



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

ESTUDIO Y MEJORA DE USABILIDAD DE APLICACIONES MÓVILES PARA PACIENTES CON DISMINUCIÓN DE MOVILIDAD

Alumno: Javier López Quesada

Tutor: Prof. D. Juan José Jiménez Delgado
Dpto: Informática

Julio, 2019



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

Don Juan José Jiménez Delgado, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Estudio y mejora de usabilidad de aplicaciones móviles para pacientes con disminución de movilidad, que presenta Javier López Quesada, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Junio de 2019

El alumno:

Los tutores:

Javier López Quesada

Juan José Jiménez Delgado

Índice

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Resumen.....	5
1.2. Motivación	5
1.3. Objetivos	6
1.4. Estructura del documento	7
2. ANTECEDENTES	8
2.1. Enfermedades.....	8
2.1.1. Patología degenerativa articular	8
2.1.2. Patología reumática de la mano.....	9
2.1.3. Patología tendinosa inflamatoria	10
2.1.4. Patología por atrapamiento nervioso	12
2.1.5. Patología por parálisis de un nervio periférico	13
2.1.6. Otras patologías.....	16
2.1.7. Resumen.....	17
2.2. Estudio de aplicaciones.....	18
2.2.1. Estudio mundial.....	18
2.2.2. Estudio en España	20
2.2.3. Conclusión	22
3. DISEÑO GESTUAL ADAPTADO	23
3.1. Gestos actuales	23
3.1.1. Gestos estándar iPhone.....	23
3.1.2. Gestos estándar Android.....	30
3.1.3. Otros gestos.....	35
3.2. Gestos alternativos	36
3.2.1. Gestos recreados.....	37
3.2.2. Gestos nuevos	39
4. DISEÑO DEL PROTOTIPO.....	42
4.1. Modelo de ciclo de vida usado o metodología.....	42
4.2. Planificación	45
4.2.1. Tareas.....	45
4.2.2. Tiempo	46
4.2.3. Costes.....	48
4.2.4. Herramientas	49

4.3.	Prototipado.....	49
4.3.1.	Comunicación	50
4.3.2.	Análisis de requisitos.....	50
4.3.3.	Diseño.....	53
4.3.4.	Implementación.....	59
4.3.5.	Pruebas.....	61
4.4.	Aspectos de mejora.....	62
5.	DISEÑO DE USABILIDAD	63
5.1.	Pruebas de usabilidad.....	63
5.2.	Análisis de resultados	64
6.	PRUEBAS REALIZADAS	66
6.1.	Realización de gestos estándar	66
6.2.	Valoración de gestos alternativos.....	68
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
7.1.	Análisis de gestos estándar.....	71
7.2.	Análisis de gestos alternativos	72
8.	CONCLUSIONES.....	75
	Bibliografía	77
	Anexo I: Manual de uso.....	80
	Anexo II: Cuestionario de usabilidad	86
	Anexo III: Cuestionario de valoración	87

AGRADECIMIENTOS

A mi madre y a mi padre, ya que sin ellos nada de esto sería posible.

A mi familia, por apoyarme y animarme siempre, incluso cuando las cosas se torcían.

A mis amigos de la infancia, que pese a la distancia siempre me han apoyado y animado en esta aventura.

A mis amigos y compañeros de la universidad, por ayudarme siempre que lo he necesitado y hacerme la carrera más fácil y llevadera.

A todo el profesorado, por formarme a nivel académico y personal en la informática.

A Cati, fisioterapeuta de la universidad, por orientarme en las distintas enfermedades que afectan a la movilidad en brazos y manos, así como permitir probar mi aplicación con algunos de sus pacientes.

A Laura, terapeuta ocupacional de Apace, por orientarme en las distintas enfermedades que afectan a la movilidad en brazos y manos, así como hablarme de las adaptaciones que se usan para corregir la falta de movilidad.

A todas las personas que forman o han formado parte de mi vida, gracias.

1. INTRODUCCIÓN

Para la introducción se explicará el propósito general del proyecto, así como sus objetivos y motivaciones para llevarlo a cabo. Además, incluirá una breve explicación con la estructura del documento.

1.1. Resumen

En la sociedad actual es casi imprescindible el uso de teléfonos inteligentes y tabletas digitales que incluyen una gran cantidad de aplicaciones, cada vez más variadas. Sin embargo, las funcionalidades de estas, habitualmente, no están adaptadas a personas con movilidad reducida o con enfermedades como la artrosis o el síndrome del túnel carpiano, entre otras. Dicho esto, el propósito general es dar una alternativa a gestos ya establecidos, de forma que se adapten a las distintas enfermedades relacionadas con la falta de movilidad en brazos (manos y muñecas).

