

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA
ORIENTADA A LA DETECCIÓN DE DETERIORO COGNITIVO EN
ADULTOS MAYORES**

Natalia Restrepo Gutiérrez

Ingeniería de Sistemas

Director:

Ing. Gloria Mercedes Díaz Cabrera, PhD.

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2017

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

La detección precoz de la demencia es un factor determinante para mejorar la calidad de vida de las personas que la padecen. Actualmente, no existen pruebas clínicas o diagnósticas que permitan realizar este diagnóstico temprano, por lo cual se han implementado programas de tamizaje, a través de pruebas neuropsicológicas, que han permitido aumentar la identificación de muchas de las patologías asociadas a demencia. Sin embargo, en Colombia, no se cuenta con programas de gobierno que garanticen el acceso a los especialistas que podrían desarrollar estos programas, lo que conlleva a un diagnóstico tardío.

El creciente uso de los dispositivos móviles, ha motivado el desarrollo de aplicaciones para la salud, que pueden solucionar una necesidad real y contribuir de manera satisfactoria a la sociedad. En este trabajo se desarrolla una aplicación móvil nativa para el sistema operativo Android que implementa una batería de pruebas neuropsicológicas dirigida a personas mayores de 50 años, mediante la metodología AgilUs que integra los conceptos de DCU, usabilidad e ingeniería del software, con el fin de impactar positivamente la calidad del software.

TESTCognitivo permite realizar test neuropsicológicos interactivos, que evalúan 4 funciones cognitivas: Orientación a la realidad, memoria a corto plazo, capacidad visuoespacial y cálculo, cada función cuenta con tres niveles de dificultad que cambian automáticamente dependiendo del desempeño en el test. La aplicación almacena los resultados del test y permite visualizarlos cronológicamente con el fin de que se puedan detectar cambios en las funciones cognitivas y así poder contribuir en la detección temprana de algún tipo de demencia.

Con el fin de validar la calidad del software, se realizaron evaluaciones de usabilidad, con el fin de detectar y corregir errores a lo largo del ciclo de vida del software. Mediante estas evaluaciones se logró evidenciar que, aunque la aplicación fue creada para adaptarse a diferentes tamaños de pantalla, es más fácil para los usuarios el uso de tabletas; en especial para aquellos que están menos familiarizados con este tipo de dispositivos. La aplicación tuvo un 80% de aceptación entre los usuarios mayores de 50 años y la mayor dificultad que encontraron los usuarios fue en la forma de leer e interpretar los resultados.

Palabras clave: DCU, usabilidad, AgilUs, Aplicación móvil, tamizaje cognitivo, cribado, test neuropsicológicos, DCL, Ingeniería del Software.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial para mis abuelitos Elvia y Raúl, y para mi madre Elizabeth, por todo el acompañamiento y esfuerzo realizado cada día, para ayudarme en cada momento de mi vida, gracias por toda la enseñanza y por hacerme como soy.

A mi pareja Jorge Edison, que siempre me ha apoyado en mis decisiones y me ha ayudado en los momentos más difíciles. Por su apoyo para ayudarme a seguir adelante y no darme por vencida, y sobre todo por su amor y acompañamiento durante toda mi carrera, gracias a esto se me han hecho los años más fáciles de llevar.

A mi asesora Gloria, por su inconmesurado apoyo en momentos muy difíciles durante el desarrollo de mi proyecto de grado, por seguir apoyándome incluso cuando no lo merecía, por animarme a seguir con este trabajo y siempre creer en mí y por los consejos y todo el conocimiento aportado. Sin temor a decirlo me topé con la mejor asesora de grado que pudiera tener, sin su ayuda el desarrollo de este proyecto no habría sido posible.

A Daniel mi hijo, que llegó a mi vida para llenarla de felicidad y de ternura, por ser la fuerza que me ayudo a levantarme cada mañana para afrontar la vida y seguir con este proyecto.

A todas las personas que aportaron de alguna forma y han hecho parte de mi proceso de formación, profesores y compañeros que aportaron sus conocimientos y su amistad, llenaron mi etapa universitaria de vivencias que nunca olvidaré.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

API Interfaz de programación de aplicaciones

CAMCI Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment

CFT Cognitive function test

DBaaS Database as a Service. Base de datos como servicio

DCL Deterioro Cognitivo Ligero

EA Enfermedad de Alzheimer

GPCog GP assessment of Cognition

IU Interfaz de Usuario

MCS Mobile Cognitive Screening

MIS Memory Impairment Screen

MMSE Mini-Mental State Examination

MoCA Montreal Cognitive Assessment

MVC Modelo Vista Controlador

OMS Organización Mundial de la Salud

SPMSQ Short Portable Mental Status Questionnaire

TIC Tecnologías de la Información y la comunicación

TYM Test Your Memory

XML Extensible Markup Language

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Objetivos	8
1.1.1. Objetivo General	8
1.1.2. Objetivos específicos.....	8
1.2. Estructura del documento	9
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Disfunción Mnésica y Deterioro Cognitivo Leve	10
2.2. Funciones Cognitivas.....	12
2.3. Test neuropsicológicos usados para detectar deterioro cognitivo.....	12
2.4. Pruebas de Evaluación Repetida.....	15
2.5. Tamizaje Neurológico Mediado por Software	16
2.5.1. Aplicaciones para computador personal.....	16
2.5.2. Aplicaciones Móviles	17
2.6. Consideraciones en el desarrollo de aplicaciones para adultos mayores	18
2.7. Metodología de desarrollo de software y usabilidad	20
2.7.1. Metodología de desarrollo AgilUs.....	21
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	23
3.1. Fase I: Requerimientos.....	23
3.1.1. Selección de pruebas de tamizaje Cognitivo.....	23
3.1.2. Evaluación de Sistemas existentes.....	23
3.1.3. Identificación de Perfiles de Usuario.....	25
3.1.4. Definición de requerimientos.....	26
Requerimientos Funcionales.....	26
Requerimientos no Funcionales.....	27
3.2. Fase II: Análisis	27
3.2.1. Modelo de Casos de Uso	28
3.2.2. Modelo de Objetos del Dominio	28
3.2.3. Prototipo en Papel.....	29
3.2.4. Guía de estilo.....	30

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.3. Fase III: Prototipaje	31
3.3.1. Diseño de Base de Datos	32
3.3.2. Arquitectura del Sistema.....	33
3.3.3. Diagrama de Despliegue.....	34
3.3.4. Evaluación de desarrollo	35
Evaluación Heurística	35
Lista de Comprobación.....	36
3.4. Fase IV: Entrega.....	37
4. RESULTADOS	38
4.1. Descripción del Sistema	38
4.1.1. Funcionalidades.....	38
Módulo para Cuidadores.....	39
Módulo para Usuarios Test	39
4.2. Pruebas de aceptación	43
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	44
REFERENCIAS	46
ANEXO A ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USO.....	51

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Según un informe presentado en marzo de 2015 por la Organización mundial de la salud (OMS), la demencia afecta en el mundo a unos 47,5 millones de personas, se estima que en el 2030 75,6 millones la padezcan y en 2050 esta cifra aumente a 135,5 millones. En dicho informe, se menciona que una de las principales causas del incremento de estas cifras es el aumento de casos en los países de bajos y medios ingresos, como Colombia. La demencia afecta principalmente a las personas mayores de 60 años (entre un 5% y 8% de estas personas sufre demencia en un determinado momento de su vida) y la forma más común es el Alzheimer que representa entre un 60% y 70% de los casos (World Health Organization 2015).

En el caso de Colombia no se tiene información actualizada sobre la frecuencia de la demencia, según un estudio realizado por la Universidad Icesi, se estimó que en el 2005 cerca de 216.380 colombianos tenían algún tipo de demencia y que para el 2020 la cifra aumentará a 342.956 (“Alzheimer Un Problema de Salud Pública En Colombia, Día Mundial Del Alzheimer” 2013). Además, en el 2014 un estudio sobre la estimación de costo de la enfermedad de Alzheimer (EA) en Colombia, estimó que el costo mínimo por paciente/año es \$1.5 millones en estado leve de la enfermedad, \$4 millones en estado moderado y \$8.5 millones para estado de desarrollo severo; además que, para un tratamiento de 8 años, el costo ascendería a \$33.3 millones sin cuidador y \$99 millones incluyéndolo. Para el sistema de salud en general, se estimó que los costos van desde 0.7 a 0.5 billones de pesos al año dependiendo del estado de la enfermedad y para el 2020 los costos ascenderían a \$1 y \$1.1 billones. Así mismo, para la sociedad los costos actuales son de \$2 a \$2.6 billones y ascenderían a \$2.8 a \$3.5 billones, para el 2020 (Takeuchi Tan, Ariza Araujo, and Prada Ríos 2014), lo que significa un impacto fuerte en los gastos del sistema, en especial para un país emergente como Colombia.

Por otro lado, numerosas investigaciones demuestran que la degeneración neuronal de la demencia comienza muchos años antes de que se presenten síntomas evidentes como para que las personas y sus familiares se alerten sobre la enfermedad (Leifer 2003). Aunque la demencia es una enfermedad incurable y es imposible revertir su evolución, existen tratamientos que ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas y a orientar a pacientes y cuidadores para que pueden afrontarla a largo plazo, cuya efectividad aumenta cuando se inician en etapas tempranas, por lo cual, un diagnóstico temprano genera un efecto notable en el resultado del tratamiento, que mejora la calidad de vida de los pacientes, pero además representa una reducción de los costos del tratamiento y sostenimiento, para el sistema de salud (Ruiz de Sánchez, Nariño, and Muñoz Ceron 2010).

Dado el incremento de la esperanza de vida de la población mundial, la OMS ha reconocido la importancia del desarrollo de programas de tamizaje, al menos para las personas con mayor riesgo de desarrollo de la enfermedad, es decir con antecedentes familiares. En varios países ya cuentan

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

con un plan o política nacional sobre la demencia. Un ejemplo de ellos es Irlanda que ha hecho un gran esfuerzo por establecer estrategias para la atención de la demencia, entre las que se destaca la implementación de programas de tamizaje para la detección de la demencia para personas mayores de 50 años, además en este país la demencia ha sido catalogada como una enfermedad de salud pública (World Health Organization 2014).

La principal dificultad para la detección temprana en el desarrollo de la EA debido a que, hasta el momento no se cuenta con una prueba clínica objetiva para el diagnóstico de los diferentes tipos de demencia en etapas tempranas. Este se realiza mediante pruebas neuropsicológicas que buscan determinar el nivel cognitivo de la persona con relación a una media esperada en la población (Laske et al., 2015; Harrison, 2013). Sin embargo, el difícil acceso a médicos especialista, propicia a que, en la mayoría de los casos, estas pruebas sólo se aplican cuando el paciente ha presentado síntomas de alerta, lo que significa que la enfermedad tiene un estado de progreso importante (Yin et al. 2015).

Como estrategia para contribuir a la detección temprana de la EA, este trabajo de grado propone hacer uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones para desarrollar una aplicación móvil que a futuro permita realizar una evaluación inicial del estado de salud neurológica de las personas, a través de la digitalización de ejercicios descritos en las pruebas neuropsicológicas establecidas para este fin.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Proveer una herramienta móvil para la aplicación de pruebas neuropsicológicas orientadas a la detección de procesos de deterioro cognitivo en personas adultas de habla hispana, ajustada al contexto colombiano.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar un conjunto de pruebas neuropsicológicas para la detección temprana de procesos de deterioro cognitivo, susceptibles a ser implementadas mediante una aplicación móvil.
- Desarrollar una aplicación móvil para el desarrollo de las pruebas seleccionadas, que permita mantener un registro histórico del nivel cognitivo del usuario, adaptada a los requerimientos y las limitaciones de los adultos mayores.
- Evaluar el desempeño de la aplicación desarrollada y su potencial uso por adultos mayores.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.2. Estructura del documento

Este trabajo está dividido en cuatro secciones: Marco Teórico y Antecedentes, Metodología, Desarrollo del Producto, Resultados y Discusión y, por último, Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro. En la primera parte se abordan los conceptos básicos necesarios para entender el área de aplicación del trabajo en donde se introducen los conceptos del deterioro cognitivo, su diagnóstico y clasificación; además, se describen los instrumentos usados en la consulta psicológica para identificar condiciones de salud mental que alerten sobre el posible desarrollo de la EA. Con relación a los antecedentes, se describen trabajos previos en la implementación automatizada de pruebas neuropsicológicas normalizadas y una descripción de las pruebas de evaluación repetitiva y las ventajas de su aplicación.

En la sección de metodología, se introducen algunos fundamentos conceptuales sobre la ingeniería del software, y se describen los procesos seguidos para el desarrollo del proyecto. La sección Desarrollo del Producto, se presentan, de forma general, los artefactos que fueron generados durante las diferentes etapas del desarrollo del producto, haciendo uso de la notación definida por el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). En la sección de resultados se describen de las características técnicas y funcionales de la aplicación desarrollada y los resultados de una evaluación inicial realizada con usuarios potenciales de la aplicación. Finalmente, la sección de conclusiones, presenta las conclusiones generales del proyecto, las recomendaciones para mejorar el trabajo y el trabajo futuro para dar más cobertura a la aplicación y futuras investigaciones para avanzar en el desarrollo de aplicaciones para la detección de deterioro cognitivo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.MARCO TEÓRICO

2.1. Disfunción Mnésica y Deterioro Cognitivo Leve

La disfunción mnésica, más conocida como disfunción de la memoria, es la alteración cognoscitiva más común en adultos mayores, que genera una alteración significativa en el rendimiento laboral y social, debido a que afecta el aprendizaje y el recuerdo (Casanova Sotolongo, Casanova Carrillo, and Casanova Carrillo, 2004). El deterioro cognitivo de la memoria asociado con la edad, es común y se considera un trastorno relativamente benigno, debido a que está vinculado con el envejecimiento normal, este deterioro no debe interpretarse como un proceso demencial. Gómez Viera define el deterioro cognitivo como “ el conjunto de disminuciones de diferentes aptitudes intelectuales que pueden asociarse con alteraciones sensoriales, motrices y de la personalidad” (Viera et al. 2003).

El deterioro cognitivo presenta un cuadro sintomático muy común, lo que facilita el diagnóstico por métodos clínicos y neuropsicológicos con relativa certeza, pero, como la disfunción de la memoria en muchas ocasiones se considera como un proceso normal del envejecimiento, muy pocos médicos, pacientes y familiares alrededor del afectado consideran esta disfunción como una alerta de una posible demencia, situación que puede tener graves implicaciones para la salud (Casanova Sotolongo et al, 2004). Según la investigación de Casanova Sotolongo el término “normal” cuando se refieren a la disminución de la memoria en adultos mayores es dudoso, ya que, no todos los ancianos presentan esta condición, por lo que se recomienda que todas las personas que tengan trastornos de memoria asistan a consulta, para poder tener un diagnóstico de la posible causa.

Para el diagnóstico de deterioro cognitivo y de las demencias se emplean principalmente pruebas neuropsicológicas que realizan una evaluación de las funciones cognitivas principalmente la memoria y la fluidez verbal para el caso de deterioro cognitivo leve. Dependiendo de los resultados de estas pruebas se realizan otros estudios como son la revisión de la historia clínica, exámenes de laboratorio y estudio de imágenes. Todos estos estudios complementarios a la evaluación a través de pruebas neuropsicológicas que se consideran una forma rápida y económica de detectar cualquier grado de deterioro cognitivo (Quiroga, Albala & Klaasen, 2004). Los estudios complementarios se hacen con el fin de detectar algunos de los problemas que puedan estar ocasionando el déficit cognitivo como lo son la depresión, alteraciones de la tiroides, alcoholismo, tabaquismo, hipertensión arterial, algún tipo de diabetes, problemas cardiovasculares, trauma craneal, entre otras posibles causales de deterioro cognitivo (Gómez Viera et al, 2003).

