto Android necesita para ejecutar la síntesis de voz, no una aplicación externa.

Más adelante y mientras se probaba la nueva versión de la aplicación con los gráficos optimizados y ya estable en teléfonos, se descubrieron algunos errores menores durante el funcionamiento de la misma (principalmente relacionados con los chequeos de seguridad del formato de la información en el código QR) que debieron ser subsanados, ya que provocaban que se bloquease durante su uso.

Por último, también se planteó la necesidad de ampliar su funcionalidad en algunos aspectos. Originalmente, la información relativa a los horarios de las tomas de los medicamentos estaba prefijada a unas horas determinadas y no se permitía



su modificación. Así, cuando la posología era de dos tomas diarias, las alarmas automáticamente se fijaban a las 9:00 y a las 21:00. Para tres tomas, éstas se establecían a las 8:00, las 16:00 y las 00:00, y así sucesivamente. Sin embargo, la nueva versión permite seleccionar los horarios al introducir la información en la aplicación mediante el código QR correspondiente. Es decir, en la nueva versión, el código QR contiene información adicional para los horarios de los tratamientos frente a la aplicación original¹⁶. Además, este cambio de funcionalidad implicó una serie de cambios en el asistente del sintetizador de voz, ya que ahora también informa al usuario de los horarios introducidos cuando corresponde.

4.2 Estudio de usabilidad

4.2.1 Características demográficas de la muestra

Los 10 participantes en el estudio tenían una media de edad de 40,8 años (DT 9,25), siendo el valor máximo 64 y el mínimo 33 años. La distribución por sexos fue de 50% hombres y 50% mujeres.

Respecto a los tratamientos, el 40% de los pacientes estaban en tratamiento tópico oftalmológico, mientras que el 60% restante seguían tratamientos para diversas patologías no oftalmológicas por vía oral. En cuanto a las posologías, el 40% de los pacientes tomaban/aplicaban el medicamento correspondiente dos veces al día, el 50% una única vez al día y el 10% restante una vez cada dos días.

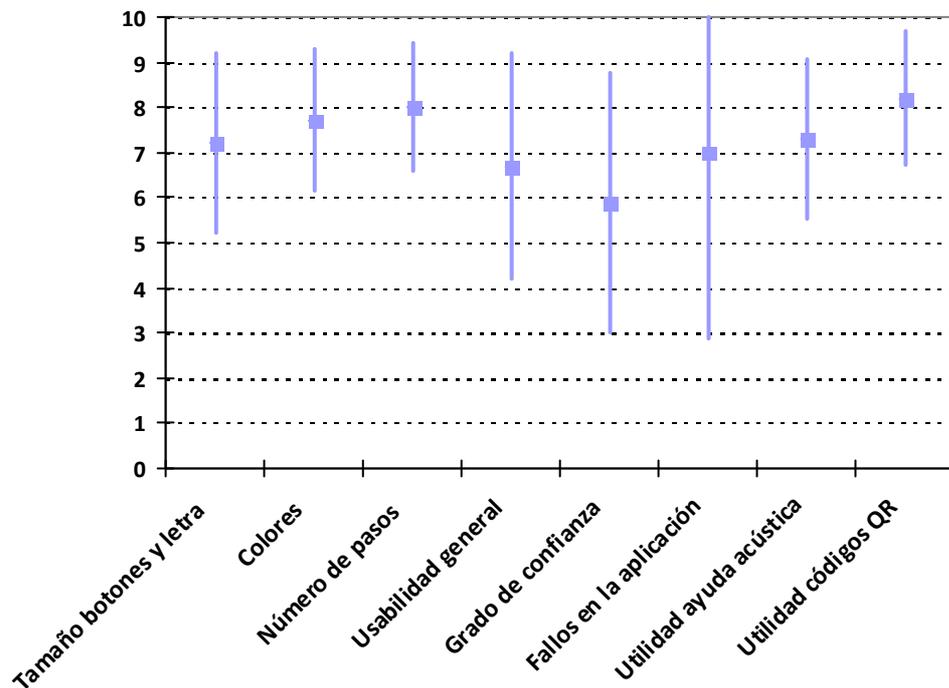
4.2.2 Resultados del cuestionario de evaluación

