



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
E.T.S.I. TELECOMUNICACIÓN

## TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE  
TELECOMUNICACIÓN. MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

# **Desarrollo de una app móvil en Android relativa a la probabilidad de padecer Alzheimer**

Autor:

**D. Sergio Hernández Bueno**

Tutor:

**Dña. Isabel de la Torre Díez**

Valladolid, 29 de Marzo de 2018



## *Agradecimientos*

*Me gustaría agradecer a mi familia, amigos y compañeros por su apoyo durante todos estos años y que tiraron de mí para delante en los momentos más complicados. Me gustaría destacar de entre ellos a mis compañeros de piso durante todos estos años, Noelia, Manuel y José, que me ha ayudado cuando más lo necesitaba y tenía e toda mi gente lejos. También a mi toda la gente que ha hecho posible la realización de este proyecto, en especial a Rodrigo Méndez Sanz y a mi tutora Isabel de la Torre Díez.*





---

TÍTULO: **Desarrollo de una app móvil en Android relativa a la probabilidad de padecer Alzheimer**

AUTOR: **D. Sergio Hernández Bueno**

TUTOR: **Dña. Isabel de la Torre Díez**

DEPARTAMENTO: **Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática**

---

**TRIBUNAL**

---

PRESIDENTE: **D. Miguel López-Coronado**

VOCAL: **Dña. Beatriz Sainz de Abajo**

SECRETARIO **Dña. Isabel de la Torre Díez**

SUPLENTE **D. Carlos Gómez Peña**

SUPLENTE **D. Salvador Dueñas Carazo**

---

---

FECHA: **29 de Marzo de 2018**

CALIFICACIÓN:

---

**Resumen de TFG**

La enfermedad de Alzheimer (EA) es la demencia más común en los países desarrollados. Entre los factores de riesgo destaca la edad, ya que afecta al 24% de los hombres y al 33% de las mujeres mayores de 85 años. La prevención de la enfermedad es primordial ya que tanto la genética de cada persona como el avance ininterrumpido de la edad afectan en gran parte a la enfermedad. Debido a ello, concienciar a las personas de que existen otros factores que pueden alterar la probabilidad de padecer Alzheimer o no reducirla, ayudaría a que no se incremente en un futuro.

El objetivo de este proyecto es crear una aplicación móvil que permite calcular el riesgo de padecer Alzheimer realizando un breve cuestionario, que le proporcionaría unos resultados en los que se estima el riesgo de padecer la enfermedad en los próximos años. Este se puede realizar desde cualquier Smartphone o tablet cuyo sistema operativo sea Android.



## Palabras clave

Android  
Dispositivos móviles  
Smartphone  
Android Studio  
Java  
XML  
PHP  
SQL  
Enfermedad de Alzheimer  
E-Salud  
Factor de Riesgo  
Probabilidad

## Abstract

Alzheimer's disease (AD) is the most common dementia in developed countries. Among the risk factors, age highlight, it affects 24% of men and 33% of women older than 85 years. The prevention of the disease is primordial because the genetic of each people and the uninterrupted progression of age greatly affect the disease. Because of that, to make people aware that there are others factors that can alter the probability of suffering Alzheimer's disease or not reduce it, would help to not increase it in the future.

The objective of this project is to create a mobile application that allows calculating the risk of Alzheimer's disease making a little questionnaire, which would provide results of risk to suffering the disease in the next years. This can be done from any Smartphone or tablet which operating system is Android.

## Keywords

Android  
Mobile device  
Smartphone  
Android Studio  
Java  
XML  
PHP  
SQL  
Alzheimer's disease  
E-Health  
Risk factor  
Probability



## TABLA DE CONTENIDOS

---

<b>Bloque 1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>Enfermedad del Alzheimer.....</b>	<b>9</b>
<i>Enfermedad del Alzheimer .....</i>	<i>9</i>
<i>Alzheimer en la actualidad.....</i>	<i>10</i>
<i>Patogenia .....</i>	<i>11</i>
<b>Estudio del arte.....</b>	<b>13</b>
<i>Mal de Alzheimer, memoria en riesgo.....</i>	<i>13</i>
<i>CODEX .....</i>	<i>15</i>
<i>Test cognitivos.....</i>	<i>16</i>
<i>Test del reloj.....</i>	<i>17</i>
<b>Factores de riesgo .....</b>	<b>18</b>
<i>Factores genéticos.....</i>	<i>18</i>
<i>Factores sociodemográficos.....</i>	<i>21</i>
<i>Hábitos de vida.....</i>	<i>24</i>
<i>Otros factores.....</i>	<i>27</i>
<b>Aplicación Alzhe Alert.....</b>	<b>30</b>
<b>Bloque 2. Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) .....</b>	<b>31</b>
<b>eSalud .....</b>	<b>33</b>
<b>Plataformas y aplicaciones sobre la enfermedad del Alzheimer para dispositivos móviles en el campo de la eSalud .....</b>	<b>34</b>
<b>Análisis de los sistemas operativos para dispositivos móviles .....</b>	<b>36</b>
<b>Android OS .....</b>	<b>38</b>
<b>Bloque 3. Metodología .....</b>	<b>41</b>
<b>Diagrama de flujo .....</b>	<b>43</b>
<b>Herramientas .....</b>	<b>44</b>
<b>Diseño de la aplicación .....</b>	<b>45</b>
<b>Desarrollo .....</b>	<b>47</b>
<i>Un proyecto en Android Studio.....</i>	<i>47</i>
<i>Necesidades de la aplicación .....</i>	<i>51</i>
<i>Implementación .....</i>	<i>52</i>
<b>Bloque 4. Análisis de la aplicación .....</b>	<b>74</b>



<b>Requisitos de la aplicación .....</b>	<b>76</b>
<b>Manual de uso .....</b>	<b>77</b>
<b>Evaluación .....</b>	<b>87</b>
<b>Bloque 5. Conclusiones y líneas futuras .....</b>	<b>89</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>92</b>





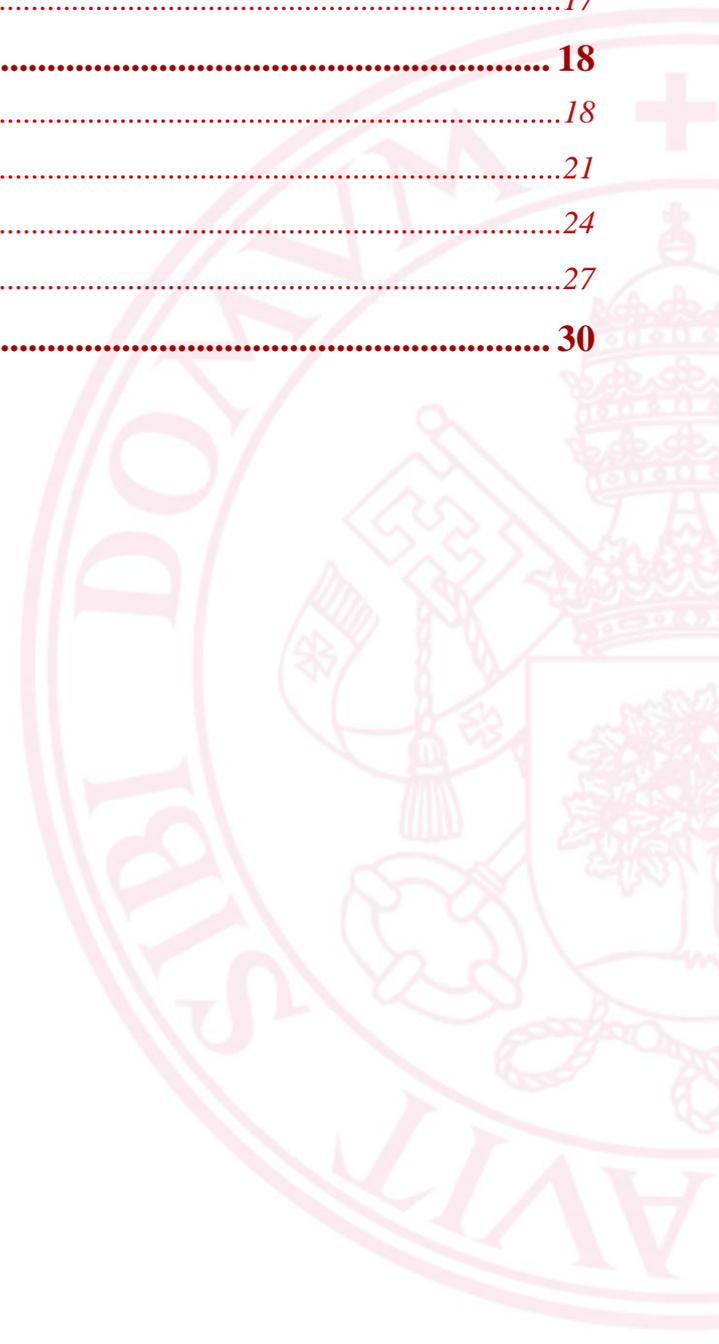
# BLOQUE 1

## INTRODUCCIÓN





<b>Bloque 1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>Enfermedad del Alzheimer.....</b>	<b>9</b>
<i>Enfermedad del Alzheimer.....</i>	<i>9</i>
<i>Alzheimer en la actualidad .....</i>	<i>10</i>
<i>Patogenia .....</i>	<i>11</i>
<b>Estudio del arte.....</b>	<b>13</b>
<i>Mal de Alzheimer, memoria en riesgo.....</i>	<i>13</i>
<i>CODEX.....</i>	<i>15</i>
<i>Test cognitivos .....</i>	<i>16</i>
<i>Test del reloj.....</i>	<i>17</i>
<b>Factores de riesgo .....</b>	<b>18</b>
<i>Factores genéticos.....</i>	<i>18</i>
<i>Factores sociodemográficos.....</i>	<i>21</i>
<i>Hábitos de vida .....</i>	<i>24</i>
<i>Otros factores .....</i>	<i>27</i>
<b>Aplicación Alzhe Alert.....</b>	<b>30</b>





## Enfermedad del Alzheimer

La enfermedad de Alzheimer (EA), también conocida como mal de Alzheimer, es una enfermedad neurodegenerativa que se manifiesta con el deterioro cognitivo y trastornos de conducta. Se considera la demencia más común entre los países desarrollados. El factor de riesgo que más importancia tiene es la edad, ya que esta no llega al 3% en personas menores de 65 años pero aumenta de forma exponencial con la edad, oscilando entre el 24% y el 40% en personas mayores de 85 años. [1]

Esta enfermedad se caracteriza por la pérdida progresiva de memoria y por la dificultad para aprender y retener nuevas informaciones. También tienen dificultad para llevar a cabo actos voluntarios ya aprendidos con anterioridad (praxis). Los síntomas clínicos del Alzheimer se conocen como las “cuatro A”:

- Amnesia: pérdida progresiva de la memoria.
- Agnosia: pérdida total o parcial de la facultad perceptiva por la que reconocen a las personas o cosas.
- Apraxia: incapacidad de realizar una función motora ya aprendida.
- Afasia: dificultad para llamar por su nombre a objetos familiares.

### *Enfermedad del Alzheimer*

La enfermedad del Alzheimer es una enfermedad degenerativa del cerebro para la cual no existe recuperación. A menudo se confunde la enfermedad del Alzheimer con la demencia senil y la arteriosclerosis cerebral. La enfermedad ataca lentamente las células nerviosas en todas las partes de la corteza del cerebro, deteriorando las capacidades de la persona para dominar emociones, reconocer errores y patrones, coordinar movimiento y recordar. Al final de la enfermedad la persona pierde toda la memoria y funcionamiento mental. Aproximadamente la mitad de los ancianos mayores de 85 años la padecen. Actualmente es la cuarta causa principal de muerte entre adultos. Los rasgos clínicos se centran en tres aspectos:

- Alteraciones cognitivas: alteraciones de la memoria y otras capacidades mentales.
- Alteraciones funcionales: pérdida progresiva de las actividades de la vida diaria.
- Alteraciones psicológicas y del comportamiento: ansiedad, delirios, alucinaciones, agresión, etc.

Los rasgos neuropatológicos son los rasgos que se observan cuando se estudia el cerebro de un paciente que ha fallecido, estos se caracterizan por una atrofia cerebral con pérdida de neuronas y por los dos tipos de lesiones descritos por el Dr. Alzheimer, que son: degeneración neurofibrilar y placas seniles. Existen diferencias entre diversos aspectos de los pacientes, como pueden ser la edad del inicio, la velocidad de la evolución de la enfermedad, tipo de alteraciones de sus capacidades, etc.

La causa de la enfermedad del Alzheimer también es diversa, ya que pueden existir causas genéticas o no, puede ser que en algunos casos, la causa sea la combinación de varios factores. También existen un reducido número de casos relacionados con mutaciones de los cromosomas 1, 14 y 21. [2-5]

### Alzheimer en la actualidad

En los últimos años ha aumentado de manera significativa el envejecimiento en la población, permitiendo vivir más años y con mayor calidad de vida. Tanto que en España se ha llegado a duplicar en los últimos 30 años la población que supera los 65 años, pasando de los 3,3 millones de personas en 1970 a los 6,6 millones del año 2000.

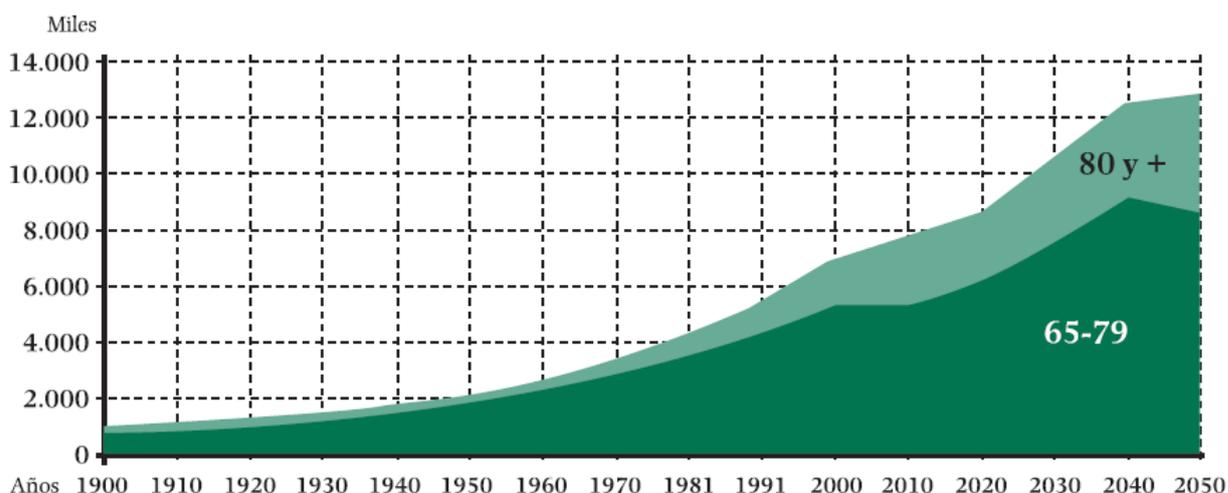


Ilustración 1. Evolución de la población mayor en España

Fuente: INE: Anuario Estadístico, varios años. INE: Censos de población

A finales de los años 70 las demencias producían unas tasas de mortalidad cercanas a 3 fallecimientos por cada 100000 habitantes/año, tanto en hombres como en mujeres. Pero a principios del año 2000, estas tasas se incrementaron en 8, llegando a producirse alrededor de 22 ó 23 fallecimientos en varones y 25 ó 26 en mujeres. En cambio, con la enfermedad del Alzheimer a finales de los 70, las tasas rondaban 0,1 fallecidos por 100000 habitantes/año, y a principios del año 2000 eran de alrededor de 7 en varones y 9 en mujeres, lo que significa que estas tasas se habían multiplicado 70 ó 90 veces. Aproximadamente a partir del año 1999 se produjo una ruptura de la tendencia ascendente de todas las demencias, pero la enfermedad del Alzheimer continúa su ascenso.

Sin embargo, en España el Alzheimer seguirá afectando en mayor medida a grupos de edad más avanzada y de forma evidente sobre las mujeres. Si se sigue manteniendo la tendencia actual con la enfermedad en la que podemos observar que se multiplica por dos cada cinco años a partir de los años 60 y teniendo en cuenta que podría haber unos 200000 casos aún sin diagnosticar, no cabe duda que lo mejor es estar preparados desde todos los ámbitos para hacer frente a la situación.

Sin descartar que se produzcan avances en la investigación sobre la enfermedad, será necesario estar atentos a cualquier medida de detección precoz que pudiera ayudar a orientar a las posibles soluciones a tomar. [6]



## Patogenia

La enfermedad de Alzheimer se caracteriza por la pérdida de neuronas y sinapsis en la corteza cerebral y en ciertas regiones subcorticales. Esto resulta una atrofia de las regiones afectadas incluyendo una degeneración en el lóbulo temporal y parietal y partes de la corteza frontal y la circunvalación del hipocampo.

## Neuropatología

En los cerebros de las personas enfermas de Alzheimer, mediante un microscopio se pueden ver tanto las placas amiloides como los ovillo neurofibrilares. Las placas son depósitos denso, insolubles, de la proteína  $\beta$ -amiloide y de material celular que se localizan fuera y alrededor de las neuronas. Estas crecen hasta formar fibras entrelazadas dentro de la célula nerviosa, formando los denominados ovillos. Es probable que muchas personas debido al envejecimiento formen estas placas y ovillos, sin embargo, los pacientes con Alzheimer tienen un mayor número de lugares específicos del cerebro como el lóbulo temporal. [7]

## Bioquímica

La enfermedad de Alzheimer se ha definido como una enfermedad que desdobra proteínas o proteopatía, debido a la acumulación de proteínas A- $\beta$  y  $\tau$ , anormalmente dobladas, en el cerebro. Las placas neuríticas están constituidas por péptidos de 39-43 aminoácidos de longitud, llamados  $\beta$ -amiloides (A- $\beta$ ). El  $\beta$ -amiloide es un fragmento que proviene de una proteína de mayor tamaño conocida como APP. Esta proteína es indispensable para el crecimiento de las neuronas, para su supervivencia y su reparación post-injuria. En la enfermedad de Alzheimer un proceso aún desconocido es el responsable de que la APP sea dividida en varios fragmentos de menor tamaño por enzimas que catalizan un progreso de proteólisis. Uno de estos fragmentos es la fibra del  $\beta$ -amiloide, el cual se agrupa y deposita fuera de las neuronas en formaciones microscópicamente densas conocidas como placas seniles.

La enfermedad de Alzheimer se considera también una *tauopatía*, debido a la agregación anormal de la proteína  $\tau$ . Las neuronas sanas están compuestas por cito esqueleto, una estructura intracelular de soporte, parcialmente de micro túbulos. Estos microtúbulos actúan como rieles que guían los nutrientes y otras moléculas desde el cuerpo hasta los extremos de los axones y viceversa. Cada proteína  $\tau$  estabiliza los microtúbulos cuando es fosforilado y por esa asociación se le denomina *proteína asociada al microtúbulo*. En la enfermedad del Alzheimer, la  $\tau$  procede por cambios químicos. [8]

## Patología

En la enfermedad de Alzheimer, los cambios en la proteína  $\tau$  producen la desintegración de los microtúbulos en las células cerebrales. No se ha elucidado por completo como la producción y agregación de los péptidos A- $\beta$  juegan un rol en la EA. La fórmula tradicional de la hipótesis amiloide apunta a la acumulación de los péptidos A- $\beta$  como el evento principal que conlleva a la degeneración neuronal. La acumulación de las fibras amiloides, que parece ser la forma anómala de la proteína responsable de la perturbación de la homeostasis del ion calcio intracelular, induce la muerte celular programada, llamada apoptosis. Se sabe también, que la A- $\beta$  se acumula selectivamente en las mitocondrias de las células cerebrales afectadas en el Alzheimer y que es capaz de inhibir ciertas funciones enzimáticas, así como alterar la utilización de la glucosa por las neuronas. Varios mecanismos inflamatorios y la intervención de



las citoquinas pueden también jugar un papel en la patología de la enfermedad de Alzheimer. La inflamación es el marcador general de daño en los tejidos en cualquier enfermedad y puede ser secundario al daño producido por la EA, o bien, la expresión de una respuesta inmunológica. [9]





## Estudio del arte

### *Mal de Alzheimer, memoria en riesgo*

La herramienta desarrollada por este proyecto nos da un grado del riesgo de padecer Alzheimer contestando a un sencillo formulario. También avisa de que este cuestionario, en ningún caso sustituirá la labor de un especialista, si no que intentará dar una estimación referencial.

El cuestionario consta de 10 preguntas, las cuales solo da opción a responder afirmativamente o negativamente. Dichas preguntas son acerca de la conducta mental del paciente excepto la número 2, en la que cuestiona si el paciente realiza algún tipo de actividad física. Por lo tanto, este cuestionario, solamente tiene en cuenta nuestra “memoria” en ese momento.

Una vez contestadas todas las preguntas del cuestionario, la herramienta nos mostrará los resultados mediante un párrafo en el que indicará si nuestro riesgo es “alto”, “medio” o “bajo”. Además del resultado del test, también indicará que se recomienda consultar a los especialistas periódicamente una vez pasados los 60 años de edad. [10]





1.- ¿Repite actividades que había realizado instantes antes?

- Si
- No

2.- ¿Ha notado disminución anormal en su capacidad para llevar a cabo actividades físicas?

- Si
- No

3.- ¿Experimenta cambios inexplicables en su estado de ánimo?

- Si
- No

4.- ¿Olvida conversaciones, citas o el lugar donde coloca las cosas?

- Si
- No

5.- ¿Se le dificulta hacer operaciones matemáticas, el balance de su cuenta bancaria o cocinar un platillo?

- Si
- No

6.- ¿Le es difícil orientarse en la calle o en lugares conocidos?

- Si
- No

7.- ¿Hace un esfuerzo considerable para encontrar las palabras que le permitan expresar sus ideas?

- Si
- No

8.- ¿Le cuesta trabajo poner atención o concentrarse?

- Si
- No

9.- ¿Repite comentarios que ya había expresado?

- Si
- No

10.- ¿Tiene usted más de 45 años?