Todo lo mencionado se podría reflejar en una aplicación de estudio que permita vetar ciertos gestos, sustituyéndolos por otros que el usuario si pueda realizar. Por ejemplo, las personas con rizartrrosis, no pueden hacer el gesto de “pellizcar” para ampliar o reducir el zoom, pero si que pueden usar otros como “presionar” o “deslizar”. Por tanto, estos dos gestos podrían combinarse sustituyendo al primero, ampliando la imagen al presionar mientras deslizamos y reduciendo la misma al presionar mientras deslizamos hacia el lado contrario.

1.2. Motivación

Basándonos en el auge de las nuevas tecnologías y en la necesidad que estas provocan, la motivación principal sería la de conseguir que las personas con movilidad reducida no tengan ningún tipo de problema con estas tecnologías. Esta idea parte de ver a personas que no pueden usar alguna función de su móvil o realizar algún gesto concreto debido a alguna enfermedad o lesión.

Estudiando las distintas aplicaciones relacionadas con la solución de este problema, y las opciones que incorporan los distintos sistemas operativos, se observa que se trata de opciones tediosas y que mucha gente desconoce, además de ser muy limitadas y no incorporar una biblioteca de gestos alternativos. Por este motivo, es más que necesaria una aplicación que estudie la solución a todos estos

problemas relacionados con la movilidad reducida, y que los resultados obtenidos puedan ser usados en el resto de aplicaciones del mercado.

También existe una motivación en cifras. La población residente en España durante 2018 era de 46.733.038 habitantes, de los cuáles un **96% usa teléfono móvil** siendo el **87% smartphones**. Por tanto, el total de población a estudiar es de 39.031.433 habitantes y según datos publicados en el INE (Instituto Nacional de Estadística) entorno a un 8% tendrían enfermedades de movilidad reducida orientada a nuestro objeto de estudio (brazos y manos). Análisis detallado basado en el 8% en la Tabla 1.1. [\[1\]](#)

	<i>Porcentaje (%)</i>	<i>Habitantes (uds.)</i>
<i>Artritis / Artrosis</i>	4,107	1.603.021
<i>Artritis reumatoide</i>	1,635	638.164
<i>Parkinson</i>	0,274	106.946
<i>Accidentes cerebrovasculares</i>	0,78	304.445
<i>Agnesia / Amputaciones</i>	0,188	73.379
<i>Distrofia muscular</i>	0,678	264.633
<i>Esclerosis lateral</i>	0,074	28.883
<i>Esclerosis múltiple</i>	0,144	56.205
Total	7,88	3.075.677

Tabla 1.1 – Usuarios de smartphones con movilidad reducida

Por tanto, el público al que va dirigida nuestra aplicación es algo inferior a los 3 millones, ya que dentro de estas enfermedades existen distintos grados de gravedad, permitiendo a muchos hacer un uso normal del teléfono. Además, se tiende a redondear hacia arriba, ya que hay otras muchas enfermedades, más raras, que no tienen un estudio tan preciso como el mostrado anteriormente.

1.3. Objetivos

- Estudiar y analizar las necesidades y carencias de las personas con movilidad reducida en relación al manejo de dispositivos móviles.
- Estudiar las distintas enfermedades que afectan a manos, brazos y muñecas.
- Recopilar todos los gestos que se usan para diversas funcionalidades en los distintos dispositivos móviles.
- Diseñar gestos alternativos para suplir otros gestos que ciertas personas no puedan realizar.

- Analizar los gestos y funcionalidades de las aplicaciones más descargadas, así como las aplicaciones pertenecientes al sistema operativo.
- Implementación del prototipo de una aplicación, que permita realizar un estudio sobre el uso de los gestos estándar y los gestos alternativos que los suplen.
- Estudiar la usabilidad de la aplicación y realizar pruebas de uso con personas que sufran lesiones o enfermedades en manos o muñecas.
- Redactar una memoria con todos los aspectos de análisis, diseño, implementación y pruebas realizadas.

1.4. Estructura del documento

La estructura de este documento está dividida en ocho grandes bloques. A través de los cuales se describirá el proceso de investigación, evaluación y diseño del prototipo de la aplicación móvil.