Las medias y desviaciones de los resultados obtenidos para cada uno de los ítems del cuestionario se muestran en la gráfica 3. El aspecto mejor valorado de la aplicación fue la utilización de códigos QR para la introducción de los tratamientos (media 8,20, DT 1,48). Por contra, el menos valorado fue el grado de confianza frente a otros posibles métodos (media 5,90, DT 2,88). Sin embargo, el resultado de



4. RESULTADOS

este último ítem estaba penalizado por la baja puntuación de personas que experimentaron fallos inesperados en la aplicación. De hecho, la correlación entre ambos ítems, grado de confianza y ausencia de fallos en la aplicación, es alta ($r=0,7404$) y estadísticamente significativa ($p=0,014$). Si se considera aisladamente el grado de confianza de los participantes que no sufrieron fallos, el resultado mejora considerablemente (media 7,33, DT 2,07).



Gráfica 3.- Respuestas a los ítems del cuestionario (media y DT).

Algo similar ocurrió en lo referente a la usabilidad de la aplicación. La media total obtenida es de 6,70 (DT 2,50) debido a que las personas que no sufrieron fallos puntuaron este ítem con valores altos, mientras que las personas que vieron algún tipo de fallo lo penalizaron severamente. Si se excluye a este último grupo, la puntuación de la usabilidad aumenta (media 7,83, DT 1,72). Se aprecia también una alta correlación ($r=0,8130$, $p=0,004$) entre la usabilidad de la aplicación y el grado de confianza en ella.

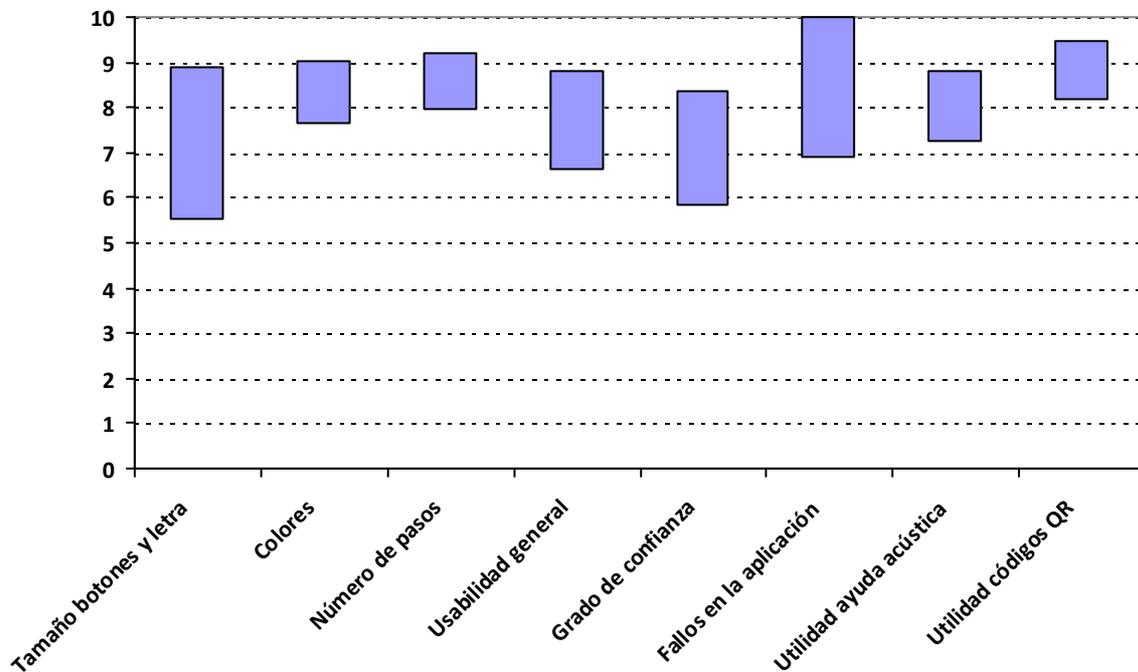


4. RESULTADOS

La tabla 1 y la gráfica 4 muestran los intervalos de confianza al 95% para los valores medios de cada ítem de la encuesta.