En la actualidad el concepto más utilizado para referirse a el estado entre el envejecimiento y la demencia es deterioro cognitivo ligero o leve (DCL), que se refiere a la transición entre la normalidad y la demencia, y determinan a las personas que se encuentran en una situación de riesgo mayor de padecer algún tipo de demencia, especialmente Enfermedad de Alzheimer (EA) (Pose & Manes,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2010). Se estima que el 12% de las personas que se les diagnostica DCL desarrollan una demencia. Figuera et al, en su investigación menciona una caracterización del DCL, en donde se mencionan tres tipos de DCL y a la vez lo relacionan con un tipo diferente de demencia. (Figuera et al, 2005).

El primer tipo de DCL que se menciona es el amnésico que se caracteriza por tener una alteración de la memoria, pero con buenos resultados en las pruebas de funcionamiento cognitivo, sin mostrar alteración en otras funciones cognitivas, este el tipo de DCL más común y se relaciona con etapas iniciales de Alzheimer.

El segundo es el DCL difuso, se caracteriza por la presencia de varias disfunciones cognitivas en grado leve, que no permite el diagnóstico de la demencia, las funciones cognitivas que se ven alteradas en este DCL son el lenguaje, alteraciones visuoespaciales y funciones ejecutivas. Este tipo se relaciona con varias demencias como lo son: Alzheimer, demencia vascular y el envejecimiento normal.

Por ultimo está el DCL focal no amnésico que se caracteriza por tener una alteración de una función cognitiva diferente a la memoria, como por ejemplo el lenguaje, este tipo de DCL se relaciona con la demencia frontotemporal, demencia de cuerpos de Lewy, demencia vascular, afasia progresiva primaria, Parkinson y Alzheimer.

Se estima que hay una gran cantidad de individuos con deterioro cognitivo no diagnosticado, ésta es una población vulnerable que tienen alto riesgo de accidentes, que su calidad de vida se ve afectada y que recibe tratamientos mal orientados, debido a diagnósticos errados (Peña, Carrasco, Luque & García, 2012). De allí que varios autores destacan la importancia del diagnóstico precoz y seguimiento de los pacientes con DCL, debido que estos individuos tienen un riesgo tres veces mayor de desarrollar algún tipo de demencia, lo que ayudaría a tener un diagnóstico temprano de las demencias, que es un factor importante para manejar la enfermedad y de esta manera ayudar a las personas con demencias a tener una mejor calidad de vida (Ferreira et al, 2008).

Según el nivel de deterioro cognitivo del individuo, se tiene una clasificación del deterioro con el fin de evaluar la progresión de la enfermedad. La clasificación más utilizada es la Escala de Deterioro de Reisberg por sus siglas en inglés (GDS). Los pacientes se clasifican en 7 grupos (Osorno et al, 2009):

- 1) Sin déficit Cognitivo, no presentan ningún problema.
- 2) Déficit cognitivo muy leve, olvida nombres, ubicación de cosas y tiene una pequeña dificultad con el lenguaje.
- 3) Déficit cognitivo leve, problemas con asuntos laborales y para viajar a sitios nuevos.
- 4) Déficit cognitivo moderado, presenta dificultad para realizar tareas complejas como lo son cálculos matemáticos y compras.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5) Déficit cognitivo moderadamente severo, necesita ayuda para elegir su ropa, necesita estímulos para realizar labores cotidianas como bañarse.

6) Déficit cognitivo severo, necesita ayuda para vestirse, bañarse, tiene dificultad para usar el baño.

7) El más severo que presentan graves problemas para comunicarse, tienen muy poco vocabulario, pierde la capacidad para caminar, sentarse, es incapaz de sonreír.

2.2. Funciones Cognitivas

Las funciones cognitivas son los procesos mentales que permiten llevar a cabo cualquier tarea. Logrando que el individuo pueda entender el vínculo entre causa y efecto, mediante el procesamiento de la información, a partir de la memoria almacenada. Lo que le permite relacionarse de manera exitosa con las personas y los objetos del entorno. Algunas funciones cognitivas son:

Memoria: Esta función cognitiva hace relación a la capacidad de almacenar y recordar información. Puede ser memoria a corto o largo plazo.

Orientación: Se refiere a la capacidad de estar consciente de la situación del momento, con respecto al tiempo (fecha, hora, estaciones), al espacio (lugar donde vive, donde está, hacia donde se dirige) y a la identidad personal (información personal presente y pasada).

Cálculo: Capacidad de realizar operaciones matemáticas simples.

Registro y recuperación: Capacidad de escuchar, leer o ver una información, almacenarla y posteriormente recordarla a corto plazo.

Praxis constructiva: se refiere a la habilidad de distribuir en el espacio un conjunto de elementos con el fin de formar un dibujo o figura final, mediante la planificación de los movimientos.

Visuo-espacial: Habilidad para simbolizar, analizar y operar un objeto mentalmente.

Lenguaje: La producción del lenguaje consiste en la materialización de signos (sonoros o escritos) que simbolizan objetos, ideas, etc., de acuerdo con una convención de una comunidad lingüística.

2.3. Test neuropsicológicos usados para detectar deterioro cognitivo

El tamizaje de déficit cognitivo o también llamado cribado neurológico, hace referencia a la aplicación de una prueba general, no especializada, que permite hacer una evaluación breve de las funciones cognitivas en personas con factores de riesgo y, de esta forma distinguir, de una manera

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

sencilla y rápida, individuos que podrían tener la enfermedad de aquellos que no la tienen (Contador, Fernández-Calvo, Ramos, Tapias-Merino & Bermejo-Pareja, 2010).

Existe una gran cantidad de pruebas neuropsicológicas para el análisis de funciones cognitivas, entre las que se encuentran:

Mini-Mental State Examination (MMSE): su mayor ventaja es que es el test más utilizado en el mundo, por lo que casi todo el personal médico está familiarizado con él (Villarejo & Puertas-Martín, 2011). Su tiempo de administración es de aproximadamente 5-10 minutos, es uno de los test que evalúa más funciones cognitivas, tales como orientación en el tiempo, fijación (recuerdo), atención y cálculo, memoria, construcción visuo-espacia, lenguaje y praxis constructiva (Tombaugh & McIntyre, 1992). Una de sus mayores desventajas es que tiene alta sensibilidad al nivel de educación, cultural y la edad, por lo que no es aplicable a analfabetos y podría no detectar casos de demencia en personas con alta escolaridad (Galea & Woodward, 2005).

Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Es altamente aceptado por la comunidad médica ya que se ha demostrado que es mejor para la detección de DCL que el MMSE (Contador et al., 2010). Tiene un tiempo de administración de 10 minutos aproximadamente, evalúa una buena cantidad de dominios cognitivos como funciones visuoespaciales, atención-concentración, memoria, lenguaje, orientación en el tiempo y espacio, capacidad de abstracción y funciones ejecutivas (Rojo-Mota et al, 2013). A pesar de tener mejores resultados que el MMSE un estudio demostró que no es altamente utilizado y también tiene alta influencia en el nivel de escolaridad (Cordell et al, 2013).

GP assessment of Cognition (GPCog): La principal ventaja de esta prueba es que fue diseñada para la aplicación de médicos generales, con el fin de que la demencia sea diagnosticada precozmente (Brodaty, Kemp & Low, 2004), es un test con baja influencia del nivel cultural y de educación, además se encuentra disponible en varios idiomas (Cordell et al, 2013). Es una prueba que consta de dos partes, una prueba cognitiva del paciente y una entrevista con un informador cercano al individuo. Tiene un tiempo aproximado de administración de 6 minutos para las dos partes, evalúa orientación en el tiempo y espacio, registro y recuperación (recuerdo), función visuoespacial y praxis constructiva (Brodaty, Pond, Kemp y otros, 2002). Los principales limitantes de este teste es que tiene un rango de puntuación limitado que requiere una puntuación informante para aprobar o no la prueba, según estudio el componente informante tiene una baja especificidad y hay muy pocos estudios de la eficacia del test en varios idiomas y culturas (Cordell et al, 2013).

Clock-drawing Test (CDT) test del reloj: la principal ventaja de este test es su brevedad y fácil aplicación que evalúa múltiples dominios cognitivos (Villarejo & Puertas-Martín, 2011). Costa de dos partes, primero se le pide al sujeto que dibuje un círculo y ponga los números como si fuera un reloj y luego se le pide que dibuje las manecillas del reloj, indicando una hora en específico. Tiene un tiempo aproximado de 3 minutos de aplicación, la principal función que evalúa es la capacidad visuoespacial, pero también evalúa la praxis constructiva y las funciones ejecutivas (Woodford & George, 2007). Este test tiene varias desventajas, entre ellas es que tiene muchos métodos de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

puntuación, que se prestan para crear confusión entre los médicos, otra desventaja es que no es aplicable a analfabetas que estén poco acostumbrados a tareas de papel y lápiz, otra desventaja varios autores resaltan es que no evalúa memoria por lo que se considera inadecuado para la detección de la enfermedad de Alzheimer (Contador et al., 2010).

Test de las Fotos: la principal ventaja de esta prueba es su aplicabilidad a personas analfabetas. Es una prueba breve con un tiempo de aplicación de 3 minutos aproximadamente, en donde se le pide al individuo que nombre 6 objetos representados en imágenes, luego hay una tarea de fluidez verbal y por último el recuerdo de los 6 objetos, evalúa la memoria y el lenguaje. Como es un test tan breve debe complementarse con otras pruebas para el diagnóstico de la demencia, otra dificultad es que existen pocos estudios que confirmen la validez del test (Villarejo & Puertas-Martín, 2011).

Memory Impairment Screen (MIS): la principal ventaja del test es su facilidad y rapidez, además es una prueba con una alta especificidad para detectar la EA (Pérez, Baztán, González & Socorro, 2005). Su tiempo de administración es de aproximadamente 4 minutos, consiste en la lectura de cuatro palabras y asociarlas a cuatro categorías distintas, luego se hace una tarea de distracción y por último se pide que recuerde las palabras, las que no recuerda se le menciona la categoría para ayudar a recordarla, este test solo evalúa memoria, por lo que se debe complementar el análisis con otros. (Buschke et al, 1999)

Test Your Memory (TYM): Es una prueba diseñada para ser auto-administrada, por lo que necesita una supervisión mínima de una enfermera o recepcionista, además esta prueba tiene mayor sensibilidad para el cribado de demencias no Alzheimer que el MMSE y tiene una efectividad del 93% en la detección de EA. El tiempo promedio de administración es de cinco minutos y consiste en una serie de 10 tareas que el paciente debe llenar. Evalúa la orientación, cálculo, capacidad visoespacial, asociación semántica y memoria. Un estudio demuestra que esta prueba no puede ser utilizada por si sola para diagnosticar EA (Brown J., Pengas, Dawson, Brown L. & Clatworthy, 2009). Otras de sus desventajas es que tiene una alta influencia del nivel cultural, no es posible su aplicación en analfabetas y tiene un número elevado de falsos positivo (Villarejo & Puertas-Martín, 2011).

Test de los siete minutos (T7M): su principal ventaja es que agrupa en una sola prueba varios test que han sido efectivos en el diagnóstico de la EA. Tiene un tiempo aproximado de aplicación de 15 minutos. Este test incluye cuatro subtest: test de orientación de Benton, recuerdo libre y facilitado, test del reloj y fluidez categorial, que evalúan varias funciones cognitivas: orientación temporal, memoria episódica, capacidad visoespacial, praxis constructiva y fluidez verbal (Quijano et al., 2004). Por su tiempo de administración no se recomienda en atención primaria, además su sensibilidad y especificidad disminuye en los estadios leves de la demencia, por lo que su eficacia en diagnosticar DCL ha sido cuestionada (Contador et al., 2010).

Eurotest: una de sus grandes ventajas es adecuado para la aplicación en analfabetas, además está diseñado con la intención de evitar influencias lingüísticas, sociodemográficas y culturales. Su

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

tiempo aproximado de aplicación es de 8 minutos, la prueba se desarrolla en tres partes, el conocimiento de las monedas, el manejo y cálculo con ellas y finalmente una tarea de distracción y el recuerdo de las monedas utilizadas (Contador et al., 2010), este test evalúa la memoria, el cálculo, el lenguaje, capacidad de abstracción y la función ejecutiva. Su mayor limitación es el tiempo de administración (Villarejo & Puertas-Martín, 2011).

Short Portable Mental Status Questionnaire (SPMSQ): Es un test muy utilizado en atención primaria debido a su poco tiempo de administración que es de 2-3 minutos, además tiene poca influencia de variables socioculturales. La prueba consta de 10 preguntas que evalúan orientación, atención y memoria. Estudios han obtenido baja sensibilidad para la EA, además tiene alta influencia por el nivel cultural (Contador et al., 2010).

MiniCog: Es un test sencillo, que se puede aplicar en tan solo 3 minutos, además tiene una buena sensibilidad para la demencia moderada. La aplicación del test consiste en leer 3 palabras no relacionadas, se pide que las repita, luego se pide que realice el dibujo del reloj y por último se pide que repita las 3 palabras del inicio, evalúa la memoria, capacidad visuoespacial, atención y funciones ejecutivas. Para una evaluación diagnóstica completa necesita ser complementado con otros test, además tiene un alto índice de falsos positivos (Scanlan & Borson, 2001).

2.4. Pruebas de Evaluación Repetida

En muchas áreas de evaluación cognitiva, hay una necesidad creciente de pruebas que se pueden administrar al mismo individuo en más de una ocasión. Por ejemplo, es común para investigar el cambio cognitivo a corto plazo en los individuos asociados con drogas lícitas, cirugía o enfermedad. Sin embargo, hay relativamente pocas pruebas cognitivas diseñadas para la evaluación repetida de la función cognitiva. Por otra parte, la evaluación repetida con la misma prueba a menudo conduce a una mejora en el rendimiento, es decir, un efecto de la práctica, que puede oscurecer el verdadero cambio en las funciones cognitivas. Estudios han demostrado que la magnitud de los efectos de la práctica puede estar relacionado con la dificultad de la tarea, la longitud del intervalo de test-retest utilizado, el individuo, la edad, el nivel de capacidad general en el momento de la prueba y el trastorno o enfermedad que están evaluando.

Existe una conciencia creciente de la importancia de la evaluación repetida en el campo de la neuropsicología para evaluar la progresión de la enfermedad y para determinar la eficacia de las intervenciones farmacológicas o psicológicas. Debido a que la mayoría de las evaluaciones neuropsicológicas están basadas en administraciones únicas, no se ha considerado como la administración repetida puede afectar la toma de decisiones clínicas. Una mejoría que puede parecer bastante pequeña, en casos de DCL o demencia, podría enmascarar el deterioro sutil de varios años de cognición. Si estos efectos de la práctica no son tenidos en cuenta pueden afectar la toma de decisiones clínicas y reducen la capacidad de detectar mejoras reales, si las hay, de un tratamiento activo (Goldberg, Harvey, Wesnes, Snyder & Schneider, 2015).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Falleti, Maruff, Collie y Darby (2006) plantearon que un enfoque alternativo para evaluar el cambio cognitivo es el desarrollo de baterías de pruebas específicamente para la evaluación repetida. Y que estas pruebas deben contar con ciertas características: ser normalizadas, rápidas de administrar, tener múltiples formas alternativas, no requieran el aprendizaje de las reglas para el desarrollo de la prueba y que no muestren una mejora en el rendimiento con la evaluación repetida.