- 1) **Introducción:** se detalla el propósito general, la motivación y los objetivos propuestos del proyecto.
- 2) **Antecedentes:** se detalla toda la información referente a las enfermedades que afectan al correcto uso del dispositivo móvil, así como los estudios de las aplicaciones más usadas por los usuarios de smartphones.
- 3) **Diseño gestual adaptado:** se detallan los distintos gestos, así como sus diferentes usos.
- 4) **Diseño del prototipo:** se detallan todas las etapas en la creación de la aplicación, basándonos en los puntos anteriormente definidos.
- 5) **Diseño de usabilidad:** se detalla el diseño para facilitar el manejo de la aplicación.
- 6) **Pruebas realizadas:** se recogen una serie de pruebas realizadas a usuarios que padezcan alguna de las distintas enfermedades expuestas.
- 7) **Resultados y discusión:** se evalúan los distintos resultados por medios estadísticos y se emite una resolución del proyecto.
- 8) **Conclusiones:** se sacan conclusiones en base a los resultados finales y a la experiencia.

2. ANTECEDENTES

Antes de comenzar con los aspectos más específicos del proyecto, cabe comentar los antecedentes, como son las distintas enfermedades que crean una movilidad reducida de cara al manejo del dispositivo móvil. También se analizarán los gestos más usados realizando un estudio de las aplicaciones más descargadas, de modo que nos sirva de base para el posterior diseño de gestos alternativos.

2.1. Enfermedades

Las enfermedades y lesiones que afectan a las articulaciones son muy variadas, además de frecuentes. A continuación, se presenta una lista de enfermedades que afectan al correcto uso y manejo de funcionalidades del dispositivo móvil. Las más relevantes se dividen en cinco grandes categorías: patología degenerativa articular, patología reumática de la mano, patología tendinosa inflamatoria, patología por atrapamiento nervioso y patología por parálisis de un nervio periférico. La categoría referente a otras patologías agrupará enfermedades muy distintas entre sí pero que también afectan al uso del móvil.

2.1.1. Patología degenerativa articular

- **Artrosis** de las pequeñas articulaciones de los dedos (articulación interfalángica distal): Se trata de una enfermedad crónica y degenerativa de las articulaciones, a causa del desgaste y rotura del cartílago que va perdiendo elasticidad y fuerza hasta provocar un mal funcionamiento de la articulación. Puede ser provocada por una causa desconocida o por razones y factores como lesión, obesidad, edad, genética, actividad física y otras enfermedades. Si la artrosis se agrava puede provocar deformidades, con la aparición de nódulos en la mano que dificulten aún más la usabilidad del teléfono móvil. Síntomas: dolor, deformidad, atrofia de los músculos contiguos, inflamación y cúmulo de líquido sinovial. Ejemplo de nódulos provocados por la artrosis en la Ilustración 2.1. [\[2\]](#) [\[3\]](#)
- **Rizartrosis** (artrosis de la articulación trapecio-metacarpiana del pulgar): Es el tipo de artrosis más común. Como afecta al pulgar, dificulta todos los movimientos de pinza o para coger objetos con la mano. Además, en el caso particular de la usabilidad móvil, limitaría todos los gestos que

realizamos con el pulgar para una mayor comodidad y manejo del dispositivo. Síntomas: dolor, deformidad, atrofia de los músculos contiguos, inflamación y cúmulo de líquido sinovial. Ejemplo de rizartrosis de pulgar en la Ilustración 2.1. [3]