- Si
- No

Calcular

Limpiar Respuestas

Ilustración 2. Mal de Alzheimer, memoria en riesgo

Fuente: [www.saludymedicinas.com](http://www.saludymedicinas.com)



## CODEX

El test CODEX (*Cognitive Disorder Examination*) es una herramienta desarrollada por el profesor Joel Belmin, jefe del servicio de geriatría del Hospital Universitario Charles-Foix d'Ivry-sur-Seine. Este cuestionario sirve para detectar demencia en algunas personas de edad avanzada.

Este test es útil para médicos generalistas con el fin de detectar rápidamente esta demencia y orientar a sus pacientes. CODEX no proporciona información sobre la causa que provoca la demencia.

El CODEX es un test que utiliza a su vez otros 2 test ya existentes de manera simplificada y asociada entre ellos. Consta de dos etapas, y en la primera de ellas se realiza el test del reloj de manera simplificada:

### Primera etapa:

- Se pide al paciente que repita y memorice 3 simples palabras.
- Se da al paciente una hoja sobre la que hay dibujado un gran círculo.
- Se le pide que dibuje las agujas del reloj indicando una hora en concreto.

El test del reloj sería normal si:

- Todos los números están escritos y en su sitio.
- La aguja grande y la aguja pequeña están dibujadas.
- La hora está bien representada.

En cambio, el test sería anormal si cualquiera de los datos fuera incorrecto. A continuación, se le pide que repita las 3 palabras que anteriormente había memorizado. Si ha olvidado alguna de las 3 palabras es considerado anormal.

Los resultados de la primera etapa del CODEX son:

- Si los 2 test son normales, el riesgo de una demencia inicial es muy poco probable.
- Si los 2 test son anormales, la probabilidad de demencia es muy grande. Una consulta de memoria sería indispensable.
- Si uno de los 2 test es anormal, se debe pasar a la segunda etapa del test.

### Segunda etapa:

En esta segunda etapa se le realizan al paciente las siguientes preguntas:

- ¿En qué hospital estamos?
- ¿En qué ciudad estamos?
- ¿En qué provincia estamos?



- ¿En qué región estamos?
- ¿En qué piso estamos?

Cada respuesta correcta obtendrá un punto. Una puntuación de 4 ó 5 puntos permite evaluar que el riesgo de demencia es débil. En cambio, una puntuación inferior a 4 indica un alto riesgo de demencia. [11]

### *Test cognitivos*

#### **Test Folstein**

Es un test de referencia que se lleva a cabo cuando se tiene sospecha de una demencia o para poder seguir la evolución de la enfermedad. El test explora la orientación temporal-espacial, el aprendizaje, la memoria, la atención, el cálculo, el razonamiento, el lenguaje y las praxis constructivas. Tiene una duración de alrededor de 15 minutos y se va sumando un punto a cada respuesta correcta, pero los resultados se pueden ver influenciados por el nivel sociocultural del paciente. Las preguntas son:

- **Orientación temporal.** ¿En qué año estamos?-¿En qué estación?-¿En qué día?-¿En qué mes?-¿En qué día de la semana?
- **Aprendizaje.** El profesional nombra 3 palabras, una por segundo. Luego, se le pide al paciente que las repita.
- **Atención.** Cálculo: Se le dice al paciente: “Si tiene 30€ y me los va dando de tres en tres, ¿cuántos le van quedando?”. Las pruebas se detiene tras cinco sustracciones. Si el paciente no puede hacer esta prueba, se le pide que deletree la palabra “mundo” al revés.
- **Recuerdo diferido.** Se le pide al paciente dos objetos, sucesivamente, y se le pide que identifique cada uno de ellos.
- **Repetición.** Se le pide que repita la frase “ni sí, ni no, pero” ó “en un trigal había cinco perros”.
- **Órdenes.** Se le pide que coja un papel con la mano derecha, lo doble por la mitad y lo ponga en el suelo.
- **Lectura.** El profesional escribe de manera clara y legible “cierre los ojos”. Se le pide al paciente que lo lea y lo haga.
- **Escritura.** Se le pide al paciente que escriba una frase con sujeto y predicado.
- **Praxis constructiva.** El profesional dibuja dos pentágonos con una intersección. El paciente debe copiarlos.

Todos estos ejercicios permiten al especialista que pueda evaluar si hay un deterioro cognitivo y en qué grado, pudiendo establecer la terapia más adecuada. Cada pregunta se evalúa con 0 ó 1. El resultado total varía de 0 a 30.

- Un resultado de 28 ó más permite tranquilizar al paciente.
- Un resultado de 23 ó menos revela una disfunción cognoscitiva. Es necesario un chequeo para investigar la causa.



- Un resultado entre 24 y 27: es necesario interpretar este resultado en función de la edad y del nivel socio-cultural. Una evaluación especializada se impone si el paciente tiene síntomas. Es necesario seguir de cerca la evolución del paciente. [12]

## Test Lawton

Este test permite realizar una evaluación cognitiva del paciente respecto a su capacidad de llevar a cabo tareas cotidianas.

El test valora 8 ítems y a cada uno de ellos se le valora con 0 ó 1. Estos ítems son los siguientes:

- Capacidad para usar el teléfono (se valorará con un 0, si no hace uso del teléfono).
- Ir de compras (se valorará con un 1, si hace todas las compras de manera independiente).
- Preparación de la comida (se valorará con un 1, si planea, prepara y sirve todas las comidas de manera independiente).
- Cuidar la casa (se valorará con un 0, si no participa en ninguna tarea doméstica).
- Lavado de ropa (se valorará con un 0, si necesita que otro se ocupe del lavado).
- Medio de transporte (se valorará con un 0, si solo viaja en taxi o en un automóvil con la ayuda de otros, o si no viaja).
- Responsabilidad sobre medicación (se valorará con un 0, si no es capaz de responsabilizarse de su propia medicación).
- Capacidad de utilizar el dinero (se valorará con un 0, si es incapaz de manejar el dinero).

La puntuación total oscila entre un 0 (independencia total) ó un 8 (dependencia total). [13]

## *Test del reloj*

El test del reloj es un test para examinar el deterioro cognitivo en diversos trastornos neurológicos o psiquiátricos.

El test consiste en dar al paciente una hoja de papel en blanco y pedirle primero que dibuje una esfera grande, después se le pide que coloque de forma correcta los números correspondientes a las horas, y por último, se le pide que dibuje las agujas del reloj marcando una hora concreta, como será las once y diez.

La puntuación que se lleva a cabo es la siguiente:

- Si coloca el número 12 en su sitio, 3 puntos.
- Dos puntos más, si coloca otros 12 números exactamente.
- Otros dos puntos más, si coloca las manecillas exactamente.
- Y dos puntos más, si coloca la hora exacta.

El resultado se considerará normal si el paciente obtiene un mínimo de 7 puntos.

Este test presenta una buena sensibilidad en la detección de las demencias pero no es específico de la enfermedad del Alzheimer. [14]



## Factores de riesgo

Un factor de riesgo es aquello que incrementa la probabilidad de contraer una enfermedad. La enfermedad del Alzheimer es posible contraerla con o sin los siguientes factores de riesgo comentados a continuación. Sin embargo, cuantos más factores de riesgo tengan, mayor será la probabilidad de contraer la enfermedad. Aún existen muchas preguntas respecto a la causa exacta de la enfermedad del Alzheimer, así que los factores de riesgo se siguen investigando.

### Factores genéticos

#### Historia familiar

Cuando hablamos de antecedentes familiares respecto a enfermo que padece la enfermedad de Alzheimer, nos referimos al menos a un familiar de primer grado (padres o hermanos). Distintos estudios mencionan que entre un 20% y un 40% de los pacientes con Alzheimer han tenido otros familiares que también han padecido la enfermedad. Los genes conocidos como causa de la enfermedad del Alzheimer son tres: el gen de la proteína precursora del amiloide (PPA), en el cromosoma 21; el gen de la presenilina 1 (PS1), en el cromosoma 14; y el gen de la presenilina 2 (PS2), en el cromosoma 1. El factor de susceptibilidad reconocido hasta ahora es la presencia de, al menos, una copia del alelo (variedad)  $\epsilon 4$  del gen de la Apo-E (apolipoproteína E) en el cromosoma 19.

El estudio sistemático de las familias y pacientes cuya enfermedad se inicia antes de los 60-65 años permitió a John Hardy, de la Universidad de Florida del Sur, Tampa, descubrir una mutación del gen de la proteína precursora del amiloide. Esta proteína por degradación da lugar al péptido amiloide. La sobreproducción de amiloide o la producción de sus derivados más largos, es suficiente para provocar la enfermedad de Alzheimer antes de los 60 años.

Más adelante se descubrió otra mutación en casos también precoces de la enfermedad. En 1995, el grupo de Peter St. George Hyslop, en Toronto, descubrió el gen de la presenilina 1 (PS1), el cual está implicado en un 70% de los casos de transmisión dominante y desarrollo precoz de la enfermedad. Las mutaciones de este gen son muy variables y reciben el nombre de *miss sense* o “falso sentido”, ya que dan lugar a una proteína de características ligeramente diferentes a la normal. Este hecho se considera importante, ya que la enfermedad se relacionaría con una función anormal, y no con la pérdida de la función normal. Los intensos estudios dieron lugar al descubrimiento de otro gen, denominado gen de la presenilina 2 (PS2). Esta mutación se halló en un grupo étnico conocido como los *alemanes del Volga*. Las mutaciones de las presenilinas tienen un efecto similar al de las mutaciones de la PPA. La enfermedad del Alzheimer hereditaria está ligada a anomalías en un gen determinado, y se transmite de la forma llamada *autosómica dominante*. En estos casos, los primeros síntomas aparecen pronto, alrededor de los 40-50 años. Siempre que la mutación está presente (al menos, para la PS1 y PS2), todas las personas portadoras desarrollarán la enfermedad antes de los 60 años.

Por lo tanto, la historia familiar es un factor de riesgo importante en la enfermedad del Alzheimer. Ya que, en el 50-60% del 99% de los casos, que constituyen una enfermedad de inicio tardío (después de los 65 años), existe un familiar de primer grado que también padece o padeció la enfermedad. La comprobación de historia familiar positiva dependerá de la edad que alcancen sus miembros, ya que si fallecen antes de los 65 años, no habrá margen para que puedan desarrollar la enfermedad. El riesgo es del 5% hasta los 70 años, 16% hasta los 80 y 33% hasta los 90. [15-16]

## Mutaciones causales

Estas mutaciones no deberían considerarse factores de riesgo como tales, porque en sí son causa suficiente (con su penetración del 100% en prácticamente todos los casos) aunque no necesaria para originar la enfermedad del Alzheimer. Son muy pocos los casos en los que se detectan estas mutaciones responsables directas de Alzheimer familiar de presentación autosómica dominante de inicio precoz (antes de los 65 años). Hasta ahora se conocen los genes ya comentados anteriormente, el gen PPA, el gen PS1 y el gen PS2. Hay unas 24 familias en el mundo en las que se encontraron mutaciones del gen del PPA y unas 500 familias en las que se encontraron mutaciones en el gen PS1. Sin embargo, el estudio de las mismas, de los productos del gen y de la conversión de estos genotipos en fenotipos neuropatológicos y biológicos (células, moléculas y proteínas) ha significado el hecho más trascendental para desentrañar la génesis, el mecanismo y las dianas terapéuticas del Alzheimer. A continuación se destacan algunos datos numéricos epidemiológicos sobre las mutaciones causales:

- Solo representa el 1% de todos los casos.
- Solo en el 50% de estos casos se han descubierto hasta el momento mutaciones causales
- En el 70-80% son mutaciones del gen PS1.
- En el 10-15% son mutaciones del gen PPA.
- En el 3-5% son mutaciones del gen PS2.
- Es lógico esperar que se descubran nuevas mutaciones causales en familias en las que las conocidas hasta ahora no dan cuenta de esta presentación autosómica dominante.

Este factor de riesgo no ha sido tenido en cuenta para el cuestionario de la Plataforma, debido a que este factor genético no es conocido por la sociedad a no ser que se realizarán una prueba genética con un especialista. [16]

## Gen APOE

Un factor genético de riesgo es la presencia del alelo e4 de la apolipoproteína E (APOE) que codifica una proteína que es crucial en el metabolismo del colesterol. Existen evidencias que apoyan que APOE4 modula el metabolismo del colesterol y la agregación del péptido  $\beta$ -amiloide, regula el metabolismo lipídico a nivel cerebral y la función sináptica a través de los receptores de APOE. Su contribución a la patogénesis de la enfermedad de Alzheimer está relacionada con su participación en estas funciones. El conocimiento de cómo contribuye APOE a la patofisiología de la enfermedad de Alzheimer abre nuevas oportunidades para su tratamiento.

En 1992 el grupo de Allen Roses demostró una marcada asociación entre la enfermedad de Alzheimer de inicio tardío con historia familiar positiva o sin ella y el status del gen APOE e4 positivo 29. El alelo APOE e 4 es el factor de riesgo genético más conocido hasta ahora de la enfermedad del Alzheimer de inicio tardío (después de los 65 años).

- El gen se sitúa en el cromosoma 19q.
- Está sobre-representado en los enfermos con Alzheimer.
- Aparece en el 32-58% de los casos. Hay enfermos que no tienen el alelo e4.
- Ser portador de APOE e4 aumenta de dos a cinco veces el riesgo de Alzheimer.

- Anticipa la edad de aparición de los síntomas.
- Se puede ser homocigoto e4/e4 y no padecer Alzheimer.
- El alelo e2 es factor de protección de esta enfermedad.

La variedad  $\epsilon 4$  del APOE participa en la acumulación del péptido amiloide. Esta afirmación se vería refrendada por la presencia de la apolipoproteína E en las placas seniles. La APOE es producida básicamente por las células situadas en la proximidad de las neuronas (astrocitos y macrófagos). La variedad  $\epsilon 4$  se uniría al péptido amiloide con mayor afinidad que las otras variedades. Ello haría que fuese insoluble y facilitaría su agregación en placas seniles. En cierto modo, entre los mecanismos importantes de la enfermedad de Alzheimer tendría un papel importante el equilibrio entre los factores a favor o en contra de la agregación del amiloide. Este equilibrio depende, posiblemente, de factores genéticos y de factores ambientales, que podrían dividirse entre factores de riesgo y factores de protección. Así, por ejemplo, el factor genético APOE podría actuar sinérgicamente a un traumatismo craneal.

La asociación entre el alelo APOE e4 y la enfermedad del Alzheimer no tiene réplica. Sin embargo, el alelo e4 por sí solo no explica todo el riesgo de Alzheimer atribuido a este locus. Hay polimorfismos dentro del promotor del gen APOE que afectan a su expresión. Hay una asociación entre el genotipo - 491 A/A que es independiente del genotipo APOE y, en enfermos mayores de 80 años, también el genotipo - 219 se asocia con la enfermedad.

El dato de que un 42-68% de enfermos de Alzheimer no son portadores del alelo e4 es indicativo de que otros factores genéticos y ambientales han de estar implicados en la forma de inicio tardío de la enfermedad.

La búsqueda de estos nuevos genes de susceptibilidad se está realizando mediante estudios de genes candidatos y mediante el rastreo del genoma completo. Los resultados aún no son definitivos. Hay investigaciones demostrativas de ligamiento en los cromosomas 6, 9, 10 y 12. También se implica a los polimorfismos de la interleucina-1, sobre todo el 1- $\alpha$ . La secuenciación del genoma humano es un punto de partida muy importante en este terreno. Recientemente, Prerik-Vance y su grupo encontraron ligamiento entre la edad de inicio del Alzheimer y un gen del cromosoma 10 que curiosamente es también riesgo genético para la enfermedad de Parkinson.

Este factor de riesgo tampoco se ha tenido en cuenta para el cuestionario de la Plataforma, debido a que este factor genético no es conocido por la sociedad a no ser que se realizaran unas pruebas genéticas con un especialista. [17-19]

## Síndrome de Down

Virtualmente, todas las personas con Síndrome de Down presentan en sus cerebros lesiones características de Alzheimer a la edad de 35-40 años. Sin embargo, la prevalencia de demencia en estos sujetos a tales edades no es ni mucho menos del 100%. La  $\beta$ -secretasa BACE2 (pepsina de la familia de las aspartil proteasas que forma  $\beta$ -amiloide a parte de la proteína precursora) se codifica en el cromosoma 21 – extracopiado en el Síndrome de Down – lo que levanta la posibilidad que tal proteasa contribuya a la aparición del fenotipo patológico del Alzheimer en los pacientes que padecen este síndrome. Pero BACE2 existe en poca cantidad en el cerebro por



lo que es más probable que sea la duplicidad del gen PPA, también en el cromosoma 21, la responsable de la asociación a estas dos enfermedades. Por otra parte, se discute aún si una historia familiar de Síndrome de Down o las madres de estos sujetos tienen mayor riesgo de padecer Alzheimer.

Este factor de riesgo no ha sido incluido para el cuestionario de la Plataforma, debido a que no haya ningún estudio estadístico que aportara datos reales de pacientes con Alzheimer, al tratarse de síntomas parecidos al Síndrome de Down. [15-16]

### **Familia numerosa**

La enfermedad de Alzheimer puede estar condicionada por factores ambientales que actúan durante la infancia y aún en el momento de la concepción. Sorprendentemente, el número y el orden de nacimiento, aumenta el riesgo de Alzheimer en un 8% para cada hijo que va naciendo, mientras que vivir en un lugar suburbano (teóricamente más sano) protege frente a este proceso patológico. Según el estudio PAQUID la condición de soltero, diferenciada de la de casado, aumenta el riesgo de Alzheimer o demencia. Las explicaciones a este hecho pueden ser varias, pero la más significativa sería las personas que no se casan tienen menos lazos sociales y estados nutritivos menos satisfactorios. También está comprobado que para las personas mayores que viven solas, pero tienen amplias relaciones sociales y familiares, la incidencia de demencia es menor que para aquellas personas que en la misma situación carecen de relaciones familiares y sociales. [20]

### *Factores sociodemográficos*

#### **Género**

La prevalencia de Alzheimer es mayor en las mujeres que en los hombres. Esta observación se achacó a que las mujeres vivían más años que los hombres una vez que desarrollaran la enfermedad. Los estudios de EURODEM, demostraron que las mujeres tienen un mayor riesgo de sufrir demencia y en particular Alzheimer.

Por cada tres mujeres con la enfermedad de Alzheimer, solo dos hombres la sufren. Según informa Michael Greicius, profesor de Neurología y Ciencias Neurológicas, y director médico del Centro Stanford para los Trastornos de la Memoria, “es cierto que las mujeres viven más que los hombres, en promedio, y la vejez es el mayor factor de riesgo para padecer Alzheimer. Sin embargo, la discapacidad en el riesgo de Alzheimer persiste, incluso, al corregir la diferencia en la longevidad. Este impacto desigual de APOE 4 sobre las mujeres, frente a los hombres, podría explicar una parte importante de la relación desigual de género”.

La proteína APOE existe en tres versiones, y cada una de ellas es el producto de una versión ligeramente diferente del gen: E2, E3 ó E4. La mayoría de las personas tienen dos copias de la versión E3. Un pequeño porcentaje posee una copia de E3 y una de E2, y un porcentaje aún menor tiene dos copias de E2. La proteína especificada de la versión E4 parece algo defectuosa, en comparación con la codificada por E2 ó E3. Así, mientras que sólo alrededor del 10-15% de la población es portadora de una copia de E4, más del 50% de las personas que desarrollan la enfermedad de Alzheimer son portadores de E4. Sin embargo, el incremento del riesgo de E4 parece limitarse a las mujeres en gran medida.

Para demostrarlo, los científicos primero obtuvieron imágenes por resonancia magnética funcional de 131 personas sanas, con una edad media de 70 años, para examinar las conexiones

en la red de la memoria del cerebro. Esta red de regiones cerebrales interconectadas, normalmente compartían un patrón sincronizado de actividad que era típico en pacientes con Alzheimer. En mujeres sanas de edad avanzada con, al menos, un alelo de E4, la actividad en un área del cerebro llamada precúneo parece estar fuera de sincronía con otras regiones cuyos patrones de activación están estrechamente coordinados.

Greicius y sus colaboradores habían demostrado previamente que el patrón de activación sincrónica de una red en particular, fundamental para la función de la memoria, conocida como “modo de red por defecto”, está afectada específicamente en el Alzheimer, y se deteriora a medida que progresa la enfermedad. El estudio de Stanford se centró en voluntarios sanos de entre 55 y 90 años, que se sometieron a una punción lumbar para analizar el líquido cefalorraquídeo. A partir de esta base de datos, Greicius obtuvo los resultados de 91 personas con una media de edad de 75 años, y los dividieron en cuatro grupos de mujeres con, o sin una copia de variante E4, y hombres con, o sin dicha copia. En cada grupo, se pudo comprobar las concentraciones de la proteína  $\tau$  en el líquido cefalorraquídeo, lo cual indica que es clave en la enfermedad de Alzheimer. Según los resultados, las mujeres con, al menos, un alelo E4, mostraban un líquido cefalorraquídeo con gran cantidad de proteína  $\tau$ . [21-23]

### Probabilidad de Contraer la enfermedad de Alzheimer

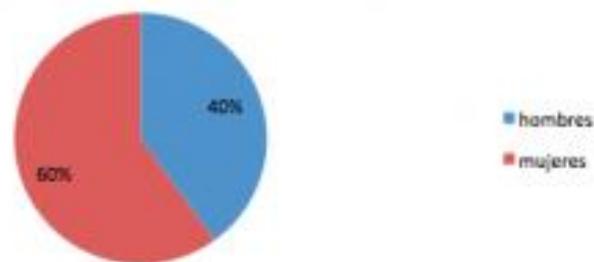


Ilustración 3. Probabilidad de Contraer la Enfermedad. Hombres y Mujeres

Fuente: Asociación Alzheimer Monterrey

## Geografía

Los estudios EURODEM señalan diferencias geográficas regionales en la incidencia de demencia en Europa con índices altos en los países del noroeste respecto a los del sur. En los países occidentales de Europa la frecuencia del alelo APOE E4 es menor que en sentido norte-sur.

En España la frecuencia de este alelo es semejante en Cataluña, Madrid y Asturias aunque es mayor en Cantabria.