2.5. Tamizaje Neurológico Mediado por Software

La mayoría de pruebas de tamizaje neurológico son aplicadas mediante el método tradicional, denominado a lápiz y papel, en donde un especialista es el que realiza la prueba y analiza los resultados. Sin embargo, recientemente, el uso masivo de dispositivos móviles y las tecnologías informáticas en general han mostrado un gran potencial para masificar este tipo de pruebas, ya sea para la aplicación por parte de especialistas o para uso personal (Zorluoglu, Kamasak, Tavacioglu & Ozonar, 2015)

2.5.1. Aplicaciones para computador personal

Unobrain: es una herramienta web que se encuentra disponible en <http://www.unobrain.com/> su principal objetivo es proveer de un conjunto de ejercicios para el entrenamiento cerebral para mejorar funciones cognitivas como la atención, la memoria, la percepción, el lenguaje y la velocidad mental, con el fin que los usuarios puedan personalizar sus ejercicios de acuerdo a su interés y practicar los ejercicios regularmente, adicional a esto cuenta con una sesión para realizar una evaluación cognitiva que está compuesta por 14 test que evalúan 5 funciones cognitivas, dicha evaluación solo se puede realizar una única vez por cuenta. Los 14 test los agrupan de la siguiente manera, 3 ejercicios de razonamiento, 2 de memoria y aprendizaje, 2 de percepción, 5 de funciones ejecutivas y 2 de atención, cuando finaliza la evaluación se presenta un informe donde según la edad, se muestran los resultados, en donde los califican entre la media normal, bajo o alto. No existen estudios específicos sobre ésta aplicación que demuestren que su uso repetitivo mejore las funciones cognitivas, ni tampoco si la evaluación inicial sirva para detectar deterioro cognitivo, más, sin embargo, en las especificaciones de la aplicación está claro que, el fin de ésta no es tratar condiciones severas diagnosticadas clínicamente y se advierte que, si le preocupa algunos de los resultados obtenidos, se sugiere consultar con un especialista. La principal ventaja de esta aplicación es que se encuentra en español, y cuenta con una versión gratuita con una variedad de juegos, y con cierto nivel de configuración que la hace más completa, que otras versiones gratuitas.

CogState: cuenta con una variedad de baterías de pruebas, diseñadas especialmente para una determinada condición médica, algunas de ellas son: CogState Brief Battery, CogState Schizophrenia Battery, CogState Pre-clinical Alzheimer's Battery, CogState Alzheimer's Battery, CogState Brain Injury Battery, CogState Depression Battery, CogState Multiple Sclerosis Battery, CogState Early

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Phase Battery.¹ La más utilizada para detectar deterioro cognitivo y una de la más investigada es CogState Brief Battery, que es un programa de computador, que incluye 8 sub-pruebas que evalúa la velocidad, atención, toma de decisiones, memoria de trabajo, atención visual y la memoria episódica, para su administración requiere de 15 a 25 minutos, esta batería tiene la particularidad que solo se necesita de dos teclas del teclado (D, K) para las respuestas, la prueba es guiada por las instrucciones en el computador y por un supervisor que también da verbalmente las instrucciones. Es una batería diseñada para minimizar los efectos de la práctica (Zygouris & Tsolaki, 2014). Diversos estudios que se han hecho con esta batería han demostrado que es eficaz para la identificación del deterioro cognitivo relacionado con el EA y DCL. Entre ellos estos dos realizados en Australia (Lim et al, 2012) y (Maruff et al, 2013).

CFT (Cognitive function test): Es un test que se encuentra disponible para cualquier persona en la web en <http://cft3.foodforthebrain.org/> está en inglés y está diseñado para que sea auto-administrado. Evalúa tres dominios cognitivos sensibles a la EA que son memoria episódica, función ejecutiva y velocidad de procesamiento (Trustram Eve & Jager, 2014). Para su administración se requiere de aproximadamente 15 minutos, una pantalla superior a 14" y solo se requiere del mouse para responder la prueba. Esta batería es de las pocas que está dirigida a adultos jóvenes de 50 a 65 años y sin deterioros cognitivos con la idea que una proyección temprana podría alertar a las personas sobre posibles signos de deterioro. Un estudio ha demostrado que los resultados se correlacionan positivamente con las pruebas a lápiz y papel en personas sanas. Aún no se conocen estudios en pacientes con DCL o demencias (Zygouris & Tsolaki, 2014).

2.5.2. Aplicaciones Móviles

CAMCI (Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment): Es una batería de prueba que se compone de 7 subpruebas, que son versiones computarizadas de pruebas a lápiz y papel y un viaje de realidad virtual de compras durante el cual el sujeto debe recordar para realizar diversas tareas. Su tiempo de administración es de 20 minutos, está diseñada para que sea auto-administrada en una tableta digital y para adultos mayores que no se sienten cómodos con el uso del computador (Saxton et al., 2009). Esta prueba evalúa la atención, la función ejecutiva, velocidad de procesamiento y memoria (verbal, no verbal, funcional e incidental), el principal objetivo al desarrollar esta batería fue proveer una prueba que reproduce de una forma fiable los resultados de una interpretación de expertos sin la carga de tiempo de un asistente especializado en la prueba, los resultados se obtienen de forma automática y se requiere de un profesional de la salud para la interpretación. Un estudio demostró que es confiable para diferenciar entre pacientes con DCL y adultos mayores sanos (Zygouris & Tsolaki, 2014). CAMCI se desarrolló inicialmente en inglés, se

¹ Tomado de la página oficial de CogState <http://cogstate.com/> el 5/03/2017

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

encuentra en fase de investigación y solo está disponible para investigadores. Actualmente esta batería no tiene la posibilidad de repetir la prueba, pero esta fase se encuentra bajo desarrollo.²

MOBI-COG Es una aplicación móvil para Smartphone o Tableta con sistema operativo Android, que implementa el test MiniCog, la cual es administrada por los cuidadores primarios del anciano, esta prueba se compone de dos partes, la recordación de tres palabras y el dibujo del reloj, tiene un sistema inteligente que reconoce dígitos en menos de 100 ms y realiza una puntuación completamente automática. El tiempo de aplicación de la prueba es aproximadamente 5 minutos, está en inglés y se encuentra disponible en la tienda de Google play. Aún no hay estudios que demuestren que la aplicación presente los mismos resultados que el MiniCog administrado a lápiz y papel. (Nirjon, Emi, Mondol & Stankovic, 2014)

Moca App Es una aplicación móvil para IPad 2 o IPad pro, está disponible en inglés o francés y requiere de un bolígrafo compatible con IPad para las secciones de dibujo, esta aplicación implementa el test de Montreal MoCa y la aplicación aún se encuentra en fase de desarrollo y actualmente solo se encuentra disponible una versión beta para investigadores, haciendo una petición mediante el correo info@mocates.org. Esta prueba ha sido diseñada para que sea aplicada por un profesional de la salud, y requiere de la validación del especialista para la calificación y no está diseñada para su aplicación repetitiva, se sugiera aplicarla en un periodo no menor a tres meses entre prueba.³

MCS Mobile Cognitive Screening: Es una aplicación móvil para el sistema operativo Android, desarrollada en idioma turco, que combina varias pruebas neuropsicológicas utilizadas para tamizaje cognitivo, consta de 33 pruebas de 14 tipos diferentes, que evalúa funciones cognitivas como: atención, memoria, lenguaje, cálculo, orientación y abstracción. Al final de la prueba se muestra la calificación para cada función, estas calificaciones se presentan en un gráfico y esta información es enviada al correo electrónico del médico del paciente. La prueba puede ser auto-administrada, pero como se hacen las mismas preguntas, no es posible monitorear el progreso cognitivo de una persona. (Zorluoglu, et al., 2015).

2.6. Consideraciones en el desarrollo de aplicaciones para adultos mayores

El creciente uso de las tecnologías de la información y la comunicación TIC, ha motivado a los adultos mayores en la utilización de las herramientas tecnológicas con fines de comunicación. Pero éstos se enfrentan a diversos obstáculos cuando interactúan con las TIC, debido a las sus diferencias

² Tomado de la página oficial de la batería en la sección de FAQs y Pricing el 11/04/2017 <http://www.camci.us.com/>

³ Tomado de <http://www.mocatest.org>, para su consulta se requiere registrarse y realizar solicitud de información.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

naturales relacionadas con la edad, que no son contempladas en el diseño de IU, lo que conlleva a productos mal diseñados, que generan una brecha generacional entre jóvenes y adultos mayores (Luna, Mendoza & Álvarez, 2015).

Cada vez más adultos mayores requieren de aplicaciones que les permitan interactuar de manera autónoma con las herramientas que ofrecen las TIC. Lo que ha acarreado el estudio de las consideraciones necesarias en el diseño de aplicaciones para adultos mayores, que permitan evidenciar las necesidades y limitaciones de los adultos mayores y de esta manera generar ideas para buenos diseños, que permitan crear interfaces usables para adultos mayores. A continuación, se presentan las recomendaciones para el diseño de aplicaciones para adultos mayores encontradas en dos artículos estudiados.

En el artículo *Redesigning websites for older adults: a case study*, realizan una revisión bibliográfica y reúnen un conjunto de directrices a tener en cuenta para el diseño de interfaces para adultos mayores, estas directrices se presentan para el diseño de páginas web, de estas directrices las siguientes se pueden aplicar al diseño de interfaces móviles (Patsoule & Koutsabasis, 2014).

- Todos los elementos de la página web deben tener tamaño por defecto adecuados
- El contenido del texto debe ser de fácil lectura.
- Cada elemento interactivo debe ser percibido y comprensible, sin la necesidad de la documentación.
- Debe haber una indicación clara de la acción que el usuario debe hacer para interactuar eficazmente. Las acciones deben ser predecibles.
- El tamaño de todos los elementos debe ser ajustable de acuerdo con las necesidades del usuario.
- Debería haber una opción para elegir formas alternativas de presentación de los elementos no textuales de la página web.
- Debe haber una posibilidad de corregir o cancelar cualquier acción.
- Debe haber una posibilidad de controlar los cambios inesperados que pueden ocurrir durante la interacción.
- Debe haber coherencia en la terminología.
- Debe haber una selección prudente de los componentes en la vista. Cualquier distracción se debe evitar.
- Otro de los artículos que se revisaron es *Patrones de diseño para mejorar la accesibilidad y uso de aplicaciones sociales para adultos mayores*, que propone un conjunto de criterios para el desarrollo de aplicaciones para adultos mayores, en este caso también se realiza el estudio para una aplicación web, a continuación, se presentan los criterios que no se habían detallado en el anterior artículo (Luna et al., 2015).
- Información concentrada y agrupada principalmente en el centro.
- Proporcionar espacio adecuado entre los elementos de la interfaz
- Destacar información específica y elementos importantes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Evitar en lo posible las barras de desplazamiento
- Proporcionar objetos, gráficos y enlaces grandes.
- Los iconos utilizados deben ser simples, significativos e intuitivos (asociados con objetos del mundo real)
- Los gráficos deben ser relevantes al contenido y no utilizarlos solo por decoración, no utilizar gráficos animados.
- Mensajes de error simples y fáciles de comprender.

2.7. Metodología de desarrollo de software y usabilidad

El desarrollo de este tipo de aplicaciones requiere emplear metodologías formales que garanticen que la aplicación cumple con los requerimientos para ser usados por la población a la que va dirigida. Trabajos previos sugieren que las metodologías ágiles son apropiadas para el desarrollo de aplicaciones móviles, debido a que comparten características tales como orientación a objetos, tamaño del equipo de desarrollo y necesidades cambiantes, con lo cual generan grandes beneficios en cuanto a calidad y organización del proyecto (Amaya Balaguera, 2013). Sin embargo, éstas metodologías por lo general no contemplan uno de los aspectos más importantes en este tipo de proyectos, como es la evaluación de la usabilidad, así mismo hay que recordar que en la mayoría de las aplicaciones móviles no se encuentra plenamente definido el cliente, característica fundamental para la aplicación de las metodologías ágiles tradicionales. Por lo anterior, se han propuesto adaptaciones de las practicas ágiles tradicionales, para incluir técnicas modernas tales como la usabilidad y el diseño centrado en el usuario (Amaya Balaguera, 2013)

La ingeniería de la usabilidad propone hacer una reestructuración de la ingeniería del software, para realizar un diseño centrado en el usuario (DCU), que consiste en “realizar un diseño pensado en y para el usuario, convirtiéndole en el punto central del desarrollo” (Granollers, Lorés & Perdrix, 2002). El diseño centrado en el usuario se basa en un modelo de proceso que se divide en fases que se llevan a cabo de manera iterativa. Las fases principales son investigación y análisis de los usuarios, diseño y evaluación. El principal objetivo de la usabilidad es el “diseño e implementación de software que contemple y satisfaga las necesidades, deseos y limitaciones de los usuarios”, por lo que este término está muy relacionado con la calidad del software (Domingo & Pera, 2011).

Otro aspecto relevante para el desarrollo de aplicaciones móviles en general, es la definición del tipo de desarrollo que se empleará, el cual puede ser: desarrollo nativo, web o Híbrido. Las aplicaciones nativas se diseñan y programan específicamente para cada plataforma y se desarrollan mediante un SDK, las aplicaciones web se programan independientemente de la plataforma y utilizan lenguajes como HTML, JavaScript y CSS y Las aplicaciones híbridas se desarrollan usando HTML, CSS y JavaScript y se compila o empaqueta de tal forma que se comporte como una aplicación nativa. En este proyecto se realizará un desarrollo nativo, debido a que con este modo de desarrollo es posible acceder a todas las capacidades del hardware del dispositivo y además no se tiene la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

limitación de espacio en pantalla como en el caso del desarrollo web (Delía, Galdámez, Thomas y Pesado, 2013).

2.7.1. Metodología de desarrollo AgilUs

La metodología AgilUs se fundamenta en el Diseño Centrado en el Usuario DCU y en la participación de especialistas, con el fin de ir evolucionando el software, para que una vez culminado pueda alcanzar el mayor grado de usabilidad. Esta metodología pone el énfasis del desarrollo en la construcción de la usabilidad, buscando proporcionar un conjunto de actividades organizadas que permitan aplicar el concepto de usabilidad en el diseño de las interfaces de usuario. AgilUs es un método iterativo e incremental que consta de cuatro fases: requisitos, análisis, prototipaje y entrega que se realizan en ciclos hasta obtener la aplicación terminada, en cada una de las fases se desarrollan actividades que contemplan evaluaciones de usabilidad, con el fin de garantizar la calidad del software. (Acosta, 2011)

AgilUs integra las disciplinas de la Interacción Humano-Computador y la Ingeniería de Software, promoviendo el diseño centrado en el usuario, e impactando positivamente la calidad del software. (Camico, 2015)



Figura 1. Metodología AgilUs

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El ciclo de vida de AgilUs “hace énfasis en la importancia del usuario y sus evaluaciones. Está basado en el desarrollo iterativo e incremental de prototipos de alta fidelidad hasta que se convierten en el producto final para entrega. Este producto final puede ser actualizado a través de un mantenimiento correctivo y/o evolutivo, que no está descrito en el ciclo de vida de la metodología” (Acosta, 2011) La Figura 1 muestra la relación entre cada etapa del ciclo de vida de AgilUs y las actividades propuestas en cada una de las fases de la metodología

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se describe el proceso de desarrollo de la Aplicación móvil TESTCognitivo, el cual se llevó a cabo a través de la metodología AgilUs, con el objetivo de desarrollar una aplicación usable para personas mayores de cincuenta años. En este sentido fueron consideradas las recomendaciones presentadas en la sección 2.6.