| Ítem | Media | Desv. típica | Intervalo confianza 95% | |
|-------------------------|-------|--------------|-------------------------|--------|
| | | | Mínimo | Máximo |
| Tamaño botones y letra | 7,2 | 1,99 | 5,21 | 9,19 |
| Colores | 7,7 | 1,57 | 6,13 | 9,27 |
| Número de pasos | 8,0 | 1,41 | 6,59 | 9,41 |
| Usabilidad general | 6,7 | 2,50 | 4,20 | 9,20 |
| Grado de confianza | 5,9 | 2,88 | 3,02 | 8,78 |
| Fallos en la aplicación | 7,0 | 4,11 | 2,89 | 10 |
| Utilidad ayuda acústica | 7,3 | 1,77 | 5,53 | 9,07 |
| Utilidad códigos QR | 8,2 | 1,48 | 6,72 | 9,68 |

Tabla 1.- Respuestas a los ítems del cuestionario.



Gráfica 4.- Intervalos de confianza al 95% para cada ítem del cuestionario.



4. RESULTADOS

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni entre ambos sexos ni por edades (tablas 2 y 3).

| Ítem | p-valor |
|---------------------------|---------|
| Tamaño de botones y letra | 0,56 |
| Colores | 0,85 |
| Número de pasos | 1,00 |
| Usabilidad general | 0,73 |
| Grado de confianza | 0,92 |
| Fallos en la aplicación | 0,67 |
| Utilidad ayuda acústica | 0,62 |
| Utilidad códigos QR | 1,00 |

Tabla 2.- Correlación de los ítems por sexos (p-valor).

| Ítem | p-valor |
|---------------------------|---------|
| Tamaño de botones y letra | 0,916 |
| Colores | 0,459 |
| Número de pasos | 0,926 |
| Usabilidad general | 0,317 |
| Grado de confianza | 0,311 |
| Fallos en la aplicación | 0,407 |
| Utilidad ayuda acústica | 0,905 |
| Utilidad códigos QR | 0,830 |

Tabla 3.- Correlación de los ítems por edades (p-valor).

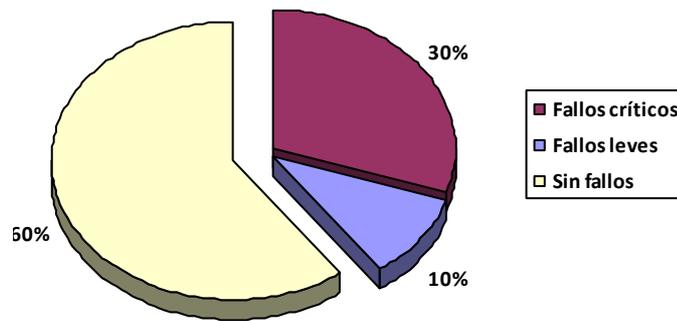
4.2.3 Fallos de la aplicación reportados por los pacientes

Los resultados obtenidos en el ítem de fallos se explican por la aparición de problemas inesperados en la aplicación por parte de algunos usuarios. La manifestación final de estos fallos fue la no activación de la alarma correspondiente a las debidas horas de toma de los medicamentos. Concretamente un 30% de los usuarios refirió que la alarma no se activó en la mayoría o incluso ninguna de las



4. RESULTADOS

veces (lo que se consideró un fallo crítico), mientras que otro 10% comentó que tuvo problemas puntuales y que la alarma no sonó en alguna ocasión aislada (en este caso se consideró un fallo leve). El 60% restante de los participantes no experimentó ningún tipo de problema (gráfica 5).