Este factor de riesgo no se ha tenido en cuenta para la Plataforma, debido a que se cuenta con pocos datos. [24]

## Edad

Las personas que superan los 65-70 años son más propensas a contraer enfermedades neurodegenerativas. Se habla mucho de que la formación aumentada de superóxido dismutasa puede estar en la base de esta relación debido a mutaciones en los aproximadamente 1000 genes implicados en la biogénesis mitocondrial pero al día de hoy no hay una explicación biogerontológica definitiva de esta conexión. Hay personas mentalmente sanas con edades entre 100 y 104 años cuyo cerebro muestra en la necropsia placas neuríticas y ovillos neurofibrilares en número y localización que cumplen criterios CERAD y NIA- Reagan de enfermedad de Alzheimer. Aparte de que este dato revela la insuficiencia de tales criterios en su redacción actual, el descubrimiento reciente de posibles interacciones entre depósitos de  $\beta$ -amiloide y ovillos  $\tau$  obliga a incluir en el diagnóstico neuropatológico del Alzheimer la existencia de ovillos prefibrilares iniciales de neurodegeneración y ovillos “secundarios” al depósito de amiloide. Así se aclararán más las bases histopatológicas del envejecimiento cerebral sin enfermedad y de la propia enfermedad de Alzheimer por muy preclínica que sea.

Hay unanimidad en que existe un aumento exponencial de las cifras de incidencia y prevalencia a medida que se cumplen años. En el grupo de 60-70 años es de 1/1000 por año, de 70-80 años, de 1/100 por año y de 80-90 años, de 1/10 por año. Sin embargo, esta incidencia puede caer después de los 90 años. La prevalencia se duplica a intervalos de 5 años según la edad. Por lo que la población de 65 a 69 años es del 2%, sube a un 4% entre los 70 y 74 años, asciende a un 8% entre los 75-79 años, alcanza un 16% entre los 80 y 84 años y llega a un 32% entre los 85 y 89 años.

Si la incidencia de Alzheimer continuara aumentando exponencialmente a partir de los 90 años (no parece que sea así), toda la población padecería esta enfermedad en el caso de que se viva lo suficiente. Mientras, que si los niveles de incidencia se estancaran entre las personas mayores, habrá personas con 110-120 años que nunca desarrollarán la enfermedad.

La Organización Mundial de la Salud estimó que en 2005 el 0.379% de las personas a nivel mundial tenían demencia y que la prevalencia aumentaría a un 0.441% en 2015 y a un 0.556% en 2030.

Alrededor de un 3% de las personas que padecen Alzheimer tienen menos de 60 años. La temprana edad de estos pacientes hace de ellos un grupo de población diferente que necesita una atención médica y unos cuidados específicos. [24-27]

## Cociente Intelectual y Capacidad Lingüística

En el Nun Study, Snowdon consiguió que 678 monjas de la orden de Nôtre Dame de Kentucky aceptaran someterse a revisiones neurológicas longitudinales y que donaran sus cerebros para examen neuropatológico tras su muerte. Todas habían escrito una carta autobiográfica cuando tenían alrededor de 20 años, en el momento de postulación al ingreso al convento. La menor densidad de ideas en dicho texto se relacionaba positivamente con la presencia de la enfermedad de Alzheimer y con la carga de ovillos neurofibrilares en sus cerebros. Entonces se encontró una asociación entre el nivel cognitivo-educativo bajo en la juventud y el padecimiento de esta enfermedad. También fue significativo el estudio de la relación entre la capacidad mental de los niños escoceses de Aberdeen nacidos en 1921. Al



iniciar la enseñanza secundaria era obligatorio realizar el Moray House Test. Se estudiaron correlaciones entre las puntuaciones de esa prueba y la subsiguiente aparición de demencia en la vejez. La demencia de inicio antes de los 65 años (teóricamente la más genética), no guardaba relación con las puntuaciones del test. Sin embargo, las puntuaciones bajas correspondían a las personas que padecieron demencia de inicio tardío.

Estos datos apoyan que la capacidad mental en la infancia modifica la propensión a padecer demencia. Quizá una capacidad mental infantil baja configura un estilo de vida en la edad adulta y determina una situación socioeconómica en la que los factores de riesgo cerebrovascular puedan aparecer más fácilmente.

No se ha tenido en cuenta este factor en la Plataforma debido a la falta de contrastación de los resultados de este estudio frente a otros. [28]

### *Hábitos de vida*

#### **Tabaco**

El tabaco es un factor de riesgo muy importante. Algunos estudios iniciales sugirieron que tenía un cierto efecto protector frente a la enfermedad del Alzheimer, mientras que otros revelaron que había ciertas propiedades “antiamiloideas”. En los últimos años, varios estudios concluyeron que había un gran riesgo de la enfermedad del Alzheimer o ningún efecto. Por lo tanto, quedó de manifiesto que los resultados de anteriores casos se debieron a un efecto de mortalidad selectiva.

La nicotina estimula las neuronas DA, inhibe la formación de fibrillas  $\alpha$ -sinucleína y mejora los síntomas de la enfermedad de Parkinson. También puede mejorar la función cognitiva estimulando los receptores nicotínicos. Por otro lado, el tabaco acelera la atrofia cerebral, reduce la perfusión, aumenta el estrés oxidativo y ocasiona infartos silentes e inflamación. En autopsias de fumadores se han observado menos placas seniles pero más cambios neurofibrilares.

En el Rotterdam Study, con 6868 participantes, tras un seguimiento medio de 7.1 años, el hábito tabáquico inicial se relacionaba con un cociente de riesgo para la demencia tras el seguimiento del, 47 (IC del 95%, 1.18-1.86) y de EA del, 56 (IC del 95%, 1.21-2.02). Este aumento de riesgo detecta en los sujetos sin el alelo APOE4. La explicación de este hecho es difícil, ya que puede ser un fenómeno de mortalidad selectiva en los portadores de APOE4, porque tienen menor densidad de receptores de nicotina y menor actividad acetilcolinesterasa que los no portadores, y el tabaco podría facilitar la liberación de acetilcolina o incrementar la densidad de receptores nicotínicos. En cualquier caso, desde el punto de vista preventivo, los prejuicios del hábito del tabaquismo, son tan importantes que el posible afecto en el riesgo de la enfermedad de Alzheimer no modifica en nada sus recomendaciones. [29-30]

#### **Alcohol**

El alcohol puede contribuir al estrés oxidativo, y su exceso causa daño cognitivo temporal o permanente y se asocia a la atrofia cerebral. Por otro lado, se ha mostrado un efecto neuro-protector y antioxidante en modelos animales con la enfermedad de Parkinson y en cultivos celulares.

El *Cardiovascular Health Study*, llegó a la conclusión de que el consumo de 1-6 bebidas/semana tenía un menor riesgo (OR 0.46 vs abstención), sin beneficio con un consumo



mayor, y a un riesgo aumentado con más de 14 bebidas/semana (OR 1.22). La mayoría de los estudios muestran beneficio con el vino, y algunos también con otro tipo de bebida. Así, es posible que el consumo de alcohol se asocie levemente a un menor riesgo de enfermedad de Parkinson, sin descartar un efecto de confusión residual por tabaco o café, mientras que sí hay una clara asociación entre el consumo moderado de alcohol y un menor riesgo de Alzheimer.

Los estudios apoyan el consumo moderado de alcohol ( $\leq 1$  bebida/día en mujeres y  $\leq 2$  bebidas/día en hombres) para reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular y de deterioro cognitivo sin riesgo significativo de efectos adversos. [31]

## **Dieta**

Un estudio de la Universidad de Columbia muestra que los mayores que toman una dieta rica en frutas, verduras, legumbres, cereales y pescado y baja en carne roja y pollo, y que además son activos físicamente, tienen menor riesgo de padecer Alzheimer. Por otro lado, un estudio de la Universidad Victor Segalen Bourdeaux 2, Francia, asegura que el seguimiento de una dieta mediterránea está asociado a un menor declive en algunos aspectos cognitivos.

Nikolaos Scarmeas y su equipo (Universidad de Columbia) examinaron a dos grupos de 1880 personas mayores sin demencia al inicio del estudio, y de los cuales disponían de información acerca de su dieta. Estos fueron seguidos durante una media de 5,3 años y 282 personas desarrollaron la enfermedad de Alzheimer. Se dividió en tres niveles de adherencia el estilo de alimentación de los participantes en el estudio. Tenían entre un 2% y un 5% menos de riesgo de padecer Alzheimer, los que se encontraban en el grupo con un nivel de adherencia intermedia, y entre un 7% y un 10% menos aquellos que eran más estrictos con su dieta.

En el estudio realizado en la Universidad Victor Segalen Bourdeaux 2, por Catherine Féart, se examinó la adherencia a la dieta mediterránea, el funcionamiento cognitivo y las demencias. Este estudio incluyó a 1410 participantes de 65 años o más que formaban parte de un estudio nacional sobre factores de riesgo vascular y que eran examinados cada 5 años. Se llegó a la conclusión que una alta adherencia a la dieta mediterránea se asoció con menos errores en algunas pruebas de aspectos cognitivos pero no en todas las evaluaciones sobre el declive mental.

Los autores llegaron a la conclusión de que el seguimiento de una dieta mediterránea posiblemente no explica por completo una mejor salud, pero que podría contribuir a ello. Según los investigadores, el seguimiento de una dieta mediterránea, podría influir indirectamente a un conjunto de estilos de vida sociales favorables que constituyen una mejor salud. Se espera que posteriores investigaciones, puedan determinar si la dieta mediterránea ralentiza el declive cognitivo o reduce la demencia además de sus beneficios cardiovasculares. [32]

## **Actividad Física**

Con la edad, el cuerpo humano sufre un desgaste fisiológico, que cuando el individuo toma medidas preventivas, entre ellas realizar actividad física controlada y de forma regular, ese envejecimiento celular natural puede retrasarse en el organismo, al igual que las funciones cognitivas del cerebro, las demencias, la enfermedad del Alzheimer, etc.

Algunos estudios mencionan que las personas mayores de 65 años que realizan ejercicio físico un mínimo de tres veces por semana (aprox. 150 min) tienen alrededor de un 30-40% menos de probabilidad de padecer Alzheimer o demencia. Se ha demostrado que una relación



entre niveles bajos de rendimiento físico y un mayor riesgo de demencia y enfermedad de Alzheimer, y también una relación entre niveles elevados de rendimiento físico y la aparición más tardía de demencias.

El ejercicio físico ha demostrado efectos positivos sobre distintas enfermedades, como la hipertensión arterial, diabetes, enfermedades neurodegenerativas, etc.

1. Mejora el acondicionamiento cardiovascular, incrementando el consumo máximo de oxígeno (hasta un 30% aprox.).
2. Aumenta endorfinas, que producen una sensación placentera.
3. Retrasa la aparición de fatiga y cansancio.
4. Disminuye y retrasa el desgaste fisiológico asociado a la edad.
5. Disminuye las cifras de hipertensión arterial y de las glucemias en la diabetes.
6. Aumenta el flujo a nivel vascular, en todos los territorios, en el caso de la nota a nivel cerebral.
7. Protección miocárdica por:
  - a. Menor frecuencia cardiaca y consumo de oxígeno, tanto en reposo como con el ejercicio.
  - b. Favorece el desarrollo de la circulación colateral coronaria.
8. Estimula el sistema inmune, aumentando las defensas del organismo.

A nivel cerebral:

9. Controla la ansiedad y la depresión.
10. Aumenta la autoestima.
11. Mejora el estado de ánimo.
12. Mejora las funciones cognitivas y la eficacia del recuerdo.
13. Satisface las necesidades lúdicas.

Las investigaciones relacionadas con el ejercicio y el cerebro han demostrado que el ejercicio puede tener efectos significativos en el flujo cerebral, en la mejor disponibilidad de neurotransmisores, factores neurotróficos, en la estructura del cerebro, y en la eficiencia neuronal.

A medida que las personas envejecen, disminuye la cantidad de conexiones entre las neuronas, pero con la actividad física, se puede lograr una mayor densidad de conexiones sinápticas entre las neuronas. [33]

### **Nivel educativo y reserva cerebral**

Algunos datos epidemiológicos aseguran que cuanto mayor nivel educativo se logre, habrá menor probabilidad de sufrir alguna demencia en edades avanzadas, sobre todo en las mujeres.



En un principio se pensó que el factor socioeconómico afectaría a una enfermedad cerebral, cuanto más bajo fuera este.

Actualmente se admite que los cambios cognitivos de la enfermedad de Alzheimer son ampliamente dependientes de la densidad sináptica neocortical, estableciéndose así el concepto de “reserva cerebral”. De esto modo se ha propuesto que la educación de nivel secundario en comparación con la ausencia de estudios, aumenta dicha reserva cerebral, lo cual reduce a retrasar los síntomas 4 y 5 años en personas que padecen Alzheimer, y debido a ello, a reducir a la mitad la prevalencia. Otros estudios, llegan a la conclusión de que las personas con altos niveles educativos y status socioeconómico más elevado, están menormente expuestos a cualquier tipo de enfermedad, ya que tienen un estilo de vida más saludable y reciben mejores cuidados médicos. [34]

### *Otros factores*

#### **Traumatismo craneoencefálico**

El traumatismo craneoencefálico (TCE) puede desencadenar una cascada inflamatoria que interfiere en los mecanismos de reparación celular. La disrupción de transporte axonal produce acumulación de PPA en animales y seres humanos. Estudios autópsicos en personas que sufrieron TCE han hallado un aumento de placas seniles y ovillos neurofibrilares. Probablemente el TCE también reduce la reserva cognitiva.

Existen semejanzas entre las lesiones cerebrales observadas en una forma especial de demencia que se da en los boxeadores (demencia pugilística) y las que se observan en los pacientes con Alzheimer, debido a esto se ha sugerido la existencia de mecanismos cerebrales alterados de características similares. Estos estudios han puesto de manifiesto que el riesgo de desarrollar la enfermedad se multiplica en 1,8 en las personas que han sufrido TCE con pérdida de conciencia al menos un año antes de desarrollar la demencia.

Un estudio sugiere que el antecedente de traumatismo solo tendría importancia en los casos de personas portadoras del alelo APOE 4, ya que en estos casos se produciría una producción excesiva de proteína amiloide, lo que conduciría a la demencia. Un traumatismo craneoencefálico leve no se asocia a la enfermedad de Alzheimer. [15]

#### **Obesidad**

El índice de masa corporal (IMC) proporciona una medida indirecta de la adiposidad (acumulación o exceso de grasa) y está relacionado con la grasa corporal total. La adiposidad puede influir o ser influida por las funciones cerebrales, que pueden estar involucrados en los procesos demenciales. En la Universidad de Pittsburgh, Paul Thompson, analizó cerebros de personas obesas, personas con sobrepeso y personas con peso normal. El objetivo del estudio fue encontrar relación entre la estructura cerebral y la salud. El resultado fue, que las personas obesas tenían un 8% menos de tejido cerebral que los que se encontraban en su peso normal, y las personas con sobrepeso un 4% menos.

En los últimos años, muchos estudios han llegado a la conclusión de que la obesidad a mediana edad aumenta el riesgo de demencia en la vejez. Actualmente, la prevalencia de sobrepeso y obesidad es más del 50% entre los adultos de los Estados Unidos y Europa. El Instituto de Karolinska, Estocolmo, realizó un estudio con el objetivo de examinar la asociación entre el sobrepeso y la obesidad a mediana edad con la demencia, la enfermedad de Alzheimer y

la demencia vascular en la edad avanzada. Los pacientes de estos estudios fueron personas gemelas mayores de 65 años (media de edad de 74.4). Se analizaron los datos de dos formas distintas. La primera mediante el análisis de casos y controles para todos los gemelos usando el modelo de ecuación de estimación generalizada (GEE). Por otro lado, se analizaron gemelos caso-control emparejados con gemelos con demencia mediante regresión logística condicional teniendo en cuenta los trastornos vasculares y la diabetes. De entre todos los participantes en el estudio, se encontró demencia en el 4.1% de los pacientes, y 1.33% tenían una demencia cuestionable. Sobrepeso ( $25 < \text{IMC} < 30$ ) y obesidad ( $\text{IMC} > 30$ ) en la edad media estaban presentes en el 29.8% de los casos. En los modelos de GEE, en comparación con un IMC normal (25-30), el sobrepeso y la obesidad estuvieron asociados a la demencia con un riesgo (IC del 95%) de 1,71 (1,30-2,25) y 3,88 (2,12 y 7,11).

En conclusión, el sobrepeso y la obesidad durante la mediana edad aumentan el riesgo de demencia, Alzheimer y demencia vascular. [35]

## Diabetes Tipo II

La diabetes mellitus (DM) puede influir en el riesgo de la enfermedad de Parkinson o la enfermedad del Alzheimer por varios motivos que son: enfermedad cerebrovascular isquémica en el contexto de un síndrome metabólico, efectos tóxicos de la hiperglucemia sobre las neuronas y resistencia a la insulina que se asocia a hiperinsulinemia, que tiene efecto vasoactivo y afecta al metabolismo del  $\beta$ -amiloide.

Los valores elevados de insulina son frecuentes en pacientes de edad avanzada sin diabetes pero con un riesgo elevado de enfermedad cardiovascular o cerebrovascular. En muchas ocasiones, constituyen un estado que se ha considerado previo a la instauración de la diabetes mellitus tipo II, una especie de estado “pre diabético”, en el que la glucosa basal es normal pero la insulinemia es elevada. Esto suele asociarse a trastornos endocrinos, vasculares y metabólicos, lo que configura el síndrome de resistencia a la insulina, conocido como síndrome metabólico. Este síndrome tiene un importante riesgo de presentar trastornos isquémicos y cardíacos, y accidente cerebrovascular.

La resistencia a la insulina es algo a tener muy en cuenta en este síndrome, ya que prácticamente en todos los factores de riesgo que incluye se han relacionado con la aparición de la enfermedad del Alzheimer de forma individual. Los mecanismos íntimos de la resistencia a la insulina no han sido completamente aclarados.

Se podría decir que la EA podría estar condicionada, al menos en parte, por una resistencia cerebral a la insulina, una especie de diabetes cerebral. Incluso se ha sugerido que podría utilizarse el término de diabetes tipo III para describir todos estos cambios ligados a la EA. Se ha demostrado la relación entre la hiperglucemia y el deterioro de diversos dominios cognitivos en pacientes de mediana edad.

Un estudio sobre pacientes de más de 65 años con hiperinsulinemia, demostró que tenían el doble de posibilidades de padecer Alzheimer (cociente de riesgo 2,1). En un estudio realizado a pacientes de 50 años, con un seguimiento de 32 años, la secreción reducida de insulina tras la infusión de glucosa por vía intravenosa también se ha relacionado con un riesgo mayor de presentar Alzheimer (cociente de riesgo 1,31; 1,10-1,56), mientras que la intolerancia a la glucosa se relacionaba con la demencia vascular (cociente de riesgo 1,45; 1,05-2,00), pero no con la EA. Estos datos ponen de manifiesta la complejidad de la relación entre la glucemia, la



insulinemia y el riesgo de deterioro cognitivo y demencia. En un estudio, realizado en el Rotterdam Study a 5000 personas mayores de 55 años, sin demencia inicialmente y con un seguimiento de 2 años, la presencia de la diabetes tipo II casi duplicó el riesgo de demencia (riesgo relativo 1,9; 1,3-2,8) y EA (riesgo relativo 1,9; 1,2-3,1). [36-37]





## Aplicación Alzhe Alert

Alzhe Alert es una aplicación móvil para dispositivos que usan el sistema operativo Android. Esta aplicación se puede incluir dentro del mundo de e-Salud, cuya finalidad es ayudar a las personas a descubrir un porcentaje aproximado de padecer o verse afectados en un futuro por la enfermedad del Alzheimer. Además, ayuda a conocer más datos sobre el Alzheimer, ya que es una enfermedad muy común y la sociedad no sabe hasta qué punto, de esta manera se intenta advertir de la alta probabilidad que hay de padecerla y de lo importante que es detectarla con anticipación para su posible curación o minimizar su impacto.

Esta herramienta es accesible para cualquier persona que disponga de un Smartphone o tablet. Con el fin de que sea más accesible, la aplicación dispone de tres idiomas: español, inglés y francés. Si diseño es realizado de tal forma para que se pueda usar de manera intuitiva sin necesidad de que hay que explicar previamente su funcionamiento. Alzhe Alert ha sido creado a partir del diseño de una plataforma Web ya existente, con el objetivo de ampliar y llegar a tablets y smartphones.

Al igual que la plataforma Web, Alzhe Alert informa de la enfermedad del Alzheimer y de sus factores de riesgo, para que las personas que la usen tengan consciencia y sepan más sobre esta enfermedad. Dispone de un test, con una serie de preguntas que calculan un riesgo aproximado de padecer Alzheimer tanto en la actualidad como en un futuro. Estas preguntas se han seleccionado mediante un estudio realizado previamente valorando los factores de riesgo presentes en la enfermedad, y de los cuales se tiene consciencia.

Los resultados indican una probabilidad aproximada de padecer Alzheimer actualmente y de poder llegar a padecerlo en los próximos 50 años. Estos van acompañados de un gráfico que resalta dicho riesgo, y de una serie de consejos a llevar a cabo en la vida del paciente con el objetivo de poder llevar a evitar o disminuir la probabilidad de padecer la enfermedad.



# **BLOQUE 2**

## **TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TICs)**





<b>Bloque 2. Tecnologías de la Información y la comunicación (TICs) .....</b>	<b>31</b>
<b>eSalud .....</b>	<b>33</b>
<b>Plataformas y aplicaciones sobre la enfermedad del Alzheimer para dispositivos móviles en el campo de la <i>eSalud</i> .....</b>	<b>34</b>
<b>Análisis de los sistemas operativos para dispositivos móviles .....</b>	<b>36</b>
<b>Android OS .....</b>	<b>38</b>





## *eSalud*

*"La eSalud se define como la aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el amplio rango de aspectos que afectan el cuidado de la salud, desde el diagnóstico hasta el seguimiento de los pacientes, pasando por la gestión de las organizaciones implicadas en estas actividades. En el caso concreto de los ciudadanos, la eSalud les proporciona considerables ventajas en materia de información, incluso favorece la obtención de diagnósticos alternativos. En general, para los profesionales, la eSalud se relaciona con una mejora en el acceso a información relevante, asociada a las principales revistas y asociaciones médicas, con la prescripción electrónica asistida y, finalmente, con la accesibilidad global a los datos médicos personales a través de la Historia Clínica Informatizada". [38]*

El objetivo de la eSalud es mejorar la calidad de vida de los pacientes y ayudar a los profesionales de la salud a realizar mejor sus funciones. Algunos servicios que engloba la eSalud son:

- **Historiales médicos electrónicos.** Facilitando las labores de administración dentro de un mismo centro o entre diferentes centros.
- **Telemedicina.** Permite a los pacientes realizar consultas o someterse a diversas pruebas en tiempo real sin tener que desplazarse hasta el hospital.
- **Difusión de información orientada al ciudadano.**
- **Difusión de información orientada al especialista.**
- **Equipos virtuales de cuidados sanitarios.**
- **Dispositivos de detección de caídas o accidentes.** Estos avisan rápidamente a los servicios de emergencia.
- **Dispensador electrónico de medicamentos.**
- **eDiagnostic.** Permite la detección de enfermedades y la realización de pruebas a distancia.