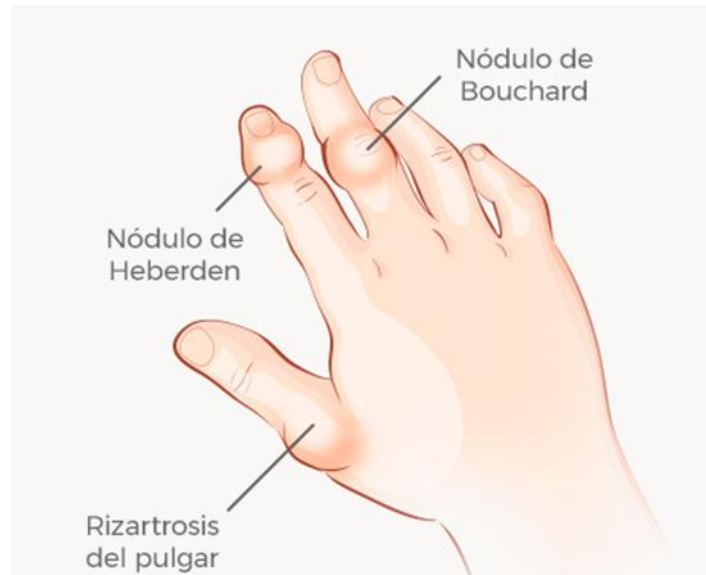


Ilustración 2.1 – Mano afectada por artrosis y rizartrosis

2.1.2. Patología reumática de la mano

- **Artritis reumatoide** (mano reumática): enfermedad crónica inflamatoria que puede conllevar una gran deformidad y limitación de las manos, dificultando gravemente el movimiento. Su causa es desconocida y a menudo se manifiesta con la aparición de bultos, conocidos como nódulos reumatoides, que se forman sobre las articulaciones pequeñas de las manos y de la muñeca (véanse estos nódulos en la Ilustración 2.1). Esta artritis es para toda la vida, salvo si se trata de artritis reumatoide juvenil (niños hasta 16 años) en cuyo caso suele durar unos dos meses. Síntomas: dolor, rigidez, hinchazón, bultos, dolor que empeora con el movimiento de las articulaciones, disminución del movimiento y disminución de la capacidad de agarrar o pellizcar. Ejemplo de mano con artritis reumatoide respecto a una mano normal en la Ilustración 2.2. [4]

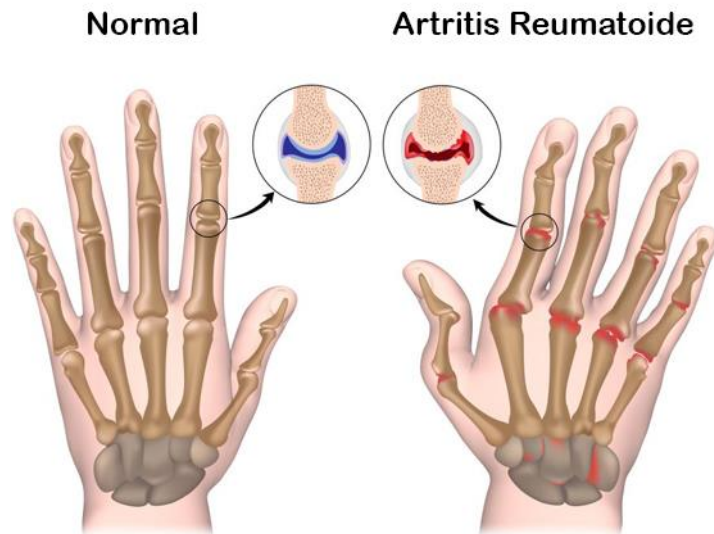


Ilustración 2.2 – Comparativa mano normal y mano con artritis reumatoide

2.1.3. Patología tendinosa inflamatoria

- **Dedo en gatillo** (tenosinovitis estenosante): Cualquier dedo puede sufrirlo. El dedo queda atrapado en posición de flexión por una inflamación que estrecha la vaina que rodea el tendón del dedo afectado. Síntomas: rigidez en el dedo, sensación de crujido cuando mueves el dedo, sensibilidad o un bulto en la base del dedo afectado, dedo atascado o trabado en la posición de flexión, y que se estira de manera repentina o que no puedes volver a estirar. Ejemplo de dedo anular en gatillo en la Ilustración 2.3. [5]



Ilustración 2.3 – Partes afectadas del dedo en gatillo

- **Tendinitis de De Quervain:** afecta a los tendones extensor corto y abductor largo del pulgar produciendo dolor con los movimientos del pulgar y dificultando la pinza. Además, también afecta a los movimientos de la zona del carpo, que es donde se produce la hinchazón. Síntomas: dolor al realizar movimientos de muñeca y pulgar. Ejemplo de tendinitis de De Quervain en la Ilustración 2.4. [6]