Gráfica 5.- Porcentajes de fallos de la aplicación.

Los modelos afectados por los fallos críticos fueron un Sony Experia Neo V, un Samsung Galaxy S3 y un LG (modelo sin determinar), mientras que el afectado por los fallos leves fue un Sony Experia U. Al compararlos con los demás modelos utilizados por el resto de participantes se puede establecer que el 100% de los modelos Sony Experia, el 50% de los modelos LG y el 20% de los modelos Samsung Galaxy presentaron algún tipo de problema.

4.2.4 Sugerencias de los usuarios

El último apartado del cuestionario planteado a los pacientes les permitió hacer sugerencias tras su experiencia usando la aplicación. A continuación se recogen las respuestas registradas. Se muestra también el porcentaje de participantes que hizo dicha sugerencia:

- Permitir a la aplicación registrar tratamientos cuyas tomas no sean todos los días, sino en días alternos [20%].



4. RESULTADOS

- Incluir en la pantalla de activación de la alarma una opción de confirmación tras la toma del medicamento para registrar que efectivamente se ha tomado [20%].
- Ofrecer la posibilidad de desactivar la ayuda acústica de la aplicación [10%].
- Poder modificar puntualmente los horarios de algunas tomas (fines de semana, festivos, etc.) [10%].
- Cuando se activa la alarma, permitir posponerla durante un periodo corto de tiempo (5-10 minutos) para situaciones en que no es posible tomar el medicamento en ese preciso momento [10%].



5 DISCUSIÓN

El creciente porcentaje de población que dispone de un teléfono móvil de última generación¹ abre un gran abanico de posibilidades en lo que se refiere al desarrollo de aplicaciones móviles médicas en general¹³ y oftalmológicas en particular.⁶ Dada la problemática relacionada con la falta de adhesión de muchos pacientes con afecciones crónicas a sus respectivos tratamientos¹⁵ y el potencial uso de dichos dispositivos como asistentes para pautas de medicación,¹⁰ unido al escaso número de investigaciones desarrolladas hasta el momento al respecto,^{11, 12} se antoja necesario realizar el presente estudio.

Dadas las cuotas de mercado³ de las diferentes plataformas de telefonía móvil disponibles y la posibilidad de utilizar como prototipo otra aplicación ya desarrollada¹⁶ se optó por implementar la aplicación final para *smartphones* basados en Android. Se asumió conscientemente que esta decisión suponía inevitablemente descartar a parte de la población potencial del estudio, como se comprobó después durante la fase de reclutamiento de pacientes.

Durante el desarrollo de la aplicación, el criterio funcional prevaleció en todo momento sobre el estético. Así había sido en el prototipo original¹⁶ y se mantuvo en las modificaciones hechas sobre éste. Es por ello que todos los botones tenían los mayores tamaños posibles. En cuanto a los colores, con predominio de combinaciones blanco-negro y amarillo-azul, estaban pensados para optimizar el contraste¹⁷, especialmente atendiendo a su posible uso futuro por parte de pacientes con baja visión.

Se optó por la doble pulsación en todos los botones para evitar posibles errores al tocar accidentalmente la pantalla. De esta manera, la primera vez que se acciona un botón, el sintetizador de voz avisa que se ha pulsado dicho botón y pide confirmación si se quiere acceder a la funcionalidad asociada a él, en cuyo caso es necesario volver a pulsarlo. Se trata de una implementación de seguridad arbitraria por parte del programador, ya que no se han encontrado publicaciones que avalen



ésta u otras estrategias en condiciones similares desde la perspectiva de la usabilidad.