Otras características de la eSalud son que fomenta la investigación, permitiendo que la información llegue antes a los pacientes y a otras personas, mejorando la educación de la población en general. También mejora la seguridad de los pacientes, ya que el médico puede realizar un mejor diagnóstico rápidamente.

## Plataformas y aplicaciones sobre la enfermedad del Alzheimer para dispositivos móviles en el campo de la *eSalud*

A continuación, se muestran algunas aplicaciones para dispositivos con Android, entre otros, que pueden ser de utilidad para pacientes con la enfermedad del Alzheimer. [39-40]

### Tweri



Aplicación para Android y iOS que permite localizar a pacientes que sufren de Alzheimer. Permite establecer unos límites de seguridad en cuanto al tiempo y la distancia, para cuando un enfermo de Alzheimer salga a dar un paseo, de forma que sus familiares o cuidadores puedan tener una seguridad respecto a estos pacientes, y también aumentar la autonomía de estos.

La persona encargada del paciente, lo único que tiene que hacer es establecer unos límites de tiempo y distancia máximos, y activar la aplicación cuando el paciente salga a pasear. Si el paciente sobrepasa estos límites, la aplicación emite alertas al cuidador o persona encargada, indicándole la última posición geográfica por email.

El paciente también puede avisar al cuidador mediante la pulsación de un botón sobre su situación geográfica, incluso si no ha rebasado los límites. Esta aplicación plantea la posibilidad de que el cuidado no tenga uso de datos o GPS o incluso que se haya agotado la batería de su dispositivo, debido al software del servidor.

### Lucha contra el Alzheimer



Aplicación para Android que incluye ejercicios de matemáticas y un entrenador de memoria diseñado para personas de avanzada edad. La aplicación está disponible en alemán e inglés. El objetivo es ayudar a disminuir el riesgo de padecer Alzheimer. La propia aplicación asegura que las personas mayores que entrenan su memoria durante 11 días al mes, reducen el riesgo de Alzheimer un 63%.

### Remember first



Aplicación para Android (de pago) que ayuda a mejorar la memoria en pacientes con la enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson o cualquier otra demencia. Está disponible en inglés. También mejora la comunicación con los cuidadores y otras personas de su alrededor.

La aplicación permite la inserción de imágenes, audio y vídeo, o elegirlos de entre unas opciones que marca la propia aplicación.

### Alzheimer's day of the week



Aplicación para Android disponible en inglés, que dice el nombre del día de la semana. La aplicación fue creada para personas que sufren de la enfermedad de Alzheimer, y otros cuidados similares, y para los que cuidan de ellos. El objetivo es ayudar a estos pacientes a recordar el día de la semana, ya que a medida que la enfermedad progresa, estos pueden sentirse confundidos y molestos por su incapacidad para llevar un registro del día que es.

Esta aplicación puede funcionar en una tablet de bajo nivel y se mostrará donde la persona pueda verla y compensar su pérdida de habilidades.

### Refresh my memory



Aplicación para Android disponible en español, inglés y francés, muy útil para personas mayores y gente que padece la enfermedad de Alzheimer.

Permite recordar donde has dejado las cosas por casa. Para ello se dan de alta los objetos y las habitaciones, y se asocian dibujando sobre la foto de la habitación donde se encuentra el objeto. También dispone de la opción de recordar a personas mediante fotos.

### Dementia screener



Aplicación Android disponible en inglés. El objetivo es diagnosticar si una persona tiene síntomas de demencia.

Dispone de dos opciones, la primera de ellas, está basada para la detección precoz de la enfermedad de Alzheimer. Y la segunda, se basa en una breve encuesta para detectar cualquier tipo de demencia.

El funcionamiento para ambos casos es un pequeño cuestionario, en el que una vez sean respondidas todas las preguntas, ofrecerá unos resultados en los que informará si hay alguna posible demencia o no.

## Análisis de los sistemas operativos para dispositivos móviles

El uso de los dispositivos móviles se ha incrementado considerablemente en los últimos años, y son cada vez más comunes en nuestras vidas. Con ello han aumentado el número de terminales, el número de aplicaciones para los mismos y también las personas que se dedican al desarrollo de aplicaciones.

Debido a que no todos los dispositivos móviles y tablets utilizan el mismo sistema operativo, los desarrolladores deben tener en cuenta cuales son los sistemas operativos más utilizados para realizar un correcto estudio de mercado para su aplicación.

El sistema operativo más utilizado en los últimos años es Android. Es el sistema operativo utilizado por Google y supera al resto como son iOS, Windows Phone, Blackberry OS, Firefox OS o Symbian OS. La siguiente gráfica muestra el ranking de sistemas operativos más usados en 2015.

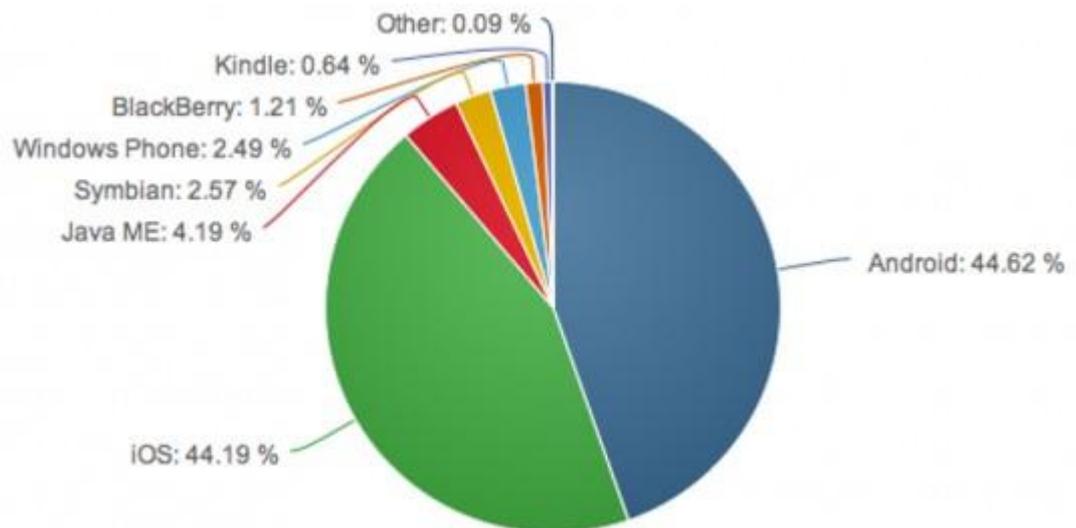


Ilustración 4. Ranking sistemas operativos más usados en 2015

Fuente: [www.ohmygeek.net](http://www.ohmygeek.net)

Podemos ver que los sistemas operativos más utilizados son Android e iOS. Entre ambos suman el 88.91% de los sistemas operativos utilizados en total. Android con un 44.62% está en cabeza, seguido de cerca de iOS con un 44.19%. El resto está muy lejos de las dos grandes potencias que dominan actualmente el mercado.

En España, Android también lidera este ranking con bastante superioridad. Casi 9 de cada 10 smartphones vendidos pertenecen al sistema operativo de Google, mientras que el 11.19% son dispositivos de iOS.



Es por ello, por lo que surge la necesidad de crear aplicaciones y plataformas para proporcionar servicios a los usuarios, concretamente en servicios relacionados con el campo de la telemedicina. El objetivo es aprovechar el alto grado de uso de los dispositivos móviles para mejorar la calidad de vida de pacientes de distintas enfermedades.

Para el desarrollador, es evidente que a la hora de escoger un sistema operativo, Android sería la primera opción debido a su dominio actual. Otra posibilidad es desarrollar aplicaciones con HTML5, CSS y JavaScript con PhoneGap o mediante Apache Cordova. De esta forma se podrían realizar aplicaciones móviles para varios sistemas operativos como pueden ser: Android, Windows Phone, iOS o Firefox OS, sin tener que modificar muchas líneas de código, algo que no conseguiríamos programando nativamente para cada uno de los sistemas. Esta opción no es muy recomendable para los desarrolladores, ya que aseguran que la aplicación no se llegaría a convertir al 100% y acabaría teniendo problemas a largo plazo. [41-42]



## Android OS

Android es un sistema operativo creado para ser implantado en dispositivos móviles con pantalla táctil, desarrollado por Android Inc. y comprado más tarde por Google. Es un sistema que está basado en Linux.

La siguiente imagen muestra los componentes de Android:

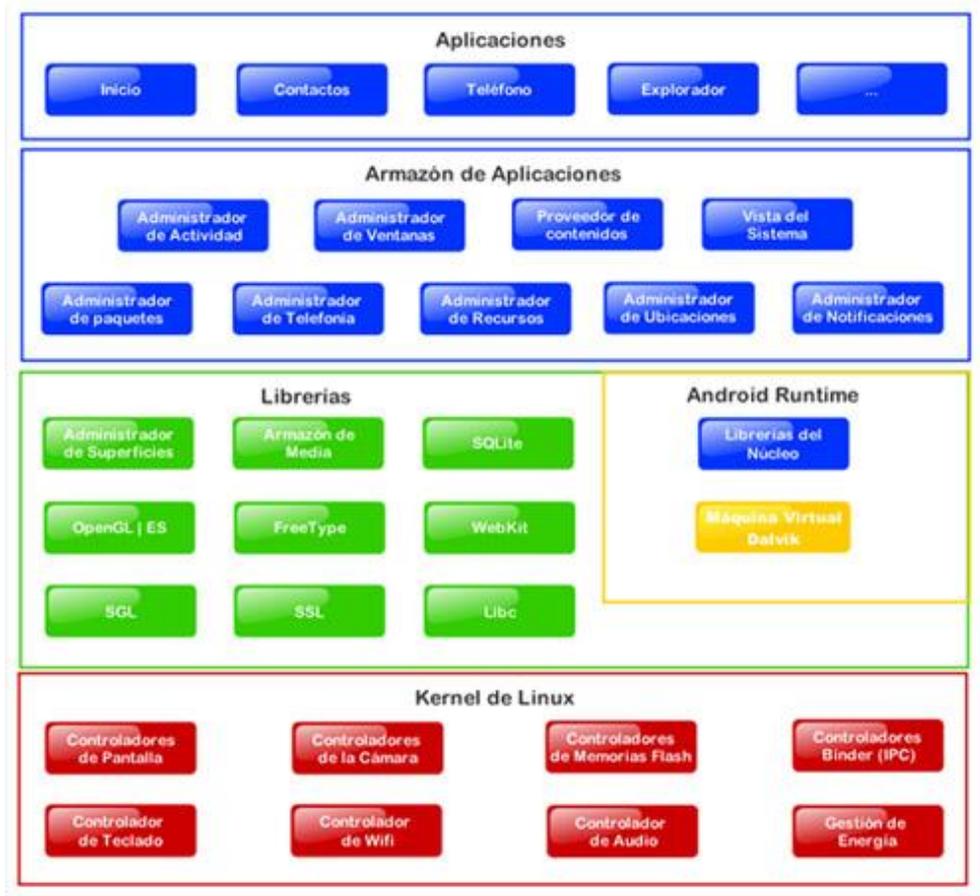


Ilustración 5. Pila de componentes de Android

Fuente: Google Sites

Applications:

- ✓ Aplicaciones básicas escritas en Java como son los contactos, teléfono, navegador, ...

Application framework: herramientas que se encargan de la gestión de las aplicaciones.

- ✓ Activity Manager: para el ciclo de vida de las aplicaciones.
- ✓ Window Manager: gestiona que actividad se muestra en primer plano y cuáles en *background*.
- ✓ Content Providers: permite a las aplicaciones hacer uso de datos de otras aplicaciones, como puedan ser los contactos o la agenda.



- ✓ View System: elementos que forman la interfaz gráfica de usuario (GUI).
- ✓ Package Manager: para la obtención de información sobre las aplicaciones instaladas en el dispositivo, como los permisos requeridos o el espacio necesario.
- ✓ Telephony Manager: para la gestión de llamadas y mensajería.
- ✓ Resource Manager: gestión de acceso a recursos.
- ✓ Location Manager: para la obtención de la ubicación geográfica del dispositivo.
- ✓ Notification Manager: permite mostrar al usuario mensajes sobre el dispositivo o sobre otras aplicaciones.
- ✓ Alarm Manager: permite establecer alarmas que avisen a otras aplicaciones o al dispositivo sobre cierto evento.

#### Libraries:

- ✓ OpenGL ES/ SGL: gráficos 3D y 2D.
- ✓ Media Framework: grabación y reproducción de audio y video.
- ✓ SQLite: gestión de bases de datos.
- ✓ Free Type: soporte para distintos tipos de fuentes.
- ✓ SSL: gestión de comunicaciones seguras.
- ✓ WebKit: soporte para aplicaciones de tipo navegador, es decir, las no desarrolladas nativamente.

#### Android Runtime:

- ✓ Core libraries: permite que las bibliotecas anteriormente descritas sean accesibles desde el entorno Java.
- ✓ Dalvik VM: máquina virtual Java optimizada para los dispositivos móviles que llevarán Android.

#### Linux Kernel:

- ✓ Kernel de Linux 2.6.
- ✓ Incluye, entre otros, controladores hardware, gestor de memoria, gestor de batería o un gestor de procesos.

#### **Ventajas del uso y programación de aplicaciones Android**

- ✓ El código abierto bajo licencia Apache.
- ✓ Más de 100.000 aplicaciones disponibles para Android, la mayoría de forma gratuita.
- ✓ Es el sistema operativo para dispositivos móviles más utilizado del mundo, como ya vimos en el anterior estudio.
- ✓ Puede ser instalado en cualquier dispositivo, gracias al kernel de Linux y al entorno de ejecución de aplicaciones Java.
- ✓ Independencia del operador. Aunque los operadores diseñen aplicaciones propias para sus usuarios, lo cierto es que el funcionamiento de Android no tiene que ver nada con los mismos, lo cual es un punto a favor de los usuarios, que simplemente escogerán su operador de acuerdo a los servicios de red que ofrezcan, y no de otro tipo.



- ✓ Coste cero. Los usuarios no tienen que pagar costes extras por la instalación de este sistema operativo en sus teléfonos.
- ✓ Personalizable. Al ser de código abierto y libre, cada fabricante de dispositivos puede crear su propia GUI, y además, los propios usuarios pueden elegir entre infinidad de temas, fondos de pantalla, animaciones o widgets.
- ✓ No sólo está disponible para teléfonos móviles o tablets, sino que también está disponible para netbooks, microondas, lavadoras, navegadores GPS o relojes.
- ✓ Multifunción y escalable.
- ✓ Comunidad Android. Este sistema operativo cuenta con la mayor comunidad de desarrolladores del mundo, que incluye eventos, concursos, competiciones, colaboración entre programadores, foros o debates, todos ellos al alcance de todo el mundo. Además, las mejoras del mismo no son fruto del trabajo de una simple empresa, sino de la participación y colaboración de desarrolladores de todo el mundo.
- ✓ Multitarea. Android es capaz de mantener abiertas varias aplicaciones realizando a su vez gestión de memoria, suspendiendo las aplicaciones que no están en uso y si es necesario, cerrándolas tras un determinado tiempo de inactividad.

### Desventajas

- ✓ Multitarea. Si bien está dentro de la sección de ventajas, ésta se trata de un arma de doble filo. Android gestiona la memoria y cierra las aplicaciones que no se están usando, sin embargo, no siempre cierra esas aplicaciones, por lo que es necesario el uso de una aplicación extra que las cierre y que por tanto, se añade a la lista de aplicaciones en ejecución. Además, el mantener muchas aplicaciones ejecutándose en segundo plano, aumenta seriamente el consumo de las baterías, problema creciente en los últimos años en el mundo de los dispositivos móviles.
- ✓ Al permitir a los fabricantes añadir su propia GUI, los usuarios tienen que convivir con infinidad de aplicaciones que no desean y que no se pueden desinstalar, o que realizan mal sus funciones. Al menos, podemos ignorarlas y buscar alternativas dentro de las muchas aplicaciones gratuitas que hay en el mercado.
- ✓ Muy fragmentado. Demasiadas versiones en muy pocos años, más concretamente, 35 versiones desde el 23 de septiembre de 2008 al 19 de junio de 2014. Una media de aproximadamente 6 versiones al año. Esto provoca incompatibilidades con algunas aplicaciones, que sólo funcionan para un determinado número de versiones. Por ello, se recomienda a los desarrolladores realizar diseños adaptativos, que exploten lo que nos ofrece cada nueva versión, sin menospreciar las versiones más antiguas con menos servicios. [43-44]



# BLOQUE 3

## METODOLOGÍA



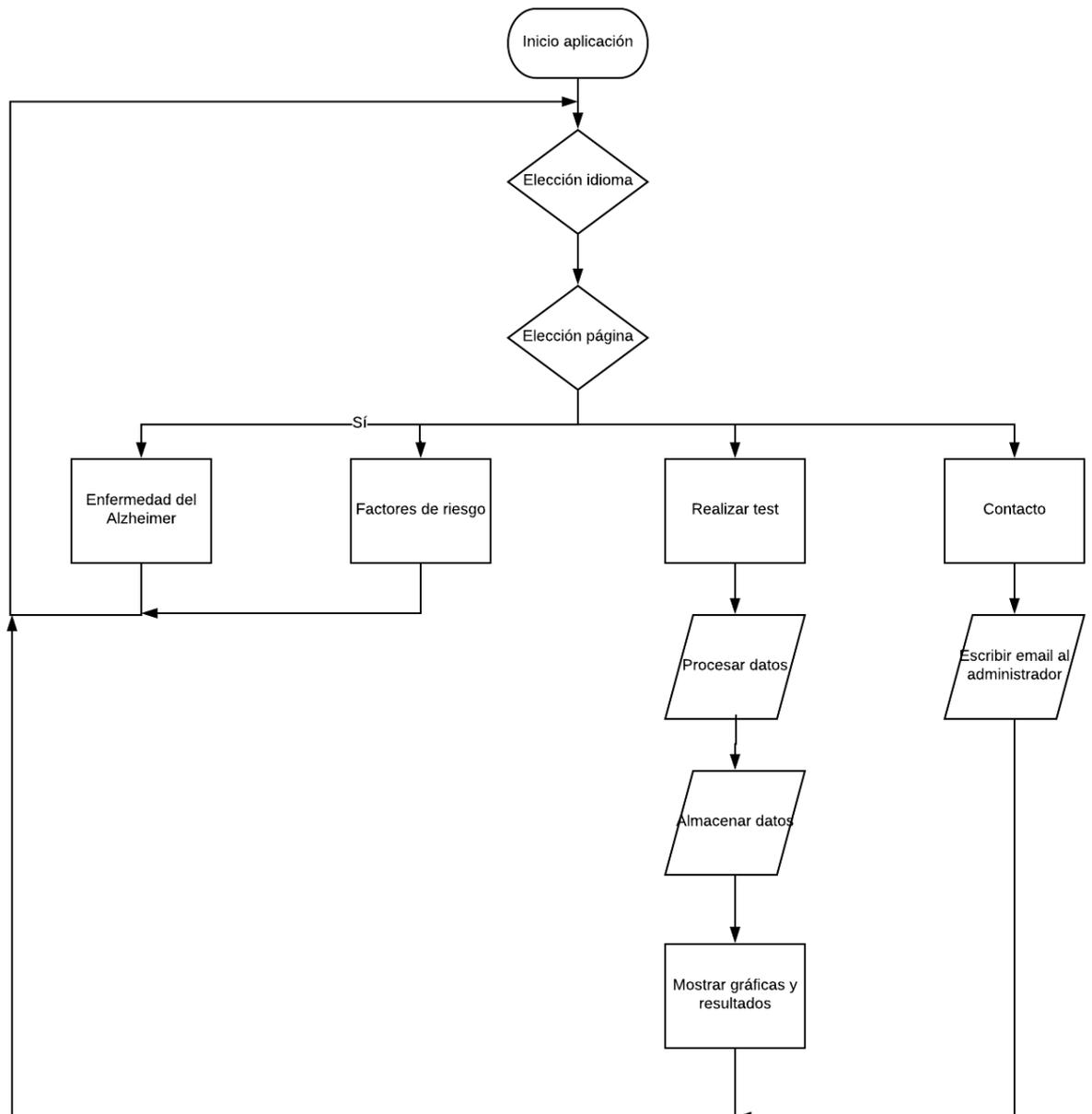


<b>Bloque 3. Metodología</b> .....	<b>41</b>
<b>Diagrama de flujo</b> .....	<b>43</b>
<b>Herramientas</b> .....	<b>44</b>
<b>Diseño de la aplicación</b> .....	<b>45</b>
<b>Desarrollo</b> .....	<b>47</b>
<i>Un proyecto en Android Studio</i> .....	47
<i>Necesidades de la aplicación</i> .....	51
<i>Implementación</i> .....	52



## Diagrama de flujo

Antes de generar el código fuente de la aplicación, se decidió la estructura que debía llevar de una forma simplificada tal y como se muestra en el siguiente diagrama de flujo:





## Herramientas

### Android Studio

Android Studio es el entorno de desarrollo oficial para la plataforma Android que se basa en IntelliJ IDEA. Fue anunciado en Mayo de 2013 por Google I/O, y reemplazó a Eclipse como IDE oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android.

Está disponible para plataformas Microsoft Windows, MacOS y GNU/Linux. Posee licencia Apache 2.0. Las características más destacables de esta herramienta son:

- Integración de ProGuard y funciones de firma de aplicaciones.
- Renderizado en tiempo real.
- Consola de desarrollador.
- Soporte de construcción basada en Gradle.
- Editor de diseño que permite al desarrollador arrastrar y soltar componentes de la interfaz de usuario.
- Herramientas Lint para detectar problemas de rendimiento, usabilidad, compatibilidad de versiones y otros problemas.
- Plantillas para crear diseños comunes de Android y otros componentes.
- Dispositivo virtual de Android para probar y ejecutar aplicaciones.