3.1. Fase I: Requerimientos

En esta primera fase del desarrollo de software se identifican los requerimientos del usuario, a través de una serie de actividades propuestas en la metodología, en este caso se realizaron las siguientes actividades: estudio sobre las pruebas utilizadas para realizar tamizaje cognitivo, evaluación de aplicaciones existentes, tormenta de ideas, perfiles de usuario, y requerimientos funcionales y no funcionales. A continuación, se presentan un resumen de las actividades realizadas.

3.1.1. Selección de pruebas de tamizaje Cognitivo

Antes de iniciar el desarrollo de la aplicación móvil para pruebas neuropsicológicas de evaluación del nivel cognitivo, se realizó un estudio para identificar las pruebas o conjuntos de pruebas que serán implementadas.

Para esta selección se realizó una revisión profunda de la literatura, que permitió conocer las características técnicas y de aplicación de cada prueba. Se realizó una búsqueda en las bases de datos que está adscrito el ITM, y en los artículos científicos disponibles en Google Scholar, que permitió, realizar una clasificación de las pruebas, para evaluar la viabilidad técnica de cada una de ellas, para ser implementada en un dispositivo móvil. En la Tabla 1 se presenta un cuadro comparativo, con las pruebas más usadas, las funciones cognitivas que evalúan y el tiempo aproximado de aplicación de la prueba. Una descripción más detallada de cada test y las fuentes científicas en las cuáles se realizaron las consultas es presentada en el marco teórico.

3.1.2. Evaluación de Sistemas existentes

Se estudiaron las aplicaciones existentes que sirvan para realizar tamizaje cognitivo, se estudiaron aplicaciones de escritorio, web y móviles, con el fin de estudiar sus ventajas y desventajas, para tenerlas en cuenta en el desarrollo de la aplicación. En la Tabla 2 se realiza una comparación de las aplicaciones estudiadas, se tuvieron en cuenta aspectos como el idioma, el tipo de aplicación, por quién es administrada la prueba, si se encuentra disponible para el público, si se puede realizar una evaluación repetitiva y si existen estudios científicos que las avalen como efectivas para el tamizaje

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

cognitivo. Una descripción más detallada de las aplicaciones es presentada en el marco teórico, en la sección de Aplicaciones para hacer tamizaje neurológico.

TEST NEUROPSICOLÓGICOS							
NOMBRE	FUNCIONES QUE EVALÚA						Tiempo de Administración (Aproximado)
	Memoria	Orientación	Cálculo	Registro y Recuperación	Praxis Constructiva	Visuo-espacial	
MMSE	X	X	X		X		10 min
GpCog		X		X		X	4 min
MiniCog	X						3 min
MoCA	X	X	X			X	10 min
Test del Reloj					X	X	3 min
Test de las Fotos	X						4 min
T7M	X	X		X	X	X	15 min
SPMSQ	X	X					2-3 min
MIS	X						4 min
Eurotest	X	X					8 min
TYM	X	X	X			x	5 min

Tabla 1. Test Neuropsicológicos más usados

	Idioma	Tipo App	Administración	Disponibilidad	Evaluación repetitiva	Estudios de Efectividad
UnoBrain	Español	Web	Auto-Administrada	Versión gratuita en la web	No	No
CogState	Inglés	Escritorio	Técnico de prueba	Comercializada por CogState Lda.	Si	Eficaz para EA y DCL
CFT	Inglés	Web	Auto-Administrada	Disponible en la web	No	Se correlaciona con la prueba a lápiz en personas sanas
CAMCI	Inglés	Móvil para Tablet PC Surface Pro	Auto-Administrada	Comercializada por Psychology Software Tools, INC.	No	Confiable para diferenciar DCL de adultos sanos
MOBI-COG	Inglés	Móvil Android, Smartphone o Tableta	Cuidador primario	Comercializada en Google Play	No	No
MoCA App	Inglés, Francés	Móvil para iPad 2 o iPad pro	Personal de la salud	No	No	No
MCS	Turco	Móvil Android, Smartphone	Auto-Administrada	No	No	No

Tabla 2. Aplicaciones Existentes

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.1.3. Identificación de Perfiles de Usuario

Con el fin de continuar con la definición de requerimientos se procedió a realizar una caracterización de los usuarios para los cuáles está dirigida la aplicación; estos son para personas con factores de riesgo para desarrollar algún tipo de demencia.

Según el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos de América un alto porcentaje de la población mayor de 50 años manifiesta pérdida subjetiva de memoria y varias investigaciones han señalado la importancia de las quejas subjetivas de memoria como el primer síntoma de un proceso demencial. (Rosselli & Ardila, 2012). Según la OMS los factores de riesgo para demencia y deterioro cognitivo son: edad avanzada, antecedentes familiares de demencia, trauma craneoencefálico con pérdida de la conciencia, alteraciones en los vasos sanguíneos (Hipertensión, hipercolesterolemia, vasculitis), diabetes y obesidad en la edad media, y también la poca actividad física, un nivel bajo de educación y el tabaquismo (World Health Organization, 2012). Por lo que los posibles usuarios de la aplicación TESTCognitivo, son personas mayores de 50 años, que tengan o no factores de riesgo asociados a la demencia, teniendo en cuenta, la importancia del diagnóstico temprano de DCL. Además, la aplicación tiene otro tipo de usuario que son los cuidadores o familiares de las personas que desean realizar el test, a continuación, se describe la caracterización de los usuarios de la aplicación.

USUARIO-TEST: es el usuario principal de la aplicación, es la persona que realizará los ejercicios planteados en el test, y a la cual se le hará el seguimiento de resultados. Puede ser mayor de 55 años, debe saber leer y debe tener una experiencia mínima-básica en el uso de teléfonos inteligentes, con el fin que pueda realizar el test por si sola.

Estas personas pueden tener características especiales, en cuanto a condiciones de salud, movilidad (motricidad), visión (uso de lentes y visión reducida), memoria.

USUARIO-CUIDADOR: este usuario es la persona a cargo del usuario-test, puede realizar el proceso de registro del usuario-test, consultar su información de registro y de desempeño en las pruebas del test.

Se espera que este usuario tenga una mayor experiencia en el uso de las tecnologías móviles, para que motive a su persona a cargo en la realización de la prueba.

Este usuario puede ser de dos tipos:

Cuidador-HOGAR: es por lo general un pariente cercano del adulto mayor, también puede no tener parentesco con éste, pero habita en la misma casa que el adulto o es muy cercano a él. Ésta persona normalmente solo necesitará registrar una o dos personas en la aplicación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Cuidador-PROFESIONAL: esta persona puede tener a cargo a muchos adultos mayores, puede ser un profesional de la salud o de la gerontología que trabaje en un hogar para adultos mayores, no tienen parentesco con los usuarios, pero está a cargo de ellos y conoce su historia clínica.

3.1.4. Definición de requerimientos

El estudio de las aplicaciones afines existentes, el análisis del alcance y de los objetivos del proyecto ayudaron en la formulación de los requerimientos funcionales del proyecto, y para la formulación de los requerimientos de usabilidad se recurrió a la literatura para indagar sobre las recomendaciones y las implicaciones a la hora de diseñar aplicaciones para adultos mayores, además a través de las siguientes fases se fueron modificando y perfeccionando los requerimientos no funcionales, con las diferentes evaluaciones de usabilidad realizadas.

A continuación, se presenta la lista completa con los requerimientos funcionales y no funcionales identificada.

Requerimientos Funcionales

Se realizó una lista con los requerimientos separados por tipo de usuario.

Requerimientos del Cuidador

- REGISTRO: La aplicación debe permitir hacer el registro del Cuidador previamente validados
- REGISTRO PACIENTE: Debe permitir hacer el registro de uno o más personas a cargo, consultar y editar esa información de registro.
- AYUDA: El sistema debe proporcionar ayuda sobre como diligenciar el registro de pacientes.
- SEGUIMIENTO: la aplicación debe permitir consultar los resultados de las pruebas de cada uno de sus usuarios, estos resultados deben estar en diferentes formas de visualización, por ejemplo: última prueba, resultados por semanas, mes, semestre, dependiendo de su preferencia de visualización.
- GUIA: Debe proporcionar una guía para el cuidador sobre la aplicación del test.

Requerimientos del Usuario-Test

- REGISTRO: Este usuario puede realizar su propio registro, consultar y editar su información, siempre y cuando este tenga el dominio necesario como para realizar esta tarea.
- REALIZACIÓN DEL TEST: El sistema debe permitir que este usuario realice el test de manera autónoma.
- TIEMPO DE RESPUESTA: El sistema de capturar el tiempo de respuesta de los ejercicios y almacenarlos.
- RESULTADOS: La aplicación debe permitir consultar los resultados de cada test realizado y de su desempeño en los test a través del tiempo. El sistema debe presentar una alerta cuando los resultados disminuyan a través del tiempo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- AYUDA: La aplicación debe proporcionar una guía para el paciente que le ayude a realizar el test y para interpretar los resultados.

Requerimientos no Funcionales

Requerimientos de Tecnología

- La aplicación móvil debe estar desarrollada en lenguaje nativo Android y debe ser compatible con varias versiones de sistemas operativos para que garantice una mayor cobertura.

Requerimientos de Usabilidad

Para la elicitación de requisitos de usabilidad se realizó una búsqueda en la literatura, acerca de los aspectos que se deben tener en cuenta para el diseño de una interfaz gráfica para adultos mayores.

- El tamaño de los elementos debe ser ajustables de acuerdo con las necesidades del usuario: tamaño (normal, mediano, grande) (Patsoule & Koutsabasis, 2014)
- Debe haber la posibilidad de corregir o cancelar cualquier acción. (Patsoule & Koutsabasis, 2014)
- Evitar en lo posible las barras de desplazamiento. (Luna et al., 2015)
- Mensajes de error simples y fáciles de comprender. (Luna et al., 2015)
- Color de la letra debe ser oscuro, preferiblemente negro, sobre fondo claro o blanco. (Hawthorn, 2000)
- Diseño de interfaz simple y sin distracciones. (Luna et al, 2015) y (Hawthorn, 2000)

Otros requerimientos no funcionales

- La aplicación móvil debe encriptar la información de las bases de datos, con el fin de garantizar la privacidad del usuario.
- La aplicación deberá estar desarrollada por módulos y estar documentada de manera que algún programador pueda hacer modificaciones o agregar otras funcionalidades posteriormente.

3.2. Fase II: Análisis

En esta etapa se realizó el análisis de la solución, se definieron los casos de uso, el modelo de objetos del dominio y se realizaron prototipos de baja fidelidad.

3.2.1. Modelo de Casos de Uso

El modelo de casos de uso es una técnica de especificación de requerimientos del usuario. Que sirve para describir la secuencia de interacciones que se desarrollan entre los actores y el sistema. Para esta aplicación se definieron dos actores principales, uno de ellos es el cuidador, que es el que se encarga del registro de los usuarios del test y además puede hacerle un seguimiento a los resultados de éste, el segundo actor es el Usuario-Test, que puede realizar el registro, consulta y gestión de su información, además es el usuario más importante de la aplicación, ya que este es quién debe realizar el test de manera autónoma y para éste es que va dirigida la aplicación con el fin que puede ser fácil de usar para este actor. La Figura 2. Presenta el diagrama de casos de uso para la aplicación TestCognitivo.

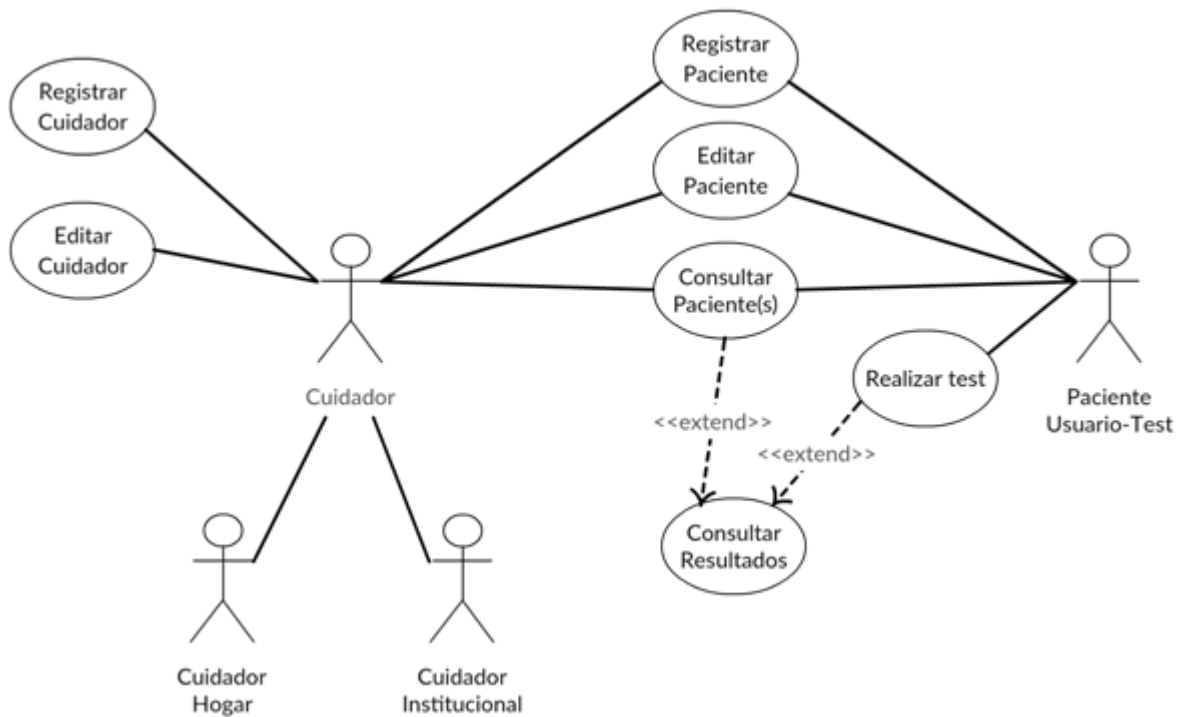


Figura 2 Diagrama de Casos de Uso para la aplicación TestCognitivo

Los detalles de la especificación de estos casos de uso pueden ser consultados en el anexo A.

3.2.2. Modelo de Objetos del Dominio

El modelo de objetos del dominio describe los objetos del dominio de la aplicación y las relaciones estáticas entre estos. El modelado de este diagrama se utiliza para analizar un área en específico, con el fin de expresar el entendimiento en el área, antes de iniciar el diseño del sistema. En éste se representan las clases conceptuales del mundo real, no de componentes de software. (Larman, 1999)

En la Figura 3 se muestra el modelo de objetos del dominio de la aplicación TESTCognitivo. Se especifican los siguientes objetos: Cuidador, UsuarioTest, Test, Ejercicio, Nivel, Puntuación y Reporte. Entre los objetos se establecen las siguientes relaciones: Un cuidador puede tener ninguno o varios UsuariosTest asociados, El UsuarioTest puede realizar uno o varios test y consultar sus reportes, a su vez el test tiene uno o varios ejercicios que tienen un nivel y la realización del test genera una puntuación, y el reporte es generado a partir de las puntuaciones de los ejercicios.