La codificación de la información relativa al tratamiento mediante códigos QR atiende, por un lado, a la gran sencillez de uso de este formato y, por otro, a su gran potencial que le está llevando a convertirse en una herramienta muy extendida en el entorno médico.^{18, 19, 20} De hecho y relacionado con el enfoque dado en este estudio, están empezando a verse investigaciones de viabilidad en cuanto a su utilización como método de codificación de información de pacientes y tratamientos en farmacias de los sistemas nacionales de salud de algunos países como Taiwan.²¹

En la fase de evaluación de la aplicación se reclutó a 10 personas en tratamiento crónico para que la probasen durante un periodo de 7 días. Otras publicaciones relacionadas con aplicaciones móviles de tipo médico se llevan a cabo durante periodos de tiempo más largos (en ocasiones del orden de varios meses²²) debido a la evolución temporal de las patologías asociadas que se pretende estudiar. En este caso, no se encontró referencia alguna a la duración de estudios de usabilidad de aplicaciones similares a la vista aquí, por lo que se consideró que 7 días era un tiempo razonable y suficiente para que los pacientes tuviesen una experiencia de uso completa de la aplicación.

Finalizado el periodo de prueba se les solicitó que respondieran a través de una entrevista telefónica a un cuestionario de evaluación de la usabilidad de la aplicación que contenía preguntas relacionadas con los aspectos estándar en tests de este tipo (utilidad, facilidad de uso, etc.),²³ además de otras incluidas expresamente dadas las características propias de este estudio. Hay que tener en cuenta que las metodologías publicadas en la literatura hasta el momento para analizar la usabilidad de un producto software no ofrecen unas pautas precisas a la hora de definirla y medirla.²⁴ En parte esto se debe a que este parámetro está fuertemente influenciado por el contexto de uso.^{25, 26, 27} Por tanto, definir una metodología general para evaluar cualquier tipo de aplicación móvil es una tarea difícil y ardua debido a la complejidad asociada al contexto de uso.²⁴



Durante la evaluación de la aplicación por parte de los pacientes, un 30% de ellos experimentaron fallos críticos que provocaron que la alarma no se activase a la hora de toma/aplicación de los respectivos medicamentos. Otro 10% sufrieron consecuencias similares de manera puntual, lo que se consideró un fallo leve. Sería necesario un análisis detallado del funcionamiento de la aplicación en los modelos concretos de teléfono que presentaron errores para poder depurarlos y entender qué ocurrió realmente. La presencia de estos fallos tuvo una gran influencia en los resultados de algunos ítems del cuestionario, principalmente en el grado de confianza en la aplicación (media 5,90, DT 2,88). La correlación entre estos ítems fue alta (0,7404) y estadísticamente significativa ($p=0,014$). Además, los resultados mejoraban considerablemente si se tenían en cuenta exclusivamente las respuestas de los pacientes que no sufrieron ningún tipo de fallo (media 7,33, DT 2,07). Es totalmente lógico que los pacientes que vieron fallos tuvieran un grado de confianza en la aplicación menor que el resto de participantes.

Otro aspecto a destacar es el relacionado con la apariencia gráfica de la aplicación (colores y tamaño de botones y letra), que fue positivamente valorada por los pacientes (medias 7,70 y 7,20, DT 1,57 y 1,99, respectivamente). Además, estas valoraciones son independientes de los fallos experimentados ($p=0,355$ y $p=0,242$, en cada caso). También se puntuó positivamente la ayuda acústica (media 7,30, DT 1,77), y el número de pasos necesarios para acceder a las funcionalidades de la aplicación (media 8,0, DT 1,41), pero sin duda el aspecto más valorado por los usuarios fue la utilización de códigos QR para la codificación de los tratamientos (media 8,20, DT 1,48). A la vista de los resultados en estos ítems se puede extrapolar que los pacientes consideraron la aplicación usable en su conjunto.

Además, en un ítem independiente se les pidió que evaluaran la usabilidad general de la aplicación, lo que obtuvo un resultado (7,83) por encima de la media global de los ítems (7,25), si se excluyen las valoraciones de los pacientes en cuyos terminales la aplicación no funcionó correctamente. En caso contrario, si se considera a todos los pacientes, el resultado (6,70) se encuentra ligeramente por debajo de la media. Una vez más parece lógico que si un usuario sufre fallos



considere a la aplicación menos usable que otro en cuyo móvil funciona debidamente.