### Notepad++

Notepad++ es un editor de texto y de código fuente libre que permite escribir ficheros prácticamente en cualquier lenguaje de programación de uso actual. Se ha utilizado para crear ficheros PHP.

### XAMPP

XAMPP (X: cualquier sistema operativo; A: Apache; M: MariaDB/MySQL; P: PHP; P:Perl) es un servidor web de plataforma software libre que consiste en un sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes de lenguajes PHP y Perl. El programa se distribuye con la licencia GNU y actúa como servidor libre, fácil de usar y capaz de interpretar páginas dinámicas. Está disponible para plataformas Microsoft Windows, GNU/Linux, Solaris y MacOS.



## Diseño de la aplicación

La aplicación consta de varios módulos o actividades que son:

- Actividad principal
- ¿Qué es el Alzheimer?
- Factores de riesgo
- Realización del test
- Contacto

### Actividad principal

En la página principal de la aplicación se mostrarán los iconos identificativos para acceder al resto de actividades y también para elegir el idioma de uso, que en este caso serán: español, inglés y francés.

### ¿Qué es el Alzheimer?

Este módulo mostrará la historia de cómo fue descubierta la enfermedad del Alzheimer por el Dr. Alois Alzheimer. Además, se explicará también en qué consiste la enfermedad y como se llega a producir. Esto servirá para documentar al usuario sobre la enfermedad de Alzheimer.

### Factores de riesgo

En esta actividad se informará sobre los factores de riesgo. En primer lugar, se explica al usuario que son los factores de riesgo y cómo influyen en la enfermedad del Alzheimer. Después se nombran los factores de riesgo más influyentes tratados en esta aplicación y se informa de cómo actúan sobre la enfermedad. Estos factores son:

- ✓ Edad
- ✓ Sexo
- ✓ Factores genéticos
- ✓ Condiciones médicas (lesiones en la cabeza, síndrome de Down)
- ✓ Colesterol elevado e hipertensión
- ✓ Deficiencia de vitamina B
- ✓ Actividad mental y educación
- ✓ Entorno (factores medioambientales, virus y bacterias, etc.)

### Realización del test

Este módulo es el más importante en la aplicación. Es un cuestionario que consta de 13 preguntas que son:

- ✓ Edad
- ✓ Sexo
- ✓ Peso
- ✓ Altura



- ✓ ¿Usted tiene algún familiar de primer grado de Alzheimer?
- ✓ ¿Usted realiza ejercicio físico?
- ✓ ¿Ha sufrido usted algún traumatismo craneoencefálico?
- ✓ ¿Usted fuma con regularidad?
- ✓ ¿Usted bebe alcohol?
- ✓ ¿Realiza usted una dieta mediterránea?
- ✓ ¿Realiza usted una educación continua o realiza ejercicio mental?
- ✓ ¿Tiene usted 2 o más hermanos?
- ✓ ¿Tiene usted diabetes tipo 2?

Una vez contestadas estas preguntas, la aplicación devolverá los resultados del test. Aparecerá una gráfica en la que se mostrarán dichos resultados expuestos de forma lineal, comenzando por el riesgo de padecer Alzheimer actualmente y en los próximos 50 años. A parte de estos resultados, también se mostrará el IMC del usuario, acompañado de una serie de consejos para mejorar la salud del usuario y ayudar a prevenir o reducir el riesgo de poder llegar a padecer la enfermedad de Alzheimer.

### **Contacto**

Este módulo da la oportunidad al usuario de contactar con el desarrollador de la aplicación para preguntarle alguna cuestión en relación con la aplicación o con la enfermedad de Alzheimer. Para ello, la aplicación envía un email al desarrollador junto con el email del usuario.

## Desarrollo

### *Un proyecto Android en Android Studio*

#### Creación de un proyecto en Android Studio

Para crear un proyecto en Android Studio, hemos de pulsar en *Start a new Android Studio Project*.

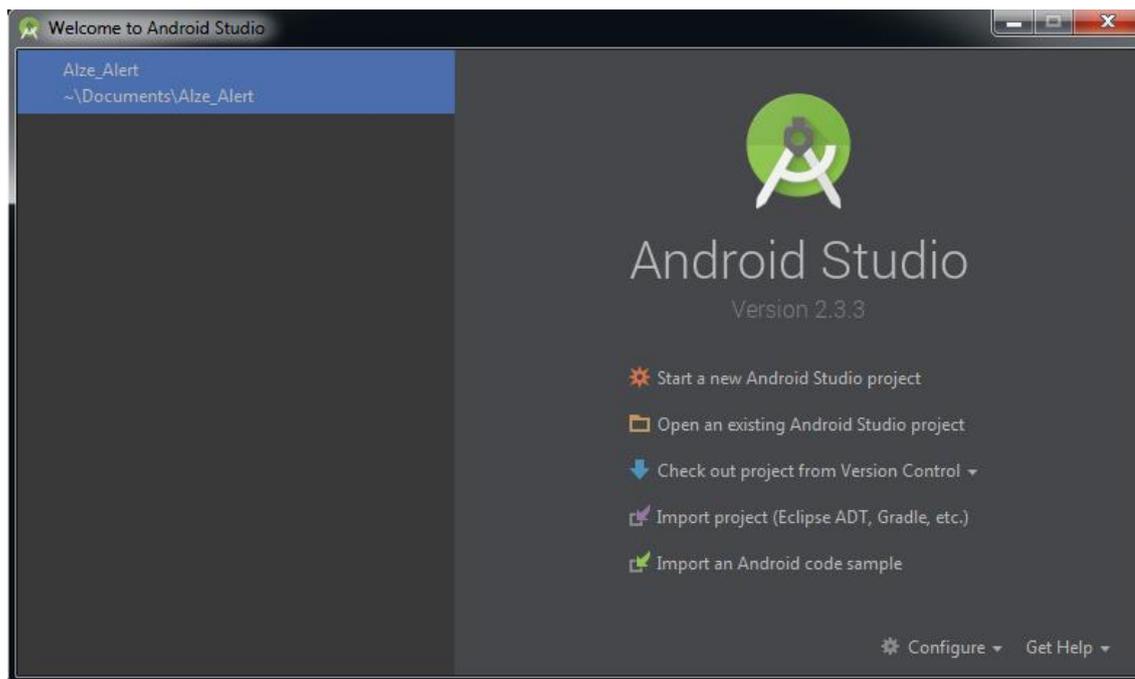


Ilustración 6. Pantalla de inicio de Android Studio

Después, saldrá una pantalla en la que nos pedirá que pongamos algún nombre al proyecto y también se podrá seleccionar la ubicación donde se almacenará.

En la siguiente pantalla, podremos elegir la API mínima para tablet y Smartphone. Para el caso de Alze Alert, abarcará desde la API 21 (Android 5.0) hasta la API 27 (Android 8.1), que es la última versión en aparecer.

El siguiente paso es elegir el tipo de Activity que queremos que tenga nuestra pantalla principal. Hay varios formatos a elegir dependiendo de lo que queremos que tenga la pantalla. Los más comunes son BasicActivity y EmptyActivity. El primero de ellos, tiene un FloatingActionButton, que es un botón al que se podrá dar el uso que requiera el desarrollador, y en el margen superior un botón de Settings, donde normalmente se pondrán los ajustes requeridos. Por el contrario el EmptyActivity, es la pantalla más básica de todas y no incluirá nada, ya que estará vacía.

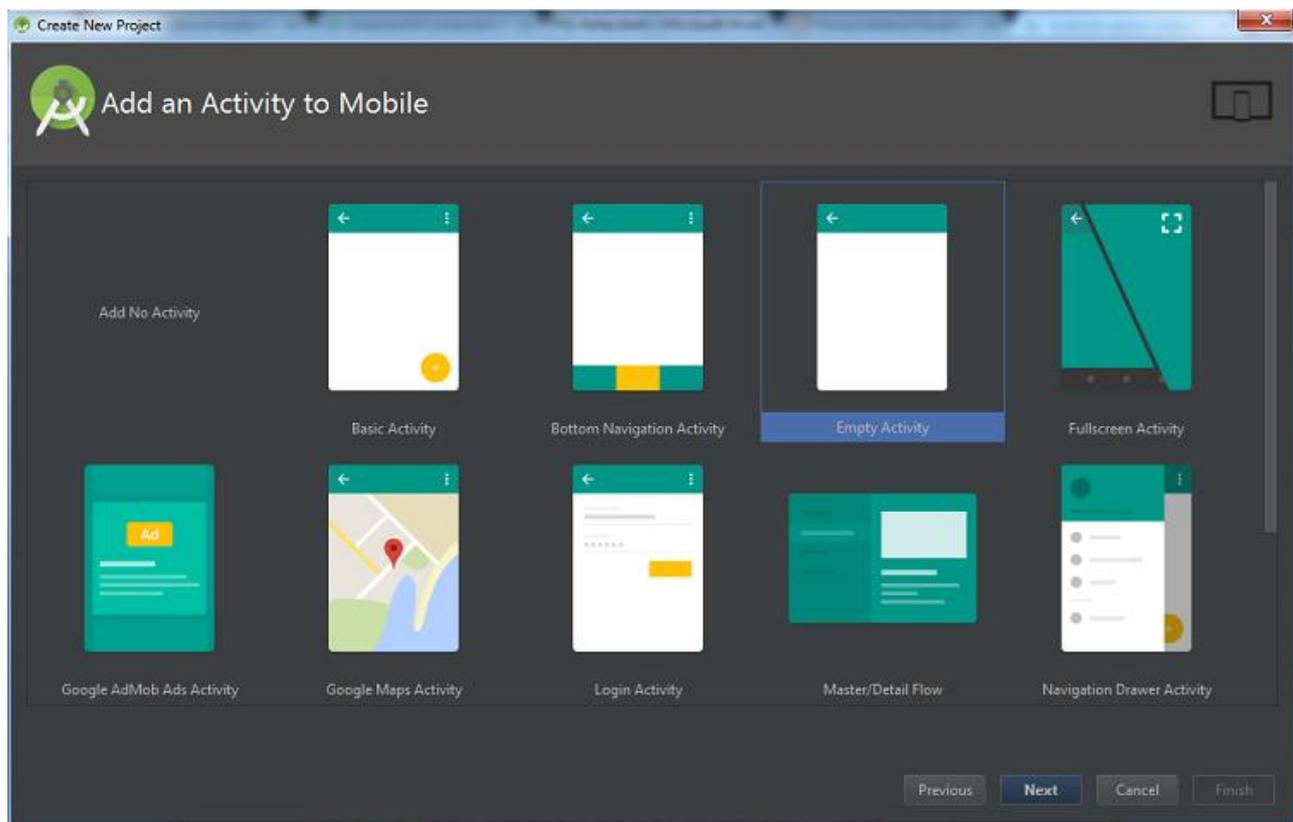


Ilustración 7. Tipos de Activities

Una vez elegida el tipo de Activity que se va a usar, lo siguiente es poner el nombre que va a tener la pantalla principal de la aplicación. Lo normal es nombrar a la pantalla principal `MainActivity`, y automáticamente se nombrará también al *layout* como `activity_main`.

Finalizados estos pasos, se ha creado el proyecto y ya está listo para empezar a programar.

## Componentes de una aplicación

### *Activity*

Es un componente de la aplicación que contiene una pantalla con la que los usuarios pueden interactuar para realizar una acción. A cada actividad se le asigna una pantalla en la que se puede dibujar su interfaz de usuario.

### *Service*

Son procesos que se ejecutan en segundo plano, sin necesidad de interactuar con el usuario. Pueden ser locales o remotos.

### *Intent*

Es un objeto que representa el deseo de realizar una acción. Se utiliza para comenzar actividades o arrancar servicios.



### *Broadcast Receiver*

Recibe anuncios de tipo *broadcast* y realizan acciones en consecuencia (batería baja, llamada entrante, etc).

### *Content Provider*

Mecanismo que permite a distintas aplicaciones compartir datos.

### *View*

Se denomina así a cada elemento que forma la interfaz gráfica:

- ✓ *Button, ImageButton, ToggleButton*: para mostrar cualquier tipo de botón.
- ✓ *TextView*: texto fijo.
- ✓ *EditText*: campo de texto editable.
- ✓ *CheckBox*: casilla para marcar con un *tick*.
- ✓ *Spinner*: lista desplegable en la que podemos seleccionar un elemento.
- ✓ *NumberPicker, DatePicker*: selector de números o fechas.
- ✓ *CalendarView*: selector de fecha con vista de un calendario. Sólo en versiones modernas.
- ✓ Otros

### *Layout*

Conjunto de vistas agrupadas en torno a una estructura:

- ✓ *LinearLayout*: estructura lineal, es decir, un elemento detrás de otro.
- ✓ *RelativeLayout*: estructura relativa. Permite especificar la posición de cada elemento de forma relativa a otro.
- ✓ *GridLayout*: estructura de filas y columnas. Cada elemento ocupa una de estas casillas.
- ✓ Otros

### *Fragment*

Es una porción de espacio dentro de una actividad que tiene un comportamiento independiente.

### *Menu*

Conjunto de opciones disponibles desde el botón habilitado para ello en los dispositivos o desde la barra de acciones (*ActionBar*) en las versiones más modernas.

## Estructura de un proyecto

Una vez creado el proyecto, podremos visualizar la estructura de directorios de la aplicación.

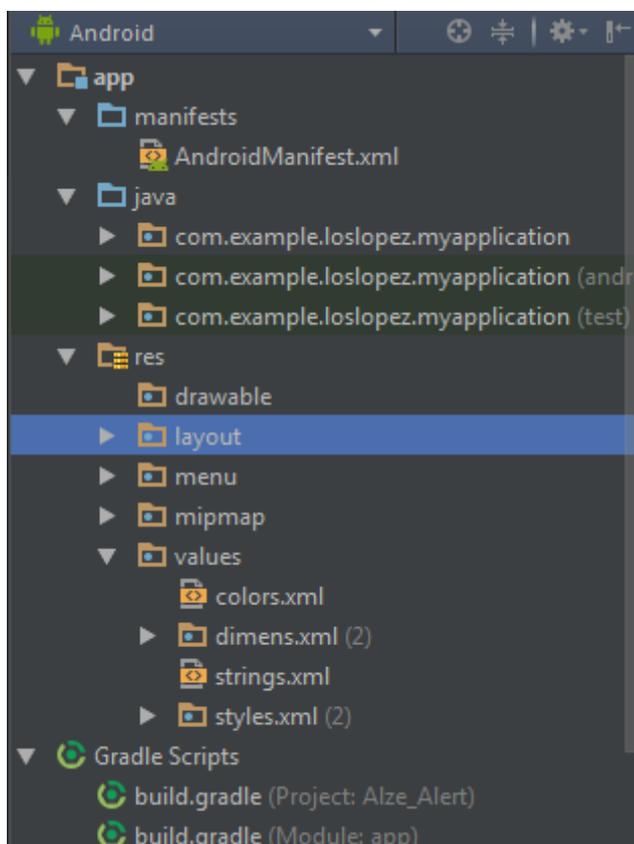


Ilustración 8. Estructura del proyecto

### *Manifest/*

Dentro se encuentra el archivo `AndroidManifest.xml`, que es el directorio raíz. Proporciona información esencial sobre la aplicación al sistema Android y describe las características de la aplicación y sus componentes. Desde el número de actividades, jerarquía de las mismas, los títulos, servicios que utiliza la aplicación, permisos que necesita tener habilitados para su funcionamiento, versiones soportadas, o librerías externas utilizadas.

### *java/*

Contiene todos los ficheros `.java` que forman la aplicación, almacenados en un conjunto de directorios según el nombre del paquete que los contiene.



res/

Contiene los recursos de la aplicación:

- ✓ **drawable:** es una carpeta que sirve para colocar todas las imágenes que se vayan a usar en la aplicación. Puede definir diferentes recursos dependiendo de la densidad y la resolución de la pantalla.
- ✓ **layout:** ficheros XML que describen la interfaz gráfica de cada actividad.
- ✓ **menu:** ficheros XML que describen las distintas opciones a mostrar en los menús.
- ✓ **mipmap:** carpeta donde se colocará el icono de la app. Al igual que en el caso de la carpeta **drawable**, se subdivide en varias subcarpetas dependiendo de la densidad de la pantalla.
- ✓ **values:** directorio donde se almacenan los ficheros XML que definen cadenas, tamaños, listas, temas, estilos o constantes.

*Gradle Scripts/*

Es un sistema de compilación que reúne en uno solo las mejores prestaciones de otros sistemas de compilación. Está basado en JVM (Java Virtual Machine), lo que significa que puedes escribir tu propio script en Java y que Android Studio lo entenderá, y lo ejecutará. Gradle es un plugin, lo que facilitará su exportación de un proyecto a otro, por lo que puedes tener tu propio lenguaje de programación y automatizar el proceso de compilación en un solo paquete.

*Necesidades de la aplicación*

### **Base de datos**

La aplicación debe almacenar todos los datos que se responden en el cuestionario y debido a ello es necesaria una base de datos SQL. Android posee varias librerías para la conexión y gestión de una base de datos. Para el caso de Alzhe Alert se ha usado la librería Volley, ya que en la actualidad es la más recomendada por la mayoría de desarrolladores. Esta opción solventa los problemas de preferencias, pues la cantidad de información puede crecer fácilmente con el uso de la aplicación, y del uso de ficheros, pues el uso de bases de datos sigue una serie de normas y directrices (impuestos por los propios métodos definidos en la librería de SQL para Android). Además, es beneficioso con el objetivo de aprender a administrar y utilizar bases de datos, ya que el uso de SQL está muy extendido.

### **Gráficas**

Android no dispone de ninguna biblioteca propia que proporcione herramientas para dibujar gráficas. Debido a ello, es necesario el uso de bibliotecas elaboradas por otros programadores. En este caso, he escogido *MPAndroidChart*, que permite mostrar de forma sencilla y personalizable conjuntos de datos en forma de gráficas. Entre sus principales características destaca que permite dibujar ejes de cualquier tipo y escala, dispone de multitud de gráficos, como son de barras, en forma de tarta, etc. También permite establecer leyendas y es de uso gratuito.



## Implementación

En el *build.gradle*, debemos añadir las librerías que vamos a utilizar para la aplicación. Esto consistirá en añadir unas líneas de código en la sección *dependencies*. Estas líneas son las siguientes:

```
compile 'com.android.volley:volley:1.1.0'
```

```
compile 'com.github.PhilJay:MPAndroidChart:v3.0.2'
```

La primera de ellas, hace referencia a la librería *Volley*, que es la que permite la conexión con la base de datos. La segunda hace referencia a la librería *MPAndroidChart*, que es la que forma la gráfica donde se muestran los resultados del test.

## AndroidManifest.xml

Este fichero es obligatorio para todas las aplicaciones ya que su importancia es vital. A continuación se muestra el contenido del mismo con su explicación.

En el primer fragmento de código, se especifica el nombre del paquete de la aplicación, que introducimos durante la creación del proyecto.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
package="com.example.loslopez.myapplication">
```

La siguiente línea de código hace referencia al permiso de Internet. Este es necesario para que la aplicación pueda conectarse a Internet y pueda enviar los datos del test a la base de datos.

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
```

Lo siguiente que se muestra es la información referente al icono, nombre y tema de la aplicación, además de las distintas actividades, servicios y proveedores de contenido.

```
<application
android:allowBackup="true"
android:icon="@mipmap/ic_launcher"
android:label="Alzhe Alert"
android:supportRtl="true"
android:theme="@style/AppTheme">
```

La primera pantalla con la que se iniciará la aplicación, será *MainActivity*. Para ello, debemos especificarlo añadiendo el `<intent-filter>`.

```
<activity
android:name=".MainActivity"
android:label="Alzhe Alert"
android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
<intent-filter>
<action android:name="android.intent.action.MAIN" />

<category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
</intent-filter>
</activity>
```

Lo siguiente que aparecerá en el *AndroidManifest*, serán las declaraciones de las diferentes actividades. Es necesario que estén todas presentes para que la aplicación funcione correctamente.

```
<activity
android:name=".GraficasActivity"
android:label="@string/title_activity_graficas"
android:theme="@style/AppTheme" />
```

Este es el ejemplo de la actividad que muestra las gráficas. La primera etiqueta, *android.name*, muestra el nombre que tiene la actividad. La segunda, *android.label*, es el atributo que permite seleccionar el título que se mostrará cuando la actividad aparezca en primer plano. Y por último, *android:theme*, es el atributo que indica que la actividad utiliza el tema especificado entre comillas, desarrollado en un fichero XML.

## Actividad principal

En la pantalla inicial se mostrará el logo de la aplicación juntos con los botones de los tres idiomas en los que está disponible la aplicación, y los diferentes botones de las pantallas a los que se darán acceso. Los ficheros que se encargarán de esta actividad son: *MainActivity.java* y *content\_main.xml*.

- *MainActivity.java*.

Lo único que se hace en esta actividad es asignar la funcionalidad a cada botón. Para ello primero se hace referencia al control asignado en la interfaz gráfica (*content\_main.xml*).

```
español = (ImageButton) findViewById(R.id.imageButton);
```

El siguiente paso es implementar la funcionalidad del botón. Para ello, se utilizará un intent, que lo que hará será indicar hacia qué actividad va dirigido el botón. Luego se iniciará la actividad para que se pueda realizar el intent. Y por último, se pondrá un *finish()*, esto será necesario si no quieres que una vez llegada a la siguiente pantalla tras pulsar el botón, no se vuelva hacia atrás, sino que al pulsarse el botón de atrás, la aplicación finalice. El código es el siguiente:

```
español.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
@Override
public void onClick(View es) {
//Creamos el intent
Intent intent = new Intent(MainActivity.this, InicioActivity.class);
//Iniciamos la actividad
startActivity(intent);
finish();
}
});
```

- *content\_main.xml*

En este archivo se incluirá todo lo que contiene la actividad principal y que se mostrará en pantalla. Todo está incluido en un *RelativeLayout*, en el que se establecen todos los márgenes que delimitan la pantalla, y el color de fondo.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RelativeLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:paddingBottom="@dimen/activity_vertical_margin"
android:paddingLeft="@dimen/activity_horizontal_margin"
android:paddingRight="@dimen/activity_horizontal_margin"
android:paddingTop="@dimen/activity_vertical_margin"
app:layout_behavior="@string/appbar_scrolling_view_behavior"
tools:context="com.example.loslopez.myapplication.InicioActivity"
android:background="#2fb9dc">
```

A continuación, se muestran unos cuantos *LinearLayout*, en los que se muestran las imágenes que aparecerán en pantalla. El primero de todos muestra el logo de la aplicación. El código para mostrar todas las imágenes de la actividad es muy similar y muy básico, lo único que cabría resaltar es la línea de código: *android:layout\_weight*. Lo que hace es asignar un peso a cada imagen en la pantalla, es decir, la cantidad que puede ocupar la imagen sin importar el tamaño del dispositivo desde el que se esté utilizando la aplicación. De esta manera, las imágenes de la aplicación no sufrirán cambios independientemente del dispositivo utilizado.