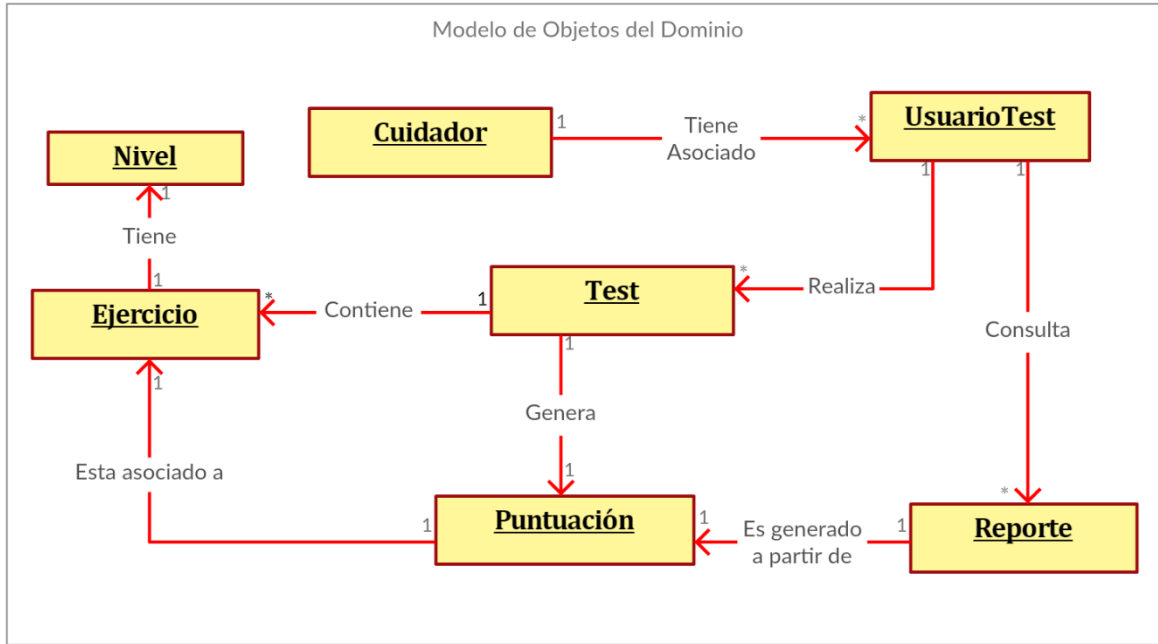


Figura 3. Modelo de Objetos del Dominio

3.2.3. Prototipo en Papel

Los prototipos en papel permiten visualizar a bajo nivel, la aplicación que se quiere obtener, se crean para simular la interfaz de un sistema, con el objetivo de explorar los requerimientos de usuario. En la primera iteración de esta fase de desarrollo, se realizó un prototipo inicial de baja fidelidad, que fue creado mediante la herramienta Pencil Project, estos prototipos fueron evaluados, para revisar que cumplieran con los requisitos de usabilidad y fue necesario la creación de un segundo prototipo, para corregir errores de diseño detectados en el primer prototipo. La evaluación se realizó siguiendo las recomendaciones encontradas en la investigación que se realizó sobre el diseño de aplicaciones para adultos mayores, y se corrigieron errores como, mala combinación de colores, se eliminaron elementos distractores y se simplificó el diseño de la aplicación, adicional a esto se estableció que la combinación de colores debía ser igual para cada módulo de la aplicación.

En la Figura 4, se puede observar el primer prototipo realizado. Se realizó la vista de registro y dos de los ejercicios propuestos para el test.



Figura 4. Prototipo Inicial

La Figura 5 corresponde al segundo prototipo realizado en esta fase, donde se corrigieron errores detectados en el primer prototipo, como la selección de la fecha de nacimiento, para minimizar errores de ingreso, partir el registro en porciones, tamaño de letra ajustable, se igualó el estilo de letra y el diseño de los botones y se agregaron botones de ayuda en la interfaz, además botones para cancelar cualquier acción que se esté realizando, este prototipo se acerca mucho al diseño de la aplicación, pero ha tenido pequeños cambios en el diseño real, ya que se ha ido mejorando a lo largo de la construcción del sistema, a través de las evaluaciones de usabilidad.



Figura 5. Prototipo Segunda iteración

3.2.4. Guía de estilo

En esta etapa se realizó la guía de estilo, que sirve para definir las normas y patrones básicos vinculados con el aspecto de la interfaz. (Acosta, 2011) En esta guía se define el esquema de colores que la aplicación utilizara, la letra que se utilizara, los botones, los selectores de fechas, las listas desplegadas y la selección de múltiples opciones.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


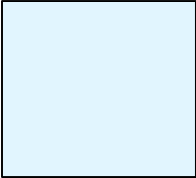


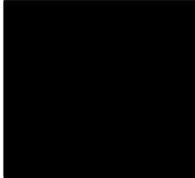


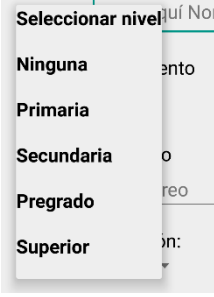
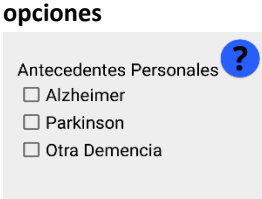
Guía de estilo de la aplicación TESTCognitivo				
Colores				
Fondos de Pantalla				Color Texto
				
White #FFFFFF	Light Blue 50 #E1F5FE	Light Blue 500 #03A9F4	Light Blue 200 #81D4FA	Black #000000
Tipografía <p>Tipo de letra: Roboto (Tipo de letra por defecto de Android) Se utilizan las fuentes Regular y Black.</p> <p>Tamaño:</p> <p>Por defecto</p> <ul style="list-style-type: none"> -Texto Inicial: 30sp -Texto Registro: 20sp -Texto Contenido: 25sp <p>Personalizable</p> <ul style="list-style-type: none"> -Normal: 15sp -Mediano: 20sp -Grande: 30sp 				
Botones 	Seleccionar Fecha 	Lista desplegable 	Selección de múltiples opciones 	

Tabla 3. Guía de Estilo TestCognitivo

3.3. Fase III: Prototipaje

Esta fase requirió de tres iteraciones hasta obtener toda la implementación del sistema, en la primera iteración se definió la arquitectura del sistema, el diseño de la base de datos y se realizó el primer prototipo ejecutable en donde se implementaron las Interfaces de Usuario (IU) del registro de usuarios y de los primeros ejercicios implementados, con este prototipo se realizó una evaluación

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

heurística de la interfaz de usuario, en donde se detectaron problemas de usabilidad que fueron corregidos en la siguiente iteración.

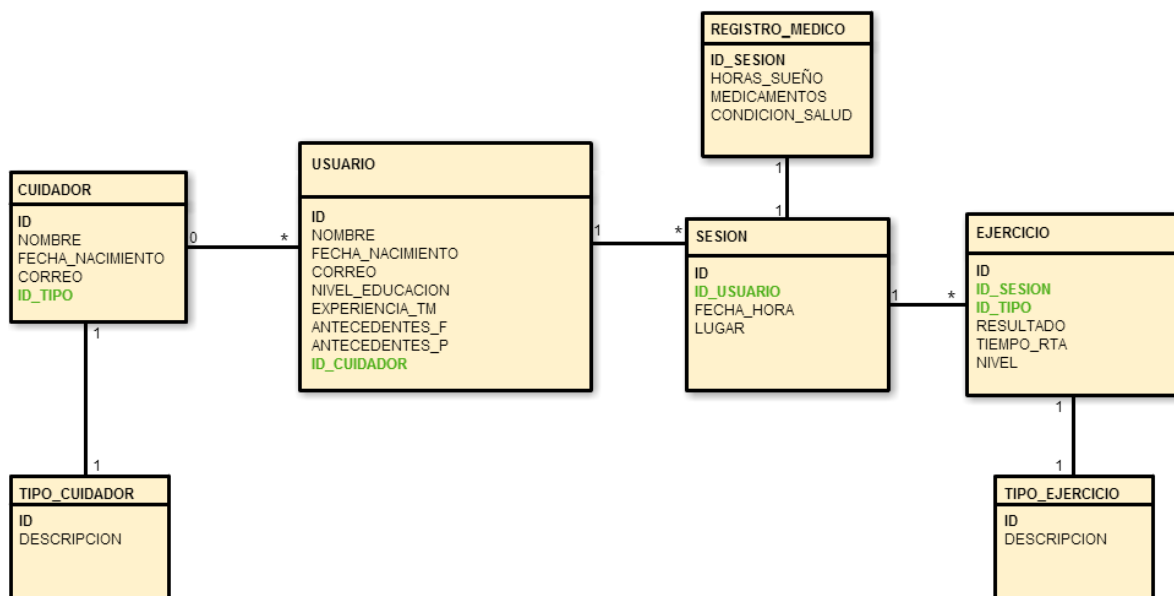
En la segunda iteración se corrigieron los errores detectados, se agregó el módulo de almacenamiento local y la gestión de la información de los usuarios, en esta fase se obtuvo un segundo prototipo ejecutable que fue evaluado mediante lista de comprobación y prueba con usuarios.

En la última iteración se implementó el módulo de estadísticas, además se agregó un módulo de acceso a datos desde la nube, con el fin de disminuir el uso de memoria local, esta última funcionalidad se consideró agregarla en esta última iteración debido a un diagnóstico de funcionamiento que se realizó, lo que obligó a replantear la arquitectura de la aplicación y el acceso de recursos de los ejercicios.

A continuación, se presentan los principales artefactos generados en esta Fase, tanto para los componentes de diseño de la solución como de evaluación del desarrollo.

3.3.1. Diseño de Base de Datos

En la Figura 6 se muestra el diagrama entidad relación, que describe el diseño de la base de datos local de la aplicación, en esta base de datos se guarda la información de registro de los usuarios y el puntaje de los test realizados. Cada vez que un usuario inicia un test, se inicia una sesión, cada sesión tiene un registro médico, que almacena las horas de sueño nocturno y el estado general de salud en el momento de realizar el test, cada ejercicio, está asociado a una categoría, que corresponde a la función cognitiva que evalúa y en el campo respuesta, almacena el puntaje obtenido en el ejercicio. Esta base de datos fue implementada en SQLite.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 6. Diagrama de la base de datos local

3.3.2.Arquitectura del Sistema

La arquitectura del sistema (Figura 7.) se diseñó basado en el patrón de diseño de software Modelo Vista Controlador (MVC), que consta de tres capas desacoplables: Interface Layer (Vista), Business Layer (Controlador) y Database Layer (Modelo). La aplicación móvil se desarrolló para dispositivos Android (Smartphone and Tablet). La capa de vista se creó utilizando XML (Extensible Markup Language) y lenguaje Java, esta capa contiene los layouts, Fragment y ContentView de la aplicación.

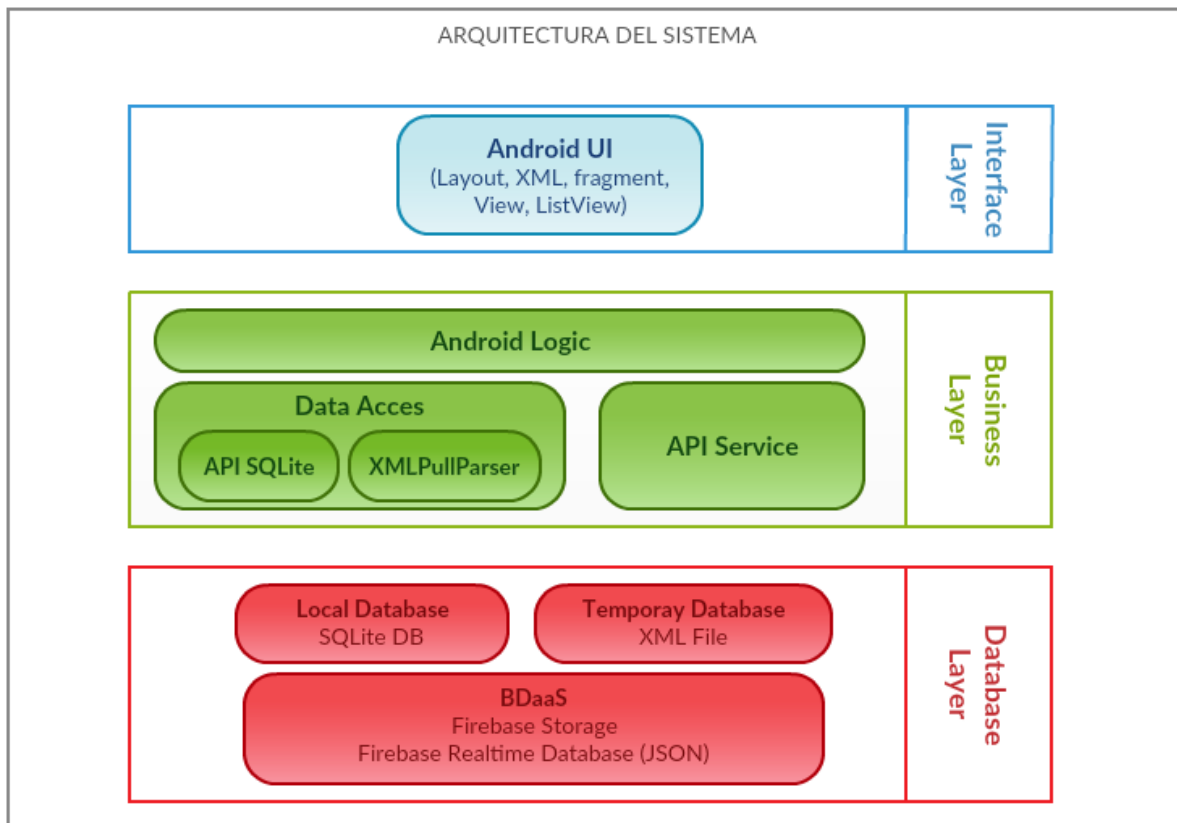


Figura 7. Diagrama de arquitectura del sistema

En la lógica de la aplicación o capa de negocio se establece la comunicación entre la vista y la capa de negocio mediante la declaración de objetos java, esta capa recibe los eventos generados por el usuario a través de la vista, los procesa y genera las respuestas adecuadas sobre el modelo o sobre la propia vista, para realizar este trabajo utiliza Interfaces de programación de aplicaciones (API) para invocar los procesos de almacenamiento, acceso a datos y conexión con servidor web a través de las APIs de Firebase. Por último la capa de Base de Datos se encarga del almacenamiento de los datos: La aplicación cuenta con diferentes fuentes de datos: datos locales y datos en la nube, para el acceso a los datos locales utiliza la API SQLite para gestionar la base de datos local y la API XMLPullParser para gestionar una base de datos temporal, que inicialmente fue creada solo para

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

almacenamiento, con el fin de capturar la mayor cantidad de datos, para que sean estudiados posteriormente, esta base de datos es temporal, porque almacena los datos de cinco sesiones en un archivo XML, para ser posteriormente almacenados en la nube y crear un nuevo archivo XML con las próximas cinco sesiones. Para la base de datos en la nube utiliza los servicios de Firebase a través de las APIs Firebase Authentication, Firebase Realtime Database, Firebase Storage y Firebase Security Rules, que provee los servicios de DBaaS (Database as a Service, base de datos como servicio), que permite almacenar y sincronizar los datos de la aplicación, tanto los datos generados por el usuario (Registro y desempeño en las pruebas), como los archivos necesarios para la construcción de los ejercicios del test (imágenes, preguntas...).