En definitiva, dado el carácter pionero de este estudio y comparando los resultados con estudios similares¹² puede extrapolarse que la aplicación desarrollada era, por un lado, perfectamente usable en el cometido para el que había sido diseñada, como lo certifica la evaluación realizada por los usuarios del ensayo, y por otro, que sentó las bases para el desarrollo de posteriores estudios que arrojen conclusiones más definitivas acerca de hipótesis de partida de esta investigación.

5.1 Limitaciones

La limitación principal de este estudio fue el bajo número de pacientes que finalmente pudieron ser reclutados para la evaluación de la aplicación. En parte este hecho se debió a que, en general, la población que sigue un tratamiento médico crónico suele ser de edad avanzada,²⁸ mientras que la población con mayor disponibilidad de teléfonos móviles de última generación es la más joven.¹ No obstante, este número fue el suficiente para poder encontrar resultados estadísticamente significativos, como se ha mostrado en apartados anteriores. Además, el número de pacientes incluidos es comparable al utilizado en otros estudios de características similares.^{12, 22, 29}

Por otro lado, la gran variedad de dispositivos basados en Android de diferentes fabricantes disponible en el mercado determinó que no fuera posible, por cuestiones logísticas, probar la aplicación diseñada en todos ellos. Si bien se probó en un gran número de modelos (lo que sirvió para corregir determinados errores durante la fase de desarrollo), esta limitación provocó que, a pesar de los esfuerzos, surgieran fallos inesperados durante la fase de prueba con los pacientes. Además, la depuración de dichos fallos sólo sería posible si se dispusiese del terminal concreto que presentó los problemas.



5.2 Propuestas de continuidad

Desde el principio este estudio fue concebido como la primera fase de una investigación más extensa. La idea era evaluar en esta primera etapa la usabilidad de la aplicación desarrollada y corregir posibles fallos que surgiesen en ella para, en una segunda fase, llevar a cabo un estudio más exhaustivo en pacientes con un perfil más concreto en cuanto a patología y/o tratamiento. Se contempla también la posibilidad de trabajar con pacientes de baja visión en esa segunda fase. Por tanto, la propuesta de continuidad que se plantea pasa por corregir los errores detectados en la aplicación, implementar las sugerencias realizadas por los pacientes de este estudio que se consideren interesantes y llevar a cabo la mencionada segunda fase de la investigación.



6 CONCLUSIONES

- Se implementó una aplicación para teléfono móvil basado en el sistema operativo Android que permite asistir al usuario en el cumplimiento de una pauta de medicación. Dicho desarrollo se inició a partir de otra aplicación prediseñada por el grupo GDAF de la Universidad Carlos III de Madrid.
- Las ampliaciones de la funcionalidad permitieron, por un lado, su utilización no sólo en *tablets* (como limitaba el diseño inicial) sino también en plataformas móviles tipo *smartphone*, de uso más generalizado en la población. Por otro lado, se possibilitó la parametrización de los horarios de tomas de los medicamentos, lo que no era posible originalmente.
- Así mismo se mejoraron las características técnicas más importantes de cara a su usabilidad en pacientes con baja visión (síntesis de voz, código QR) para poder extrapolar su utilización en pacientes con patología oftalmológica, en general, y con baja visión, en particular.
- En el estudio de usabilidad con pacientes, el análisis estadístico de los resultados de la encuesta reflejó que la aplicación fue aceptada por los usuarios y positivamente valorada en todos los ítems estudiados. Los resultados encontraron que los pacientes la evaluaron como una aplicación con una buena usabilidad.