```
<LinearLayout
android:orientation="vertical"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:layout_alignParentTop="true"
android:layout_alignParentLeft="true"
android:layout_alignParentStart="true">

<LinearLayout
android:orientation="vertical"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignParentTop="true"
android:layout_alignParentLeft="true"
android:layout_alignParentStart="true"
android:id="@+id/linearLayout"
android:weightSum="1">

<ImageView
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:id="@+id/imageView"
android:background="@mipmap/baner"
android:contentDescription="@string/banner" />

</LinearLayout>

<LinearLayout
android:id="@+id/linearLayout5"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="25dp"
android:layout_below="@+id/linearLayout"
```



```
android:orientation="horizontal">

<ImageView
android:id="@+id/imageView12"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:background="#2fb9dc" />

</LinearLayout>

<LinearLayout
android:id="@+id/linearLayout2"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="0dp"
android:layout_weight="0.87"
android:orientation="horizontal">

<ImageView
android:id="@+id/imageView4"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="0.75"
android:background="#2fb9dc" />

<ImageButton
android:id="@+id/imageButton"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="1.25"
android:background="@mipmap/espana" />

<ImageView
android:id="@+id/imageView2"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="0.75"
android:background="#2fb9dc" />

<ImageButton
android:id="@+id/imageButton2"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="1.25"
android:background="@mipmap/francia" />

<ImageView
android:id="@+id/imageView3"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="0.75"
android:background="#2fb9dc" />

<ImageButton
android:id="@+id/imageButton3"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="1.25"
android:background="@mipmap/inglaterra" />
```



```
<ImageView
android:id="@+id/imageView5"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="0.75"
android:background="#2fb9dc" />

</LinearLayout>

<LinearLayout
android:orientation="horizontal"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="25dp"
android:layout_below="@+id/linearLayout"
android:id="@+id/linearLayout6">

<ImageView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:id="@+id/imageView11"
android:background="#2fb9dc" />

</LinearLayout>

<LinearLayout
android:orientation="horizontal"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="0dp"
android:layout_weight="1.26"
android:id="@+id/linearLayout3">

<Button
android:id="@+id/button"
style="?android:attr/buttonStyleSmall"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="match_parent"
android:layout_weight="5"
android:background="#2a639f"
android:text="@string/texto1"
android:textColor="#ffffff"
android:textSize="15sp"
android:textStyle="normal" />

<ImageView
android:id="@+id/imageView7"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="match_parent"
android:layout_weight="2"
android:background="#2fb9dc" />

<Button
style="?android:attr/buttonStyleSmall"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="match_parent"
android:layout_weight="5"
android:text="@string/texto2"
android:id="@+id/button2"
android:background="#2a639f"
```



```
android:textColor="#ffffff"
android:textStyle="normal"
android:textSize="15sp" />

</LinearLayout>

<ImageView
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="30dp"
android:id="@+id/imageView9"
android:background="#2fb9dc" />

<LinearLayout
android:orientation="horizontal"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="0dp"
android:layout_weight="1.26"
android:id="@+id/linearLayout4">

<Button
style="?android:attr/buttonStyleSmall"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="match_parent"
android:layout_weight="5"
android:text="@string/texto3"
android:id="@+id/button3"
android:background="#2a639f"
android:textColor="#ffffff"
android:textStyle="normal"
android:textSize="15sp" />

<ImageView
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="match_parent"
android:layout_weight="2"
android:id="@+id/imageView8"
android:background="#2fb9dc" />

<Button
style="?android:attr/buttonStyleSmall"
android:layout_width="0dp"
android:layout_height="match_parent"
android:layout_weight="5"
android:text="@string/texto4"
android:id="@+id/button4"
android:background="#2a639f"
android:textColor="#ffffff"
android:textStyle="normal"
android:textSize="15sp" />

</LinearLayout>

</LinearLayout>

</RelativeLayout>
```

## Actividad de inicio y Factores de Riesgo

Ambas actividades tienen un formato idéntico. Lo único que varía en cada una de ellas es el texto mostrado en la pantalla.

En la actividad de inicio, se muestra una breve explicación de que es el Alzheimer y como se descubrió la enfermedad. En cambio, la actividad de factores de riesgo, se muestra una explicación de que es un factor de riesgo y cómo puede afectar a una enfermedad, y también cuales son los factores de riesgo para la enfermedad del Alzheimer.

La lógica de ambos archivos (*InicioActivity.java* y *FactRiesgoActivity.java*) es la misma. Ya que lo único que se hace, al igual que en la actividad principal, es asignar la funcionalidad de cada botón. Cabe decir, que todas las actividades de la aplicación seguirán mostrando los mismos botones para poder cambiar de actividad o de idioma en el que usar la aplicación.

En cambio, en cuanto a la interfaz gráfica (*content\_inicio.xml* y *content\_fact\_riesgo.xml*), el diseño es prácticamente igual que en la actividad principal. Lo único que las diferencia es la inclusión del texto de cada actividad y de una barra que permite subir y bajar la aplicación deslizando el dedo. Esta barra se consigue con la siguiente línea de código:

```
<ScrollView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:id="@+id/scrollView"
android:layout_alignParentLeft="true"
android:layout_alignParentStart="true"
android:layout_alignParentBottom="true"
android:layout_below="@+id/linearLayout">
```

Es necesario utilizarlo para poder mostrar todo el contenido de la pantalla. Como podemos ver en el código los márgenes se ajustan con *wrap\_content*, lo que significa que la barra se va a mostrar lo suficientemente grande como para mostrar todo su contenido.

## Realización del test

Como ya he mencionado anteriormente, todas las pantallas de la aplicación tendrán el logo de la aplicación en sus pantallas y los distintos botones para cambiar de pantalla o idioma. Por lo tanto, en esta pantalla, lo único que cambiará será la sustitución del texto que había en las anteriores pantallas por las preguntas del cuestionario.

- *content\_test.xml*

Comenzaremos hablando de la parte de la interfaz gráfica. Todas las preguntas estarán incluidas junto a los botones en la barra (scrollview) mencionada anteriormente. Cada pregunta estará dentro de un *LinearLayout* colocado de manera horizontal, para que se puedan poner uno sobre otro sin ocupar el mismo espacio. Todas las preguntas se muestran a través de un *TextView*, lo que cambiará será el objeto donde deberá responder el usuario.

Para las preguntas sobre la edad, el peso y la altura, se ha utilizado un *EditText*, esto es una caja que se podrá rellenar. En este caso, solo se podrá rellenar con números. Si el usuario intenta introducir otro tipo de caracteres, no se mostrarán en pantalla.



```
<LinearLayout
android:orientation="horizontal"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">

<TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"
android:text="Edad:"
android:id="@+id/textView2"
android:textStyle="bold|normal"
android:textColor="#000000" />

<EditText
android:layout_width="50dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:id="@+id/editText"
android:background="#ffffff"
android:digits="0123456789" />

<TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceSmall"
android:text="años."
android:id="@+id/textView3"
android:textColor="#000000"
android:textStyle="normal" />

</LinearLayout>
```

Para responder al sexo, se ha empleado un *RadioGroup* que contiene un *RadioButton*. Esto será un botón de opción donde se marcarán una de las dos opciones disponibles (hombre y mujer).

```
<LinearLayout
android:orientation="horizontal"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">

<TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"
android:text="Sexo:"
android:id="@+id/textView4"
android:textStyle="bold|normal"
android:textColor="#000000" />

<RadioGroup
android:id="@+id/GrdGrupo1"
android:orientation="horizontal"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content">
<RadioButton
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
```

```
android:text="@string/Hombre"
android:id="@+id/radioButton" />

<RadioButton
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="@string/Mujer"
android:id="@+id/radioButton2" />
</RadioGroup>

</LinearLayout>
```

Por último, el resto de preguntas utilizarán *spinners*. Esto muestra una lista desplegable con las opciones que se pueden elegir.

```
<Spinner
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:id="@+id/spinner1"
android:prompt="@string/lista1"
android:entries="@array/Opciones1"/>
```

Como podemos observar, en la línea de código `android:prompt="@string/lista1"`, indicará a que lista tendrá que acudir la aplicación para mostrar correctamente las opciones a elegir por el usuario. Esta lista de opciones está dentro de la carpeta `strings.xml`, que a su vez es contenida por la carpeta `values`. Lo que contiene este archivo es lo siguiente:

```
<string name="lista1">Opciones1</string>
<string-array name="Opciones1">
<item>No</item>
<item>Si</item>
</string-array>
```

Este archivo incluye además de todas las listas que hay en los distintos idiomas del cuestionario, el nombre de todos los botones de la aplicación y el título de las actividades.

```
<string name="texto1">¿Qué es el alzheimer?</string>
<string name="texto2">Factores de riesgo</string>
<string name="texto3">Realizar el Test</string>
<string name="texto4">Contacto</string>
<string name="texto5">What is alzheimer's?</string>
<string name="texto6">Risk Factors</string>
<string name="texto7">Make test</string>
<string name="texto8">Contact us</string>
<string name="texto9">Qu'est-ce Alzheimer?</string>
<string name="texto10">Facteurs de risque</string>
<string name="texto11">Faites le test</string>
<string name="texto12">Contacter</string>
<string name="title_activity_fact_riesgo">FactRiesgoActivity</string>
<string name="title_activity_test">TestActivity</string>
<string name="title_activity_inicio_en">Inicio_en</string>
<string name="title_activity_inicio_fr">Inicio_fr</string>
<string name="title_activity_en_inicio">EnInicioActivity</string>
<string name="title_activity_fr_inicio">FrInicioActivity</string>
<string name="title_activity_en_fact_riesgo">EnFactRiesgoActivity</string>
<string name="title_activity_fr_fact_riesgo">FrFactRiesgoActivity</string>
```

```
<string name="title_activity_en_test">EnTestActivity</string>  
<string name="title_activity_fr_test">FrTestActivity</string>
```

- TestActivity.java

En este archivo, se asignará la función de cada elemento del cuestionario mostrado anteriormente y se hará la conexión con la base de datos.

Para el caso de los *EditText*, lo único que se hace es recoger el valor introducido por el usuario mediante el método *getText*.

```
edad.getText();
```

En cambio, para el *RadioButton*, primero se desmarcan las opciones ya que es lo más recomendado para que no haya problemas, y luego se marca una opción por defecto, en mi caso marco la opción hombre por defecto. Después, mediante un *switch case*, se marcará la opción elegida por el usuario y se asignará ese valor a la variable *sexo*, que es la que se enviará a la base de datos.

```
rg.clearCheck();//Desmarca todas las opciones  
rg.check(R.id.radioButton);//Marca la opción Hombre por defecto  
sexo = "Hombre";  
//Para saber cuando se pulsa cada uno de los botones  
View.OnClickListener list = new View.OnClickListener() {  
    @Override  
    public void onClick(View view) {  
        switch (view.getId()) {  
            case R.id.radioButton:  
                sexo = "Hombre"; //Asigno valor a sexo  
                break;  
            case R.id.radioButton2:  
                sexo = "Mujer"; //Asigno valor a sexo  
                break;  
        }  
    }  
};
```

Por último, queda asignar la función a los *spinners*, esta se realizará recogiendo el valor marcado por el usuario de la lista desplegable de la siguiente manera:

```
historia.setOnItemSelectedListener(new AdapterView.OnItemSelectedListener() {  
    @Override  
    public void onItemSelected(AdapterView<?> parent, View view, int position,  
    long id) {  
        historia.getSelectedItem(); //Asigno valor a historia  
    }  
    @Override  
    public void onNothingSelected(AdapterView<?> parent) {  
    }  
});
```

El formulario tendrá dos botones, que serán enviar y restablecer. Si se pulsa el botón de restablecer, todo el formulario quedará vacío para que sea rellenado nuevamente. En cambio, si

se pulsa el botón enviar, se enviará el formulario a la base de datos para que devuelva los resultados. Si el formulario no ha sido rellenado correctamente o falta algún dato por insertar, aparecerá un mensaje avisando al usuario del error.

```
enviar.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
@Override
public void onClick(View v) {
//TODO Autogenerated method stub
if (!edad.getText().toString().trim().equalsIgnoreCase("") &&
!peso.getText().toString().trim().equalsIgnoreCase("") &&
!altura.getText().toString().trim().equalsIgnoreCase("")
) {

String enviar =
"http://192.168.0.12:80/resultados.php?edad="+edad.getText()+"&sexo="+sexo+"&
peso="+peso.getText()+"&altura="+altura.getText()+"&historia="+historia.getSe
lectedItem()+"&ejercicio="+ejercicio.getSelectedItem()+"&trauma="+trauma.getS
electedItem()+"&tabaco="+tabaco.getSelectedItem()+"&alcohol="+alcohol.getSelec
tedItem()+"&dieta="+dieta.getSelectedItem()+"&educacion="+educacion.getSelec
tedItem()+"&familia="+familia.getSelectedItem()+"&diabetes="+diabetes.getSelec
tedItem();
EnviarDatos (enviar);

//Creamos el intent
Intent intent = new Intent(TestActivity.this, GraficasActivity.class);
//Iniciamos la actividad
startActivity(intent);
finish();
} else {
Toast.makeText(TestActivity.this, "Hay información por rellenar",
Toast.LENGTH_LONG).show();
}
}
});
```

Si el formulario ha sido rellenado correctamente, se enviará a la función *EnviarDatos*, la url donde se encuentra la base de datos. En esta función, se hará uso de la librería Volley. En ella se asigna que el método de recepción del PHP que hace de enlace entre la aplicación y la base de datos, es un método GET. Si la conexión con la base de datos es correcta, se enviará una respuesta a la aplicación que será mostrada mediante un mensaje (Test enviado). En cambio, si la conexión es errónea, el mensaje será de error (Error de conexión). Todos los datos serán enviados mediante una cadena.

```
public void EnviarDatos(String URL) {

RequestQueue queue = Volley.newRequestQueue(this);
StringRequest stringRequest = new StringRequest(Request.Method.GET, URL, new
Response.Listener<String>() {
@Override
public void onResponse(String response) {

Toast.makeText(TestActivity.this, "Test enviado"+response,
Toast.LENGTH_LONG).show();
}
}, new Response.ErrorListener() {
@Override
public void onErrorResponse(VolleyError error) {
```

```
        Toast.makeText(TestActivity.this, "Error de
conexion"+error.getMessage(), Toast.LENGTH_LONG).show();
    }
    });
    queue.add(stringRequest);
}
```

## Base de datos

- resultados.php

Si la conexión ha sido exitosa, el siguiente paso será llegar al PHP que está en nuestra base de datos. En este, se recogen los datos recibidos desde la aplicación mediante el método GET, y se realizan los cálculos necesarios para mostrar los resultados del test. Estos cálculos se realizarán mediante varios bucles *if...else* y *for*.

```
$simc = $peso/($altura/100*$altura/100);

if($educacion == "Si")
{
    $edades = $edad-4; //Reduce los síntomas en 4 años
}
else
{
    $edades = $edad;
}

for($i=0; $i<10; $i++) //Aplicación de la fórmula durante los 10 valores
{
    if($edades>60)
    {
        if($edades>65)
        {
            if($edades>70)
            {
                if($edades>75)
                {
                    if($edades>80)
                    {
                        if($edades>85)
                        {
                            if($edades>90)
                            {
                                if($historia == "No")
                                {
                                    $dato[$i]=$( $edades*0.042372)+60-
                                }
                                else
                                {

```

1.5;



$\$dato[\$i]=(\$sedades*0.042372)+60+30-1.5;$  //Hay que restar la diferencia de 0.04237 y los años desde que superaron los 60

1.05;

$\$dato[\$i]=(\$sedades*0.042372)+32+16-1.05;$

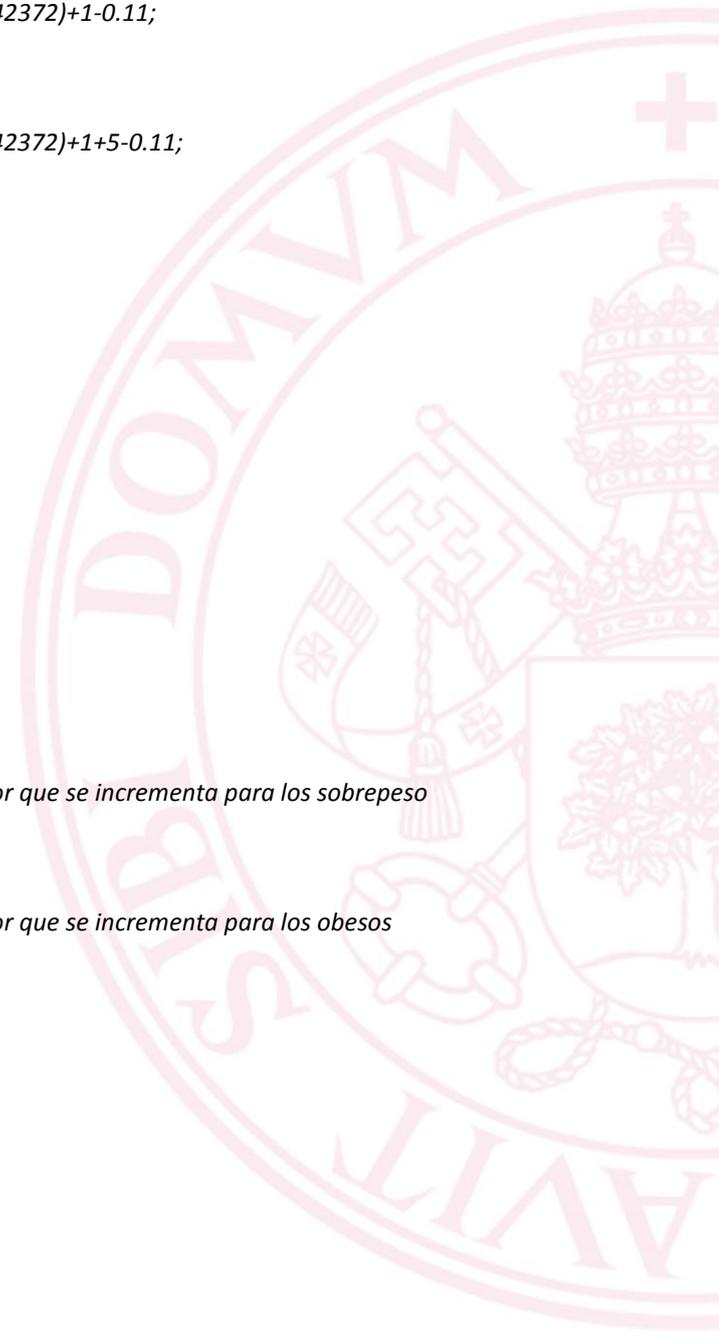
```

    }
  }
  else //85-90
  {
    if($historia == "No")
    {
      $dato[$i]=($sedades*0.042372)+32-
    }
    else
    {
      }
    }
  }
  else //80-85
  {
    if($historia == "No")
    {
      $dato[$i]=($sedades*0.042372)+16-0.84;
    }
    else
    {
      $dato[$i]=($sedades*0.042372)+16+16-0.84;
    }
  }
}
else //75-80
{
  if($historia == "No")
  {
    $dato[$i]=($sedades*0.042372)+8-0.64;
  }
  else
  {
    $dato[$i]=($sedades*0.042372)+8+16-0.64;
  }
}
}
else //70-75
{
  if($historia == "No")
  {
    $dato[$i]=($sedades*0.042372)+4-0.4;
  }
  else
  {
    $dato[$i]=($sedades*0.042372)+4+16-0.4;
  }
}
}
}

```



```
else //65-70
{
    if($historia == "No")
    {
        $dato[$i]=($sedades*0.042372)+2-0.21;
    }
    else
    {
        $dato[$i]=($sedades*0.042372)+2+5-0.21;
    }
}
}
else //60-65
{
    if($historia == "No")
    {
        $dato[$i]=($sedades*0.042372)+1-0.11;
    }
    else
    {
        $dato[$i]=($sedades*0.042372)+1+5-0.11;
    }
}
}
else //Menor de 60 años
{
    if($historia == "No")
    {
        $dato[$i]=$sedades*0.042372;
    }
    else
    {
        $dato[$i]=($sedades*0.042372);
        $dato[$i]=$dato[$i]*1.2;
    }
}
if($edad_actual>21 && $edad_actual<60)
{
    if($imc>24 && $imc<31)
    {
        $dato[$i]=$dato[$i]+1.35; //Factor que se incrementa para los sobrepeso
    }
    else if($imc>30)
    {
        $dato[$i]=$dato[$i]+2.09; //Factor que se incrementa para los obesos
    }
    else
    {
        $dato[$i]=$dato[$i];
    }
}
}
else
{
    $dato[$i]=$dato[$i];
}
}
```





```
if($sexo == "Hombre")
{
    $dato[$i]=$dato[$i];
}
else
{
    $dato[$i]=$dato[$i]*1.22; //Factor que se incrementa para las mujeres
}
if($trauma == "Si")
{
    $dato_trauma=$dato[$i]*0.4; //40% de los afectados tiene el apoe4
    $dato[$i]=$dato[$i]+$dato_trauma; //Factor se incrementa
}
else
{
    $dato[$i]=$dato[$i]; //Factor se queda igual
}
if($ejercicio == "No")
{
    $dato[$i]=$dato[$i]; //Factor se queda igual
}
else
{
    $factorresta=0.32*$dato[$i];
    $dato[$i]=$dato[$i]-$factorresta;
}
if($tabaco == "Si")
{
    $dato[$i]=$dato[$i]*0.60*1.45; //Se incrementa el 60% de las personas sin apoe4 y el 45% que
aumenta el tabaco
}
else
{
    $dato [$i]=$dato[$i]; // Factor se queda igual
}
if($alcohol == "Si, menos de 6 bebidas/semana")
{
    $dato[$i]=$dato[$i]*0.54;
}
if($alcohol == "Si, mas de 14 bebidas/semana")
{
    $dato[$i]=$dato[$i]*1.22;
}
if($alcohol == "No")
{
    $dato[$i]=$dato[$i]; //Factor se queda igual
}
if($dieta == "No")
{
    $dato[$i]=$dato[$i]; //Factor se queda igual
}
if($dieta == "Aproximadamente");
{
    $dato[$i]=$dato[$i]*0.95; //Factor se disminuye un 5%
}
}
```



```
if($dieta == "Si")
{
    $dato[$i]=$dato[$i]*0.90; //Factor se disminuye un 10%
}
if($familia == "Si")
{
    $dato[$i]=$dato[$i]*1.08; // Se incrementa el 8% en familias numerosas
}
else
{
    $dato[$i]=$dato[$i]; //Factor se queda igual
}

if($edades>60)
{
    if($diabetes == "Si")
    {
        $dato[$i]=$dato[$i]*1.31; //Factor incremente para los diabéticos
    }
    else
    {
        $dato[$i]=$dato[$i];
    }
}
else
{
    $dato[$i]=$dato[$i];
}

$edades=$edades+5;
if($dato[$i]>99)
{
    $dato[$i]==99;
}
else
{
    $dato[$i]=$dato[$i];
}
}
```

Una vez realizados los cálculos, se redondean los números decimales mediante la función *round*, y se establece la conexión a la base de datos, mediante la sentencia *mysql*, para que posteriormente estos datos sean insertados en la tabla llamada “estadísticas” que está en nuestra base de datos. Con la sentencia *mysql*, se establece la conexión y para ello, se envían los datos necesarios que solicita la base de datos. Estos datos son el nombre del host (hostname\_localhost), el usuario de la base de datos (usermane\_localhost), la contraseña para acceder (password\_localhost) y el nombre de la base de datos (database\_localhost). Si los datos son correctos, se envía un mensaje informando de que los datos se almacenaron en la base de datos, en cambio, si no, se enviará un mensaje de error de conexión.