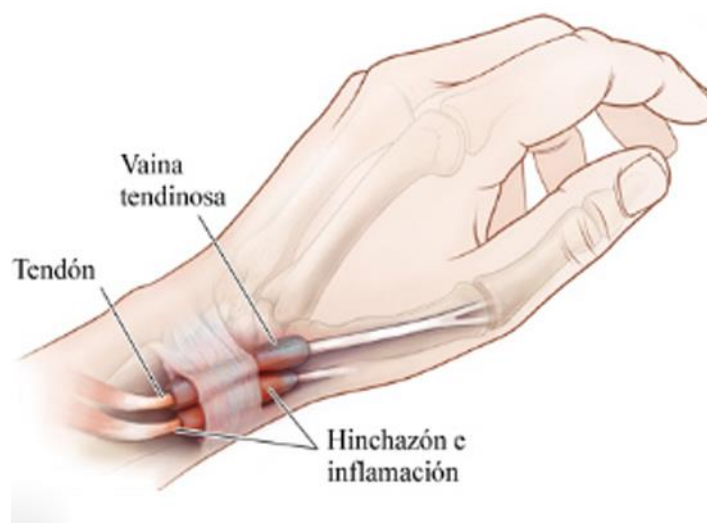


Ilustración 2.4 – Partes afectadas en la tendinitis de De Quervain

- **Dupuytren:** fibrosis en la fascia de la palma de la mano que la va retrayendo progresivamente. Se trata de un engrosamiento anormal del tejido que está justo por debajo de la piel (este engrosamiento ocurre en la palma de la mano y se puede extender a los dedos). Es posible que se formen nódulos que pueden hacer que los dedos se doblen hacia la palma (contractura de Dupuytren). Síntomas: bultos en la palma de la mano, cordones desde la palma hacia uno o más dedos, flexión o contracturas de los dedos y dificultad de poner la mano plana sobre una superficie. Ejemplo de contractura de Dupuytren en la Ilustración 2.5. [3]

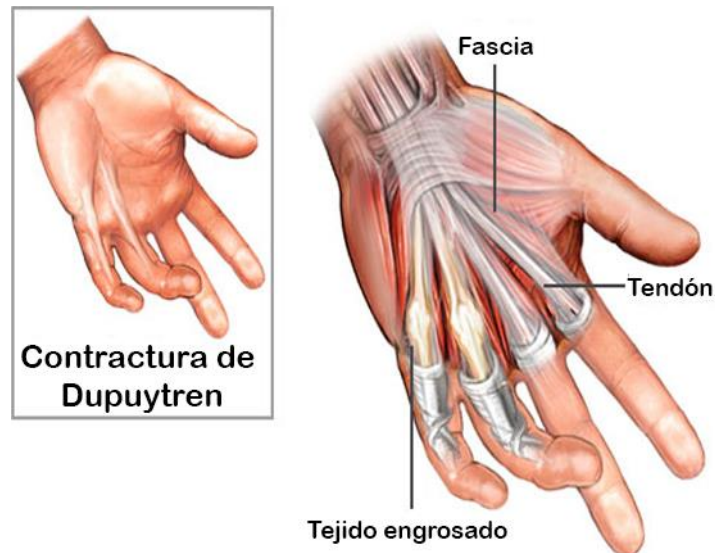


Ilustración 2.5 – Partes afectadas por la contractura de Dupuytren

2.1.4. Patología por atrapamiento nervioso

- **Síndrome del túnel carpiano:** atrapamiento del nervio mediano en el túnel del carpo. Se produce cuando el nervio mediano presiona la muñeca. Esta compresión está causada por un engrosamiento de los tendones del túnel carpiano u otras inflamaciones. Puede afectar a la musculatura del pulgar y originar una atrofia muscular por inervación. Habitualmente aparece con tendinitis en los dedos (dedo de gatillo) o tendinitis de la muñeca (DeQuervain). Síntomas: dolor al realizar movimientos de muñeca y pulgar (a veces, recorre el brazo), adormecimiento, hormigueos, sensación de descarga eléctrica y sensaciones extrañas. Ejemplo de síndrome del túnel carpiano en la Ilustración 2.6. [3]

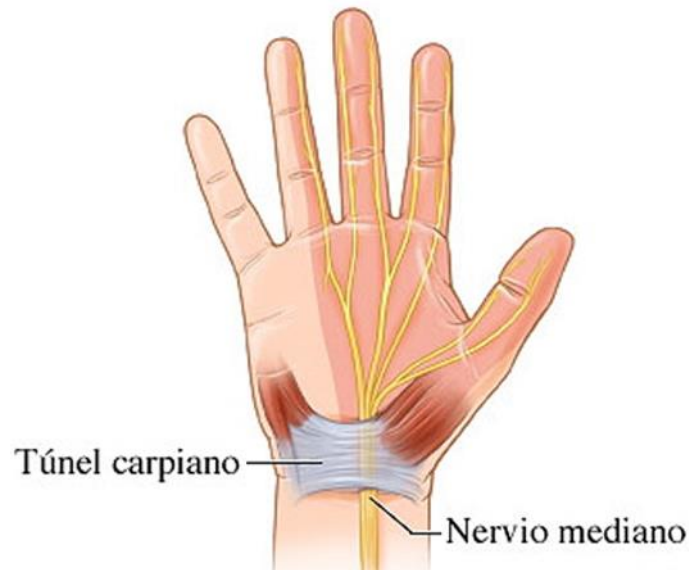


Ilustración 2.6 – Partes afectadas por el síndrome del túnel carpiano

2.1.5. Patología por parálisis de un nervio periférico

- **Parálisis del nervio mediano** (Mano del predicador): Actitud de la mano caracterizada por la extensión forzada de la mano sobre el antebrazo y de los primeros dedos, con flexión del anular y meñique. Se debe a la parálisis de los músculos inervados por el nervio mediano (véase su ubicación en la Ilustración 2.6), mientras que los músculos extensores inervados por el nervio radial quedan intactos. Síntomas: Imposibilidad de realizar la prensa de la mano. Ejemplo de mano del predicador en la Ilustración 2.7. [\[7\]](#)