7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ipsos MediaCT Germany. *Our mobile planet: España. Conoce mejor al consumidor móvil.* Mayo 2013. Disponible en: <http://services.google.com/fh/files/misc/omp-2013-es-local.pdf>
- [2] Rosenber J. *Google Play hits 25 billion downloads.* Blog oficial de Android. Septiembre 2012. Disponible en: <http://officialandroid.blogspot.com.es/2012/09/google-play-hits-25-billion-downloads.html>
- [3] International Data Corporation (IDC). *Worldwide quaterly mobile phone tracker.* Febrero 2013. Disponible en: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS23946013>
- [4] Mellone S, Tacconi C, Schwickert L, Klenk J, Becker C, Chiari L. *Smartphone-based solutions for fall detection and prevention: the FARSEEING approach.* Z Gerontol Geriatr. 2012 Dec;45(8):722-7.
- [5] Faurholt-Jepsen M, Vinberg M, Christensen EM, Frost M, Bardram J, Kessing LV. *Daily electronic self-monitoring of subjective and objective symptoms in bipolar disorder -- the MONARCA trial protocol (MONitoring, treAtment and pRediCtion of bipolar disorder episodes): a randomised controlled single-blind trial.* BMJ Open. 2013 Jul 24;3(7). pii: e003353.
- [6] Tahiri Joutei Hassani R, El Sanharawi M, Dupont-Monod S, Baudouin C. *Smartphones in ophthalmology.* J Fr Ophtalmol. 2013 Jun;36(6):499-525.
- [7] Bhosai SJ, Amza A, Beido N, Bailey RL, Keenan JD, Gaynor BD, Lietman TM. *Application of smartphone cameras for detecting clinically active trachoma.* Br J Ophthalmol. 2012 Oct;96(10):1350-1. Epub 2012 Jul 14.



- [8] Kramer KM, Hedin DS, Rolkosky DJ. *Smartphone based face recognition tool for the blind*. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2010;2010:4538-41.
- [9] López de Ipiña D., Rodríguez A. y Vázquez I. Accesibilidad para discapacitados a través de teléfonos y servicios móviles adaptables. Facultad de Ingeniería, Universidad de Deusto. 2004.
- [10] Dayer L, Heldenbrand S, Anderson P, Gubbins PO, Martin BC. *Smartphone medication adherence apps: potential benefits to patients and providers*. J Am Pharm Assoc (2003). 2013 Mar-Apr;53(2):172-81.
- [11] Álvarez Díaz D, Cáceres Taladriz C, Chausa Fernández P, Guzmán Olalde J, García Alcalde F, Hernando Pérez M E y Gómez Aguilera E J. Hospital Virtual Móvil: Seguimiento del tratamiento de un paciente con VIH desde su teléfono móvil. Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid y Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital Clinic de Barcelona. 2006.
- [12] Hayakawa M, Uchimura Y, Omae K, Waki K, Fujita H, Ohe K. *A smartphone-based medication self-management system with realtime medication monitoring*. Appl Clin Inform. 2013 Jan 30;4(1):37-52.
- [13] Ozdalga E, Ozdalga A, Ahuja N. *The smartphone in medicine: a review of current and potential use among physicians and students*. J Med Internet Res. 2012 Sep 27;14(5):e128.
- [14] Organización Mundial de la Salud. *What causes blindness and how does VISION 2020 fight it?* Iniciativa global VISION 2020. Disponible en: <http://www.iapb.org/vision-2020/what-is-avoidable-blindness>
- [15] Organización Mundial de la Salud. Adherencia a los tratamientos a largo plazo. Pruebas para la acción. 2004. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=18722&Itemid=