3.3.3. Diagrama de Despliegue

En el diagrama de despliegue (Figura 8.) se muestran las relaciones físicas entre los componentes de software y hardware en el sistema. Se compone de dos nodos. El nodo de la aplicación móvil que se encuentra alojado en un dispositivo Android, que contiene la interfaz gráfica, los componentes y clases necesarias para la ejecución de la aplicación, además contiene las bases de datos locales y la conexión con el servidor web. El nodo Firebase Server que corresponde a la plataforma de Firebase, en donde se utilizan los servicios de autenticación, reglas de seguridad, almacenamiento y base de datos en tiempo real, estos componentes nos permiten administrar la autenticación de usuarios, la descarga de archivos para la aplicación y el almacenamiento en la nube, con unas reglas de seguridad configuradas para acceder a los datos de forma segura. Los archivos de Firebase Storage se guardan en una cubeta de Google Cloud Storage, permitiendo acceder a ellos a través de Firebase y de las APIs de Google Cloud.

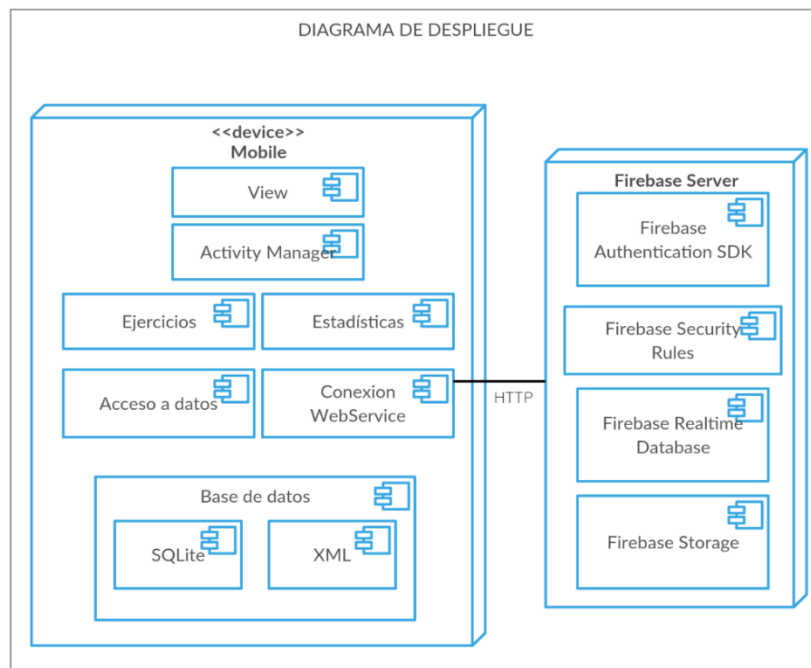


Figura 8. Diagrama de despliegue del sistema

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.3.4. Evaluación de desarrollo

La evaluación del desarrollo de cada uno de los prototipos fue realizada mediante dos técnicas: evaluación heurística y listas de comprobación.

Evaluación Heurística

La evaluación heurística se realiza con el fin de encontrar problemas de usabilidad en el diseño de la interfaz de usuario (IU). Para realizar esta evaluación se consideran las heurísticas creadas por Nielsen, que utilizan una escala de valoración de problemas de 0 (no es un problema de usabilidad) a 4 (Catástrofe, obligatorio cambiarlo). Las heurísticas que se tomaron en cuenta para la evaluación son (Nielsen, 1995):

- H1. Informar el estado del sistema.
- H2. Utilizar el lenguaje de los usuarios.
- H3. Permitir cancelar cualquier acción de manera fácil.
- H4. Diseño consistente y estándar que permita intuir el significado de los elementos y las acciones que se pueden realizar.
- H5. Prevención de errores.
- H6. Mantener los objetos, acciones y opciones visibles para que el usuario no pierda tiempo recordando la información de una parte del diálogo a otra.
- H7. Las instrucciones para el uso del sistema tienen que ser visibles o fácilmente accesibles, para que al usuario se le facilite aprender a utilizar el sistema.
- H8. La información que se presente en la interfaz debe ser relevante, por lo que no debe contener información o elementos que no sean relevantes o que se utilicen raramente.
- H9. Los mensajes de error deben expresarse en un lenguaje claro y deben indicar exactamente el problema.
- H10. Si es necesaria la ayuda y documentación esta debe ser de fácil acceso, clara y concisa.

Después de realizar el primer prototipo ejecutable, que corresponde a la IU de registro de Usuario-Test y de los primeros ejercicios implementados, se realizó una evaluación heurística para detectar y corregir errores de diseño de la IU. En la Tabla 4 se presentan los problemas encontrados en la evaluación y la solución que se implementó para corregirlos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Resultado Evaluación Heurística de TESTCognitivo			
Problema	Heurística	Valoración	Solución
El tamaño de letra de los cuadros diálogos, no corresponde al seleccionado. (Tienen un tamaño de letra muy pequeño)	H8	3	Personalizar los diálogos, para que el tamaño de letra corresponda al seleccionado.
En el test se puede devolver a los ejercicios anteriores y repetirlos o ver las respuestas de los ejercicios.	H5	4	Controlar el botón atrás del móvil, para que no se devuelva a la actividad anterior, sino que cumpla la función de cancelar.
Cuando se completa un registro, se puede navegar hacia atrás, lo que provoca registros duplicados.	H5	3	Finalizar el ciclo de vida de la actividad registro, para que no se pueda acceder nuevamente.
No informa si el registro, se realizó satisfactoriamente.	H1	1	Agregar una alerta informando el estado del registro.
Cuando se cancela la realización del test, no muestra ningún mensaje de confirmación	H1, H5	2	Agregar un mensaje de confirmación para cancelar el test.
No se puede acceder a la documentación de ayuda.	H10	4	Agregar módulo de documentación de ayuda
El texto explicación de ciertos ejercicios no es claro.	H2	2	Modificar el texto, para que sea más claro para los usuarios.

Tabla 4. Evaluación Heurística

Lista de Comprobación

Las listas de comprobación son un conjunto seleccionado de preguntas cerradas definidas por el equipo de desarrollo, referentes al diseño de la interfaz de usuario. Su principal objetivo es identificar defectos importantes en etapas tempranas de desarrollo. (Zamuriano Sotés, 2010). En base a la audiencia a la que va dirigida la interfaz y el tipo de aplicación a realizar, en la Tabla 5 se especifica la lista de comprobación para la aplicación TESTCognitivo. Esta evaluación de inspección se realizó en la segunda iteración de la fase de Prototipaje, se detectaron errores de diseño que fueron corregidos en la siguiente iteración.

Lista de comprobación para evaluar la aplicación TESTCognitivo			
Principio a evaluar	Aplicado		Observaciones
	SI	NO	
¿El tamaño de todos los elementos es ajustable?		X	Solo es ajustable el tamaño de los elementos del test
¿Se puede corregir o cancelar cualquier acción?	X		
¿Se evitan las barras de desplazamiento?	X		
¿Los mensajes de error son simples y fáciles de comprender?		X	En el registro no especifica marca error, pero no especifica cual campo es el que se debe corregir.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

¿El diseño de la interfaz es simple y sin distracciones?	X		
¿El diseño de la interfaz es intuitivo?	X		
¿La interfaz ofrece asistencia para que el usuario realice cualquier tarea?		X	Para las acciones del cuidador no hay asistencia.
¿Los iconos de la aplicación cumplen con la función que describen?	X		
¿El lenguaje utilizado es claro y conciso?	X		

Tabla 5. Lista de Comprobación

3.4. Fase IV: Entrega

En esta fase se llegó a una versión desarrollada que se consideró lista para su liberación, con el fin de evaluar la usabilidad de la aplicación TESTCognitivo y la aceptación de los posibles usuarios, se realizó una prueba de aceptación con usuarios mayores de 50 años, que permitió la verificación del cumplimiento de los requisitos de usabilidad planteados en el desarrollo de la aplicación. En el capítulo de resultados se encuentra la descripción de las funcionalidades de la aplicación y sus características técnicas. Así mismo, se presentan los resultados de las pruebas de aceptación de la misma.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.RESULTADOS

4.1. Descripción del Sistema

Se desarrolló una aplicación móvil nombrada TESTCognitivo para el sistema Operativo Android en lenguaje nativo Java JDK 7, compatible con Smartphone y Tablets desde la versión 4.4 JELLY_BEAN Api 16. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó Android Studio 2.3 como entorno de desarrollo.

TESTCognitivo es una aplicación desarrollada mediante el concepto del DCU, diseñada específicamente para personas mayores de 50 años, permite realizar test neuropsicológicos interactivos, que evalúan 5 funciones cognitivas: Orientación a la realidad, memoria a corto plazo, capacidad visuoespacial, cálculo y praxis constructiva, cada función cuenta con tres niveles de dificultad que cambian automáticamente dependiendo del desempeño en el test. Cada una de las pruebas fueron tomadas de varios test existentes para tamizaje cognitivo. La aplicación almacena los resultados del test y permite visualizarlos cronológicamente para que el usuario pueda revisar su desempeño a través del tiempo.

Con el fin de contar con un banco de ejercicios, para disminuir los efectos de la práctica en la evaluación repetida del test, la aplicación se conecta con un servidor en la nube que le provee las imágenes y contenido necesario para los test. Esta funcionalidad la implementa a través de los servicios Firebase Authentication, Firebase Storage y Firebase Realtime Database.

Para el almacenamiento de los datos utiliza la API SQLite que provee la plataforma de Android para el almacenamiento de los datos. En la base de datos SQLite se almacenan todos los datos de registro de los usuarios y el desempeño en los test. Además, también almacena datos en un archivo XML, en donde guarda la información detallada del desempeño en cada una de las funciones cognitivas evaluadas en una sesión, además de la fecha y hora de aplicación de la prueba y el estado general del usuario (horas de sueño, condición de salud). Éste archivo es cargado a la nube cada cinco sesiones completadas.

4.1.1.Funcionalidades

La aplicación cuenta con dos módulos, un módulo para los usuarios Cuidador, que son las personas familiares o encargadas de los usuarios del Test y otro módulo para los Usuarios del Test.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Módulo para Cuidadores

Este módulo permite gestionar la información (registro, consulta y actualización) de los cuidadores y los usuarios, además permite revisar realizar el seguimiento de los datos de desempeño de las pruebas de los usuarios. En las figuras 9 y 10 se pueden observar algunas de las funcionalidades de éste módulo.



Registrar Cuidador

Opciones Cuidador

Consultar y Editar Cuidador

Registrar Usuarios

Figura 9. Módulo Cuidadores (A)



Usuarios Asociados

Consultar Usuarios

Editar Usuarios

Figura 10. Módulo Cuidadores (B)

Módulo para Usuarios Test

Este módulo se puede dividir en tres partes, gestión de la información, realización del test y consulta de estadísticas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La gestión de la información se refiere a las funcionalidades de registro de usuario, consulta de información, y edición de los datos de registro. En la Figura 11 se puede observar la captura de la interfaz del sistema. Cuando el usuario ingresa por primera vez a la aplicación debe elegir qué tipo de usuario es (a), si selecciona paciente se carga el formulario para el registro que consta de dos partes (b, c) y después del registro se muestran las opciones disponibles para el usuario, en la parte mi perfil puede consultar y editar su información de registro, en mis estadísticas puede consultar el desempeño de los test que ha realizado y en iniciar test puede realizar el test.



a) Seleccionar Usuario

b) Registrar Usuario

c) Completar Registro

d) Opciones Usuario

Figura 11. Gestión Información Usuario

El sub-módulo test permite la realización y el almacenamiento del resultado del test, esta sección fue en la que se centró este trabajo. La aplicación permite la realización del test una vez por semana, debido a que, éste test fue diseñado para realizar evaluación cognitiva y no con fines de entrenamiento. El test evalúa 4 funciones cognitivas en 15 ejercicios aleatorios, distribuidos así: 3 Cálculo, 3 Orientación, 3 Capacidad Visuo-espacial y 6 de memoria: 3 de recuperación de información textual, 2 de recuerdo de imágenes abstractas y 1 de recuerdo de imágenes con una relación semántica.

En la Figura 12 a y b se muestra el inicio del test, en donde se debe seleccionar el tamaño de letra deseado para los ejercicios del test, antes de iniciar el test se muestra una pantalla en donde se debe responder a dos preguntas relacionadas con la condición de salud del usuario, las horas de sueño de la noche anterior y como se siente de salud, éstos datos son importantes, debido a que, se ha demostrado que las horas de sueño y el estado general de una persona, puede interferir en el rendimiento de las funciones cognitivas. Las figuras c y d, muestran alguna de las instrucciones para guiar al usuario sobre cual acción debe realizar y mensaje de alerta para prevenir salidas inesperadas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

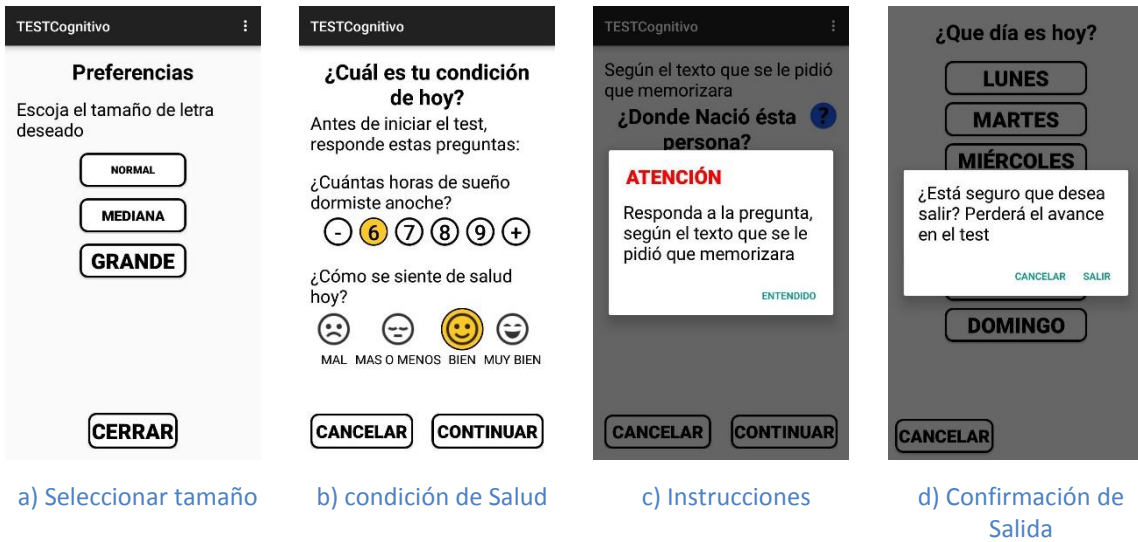
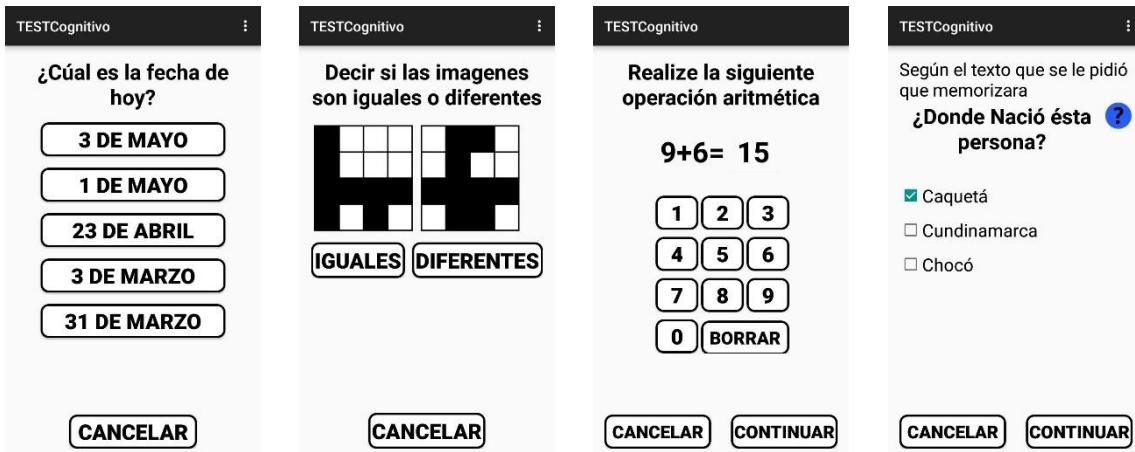