```
$v0=round($dato[0],2);
$v1=round($dato[1],2);
$v2=round($dato[2],2);
```



```
$v3=round($dato[3],2);
$v4=round($dato[4],2);
$v5=round($dato[5],2);
$v6=round($dato[6],2);
$v7=round($dato[7],2);
$v8=round($dato[8],2);
$v9=round($dato[9],2);
$imc2=round($imc,2);
$id idioma= 'Español';

$hostname_localhost = "localhost";
$username_localhost = "root";
$password_localhost = "";
$databse_localhost = "alzhe_alert";

//Creo la conexión

$localhost = new mysqli ($hostname_localhost, $username_localhost, $password_localhost,
$databse_localhost);

//Revisar conexión

if($localhost->connect_error){
    die(" . Conexión fallida: " . $localhost->connect_error);
}

$sql = "INSERT INTO estadisticas VALUES(" . now(), '$idioma', '$sexo', '$edad', '$peso', '$trauma', '$altura',
'$imc2', '$historia', '$ejercicio', '$tabaco', '$alcohol', '$dieta', '$educacion', '$familia', '$diabetes', '$v0', '$v1', '$v2',
'$v3', '$v4', '$v5', '$v6', '$v7', '$v8', '$v9)";

if($localhost->query($sql)===TRUE){
    echo " . Se almaceno en la BD";
} else{
    echo " . Error: " . $sql."<br>".$localhost->error;
}

$localhost->close();
```

- consulta.php

En este archivo PHP, lo que se realiza es una nueva conexión a la base de datos para recoger los datos que se insertaron por el usuario y que se envíen a la siguiente pantalla de la aplicación que sería *GraficasActivity.java*. El método de conexión es idéntico al de *resultados.php*, lo único que cabe destacar es la forma de seleccionar los datos que queremos representar en la pantalla de gráficas. Esto se realiza mediante *ORDER BY persona DESC limit 1*, lo que significa que los datos que va a recoger de la base de datos, son los últimos almacenados en ella, es decir, los que ha insertado la persona que acaba de realizar el test. Esto es debido a que cuando introducimos los datos en la base de datos, hay un campo que se llama ID que tiene una función autoincrementable, y si no hiciéramos este paso, siempre recogería el primer campo de la base de datos.

```
$sql = "SELECT Edad, IMC, Dato0, Dato1, Dato2, Dato3, Dato4, Dato5, Dato6, Dato7, Dato8, Dato9 FROM
`estadisticas` ORDER BY persona DESC limit 1";
```

## Resultados del test

- GraficasActivity.java

En esta actividad, se hará una conexión con la base de datos al igual que en *TestActivity.java*. La conexión se hará de manera idéntica mediante una función, que en este caso se llamará *RecibirDatos*, ya que en este caso es lo que queremos recibir los datos de la base de datos.

A esta función le enviamos la url a la que queremos acceder, y es la url donde se encuentra nuestro archivo PHP *consultar.php*. Utilizamos el mismo procedimiento que antes, utilizando las sentencias de la librería *Volley*, y recogemos los datos mediante el método GET.

Los datos enviados por la base de datos, tienen forma de array, por lo tanto utilizamos la sentencia JSON, que es un formato ligero de intercambio de datos. Por lo que creamos un *JSONArray* para almacenar todos esos datos y los recogemos mediante la sentencia *JSONObject*. Para utilizar *JSONObject* es necesario indicar la posición que va a ocupar el objeto dentro del array. Como en este caso solo recogemos los datos de la última persona de la base de datos, todos estos datos irán en la posición 0 del array.

```
JSONArray ja = new JSONArray(response);
//OBTENEMOS LOS DATOS QUE DEVUELVE EL SERVIDOR
Edad = ja.getJSONObject(0).getInt("Edad");
int Edad1 = Edad+5;
int Edad2 = Edad+10;
int Edad3 = Edad+15;
int Edad4 = Edad+20;
int Edad5 = Edad+25;
int Edad6 = Edad+30;
int Edad7 = Edad+35;
int Edad8 = Edad+40;
int Edad9 = Edad+45;
int Edad10 = Edad+50;
String edad, edad1, edad2, edad3, edad4, edad5, edad6, edad7, edad8, edad9,
edad10;
edad = String.valueOf(Edad); //Convierto de int a String para poder manejar
el arrayList
edad1 = String.valueOf(Edad1);
edad2 = String.valueOf(Edad2);
edad3 = String.valueOf(Edad3);
edad4 = String.valueOf(Edad4);
edad5 = String.valueOf(Edad5);
edad6 = String.valueOf(Edad6);
edad7 = String.valueOf(Edad7);
edad8 = String.valueOf(Edad8);
edad9 = String.valueOf(Edad9);
edad99 = String.valueOf(Edad99);

String imc = ja.getJSONObject(0).getString("IMC");
String dato0 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato0");
Float dato00 = Float.parseFloat(dato0);
String dato1 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato1");
Float dato01 = Float.parseFloat(dato1);
String dato2 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato2");
Float dato02 = Float.parseFloat(dato2);
```

```
String dato3 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato3");
Float dato03 = Float.parseFloat(dato3);
String dato4 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato4");
Float dato04 = Float.parseFloat(dato4);
String dato5 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato5");
Float dato05 = Float.parseFloat(dato5);
String dato6 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato6");
Float dato06 = Float.parseFloat(dato6);
String dato7 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato7");
Float dato07 = Float.parseFloat(dato7);
String dato8 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato8");
Float dato08 = Float.parseFloat(dato8);
String dato9 = ja.getJSONObject(0).getString("Dato9");
Float dato09 = Float.parseFloat(dato9);
```

Como se puede observar en la imagen, utilizo distintas edades, esto es, porque en el eje X de la gráfica quiero que aparezca desde la edad actual del usuario, hasta la edad dentro de 50 años en intervalos de 5 en 5. Hago una conversión de *int* a *string* de la misma, para poder manejar el *ArrayList* que utilizaré más tarde con la gráfica. Hago lo mismo con el resto de datos que van a ser representados en la gráfica, pero esta vez, el cambio es de *string* a *float*. Estos datos, son el riesgo del usuario de padecer Alzheimer en cada intervalo de años mencionado anteriormente.

El resto de datos obtenidos, serán concatenados con unos textos. En ellos se mostrarán el riesgo de padecer Alzheimer actualmente (*AlzhActual*), en los próximos 50 años (*AlzhFuturo*) y el IMC del usuario (*IMC*).

```
String texto1 = AlzhActual.getText().toString();
String texto2 = AlzhFuturo.getText().toString();
String texto3 = IMC.getText().toString();
texto1 += dato0;
texto1 += "%";
texto2 += dato9; //Descubrir porque se sale la app
texto2 += "%";
texto3 += imc;
AlzhActual.setText(texto1);
AlzhFuturo.setText(texto2);
IMC.setText(texto3);
```

Como mencioné anteriormente, utilizo un *ArrayList* para colocar los datos en la posición equivalente relacionada con los intervalos de edad del usuario.

```
//Array con los datos que se van a representar en la gráfica
LineData d= new LineData();
ArrayList<Entry> entries= new ArrayList<>();
entries.add(new Entry(0, dato00));
entries.add(new Entry(10, dato00));
entries.add(new Entry(20, dato01));
entries.add(new Entry(30, dato02));
entries.add(new Entry(40, dato03));
entries.add(new Entry(50, dato04));
entries.add(new Entry(60, dato05));
entries.add(new Entry(70, dato06));
entries.add(new Entry(80, dato07));
entries.add(new Entry(90, dato08));
entries.add(new Entry(100, dato09));
```



Las siguientes líneas de código, muestran la leyenda que atribuyo a la línea de datos que será representada en la gráfica, a esta la llamo “Mi Riesgo”, ya que es el riesgo del usuario para padecer la enfermedad del Alzheimer. También, indico del color que quiero que sea, y la dependencia. Por último, añado todas esas sentencias al *LineData d*, ya que serán los datos representados.

```
LineDataSet set= new LineDataSet(entries, "Mi Riesgo");
set.setColors(Color.BLUE);
set.setLineWidth(1f);
set.setAxisDependency(YAxis.AxisDependency.LEFT);
set.setDrawValues(false);
d.addDataSet(set);
```

Lo siguiente que hago, es asignar un título a la gráfica, “Riesgo de Alzheimer” y le añado un grid para que sea más fácil verla. También indico como quiero que sea representada las leyendas de la misma y las posiciones de los ejes. Por último, mediante la sentencia *plot*, represento los datos en la gráfica.

```
plot.getDescription().setText("Riesgo de Alzheimer"); //Descripción de la
gráfica
plot.setDrawGridBackground(true); //Pongo un grid de fondo

//Orientación de la leyenda de la gráfica
Legend l = plot.getLegend();
l.setWordWrapEnabled(true);
l.setVerticalAlignment(Legend.LegendVerticalAlignment.BOTTOM);
l.setHorizontalAlignment(Legend.LegendHorizontalAlignment.CENTER);
l.setOrientation(Legend.LegendOrientation.VERTICAL);

//Marco la posición de los ejes a la izquierda
YAxis yAxis = plot.getAxisLeft();
yAxis.setDrawGridLines(true);
yAxis.setAxisMinimum(0);
yAxis.setAxisMaximum(100);
yAxis.setGranularity(20);

YAxis yAxis1 = plot.getAxisRight();
yAxis1.setEnabled(false);

//Etiquetas del ejeX
XAxis xAxis = plot.getXAxis();
xAxis.setPosition(XAxis.XAxisPosition.BOTTOM);
xAxis.setAxisMinimum(0);
xAxis.setAxisMaximum(100);
xAxis.setGranularity(5);
xAxis.setValueFormatter(new IAxisValueFormatter() {
@Override
public String getFormattedValue(float value, AxisBase axis) {
return ejeX[(int) value % ejeX.length];
}
});

plot.setData(d);
```

- content\_graficas.xml

Este archivo muestra la interfaz gráfica de la pantalla donde se representan los resultados del riesgo de padecer la enfermedad de Alzheimer del usuario.

En ella se verá el riesgo que tiene el usuario de padecer Alzheimer en la actualidad y en los próximos 50 años. Este riesgo será representado mediante un texto, en el que será concatenado dicho valor como hemos mencionado anteriormente. Todo esto se realiza dentro de la lógica de la aplicación, es decir, en el archivo java que ya hemos comentado anteriormente.

Por lo tanto, lo único destacable que se realiza en este archivo es la representación de la gráfica. Para ello utilizamos la siguiente sentencia:

```
<LinearLayout
android:orientation="vertical"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="220dp">

<com.github.mikephil.charting.charts.LineChart
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:id="@+id/plot"/>

</LinearLayout>
```

Lo único que hacemos es representar la gráfica dentro de un *LinearLayout* en el que establecemos un tamaño, y queremos que la gráfica tenga el tamaño del propio *LinearLayout* mediante la sentencia *match\_parent*.

En esta pantalla también se muestran una serie de consejos a seguir para mejorar la salud del usuario, con el objetivo de evitar o reducir el riesgo de padecer la enfermedad de Alzheimer. Y esto se realiza mediante un *TextView*.

## Contacto

- content\_contacto.xml

En esta actividad, se da la posibilidad al usuario de contactar con el desarrollador mediante un email para realizarle alguna consulta.

Esta interfaz, dependerá de varios *EditText*, en los que el usuario deberá poner su nombre, email y la consulta. Este último, tendrá un mayor tamaño para que el usuario tenga más espacio para escribir. Al final de la pantalla, habrá dos botones, uno para enviar el email y el otro para restablecer la pantalla.

- ContactoActivity.java

Lo primero que hacemos en esta actividad es asegurarnos de que todos los campos están rellenados al igual que en la actividad *TestActivity.java*. Y esto lo hacemos de la misma manera, mediante un bucle if, en el que si alguno de los *EditText* está vacío, aparecerá un mensaje indicándolo.



Ahora pasamos al envío del email y para ello creamos un *intent*. A este, le añadimos el asunto del correo que será “Contacto desde Plataforma Alzheimer” y la dirección de correo a la que se enviará el email, que es mi propia dirección. Luego, concatenaremos el texto relleno por el usuario y finalmente se enviará el email.

```
if (!editText3.getText().toString().trim().equalsIgnoreCase("") ||
    !editText4.getText().toString().trim().equalsIgnoreCase("")
    ||
    !editText5.getText().toString().trim().equalsIgnoreCase(""))
{
    //Creo un intent que levante la actividad deseada
    Intent itSend = new Intent(Intent.ACTION_SEND);

    itSend.setData(Uri.parse("mailto:"));
    //Enviamos texto plano
    itSend.setType("plain/text");

    //Asunto
    itSend.putExtra(Intent.EXTRA_SUBJECT, "Contacto desde Plataforma
    Alzheimer");
    itSend.putExtra(Intent.EXTRA_EMAIL, new
    String[]{"sherbue@gmail.com"});
    //Mensaje
    final StringBuilder texto = new StringBuilder();
    texto.append("Nombre: ");
    texto.append(editText3.getText().toString());
    texto.append("\n");
    texto.append("Correo: ");
    texto.append(editText4.getText().toString());
    texto.append("\n");
    texto.append("\n");
    texto.append("\n");
    texto.append(editText5.getText().toString());

    itSend.putExtra(Intent.EXTRA_TEXT, texto.toString());