Ilustración 2.7 - Mano del predicador

- **Parálisis del nervio cubital** (Mano en garra cubital): El nervio cubital se lesiona en el codo a causa de una fractura o dislocación del codo, ya que se encuentra cerca de la superficie del cuerpo donde éste cruza el codo, de manera que la presión prolongada sobre el codo o la constricción del nervio puede ocasionar daño. La lesión del nervio cubital puede causar impedimento en la movilidad o sensación de la muñeca y la mano. Síntomas: Sensaciones anormales en el dedo meñique y parte del dedo anular, pérdida de coordinación de los dedos de la mano, entumecimiento, disminución de la sensibilidad, dolor, hormigueo, sensación de ardor, debilidad y torpeza de la mano. Mano en garra en la Ilustración 2.8. [7]



Ilustración 2.8 – Mano en garra

- **Parálisis del nervio radial** (Mano caída): Imposibilidad de extender la muñeca y los dedos. Provoca la parálisis de todos los músculos de la logia posterior del antebrazo de forma que, si se intenta elevar el antebrazo, la mano cae en flexión por su propio peso, al igual que el antebrazo que se flexiona en el codo. Síntomas: dolor, alteraciones en el movimiento de extensión de la mano, alteraciones de la sensibilidad en el dorso de la mano y el antebrazo, dificultad para extender el brazo a la altura del codo, dificultad para flexionar la mano hacia atrás, pérdida de coordinación de los dedos de la mano, pérdida muscular en el antebrazo y hormigueo. Ejemplo de mano caída en la Ilustración 2.9. [7]



Ilustración 2.9 – Mano caída

- **Parálisis del nervio mediano y cubital** (Mano de mono): todos los músculos intrínsecos de la mano están paralizados. Los hechos más resaltantes son la pérdida de la extensión de las dos últimas falanges de los 4 últimos dedos, que se encuentran en flexión. Además, existe una pérdida de la oposición del pulgar con la incapacidad de rotación del primer metacarpiano. Síntomas: parálisis y atrofia de los músculos de la eminencia tenar (zona del pulgar), falta de sensibilidad de toda la cara palmar de la mano y falta de sudoración. Mano de mono en la Ilustración 2.10. [7]