7. BIBLIOGRAFÍA

- [16] Talaván Canelo J C, Torres Zafra J C. Proyecto Fin de Carrera: Ayuda técnica para la administración y consumo de medicamentos. Universidad Carlos III de Madrid. Septiembre 2012.
- [17] Lillo J, Collado J, del Valle R, Sánchez P. Color, contraste y diseño ergonómico (I): la percepción del color. Universidad Complutense de Madrid. 1995. Disponible en: http://fced.udg.es/assignatures/mdg/percep/lillo_1.pdf.
- [18] Fischer M, Rybitskiy D, Strauß G, Dietz A, Dressler CR. *QR-Code based patient tracking: a cost-effective option to improve patient safety*. *Laryngorhinootologie*. 2013 Mar;92(3):170-5.
- [19] Nakayama M, Shimokawa H. *Evaluation of an Electrocardiogram on QR code*. *Stud Health Technol Inform*. 2013;192:1020.
- [20] Carrillo-Larco RM, Curioso WH. *QR code opportunities to spread health-related information*. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2013 Jun;30(2):362-3.
- [21] Lin CH, Tsai FY, Tsai WL, Wen HW, Hu ML. *The feasibility of QR-code prescription in Taiwan*. *J Clin Pharm Ther*. 2012 Dec;37(6):643-6.
- [22] Robinson E, Higgs S, Daley AJ, Jolly K, Lycett D, Lewis A, Aveyard P. *Development and feasibility testing of a smartphone based attentive eating intervention*. *BMC Public Health*. 2013 Jul 9;13:639.
- [23] Mercovich E. Ponencia sobre diseño de interfaces y usabilidad: cómo hacer productos más útiles, eficientes y seductores. SIGGRAPH '99. Buenos Aires. 1999. Disponible en: <http://www.uhu.es/sevirtual/documentos/guias/disenodeinterfaces.pdf>
- [24] Enríquez J G, Casas S I. Usabilidad en aplicaciones móviles. Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Junio 2013. Disponible en: <http://ict.unpa.edu.ar/files/ICT-UNPA-62-2013.pdf>
- [25] Coursaris C K, Kim D J. *A meta-analytical review of empirical mobile usability studies*. *Journal of Usability Studies* 2011. 6(3): 117-171.



7. BIBLIOGRAFÍA

- [26] Maguire M. *Context of use within usability activities*. International Journal of Human Computer Studies 2001. 55(4): 453-483.
- [27] Chandra Trivedi M, Akheela Khanum M. *Role of context in usability evaluations: a review*. Advanced computing: an International Journal (ACIJ) 2012. 3(2): 69-78.
- [28] Sicras-Mainar A, Ibáñez J, Llopart JR, Frías X, Bultó C, Villanueva A, Vila J, Grau J, Martínez S, García A, Reverter M, Serés S. *Estratificación del riesgo poblacional en pacientes crónicos: de la estrategia a un modelo de atención*. Badalona Serveis Assistencials SA. 2011. Disponible en: <http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Minisite/ObservatoriSalut/ObservatoriInnovacio/RepositoriExperiencies/Estratificaci%C3%B3del%20risc%20poblacional.pdf>
- [29] Ly KH, Dahl J, Carlbring P, Andersson G. *Development and initial evaluation of a smartphone application based on acceptance and commitment therapy*. Springerplus. 2012 Jul 31;1:11.

ANEXOS



ANEXO 1: ENCUESTA



ESTUDIO DE USABILIDAD DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CUMPLIMIENTO DE UNA PAUTA DE MEDICACIÓN

NOMBRE: _____ EDAD: _____

A continuación puntúe de 1 (muy mal) a 10 (muy bien) los siguientes aspectos de la aplicación que ha utilizado durante el periodo de prueba.

| Item | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1. Tamaño de botones y letra empleada | | | | | | | | | | |
| 2. Colores escogidos | | | | | | | | | | |
| 3. Número de pasos hasta llegar a la opción escogida | | | | | | | | | | |
| 4. Usabilidad general | | | | | | | | | | |
| 5. Grado de confianza en la aplicación VS otros métodos | | | | | | | | | | |
| 6. Fallos de la aplicación | | | | | | | | | | |
| 7. Utilidad de la ayuda acústica | | | | | | | | | | |
| 8. Utilidad de la codificación de la información en los códigos QR | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Modelo de teléfono: _____

Tratamiento y posología: _____

Comentarios y sugerencias:

Firma y fecha