Figura 12. Inicio y Alertas

En la Figura 13a se muestran algunos de los ejercicios de orientación temporal del test, en estos ejercicios la aplicación captura la fecha actual y a partir de ahí genera las opciones de respuestas disponibles. En la Figura 13b se muestra los ejercicios de la función visuo-espacial, para este ejercicio la aplicación descarga imágenes aleatorias de Firebase Storage. Éste ejercicio consiste en mostrar dos imágenes y el usuario debe decir si son iguales o diferentes, en el caso de que muestre las imágenes iguales, éstas podrían estar rotadas para aumentar la dificultad del ejercicio. La Figura 13c muestra la IU de los ejercicios de cálculo, en donde el usuario debe realizar tres operaciones matemáticas aleatorias que podrían ser sumas, restas o multiplicaciones, para solucionar la operación matemática se debe utilizar el teclado numérico predefinido. En la Figura 13d se muestra un ejercicio de recuerdo de texto, en este ejercicio inicialmente se muestra un texto corto, que incluye un nombre, un lugar, un dato numérico y una información adicional. Según el texto se realizan tres preguntas no consecutivas que el usuario debe recordar. Para esta última funcionalidad la aplicación descarga de la nube el texto, las tres preguntas con sus tres opciones y de esta manera se garantiza que la aplicación pueda tener un amplio rango de textos, sin la necesidad de ocupar espacio local en el dispositivo.



a) Orientación

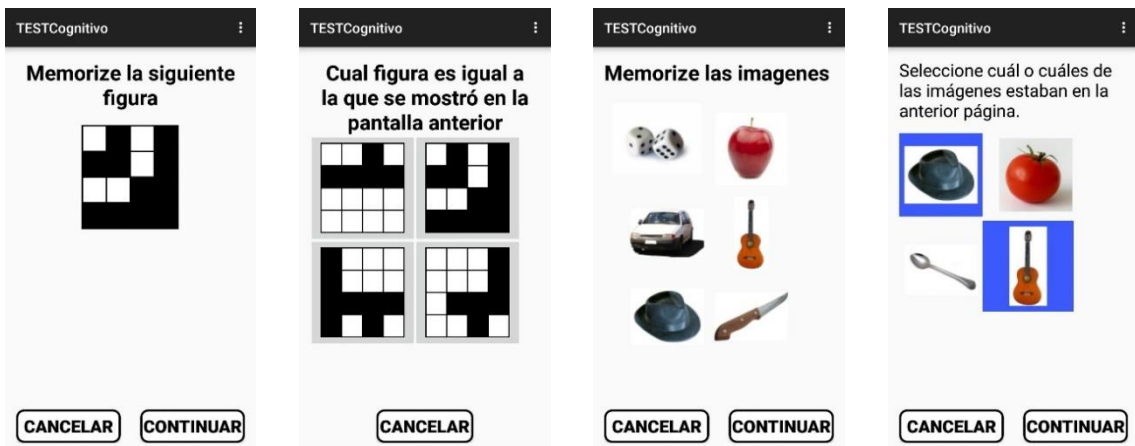
b) Función Visuoespacial

c) Cálculo

d) Recuerdo de Información textual

Figura 13. Orientación, Visuoespacial, Cálculo y Memoria

En la Figura 14 a y b se muestra la dinámica del recuerdo de imágenes abstractas, en donde inicialmente se muestra una imagen que se debe recordar e inmediatamente después decir cuál imagen corresponde a la que se mostró anteriormente. El segundo ejercicio de recuerdo de imágenes abstractas no se debe mostrar de forma continua al primero debe hacer uno o más ejercicios en medio. Y finalmente en la Figura 14 c y d se muestra el ejercicio de imágenes con asociación semántica, en donde inicialmente se muestran seis imágenes cada una asociadas a una categoría diferente, en donde se muestra un alimento, un utensilio o herramienta, un instrumento musical, una prenda de vestir, un medio de transporte y un juego. Inmediatamente después se muestran cuatro imágenes de categorías diferentes, dos correctas y dos erradas y el usuario debe decir cuáles de las imágenes estaban en la vista anterior.



a) Memoria Imágenes Abstractas

b) Memoria imágenes abstractas

c) Memoria Imágenes con relación semántica

d) Memoria Imágenes con relación semántica

Figura 14. Recuerdo de Imágenes

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.2. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación se realizan con el fin de conocer la opinión de los usuarios, sobre un producto desarrollado y se utilizan para determinar la satisfacción del usuario. Para los fines de la aplicación móvil diseñada, se diseñó un cuestionario con el objetivo de conocer el nivel de aceptación de los usuarios. Este cuestionario se aplicó a un grupo de 5 personas mayores de 50 años, después de que estas interactuaran con la aplicación. En la Tabla 6 se presentan los resultados obtenidos en la prueba de aceptación.

Resultados Prueba de Aceptación		
Criterio a Evaluar	Resultados (%)	
	SI	NO
¿La aplicación Móvil TestCognitivo cumplió con sus expectativas?	80%	20%
¿La apariencia de la aplicación le resulta agradable?	80%	20%
¿El texto de la aplicación fue fácil de comprender?	80%	20%
¿Entendió las instrucciones de los ejercicios a realizar?	100%	0%
¿Comprendió los gráficos con los resultados de la prueba?	60%	40%

Tabla 6. Resultados prueba de aceptación

Como resultado de la aplicación de la prueba de aceptación es posible concluir que la aplicación TESTCognitivo obtuvo un 80% de aceptación, lo que significa que más de la mitad de los usuarios califican los aspectos de usabilidad de la aplicación de manera positiva, lo que la convierte en una aplicación usable para personas mayores de 50 años

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

El fácil acceso a los dispositivos móviles y el creciente desarrollo de aplicaciones, ha motivado el desarrollo de aplicaciones para la salud, que pueden aportar bastante en la solución de diferentes problemas. La implementación de diferentes tecnologías con el fin de solucionar una necesidad real contribuye de manera satisfactoria a la sociedad. En este proyecto se presentó un sistema, basado en aplicaciones móviles, que permite realizar pruebas neuropsicológicas y almacenar los resultados, de forma tal que pueda ser usada para identificar posibles síntomas iniciales de deterioro cognitivo y así poder contribuir en la detección temprana de algún tipo de demencia.

El diseño de la aplicación se enfocó como un problema de usabilidad, por lo que la utilización de la metodología AgilUs permitió el énfasis sobre el diseño de interfaces de usuario usables, logrando implementar de manera exitosa una aplicación móvil adaptada a los requerimientos y limitaciones de las personas mayores de 50 años, ya que esta metodología se centra en potenciar la usabilidad.

Se realizaron diferentes evaluaciones de usabilidad, que fomentaron la participación de los posibles usuarios, permitiendo detectar y corregir errores de usabilidad de forma rápida a lo largo del ciclo de desarrollo. Mediante estas evaluaciones se logró evidenciar que, aunque la aplicación fue creada para adaptarse a diferentes tamaños de pantalla, es más fácil para los futuros usuarios el uso de tabletas digitales; en especial para aquellos que están menos familiarizados con este tipo de dispositivos. La aplicación tuvo un 80% de aceptación entre los usuarios mayores de 50 años y la mayor dificultad que encontraron los usuarios fue en la forma de leer e interpretar los resultados.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar pruebas de usabilidad con un número mayor de participantes, ya que, podría contribuir a detectar problemas de usabilidad y de esta manera mejorar la aplicación y lograr un mayor grado de usabilidad. Y también se recomienda la inclusión de otros ejercicios que evalúen otras funciones cognitivas que no fueron tenidas en cuenta en el desarrollo de la aplicación como lo son el lenguaje y la praxis constructiva, que son funciones cognitivas que se consideran importantes en las pruebas para diagnosticar deterioro cognitivo. También sería importante incluir un módulo para personas analfabetas o de bajo grado de escolaridad, que permita instruir al usuario mediante instrucciones de voz y reconocimiento de voz, ya que en Colombia existe una gran cantidad de personas analfabetas, siendo un reto para los neuropsicólogos la evaluación de sus funciones cognitivas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TRABAJO FUTURO

Como trabajo futuro se plantea un estudio del desempeño de las pruebas, comparado con el desempeño en pruebas científicamente avaladas, con el fin de evaluar el nivel de eficacia de la aplicación para la detección del deterioro cognitivo leve. Además, estudiar los efectos de la práctica que genera la aplicación. Se pretende que este estudio pueda servir en la identificación de patrones para la detección automática de deterioro cognitivo en adultos mayores.

También se plantea como trabajo futuro el desarrollo de una aplicación dirigida al personal de la salud, que permita consultar la información relacionada a sus pacientes, además de la personalización del test de cada usuario que permita adaptarse a los requerimientos y necesidades de cada usuario. Esta aplicación podría ser bastante útil, ya que, permite la monitorización de pacientes a distancia, lo que le permitiría al médico tomar decisiones clínicas sobre el proceso a seguir.

Para garantizar una mayor cobertura de población, también se plantea el desarrollo de una versión de la aplicación para el sistema operativo iOS.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

Acosta, A. E. (2011). AgilUs: Construcción ágil de la Usabilidad. *Lecturas en Ciencias de la Computación*, 1-24.

Amaya Balaguera, Y. D. (2013) Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. *Revista de Tecnología Journal Technology*, 12(2), 111-124.

Brodaty, H., Kemp, N. M., & Low, L. F. (2004). Characteristics of the GPCOG, a screening tool for cognitive impairment. *International journal of geriatric psychiatry*, 19(9), 870-874.

Brodaty, H., Pond, D., Kemp, N. M., Luscombe, G., Harding, L., Berman, K., & Huppert, F. A. (2002). The GPCOG: a new screening test for dementia designed for general practice. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(3), 530-534.

Brown, J., Pengas, G., Dawson, K., Brown, L. A., & Clatworthy, P. (2009). Self administered cognitive screening test (TYM) for detection of Alzheimer's disease: cross sectional study. *BMJ*, 338, b2030.

Buschke, H., Kuslansky, G., Katz, M., Stewart, W. F., Sliwinski, M. J., Eckholdt, H. M., & Lipton, R. B. (1999). Screening for dementia with the memory impairment screen. *Neurology*, 52(2), 231-231.

Camico, F. V. (2015). *Automatización de las guías de diseño del ambiente de desarrollo del sistema CONEST* (tesis de pregrado). Universidad Central de Venezuela, Caracas, Distrito Capital, Venezuela.

Casanova Sotolongo, P., Casanova Carrillo, P., & Casanova Carrillo, C. (2004). Deterioro cognitivo en la tercera edad. *Revista Cubana de medicina general integral*, 20(5-6), 0-0.

Contador, I., Fernández-Calvo, B., Ramos, F., Tapias-Merino, E., & Bermejo-Pareja, F. (2010). El cribado de la demencia en atención primaria. Revisión crítica. *Revista Neurología*, 51(11), 677-686.

Cordell, C. B., Borson, S., Boustani, M., Chodosh, J., Reuben, D., Verghese, J., ... & Medicare Detection of Cognitive Impairment Workgroup. (2013). Alzheimer's Association recommendations for operationalizing the detection of cognitive impairment during the Medicare Annual Wellness Visit in a primary care setting. *Alzheimer's & Dementia*, 9(2), 141-150.

Delía, L., Galdamez, N., Thomas, P. J., & Pesado, P. (2013). Un análisis experimental de tipo de aplicaciones para dispositivos móviles. In *XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.

Domingo, M. G., & Pera, E. M. (2010). Diseño centrado en el usuario. Universitat Oberta de Catalunya, p. 19.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Falleti, M. G., Maruff, P., Collie, A., & Darby, D. G. (2006). Practice effects associated with the repeated assessment of cognitive function using the CogState battery at 10-minute, one week and one month test-retest intervals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(7), 1095-1112.

Ferreira, A., Campagna, I., Colmenares, M. F., & Suárez, J. (2008). Indicadores neuropsicológicos de evolución a demencia tipo Alzheimer en pacientes diagnosticados con deterioro cognitivo leve. *Revista de psicología-Escuela de Psicología, Universidad Central de Venezuela*, 27(2), 7-31.

Figuera, L., Mulet, B., Sánchez-Casas, R. M., Estragó, M. R., Cardús, M. A., & Alquézar, A. L. (2005). Deterioro cognitivo anterior a la enfermedad de Alzheimer: tipologías y evolución. *Psicothema*, 17(2), 250-256.

Galea, M., & Woodward, M. (2005). Mini-mental state examination (MMSE). *Australian Journal of Physiotherapy*, 51(3), 198.

Ghidoni, E., Marcello, N., Barletta-Rodolfi, C., Gasparini, F., Beltrami, D., Lunardelli, M. L.,... & Calzà, L. (2013) Toward early detection of cognitive frailty in the community: tools and resources from past to next. Poster Session at EIP-AHA in Emilia Romagna Regional Coordination. Bologna (Italia).

Goldberg, T. E., Harvey, P. D., Wesnes, K. A., Snyder, P. J., & Schneider, L. S. (2015). Practice effects due to serial cognitive assessment: Implications for preclinical Alzheimer's disease randomized controlled trials. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 1(1), 103-111.

Gómez Viera, N., Bonnin Rodríguez, B. M., Gómez de Molina Iglesias, M. T., Yáñez Fernández, B., & González Zaldívar, A. (2003). Caracterización clínica de pacientes con deterioro cognitivo. *Revista Cubana de Medicina*, 42(1), 12-17.

Granollers, T., Lorés, J., & Perdrix, F. (2002). Modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad. Integración de la ingeniería del Software y la de la Usabilidad." In *Proceedings of the Workshop de investigación sobre nuevos paradigmas de interacción en entornos colaborativos aplicados a la gestión y difusión del Patrimonio cultural, COLINE* (Vol. 2, pp. 11-12).

Hawthorn, D. (2000). Possible implications of aging for interface designers. *Interacting with computers*, 12(5), 507-528.

Herrera, M. & Edna, J. (2014). Eficacia de un programa de intervención psicológica para cuidadores familiares de personas con demencia. Tesis de doctorado Universidad de Salamanca (España).

Larman, C. (1999). *UML y Patrones*. Pearson.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Lim, Y. Y., Ellis, K. A., Harrington, K., Ames, D., Martins, R. N., Masters, C. L.,... & Maruff, P. (2012). Use of the CogState Brief Battery in the assessment of Alzheimer's disease related cognitive impairment in the Australian Imaging, Biomarkers and Lifestyle (AIBL) study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 34(4), 345-358.