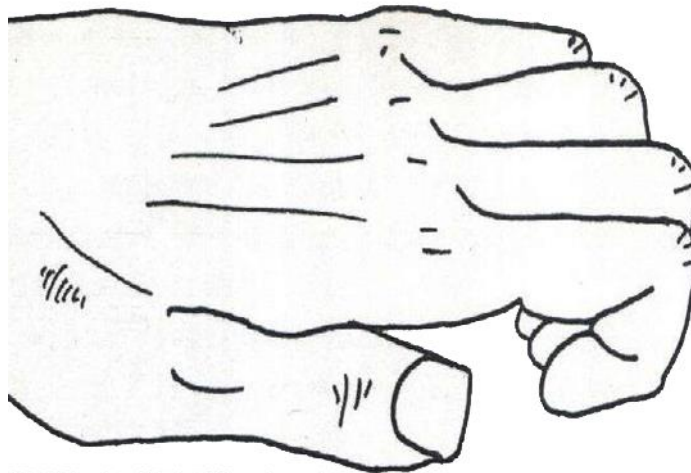


Ilustración 2.10 – Mano de mono

2.1.6. Otras patologías

- **Mano hemipléjica:** Provocada por la hemiplejia, accidente cerebrovascular que afecta a todo un hemicuerpo y que evoluciona en dos fases: flácida; pérdida del movimiento del hemicuerpo (no mueve nada la mano) y espástica; aumento de tono progresivo en el hemicuerpo afectado (la mano está cerrada en flexión). Síntomas: entumecimiento o debilidad repentinos, falta de coordinación, falta de movilidad y parálisis. [8]
- **Mano con hemiparesia:** Al contrario que en la hemiplejia, no se produce parálisis, sino que es una condición neurológica de causas variables que dificulta el movimiento de una mitad del cuerpo. Síntomas: parestesia y disminución de la fuerza motora del brazo. [9]
- **Mano parkinsoniana:** Provocada por el Parkinson, alteración en la síntesis y producción de dopamina en los ganglios basales cerebrales. Síntomas: temblor y rigidez en brazos y manos, lentitud de movimiento y problemas de coordinación. [10]
- **Esclerosis múltiple:** Afecta a las neuronas (o parte de las mismas) provocando parálisis de forma progresiva. Impide el funcionamiento normal de las fibras nerviosas. Síntomas: temblor en las manos, debilidad en los miembros y pérdida de fuerza. [11]
- **Esclerosis lateral:** Afecta a las neuronas (o parte de las mismas) provocando parálisis de forma progresiva. Es mucho más grave y mortal que la esclerosis múltiple, afectando a las neuronas del movimiento y dejando al paciente invalidado de forma progresiva. Síntomas: debilidad o torpeza en las manos y calambres musculares/fasciculaciones en los brazos. [12]
- **Distrofia muscular:** Es una enfermedad grave, hereditaria, producida por una mutación genética. Afecta a una proteína de los músculos que se van debilitando progresivamente hasta quedar paralizados. Síntomas: Dificultad para extender los dedos y realizar movimientos con las manos. [13]
- **Poliomielitis:** Se trata de un virus que provoca lesiones a los nervios que causan parálisis. Síntomas: pérdida de reflejos, dolores musculares intensos, extremidades flojas y poco rígidas (parálisis flácida). [14]

- **Agenesia metacarpiana congénita:** La agenesia es la ausencia parcial o total de un órgano o tejido, debido a la incapacidad de engendrar dicho órgano o tejido, siendo metacarpiana si esta afecta a los dedos. Síntomas: carencia del órgano o tejido (dedos o mano). [15]
- **Amputaciones:** se trata de la separación o corte de una parte del cuerpo, normalmente para evitar un mal mayor a través de una operación quirúrgica. Síntomas: carencia del órgano o tejido (dedos o mano). [16]
- **Tics nerviosos:** Se trata de movimientos corporales involuntarios que aparecen como consecuencia de una contracción nerviosa. La mayoría de tics vienen dados por enfermedades relacionadas con el trastorno del movimiento (mioclono, distonía, corea...). Los tics que más entorpecen el correcto uso del dispositivo móvil son los que afectan a dedos y brazos. Síntomas: reacciones involuntarias e incontrolables. [17]

2.1.7. Resumen

En la Ilustración 2.11 se muestra un cuadro resumen del dolor en manos (no incluye parálisis de nervios):