    //Iniciamos la actividad
    startActivity(itSend);
} else {
    Toast.makeText(ContactoActivity.this, "Hay información por
    rellenar", Toast.LENGTH_LONG).show();
}
```



# BLOQUE 4

## DESARROLLO DE LA APLICACIÓN





<b>Bloque 4. Análisis de la aplicación .....</b>	<b>74</b>
<b>Requisitos de la aplicación .....</b>	<b>76</b>
<b>Manual de uso .....</b>	<b>77</b>
<b>Evaluación .....</b>	<b>87</b>





## Requisitos de la aplicación

Alzhe Alert tiene unos objetivos mínimos que el dispositivo desde el que se ejecute debe cumplir. Dichos objetivos han sido obtenidos a través de pruebas en dispositivos reales o por decisiones tomadas durante la fase de desarrollo del software.

Dispositivo	Móvil o Tablet
Sistema operativo	Android OS
Versión de sistema operativo	>5.0 Lollipop
Espacio libre en almacenamiento interno	de 3 a 5 megabytes (MB)
Memoria RAM	al menos 1 GB
CPU	Tipo de CPU: Single (1 núcleo) Velocidad: al menos 1.2 gigahercios (GHz)

Como se ha comentado en anteriores apartados, Alzhe Alert, es una aplicación que ha sido programada dentro del entorno de desarrollo Android Studio, el cuál es el programa oficial para el desarrollo de aplicaciones de la plataforma Android. Por lo tanto, es necesario que el dispositivo disponga de un sistema operativo Android.

Android ha ido presentando al mercado nuevas versiones continuamente. Aproximadamente cada año sacan una nueva versión, de modo que muchas versiones quedan anticuadas y en desuso. Debido a ello, a la hora de programar Alzhe Alert, se ha tenido en cuenta esta evolución y la aplicación soporta desde la API 21 (Android 5.0 Lollipop), hasta la última versión disponible, que es la API 27 (Android 8.1 Oreo). Por ello se ha tenido en cuenta la compatibilidad entre las distintas versiones, adaptando el código y el uso de las bibliotecas para conseguir un funcionamiento correcto.

Se requieren aproximadamente unos 3 MB de espacio para poder instalar la aplicación en cualquier dispositivo. Sin embargo, según se va haciendo uso de la aplicación, el espacio aumenta levemente. Por lo tanto, 5 MB será espacio más que suficiente para almacenar la aplicación, lo que es perfectamente asumible para cualquier dispositivo.

La aplicación ha sido probada con varios dispositivos, de todos ellos, el más limitado tenía una velocidad de reloj de 1.2 GHz, y una memoria RAM de 1 GB. El funcionamiento fue correcto en este dispositivo, con alguna espera a la hora de mostrar la gráfica con el resultado del cuestionario, que también depende de la velocidad de la red. En dispositivos de mayor calidad el rendimiento mejoraba. Por lo tanto, para garantizar el correcto funcionamiento, se indican las características del dispositivo de menor rendimiento con el que se han conseguido buenos resultados. Se desconoce el rendimiento en dispositivos con menos memoria o velocidad de procesador. Sin embargo, la mayoría de dispositivos en la actualidad tienen al menos 2 GB de memoria y una velocidad de procesador de hasta 1.8GHz, por lo que se puede asegurar un buen funcionamiento en la mayoría de dispositivos actuales.



## Manual de uso

1. *Actividad principal*
2. *¿Qué es el Alzheimer?*
3. *Factores de Riesgo*
4. *Realización del Test*
5. *Resultado del Test*
6. *Contacto*



## Actividad principal



La pantalla principal muestra una serie de botones que permiten acceder a las distintas secciones de la aplicación. También estará disponible la elección del idioma de la aplicación, esta elección será entre español, francés e inglés. Todos estos botones estarán también disponibles en el resto de pantallas para poder permitir al usuario que se mueva libremente por la aplicación.

### ¿Qué es el Alzheimer?

En esta pantalla, el paciente puede informarse más sobre la enfermedad del Alzheimer. Hay dos secciones, la primera se llama “¿Qué es el Alzheimer?”. En esta, se informa de cómo se detecta la enfermedad en la primera paciente que se conozca que padeció estos síntomas. Este caso fue estudiado por el Dr. Alois Alzheimer, debido al cual se le asignó el nombre a la enfermedad en su honor. Esta paciente murió y se estudió su cerebro, lo cual ayudó a conocer más estos síntomas y el porqué de la enfermedad. La segunda parte de esta actividad, se titula “Anatomía, patología e histología”. Aquí se informa más a fondo al usuario sobre la enfermedad y que es lo que la produce.

Esta pantalla sirve para concienciar al paciente sobre la enfermedad del Alzheimer, ya que es una enfermedad que mucha gente desconoce y la puede asignar erróneamente a cualquier tipo de demencia.





## Factores de Riesgo

Esta sección trata sobre los factores de riesgo que afectan a la enfermedad del Alzheimer. Lo que se pretende aquí, es informal al usuario de que son los factores de riesgo, y cuáles son los que más afectan a la enfermedad.

Al igual que la anterior pantalla, esta tiene dos partes. En la primera explica que es un factor de riesgo y cómo puede afectar a la enfermedad del Alzheimer. También indica que la enfermedad se puede contraer teniendo o no los factores de riesgo que se van a enumerar a continuación, pero que es más probable contraerla cuantos más factores de riesgo se tengan. Por lo que es importante intentar evitar o reducir estos factores siempre que sea posible.

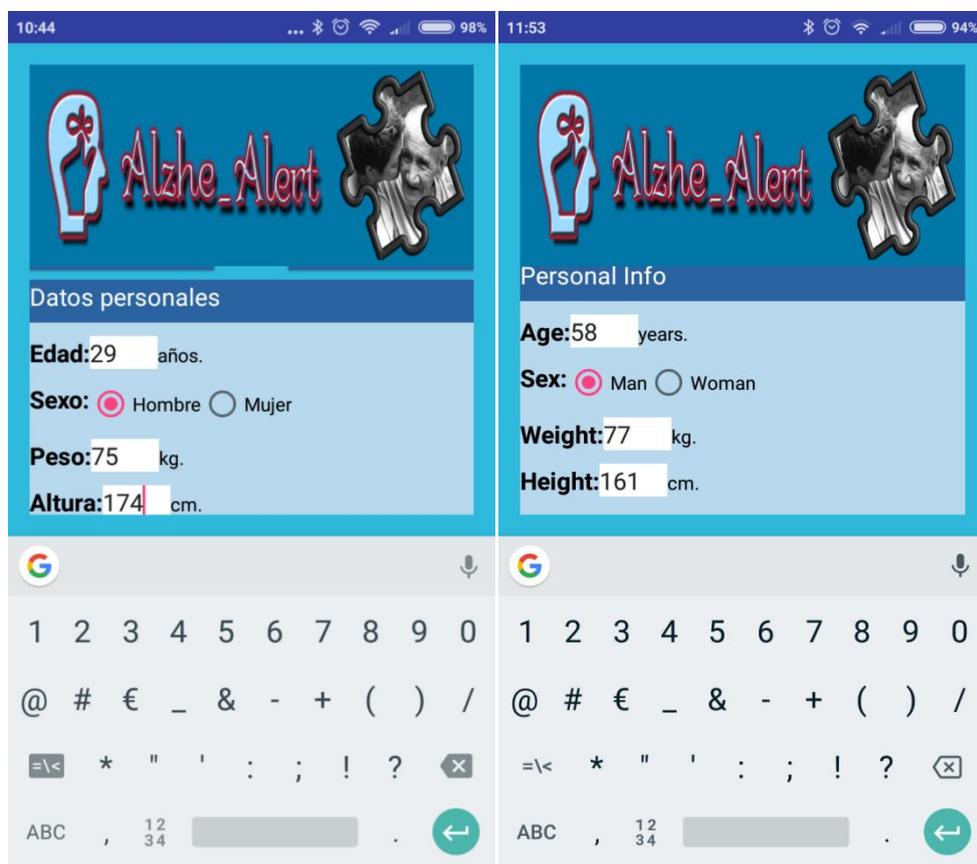
En la segunda sección, se enumeran los factores de riesgo que más afectan en el Alzheimer y se explica el por qué. Estos factores son la edad, sexo, factores genéticos, condiciones médicas, actividad mental y educación y el entorno.



## Realización del Test

En esta pantalla se realizará el test que calcula el riesgo de padecer la enfermedad de Alzheimer. Este cuestionario consta de 13 preguntas, en las que se cuestiona sobre los factores de riesgo más relevantes y que el usuario pueda conocer acerca del Alzheimer. Cada factor tiene más o menos importancia y para ello se ha elaborado un algoritmo que calcula el riesgo de padecer Alzheimer actualmente y en los próximos 50 años en intervalos de 5 años.

Por lo tanto en esta actividad, el usuario rellena el test y si ha completado de manera correcta todos los campos, el test se enviará a la base de datos y posteriormente informará de si se ha enviado con éxito o no. Una vez finalizado, se accederá a la siguiente pantalla en la que se mostrarán los resultados.





<p>10:44 98%</p> <p><b>Alzhe_Alert</b></p> <p>¿Usted tiene algún familiar de primer grado enfermo de Alzheimer? No</p> <p>¿Usted realiza ejercicio físico? Si (mas de 150 min/semana)</p> <p>¿Ha sufrido usted un traumatismo craneoencefálico?</p>	<p>11:54 94%</p> <p><b>Alzhe_Alert</b></p> <p>Do you have family with first grade Alzheimer's patient? No</p> <p>Do you practise exercise? No</p> <p>Have you suffered a traumatic brain injury</p>
<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 0</p> <p>@ # € _ &amp; - + ( ) /</p> <p>=\&lt; * " ' : ; ! ? ✕</p> <p>ABC , 12 34 . ↵</p>	<p>q w e r t y u i o p</p> <p>a s d f g h j k l ñ</p> <p>⌊ z x c v b n m ⌋</p> <p>?123 , 😊 . ↵</p>
<p>10:44 98%</p> <p><b>Alzhe_Alert</b></p> <p>¿Usted fuma con regularidad? No</p> <p>¿Usted bebe alcohol? Si, menos de 6 bebidas/semana</p> <p>¿Realiza usted una dieta mediterránea? Si</p> <p>¿Realiza usted una educación continua o realiza ejercicio mental? Si</p> <p>¿Tiene usted 2 o más hermanos? No</p> <p>¿Tiene usted diabetes tipo 2? No</p> <p>ENVIAR    RESTABLECER</p>	<p>11:55 94%</p> <p><b>Alzhe_Alert</b></p> <p>Do you smoke regularly? Yes</p> <p>Do you drink alcohol? Yes, less than 6 drinks/week</p> <p>Do you make Mediterranean diet? Yes</p> <p>Do you conduct an education or performing continuous mental exercise? No</p> <p>Do you have 2 or more brothers/sisters? Yes</p> <p>Do you have diabetes type 2? No</p> <p>SEND    RESET</p>

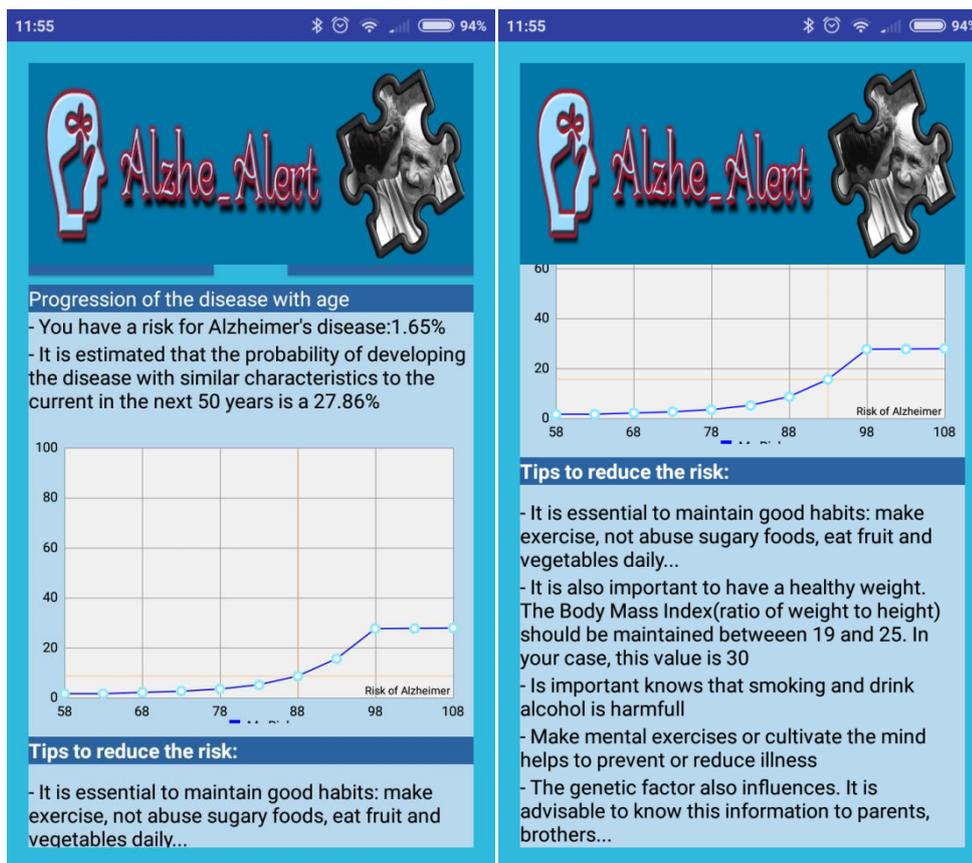
## Resultados del Test

En esta sección se mostrarán los resultados obtenidos por el usuario en el test. Podemos decir que la pantalla se dividirá en dos como también sucedió en los anteriores casos que informaba sobre el Alzheimer y sobre sus Factores de Riesgo.

Lo primero que muestra es la progresión de la enfermedad con la edad. Para ello, informa del porcentaje del riesgo actual de padecer Alzheimer, y también en los próximos 50 años. Todo esto acompañado de una gráfica de forma lineal que muestra cómo evoluciona la enfermedad a medida que va avanzando la edad.

La segunda parte, muestra una serie de consejos para reducir el riesgo o en el caso de que sea posible evitarlo. Estos consejos no solo son beneficiosos respecto a la enfermedad del Alzheimer, sino que pueden ayudar a mejorar la calidad de nuestra vida y también a prevenir otro tipo de enfermedades.





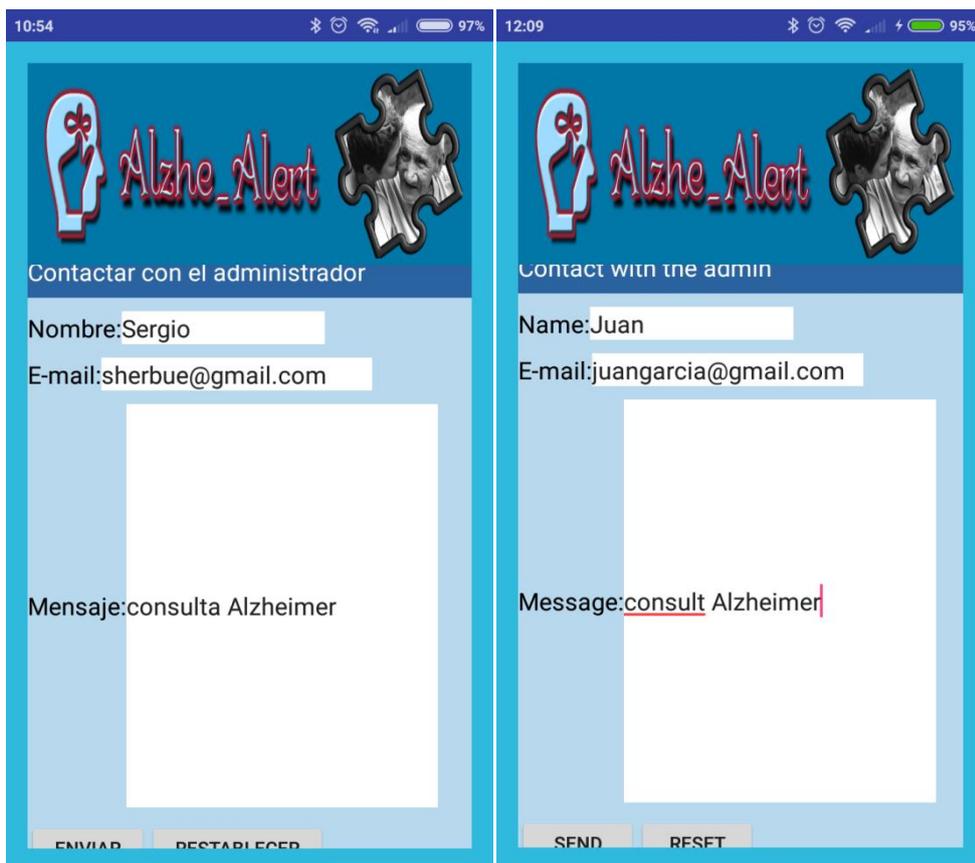
### Contacto

Esta pantalla, da la posibilidad al usuario de conectarse con el desarrollador de la aplicación a través de un email. Con esto, se le permite consultar cualquier tipo de duda acerca de la enfermedad o sobre la propia aplicación.

Consta de tres campos, en el primero de ellos el usuario deberá poner su nombre y en el segundo su dirección de email, para que el desarrollador pueda conectarse y dirigirse a él para responderle.

Por último, el tercer campo, será más extenso ya que será el cuerpo del email, en el que expondrá su consulta.

Una vez que se pulsa el botón Enviar, la aplicación da la opción de elegir el método de enviar el email mediante el uso de las aplicaciones que disponga el usuario para enviar correos electrónicos.



## Evaluación

Para la evaluación de la aplicación se han utilizado los siguientes dispositivos:

- ✓ LG Optimus F6. Pantalla de 4.5”.
- ✓ Xiaomi Redmi Note 2. Pantalla de 5.5”.
- ✓ Xiaomi Redmi Note 4x. Pantalla de 5”.
- ✓ Tablet Samsung Galaxy A6. Pantalla de 7”.
- ✓ Dispositivos virtuales.

Como podemos observar, la aplicación se ha probado en diferentes dispositivos de diferentes capacidades y tamaños de pantalla, llegando a la conclusión de que funciona perfectamente en todos ellos.

En los dispositivos de mayor capacidad se ha detectado un mejor funcionamiento, sobre todo a la hora de mostrar la gráfica. Sin embargo, el funcionamiento ha sido correcto en todos ellos, por lo que los usuarios no tendrán problema para hacer uso de la aplicación.





La anterior captura de pantalla corresponde del móvil Xiaomi Redmi Note 2, el cual tiene una pantalla de 5.5". Como se puede apreciar, no se distingue diferencia alguna con las anteriores capturas de pantalla correspondientes al Xiaomi Redmi Note 4x con una pantalla algo más pequeña. La siguiente captura de pantalla es de la tablet que se ha usado para probar la aplicación, aquí podemos observar que cambia el tamaño de los botones de la aplicación, pero es debido a que la pantalla está rotada.





# **BLOQUE 6**

## **CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS**





## Conclusiones

En este Trabajo Fin de Grado se ha diseñado una aplicación móvil basándose en unos estudios predictivos, que al realizar un cuestionario sobre la plataforma, genera unos resultados que indican el riesgo de padecer Alzheimer en la actualidad y en un futuro si se siguieran teniendo en cuenta los factores de riesgo que conocemos actualmente.

El desarrollo de esta aplicación supuso un gran reto personal, ya que el nivel está unos cuantos peldaños por encima de lo cursado durante la carrera. Para empezar he tenido que aprender a programar en Java y en XML, debido a que no había estudiado nada acerca de ello en ninguna asignatura cursada. Este aprendizaje se obtuvo a través de la lectura de manuales y la realización de cursos gratuitos online en los que enseñaban a realizar aplicaciones sencillas de Android.

Además, esto me ha permitido tener un mejor manejo a la hora de realizar aplicaciones Android, y me ha ayudado mucho para proyectos personales futuros.

Una vez adquiridos todos estos conocimientos, comencé a programar la aplicación. Poco a poco fui superando las pequeñas dificultades y las no tan pequeñas. Una de las mayores dificultades que me he encontrado a la hora de realizar la aplicación, fue la conexión con la base de datos. En un principio conseguí que la conexión se realizara con éxito y enviara los datos adecuadamente. El problema surgió cuando por otros motivos tuve que volver a instalar el programa Android Studio, este era una nueva versión, y la parte de código que había empleado para esta conexión quedó obsoleta. En anteriores versiones, también estaba obsoleta, pero se podía utilizar, por lo que tuve que averiguar cómo volver a realizar la conexión con la base de datos, lo que me llevó tiempo de aprendizaje y comprensión del nuevo código utilizado.

Como aspecto negativo cabe destacar el tiempo empleado. En un primer momento este trabajo iba a disponer de la aplicación en los dos sistemas operativos más utilizados, Android e iOS. La aplicación de iOS fue imposible llevarla a cabo debido a la falta de un ordenador Mac. iOS es un sistema operativo muy protegido en este aspecto y no se puede realizar la aplicación si no utilizas un dispositivo propio de esta marca. En un principio el Grupo de Telemedicina y eSalud de la Universidad me proporcionó un Mac con el que fue imposible programar debido a la necesidad de una actualización y la imposibilidad de la misma. Posteriormente, intenté varios métodos como fue el uso de una máquina virtual o a través de otros programas que posibilitaban programar aplicaciones de iOS. Todo esto llevó mucho tiempo de aprender nuevos lenguajes de programación. Sin embargo, la realización de esta aplicación fue imposible debido a que la aplicación siempre daba algún tipo de problema, entonces llegué a la conclusión de que realizar una aplicación para iOS sin un dispositivo Mac era imposible por lo menos para un programador junior como es mi caso.

Por último, me gustaría recomendar a cualquier alumno la realización de una aplicación para Android como TFG, ya que es estimulante y adquirir todos estos conocimientos puede ser muy útil de cara a un futuro laboral.



## Líneas futuras

### Desarrollo de la aplicación para Windows Phone, iOS y Firefox OS

El desarrollo de la aplicación para el resto de sistemas operativos del mercado proporcionaría un mejor enfoque de la aplicación y el poder llegar a más números de usuarios. Para ello se recomendaría el desarrollo nativo de la misma para evitar problemas y que la aplicación de desarrolle correctamente.

### Nuevas versiones

Debido a que los resultados del test no son 100% fiable debido a varios motivos, como pueden ser que los datos estadísticos de una fuente a otra varían. El principal inconveniente es que aún se desconoce mucho sobre la enfermedad del Alzheimer. Por ello sería recomendable, seguir un estudio sobre la enfermedad para estar al corriente de nuevos factores de riesgo que se puedan ver afectados en un futuro o como varían estos para poder obtener resultados más fiables.

### Ampliación de idiomas

Actualmente, la aplicación cuenta con tres idiomas: español, francés e inglés. Pero esto se podría ampliar a más traducciones para darle mayor accesibilidad.





# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





- [1] "2000 progress report on Alzheimer's disease. Taking the next steps", elaborado por el Instituto Nacional de Envejecimiento (National Institute on Aging) de los Estados Unidos de América. Disponible en versión electrónica en <http://www.alzheimers.org>, y en versión impresa en: Alzheimer's Disease Education and Referral (ADEAR) Center. PO Box 8250. Silver Spring. MD 20907-8250. USA
- [2] DEL SER, T.; PEÑA-CASANOVA, J. Evaluación neuropsicológica y funcional de la demencia. Barcelona
- [3] Intervención psicoterapéutica en afectados de enfermedad de Alzheimer con deterioro leve: Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO)
- [4] Enfermedad de Alzheimer Del diagnóstico a la terapia: conceptos y hechos J. Peña-Casanova
- [5] Alzheimer una enfermedad compartida. Manual. KnowAlzheimer
- [6] La enfermedad del Alzheimer y otras demencias. Instituto de Salud Pública, Madrid.
- [7] <http://hipocampo.org> / 2 de Mayo de 2018
- [8] AEC – Web Asociación Española de Científicos / 2 de Mayo de 2018
- [9] INECO – Web Instituto Neurología Cognitiva. / 2 de Mayo de 2018
- [10] Test de Alzheimer – Web Salud y medicinas (<http://saludymedicinas.com>) / 2 de Mayo de 2018
- [11] Test de Alzheimer: Codex – Web Groupe Figaro CCM Benchmark / 2 de Mayo de 2018
- [12] Test de Folstein para detectar trastornos cognitivos y seguir el Alzheimer – Web Alzheimer Universal / 2 de Mayo de 2018
- [13] Escala de Lawton y Brody para las actividades instrumentales de la vida – Web Fisioterapia y Terapia Ocupacional / 2 de Mayo de 2018
- [14] Test de dibujo del Reloj – Web Circunvalación del Hipocampo / 2 de Mayo de 2018
- [15] Jorm A. Risk factors for Alzheimer's disease. En Dementia, second edition. J O'Brien, D Ames, A Burns (editores). London, Arnold 2000
- [16] Selkoe DJ. Alzheimer's disease: genes, proteins, and therapy. Physiological Review 2001;81:741-766.
- [17] Apolipoprotein E and its receptors in Alzheimer's disease: pathways, pathogenesis and therapy.
- [18] LEVY-LAHAD, E.; BIRD, T. D. «Genetic Factors in Alzheimer's disease: A Review of Recent Advances». Ann Neurol,
- [19] Li Y-J, Scott WK, Hedges DJ, Zhang F, Gaskell PC et al. Age at onset in two common degenerative diseases is genetically controlled. Am J Hum Genet



- [20] Prevención enfermedad del Alzheimer – Fundación Alzheimer España (<http://www.alzfae.org>) / 2 de Mayo de 2018
- [21] “El alzhéimer es más femenino” Investigación de la Universidad Stanford (EE.UU.) ha sido publicada en la revista The Journal of Neuroscience.
- [22] Evans D., Ganguli M, Harris, Kawas C, Larson EB. Women and Alzheimer. Alzheimer Disease and Related Disorders.
- [23] Launer LJ, Andersen K, Dewey ME, Lettenneur L, Ott A, Amaducci LA et al. Rates and risk factors for dementia and Alzheimer’s disease. Results from EURODEM pooled analyses.
- [24] Launer LJ, Fratiglioni L, Anderson K, Breteler MMB, Copeland RJM, Dartigues JF et al. Regional differences in the incidence of dementia: EURODEM collaborative analysis. En Alzheimer’s disease and related disorders. Etiology, pathogenesis and therapeutics. K Iqbal, DF Swaab, B Winblad, HM Wisniewski (editores). Chichester, John Wiley
- [25] Martínez Lage P, Hachinski V, Martínez Lage JM. Senilidad cerebral evitable: la importancia de eludir las enfermedades cerebrovasculares demenciantes. En Envejecimiento cerebral y Enfermedad. JM Martínez Lage, V Hachinski (editores). Madrid,
- [26] Newell KL, Silver MH, Perls TT, Hedley-Whyte ET. What centenarians teach us about clinical neuropathology. En Envejecimiento cerebral y Enfermedad. JM Martínez Lage, V Hachinski (editores). Madrid,
- [27] Launer L, Hofman A. Frequency and impact of neurologic diseases in the elderly of Europe.
- [28] Whalley LJ, Starr JM, Athawes R, Hunter D, Pattle A, Deary IJ. Childhood mental ability and dementia. Neurology.
- [29] Merchant C, Tang MX, Albert S, Manly J, Stern Y, Mayeux R. The influence of smoking on the risk of Alzheimer’s disease. Neurology.
- [30] Wang HX, Fratiglioni L, Frisoni GB, Viitanen M, Winblad B. Smoking and the occurrence of Alzheimer’s disease: cross-sectional and longitudinal data in a population-based study. Am J Epidemiol.
- [31] Brust JC. Ethanol and cognition: indirect effects, neurotoxicity and neuroprotection: a review. Int J Environ Res Public Health.
- [32] Packer L, Colman C. The antioxidant miracle. New York John Wiley
- [33] Artículo “Realizar ejercicio físico beneficia tu cerebro” septiembre 4, 2011 · Publicado en: [Mente y Cuerpo](#)
- [34] Neuropathology Group of the Medical Research Council Cognitive Function and Ageing Study (MRC CFAS). Pathological correlates of late-onset dementia in a multicentre, community based population in England and Wales.



- [35] Salva.net Neurology. 2011 May 3; 76(18):1568-74
- [36] Leibson CL, Rocca WA, Hanson VA, Cha R, Kokmen E, O'Brien PC, et al. Risk of dementia among persons with diabetes mellitus: a population-based cohort study. Am J Epidemiol.
- [37] Ott A, Stolk RP, Van Harskamp F, Pols HA, Hofman A, Breteler MM. Diabetes mellitus and the risk of dementia: The Rotterdam Study. Neurology.
- [38] Informa anual sobre el desarrollo de la Sociedad de la Información en España, eEspaña 2006
- [39] Google Play
- [40] Juan José Alonso Sánchez, Gestor de Contenidos Web del CYFS para el CRE de Alzheimer
- [41] <https://aprendiendotecnologiaadmonb.wordpress.com/> / 2 de Mayo de 2018
- [42] [https://wordpress.com](https://wordpress.com/) / 2 de Mayo de 2018
- [43] [https://developer.android.com](https://developer.android.com/) / 2 de Mayo de 2018
- [44] [https://androidos.readthedocs.io](https://androidos.readthedocs.io/) / 2 de Mayo de 2018
- [45] [https:// http://www.sgoliver.net](https://http://www.sgoliver.net/) / 2 de Mayo de 2018