Luna-García, H., Mendoza-González, R., & Álvarez-Rodríguez, F. J. (2015). Patrones de diseño para mejorar la accesibilidad y uso de aplicaciones sociales para adultos mayores/Design Patterns to Enhance Accessibility and Use of Social Applications for Older Adults. *Comunicar*, 23(45), 85-94.

Maruff, P., Lim, Y. Y., Darby, D., Ellis, K. A., Pietrzak, R. H., Snyder, P. J., ... & Masters, C. L. (2013). Clinical utility of the cogstate brief battery in identifying cognitive impairment in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *BMC psychology*, 1(1), 30.

Nielsen, J. (1995). 10 usability heuristics for user interface design. *Nielsen Norman Group*, 1(1).

Nirjon, S., Emi, I. A., Mondol, M. A. S., Salekin, A., & Stankovic, J. A. (2014, October). Mobi-cog: A mobile application for instant screening of dementia using the mini-cog test. In *Proceedings of the Wireless Health 2014 on National Institutes of Health* (pp. 1-7). ACM.

Osorno, C., Cano, G., López, R. L., Bocanegra, Y., Alarcón, V. P., Ocampo, C. M., ... & Ruiz, G. (2009). Guía colombiana para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las demencias. *Revista de la asociación colombiana de Gerontología y Geriatria*, 23, 17-78.

Patsoule, E., & Koutsabasis, P. (2014). Redesigning websites for older adults: a case study. *Behaviour & Information Technology*, 33(6), 561-573.

Peña, M. M., Carrasco, P. M., Luque, M. L., & García, A. I. R. (2012). Evaluación y diagnóstico del deterioro cognitivo leve. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 32(2), 47-56.

Pérez-Martínez, D. A., Baztán, J. J., González-Becerra, M., & Socorro, A. (2005). Evaluación de la utilidad diagnóstica de una adaptación española del Memory Impairment Screen de Buschke para detectar demencia y deterioro cognitivo. *Rev Neurol*, 40(11), 644-8.

Pose, M., & Manes, F. (2010). Deterioro cognitivo leve. *Acta Neurol Colomb*, 26(3 suplemento 3:1), S7-12.

Prada, S. I., Takeuchi, Y., & Ariza, Y. (2014). Costo monetario del tratamiento de la enfermedad de Alzheimer en Colombia. *Acta Neurol Colomb*, 30(4), 247-255.

Quijano T., Sánchez Sánchez F., García de Y. M. J., Otero P. A., Zunzunegui M. V., Muñoz D. G. (2004). Versión española del Test de los 7 Minutos. Datos normativos de una muestra poblacional de ancianos de más de 70 años. *Neurología*, 19(7), 344-358.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Quiroga, P., Albala, C., & Klaasen, G. (2004). Validación de un test de tamizaje para el diagnóstico de demencia asociada a edad, en Chile. *Revista médica de Chile*, 132(4), 467-478.

Rojo-Mota, G., Pedrero-Pérez, E. J., de León, J. M. R. S., Llanero-Luque, M., & Puerta-García, C. (2013). Cribado neurocognitivo en adictos a sustancias: la evaluación cognitiva de Montreal. *Revista de Neurología*, 56(3), 129-136.

Rosselli, M., & Ardila, A. (2012). Deterioro Cognitivo Leve: Definición y Clasificación. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 12(1), 151-162.

Ruiz de Sánchez, C., Nariño, D., & Muñoz Ceron, J. F. (2010). Epidemiología y carga de la Enfermedad de Alzheimer. *Acta neurol. colomb*, 26(3, supl. 1), 87-94.

Saxton, J., Morrow, L., Eschman, A., Archer, G., Luther, J., & Zuccolotto, A. (2009). Computer assessment of mild cognitive impairment. *Postgraduate medicine*, 121(2), 177-185.

Scanlan, J., & Borson, S. (2001). The Mini-Cog: receiver operating characteristics with expert and naive raters. *International journal of geriatric psychiatry*, 16(2), 216-222.

Tombaugh, T. N., & McIntyre, N. J. (1992). The mini-mental state examination: a comprehensive review. *Journal of the American Geriatrics Society*, 40(9), 922-935.

Trustram Eve, C., & Jager, C. A. (2014). Piloting and validation of a novel self-administered online cognitive screening tool in normal older persons: the Cognitive Function Test. *International journal of geriatric psychiatry*, 29(2), 198-206.

Villarejo, A., & Puertas-Martín, V. (2011). Utilidad de los test breves en el cribado de demencia. *Neurología*, 26(7), 425-433.

Woodford, H. J., & George, J. (2007). Cognitive assessment in the elderly: a review of clinical methods. *Qjm*, 100(8), 469-484.

World Health Organization. (2012). *Dementia: a public health priority*. World Health Organization. Disponible en: URL:

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/98377/1/9789275318256_spa.pdf?ua=1

Yin, Z., Zhao, Y., Lu, X., & Duan, H. (2015). A Hybrid Intelligent Diagnosis Approach for Quick Screening of Alzheimer's Disease Based on Multiple Neuropsychological Rating Scales. *Computational and mathematical methods in medicine*, 2015.

Zamuriano Sotés, R. F. (2010). PROCESO DE INSPECCIÓN DE SOFTWARE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. *Journal Boliviano de Ciencias*, 7, 10.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Zorluoglu, G., Kamasak, M. E., Tavacioglu, L., & Ozanar, P. O. (2015). A mobile application for cognitive screening of dementia. *Computer methods and programs in biomedicine*, 118(2), 252-262.

Zygouris, S., & Tsolaki, M. (2014). Computerized cognitive testing for older adults a review. *American journal of Alzheimer's disease and other dementias*, 30(1), 13-28.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ANEXO A ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USO

Caso de Uso Registrar Cuidador	
Resumen: Permite el registro del cuidador en la base de datos.	Actor(es): Cuidador (Hogar-Institucional) Entrada(s): Nombre, Fecha de nacimiento, correo electrónico, tipo de cuidador. Salida(s): Mensaje de registro exitoso, página principal del cuidador con las opciones disponibles.
Curso básico de eventos <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el usuario cuidador para ingresar a la aplicación. 2. La aplicación muestra el formulario de registro de cuidador. 3. El usuario (Cuidador) llena todos los campos del formulario y selecciona FINALIZAR. 4. El sistema valida la información de los campos, realiza el registro en la base de datos y muestra un mensaje de registro exitoso. 5. Se muestra la página principal del cuidador con las opciones que tiene disponibles. 	
Excepción <ol style="list-style-type: none"> 1. Si algún campo falta o el sistema detecta algún campo incorrecto, la aplicación marca los campos en rojo con un respectivo mensaje, indicando cuales campos son incorrectos. El usuario puede corregir los campos las veces que sea necesario. 2. El usuario puede cancelar el registro en cualquier momento y la aplicación cargará la vista anterior. 	
Pre-condición No existe ningún usuario creado en la aplicación.	
Post-condición Un nuevo cuidador es creado, y la aplicación guarda el tipo de usuario (Cuidador) que está usando la aplicación.	

Caso de Uso Editar Cuidador	
Resumen: Permite al usuario cuidador, editar su información de registro en la aplicación.	Actor(es): Cuidador (Hogar-Institucional) Entrada(s): Nombre, tipo de cuidador, fecha de nacimiento y correo electrónico. Salida(s): Mensaje de acción exitosa, carga en pantalla la información actualizada.
Curso básico de eventos <ol style="list-style-type: none"> 1. En la página principal del cuidador, el usuario selecciona ver perfil. 2. La aplicación carga una nueva vista con la información asociada al usuario actual. 3. El usuario da clic sobre el icono de editar, situado a la derecha de su nombre. 4. La aplicación habilita los campos a editar y los botones para guardar o cancelar la edición. 5. El usuario cambia la información que desee y da clic en guardar. 6. El sistema valida que los campos estén correctamente diligenciados, actualiza la información en la base de datos, muestra mensaje de acción exitosa y carga nuevamente la vista con la información asociada al cuidador. 	
Excepción	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. Falla la validación de alguno de los campos y el sistema marca con un mensaje los campos incorrectos, el usuario corrige la información y da nuevamente clic en guardar.
2. En cualquier momento de la edición el usuario puede cancelar la acción mediante el botón cancelar y la aplicación vuelve a cargar la vista, con la información que se encuentra registrada.

Pre-condición

Debe haber un usuario cuidador registrado.

Post-condición

Actualización de la información del cuidador.

Caso de Uso Registrar Paciente

Resumen: Permite registrar los usuarios que van a realizar el test, este registro lo puede realizar el usuario-test o el cuidador.

Actor(es): Usuario-test, Cuidador.

Entrada(s): Nombre, fecha de nacimiento, correo electrónico, nivel de educación, experiencia tecnologías móviles, antecedentes personales, antecedentes familiares

Salida(s): Mensaje de registro exitoso, vista de opciones dependiendo del usuario que realizó el registro.

Curso básico de eventos

1. El usuario selecciona la opción para registrar un usuario-test.
2. Usuario-test selecciona en el inicio de la aplicación Paciente.
3. Cuidador selecciona agregar personal en el menú de opciones.
4. El sistema verifica que tipo de usuario está registrando al Usuario-Test y cargar la vista con el formulario de registro.
5. El usuario llena los campos nombre, fecha de nacimiento, correo electrónico, nivel de educación y experiencia en tecnologías móviles y da clic en CONTINUAR.
6. La aplicación valida los campos ingresados, almacena temporalmente la información ingresada y carga una nueva vista con los otros campos correspondientes al registro.
7. El usuario selecciona los antecedentes personales y familiares, relacionados con la demencia y llena el campo otro, en caso de tener antecedentes adicionales a las opciones. Por último da clic en FINALIZAR.
8. El sistema valida que se llenen los campos otros, en caso de que fueran seleccionados, guarda en la base de datos la información recogida en las dos vistas, muestra mensaje de registro exitoso y cargar la vista con las opciones de acuerdo al usuario que realizó el registro.

Excepción

1. Si algún campo falta o el sistema detecta algún campo incorrecto, la aplicación marca los campos en rojo con un respectivo mensaje, indicando cuales campos son incorrectos. El usuario puede corregir los campos las veces que sea necesario.
2. El usuario puede cancelar el registro en cualquier momento y la aplicación cargará la vista anterior.

Pre-condición

En caso que el registro lo realice un usuario cuidador, es necesario que este registrado para poder realizar el registro.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

<p>Para el usuario-test no existe ninguna precondition.</p> <p>Post-condición Un nuevo usuario creado, el sistema almacena la información sobre cuál usuario está realizando el registro para presentar las opciones correspondientes.</p>	
<p>Caso de Uso Consultar Paciente</p>	
<p>Resumen: Permite consultar la información asociada al Usuario-Test, como datos personales, fecha de último test realizado.</p>	<p>Actor(es): Usuario-Test, Cuidador. Entrada(s): Ninguna. Salida(s): Vista con la información asociada al Usuario-Test</p>
<p>Hay un curso de eventos diferente dependiendo del usuario que realice la consulta.</p> <p>Curso básico de eventos (Cuidador)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El cuidador selecciona en su menú de opciones, personas a cargo. 2. La aplicación carga una vista con la lista de los usuarios asociados al cuidador. 3. El cuidador da clic sobre el nombre del paciente del que quiere consultar la información 4. La aplicación muestra la información asociada al usuario seleccionado, con las opciones que tiene disponibles, como editar, consultar resultados o ir atrás. <p>Curso básico de eventos(Usuario-Test)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El Usuario-Test en su menú de opciones, selecciona MI PERFIL. 2. La aplicación muestra la información asociada al usuario seleccionado, con las opciones que tiene disponibles, como editar, consultar resultados o ir atrás. <p>Excepción Ninguna.</p> <p>Pre-condición Debe existir un Usuario-test registrado para consultar su información.</p> <p>Post-condición Ninguna.</p>	

<p>Caso de Uso Editar Paciente</p>	
<p>Resumen: Permite editar la información de registro del Usuario-Test, esta acción la puede realizar un el Usuario-Test o el cuidador.</p>	<p>Actor(es): Usuario-test, Cuidador Entrada(s): Nombre, fecha de nacimiento, correo electrónico, nivel de educación, experiencia tecnologías móviles, antecedentes personales, antecedentes familiares Salida(s): Mensaje de éxito, vista con la información actualizada.</p>
<p>Curso básico de eventos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En la vista de perfil, el usuario selecciona el icono de editar paciente. 2. El sistema carga la vista de editar. 3. El usuario edita los campos que desea y da clic en GUARDAR. 4. La aplicación valida la información ingresada, actualiza la base de datos, muestra mensaje de acción exitosa y carga la información actualizada en la vista. <p>Excepción</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En caso que el sistema no valide los datos, mostrará un mensaje en los campos que estén incorrectos y el usuario puede corregirlos y dar clic nuevamente en GUARDAR. 2. El usuario puede cancelar la edición en cualquier momento y el sistema carga la vista con la información registrada. 	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Pre-condición

Si el cuidador es el que hace la edición debe encontrarse registrado y el usuario que edita debe estar asociado a su cuenta.

Debe existir un usuario registrado.

Post-condición

Información de Usuario-Test actualizada en la base de datos.

Caso de Uso Consultar Resultados

Resumen: Permite al Usuario-Test o a su cuidador consultar los resultados obtenidos en la realización del test.

Actor(es): Usuario-Test, Cuidador

Entrada(s): Ninguna.

Salida(s): Vista con los resultados de desempeño en las pruebas.

Curso básico de eventos

1. En la vista del perfil del usuario a consultar, el usuario actual selecciona la opción VER RESULTADOS
2. El sistema realiza la consulta en la base de datos y carga una vista con el resultado del último test realizado.
3. El usuario selecciona otra presentación de los resultados.
4. El sistema actualiza la información con la vista que seleccionó el usuario.

Excepción

1. En caso que el usuario no haya realizado el test, el sistema arroja una excepción indicando que el usuario consultado no hay realizado el test aún.

Pre-condición

Se consultó previamente el perfil del usuario a quien le consultan los resultados.

El Usuario-test ha culminado completamente al mismo un test.

Post-condición

Ninguna.

Caso de Uso Realizar Test

Resumen: Permite la realización del test, realiza su puntuación y la registra en la base de datos.

Actor(es): Usuario-Test

Entrada(s): Respuestas a los diferentes ejercicios.

Salida(s): Mensaje de terminación del test, vista con los resultados del test.

Curso básico de eventos

1. El usuario selecciona INICIAR TEST
2. El sistema muestra la vista de preferencias.
3. El usuario selecciona el tamaño de letra con el que desea realizar el test.
4. El sistema prepara los ejercicios que serán aplicados y muestra el primer ejercicio con el tamaño seleccionado por el usuario.
5. El usuario resuelve el ejercicio.
6. El sistema guarda temporalmente la respuesta y muestra uno a uno los siguientes ejercicios.
7. El usuario resuelve el resto de los ejercicios.
8. El sistema muestra un mensaje indicando que el test terminó, guarda todos los resultados y muestra una vista con el desempeño en la prueba.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Excepción

1. El usuario en cualquier momento puede cancelar la realización del test y el sistema le muestra un mensaje de confirmación, indicándole que, si no termina el test, perderá el progreso actual.


Pre-condición

Usuario registrado y el tipo de usuario debe ser Usuario-Test.

Post-condición

Vista con los resultados del test terminado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES Natalia Restrepo G.

FIRMA ASESOR Gloria M. S. Trabajo final

FECHA ENTREGA: 04-05-2017

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____