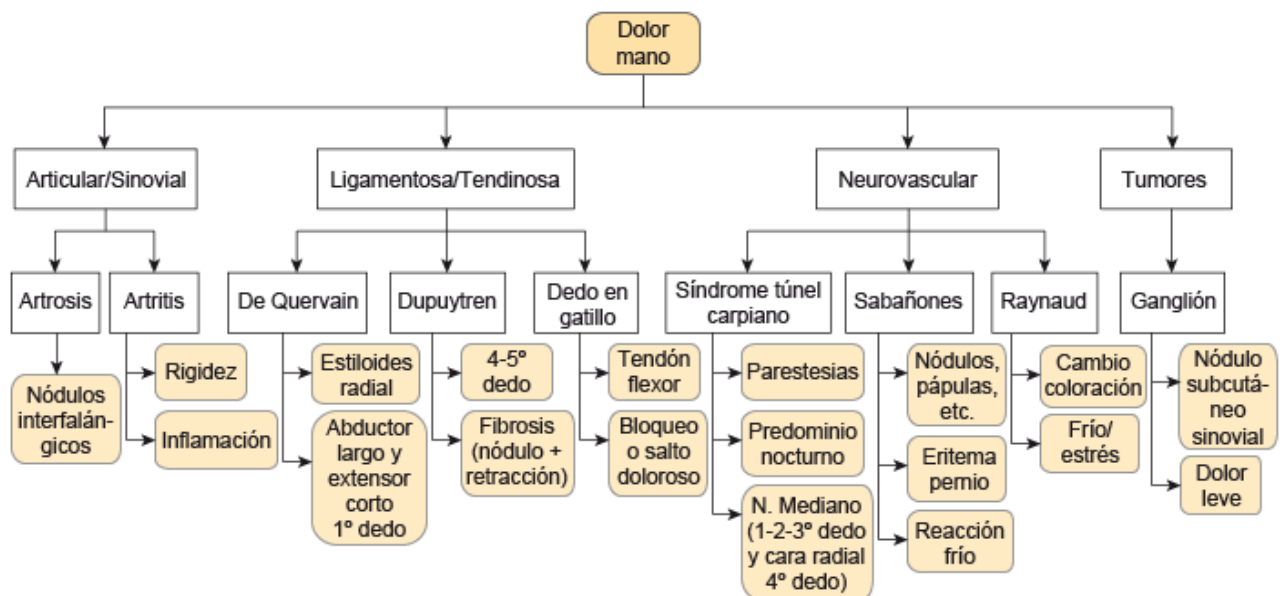


Ilustración 2.11. Esquema general de las enfermedades que afectan al dolor de mano

En el esquema se reflejan otras enfermedades como los **sabañones**, la enfermedad de **Raynaud** y los **gangliones**, pero estas no provocan una gran limitación para el uso de dispositivos móviles y por ello no se han definido con anterioridad.

2.2. Estudio de aplicaciones

Otro ámbito que debemos conocer previamente es el relacionado con las aplicaciones más usadas por los usuarios, sabiendo que gestos usan para realizar sus distintas funciones.

2.2.1. Estudio mundial

La gran mayoría de tiempo que usamos nuestros smartphones lo empleamos en la utilización de aplicaciones, que descargamos de los principales mercados (Google Play y Apple Store). Por tanto, para analizar toda la gama de gestos y la frecuencia con la que estos se usan, sólo elegiremos la lista de aplicaciones más populares en 2018, tanto en el mundo como en España. Véase el estudio mundial en la Ilustración 2.12 y el estudio de España en la Ilustración 2.13. [\[18\]](#)



Ilustración 2.12 – Gráfico aplicaciones más descargadas en el mundo en 2018

Los gestos mencionados a continuación se explicarán en profundidad en el apartado 3.1 Gestos actuales.

- 🟢 **Whatsapp**: **single tap** (múltiples usos), **double tap** (ampliar/reducir el zoom en imágenes y cambio de cámara), **precise tap** (pulsar teclas y pulsar en el

número de un contacto desconocido), **press and hold** (mandar mensajes de voz y seleccionar chats/mensajes), **drag** (editar imagen), **flick** (cambio de ventana, contestar a un mensaje concreto, deslizar scroll y cancelar mensajes de voz), **pinch** (ampliar/reducir el zoom en imágenes y en la cámara) y **rotate** (editar imagen).

 Facebook Messenger y Facebook Messenger Lite: **single tap** (múltiples usos), **double tap** (ampliar/reducir el zoom en imágenes y cambio de cámara), **precise tap** (pulsar teclas), **press and hold** (mandar mensajes de voz, seleccionar chats y mensajes), **drag** (editar imagen), **flick** (cambio de ventana, deslizar scroll y actualizar), **pinch** (para ampliar/reducir el zoom en imágenes y en la cámara) y **rotate** (editar imagen).

 Instagram: **single tap** (múltiples usos), **double tap** (dar me gusta a las publicaciones y cambio de cámara), **precise tap** (pulsar teclas), **press and hold** (mandar mensajes de voz, crear historias, seleccionar chats y mensajes), **drag** (editar imagen), **flick** (cambio de ventana, deslizar scroll, actualizar), **pinch** (ampliar/reducir el zoom en publicaciones y en la cámara) y **rotate** (editar imagen).

 Facebook y Facebook Lite: **single tap** (múltiples usos), **double tap** (ampliar/reducir el zoom en imágenes y cambio de cámara), **precise tap** (pulsar teclas), **press and hold** (seleccionar chats y mensajes), **drag** (editar imagen), **flick** (cambio de ventana, deslizar scroll y actualizar), **pinch** (para ampliar/reducir el zoom en imágenes) y **rotate** (editar imagen).

 Tik Tok: **single tap** (múltiples usos), **double tap** (dar me gusta a las publicaciones), **precise tap** (pulsar teclas y añadir sonido), **press and hold** (mandar mensajes de voz, seleccionar chats y mensajes), **drag** (editar publicación y control de volumen), **flick** (cambio de ventana/publicación, deslizar scroll y actualizar) y **rotate** (editar vídeo).

 Helix Jump: **single tap** (cambiar de pelota), **drag** (jugar) y **flick** (jugar).

🔄 **Share It:** **single tap** (múltiples usos), **precise tap** (para pulsar teclas), **flick** (cambio de ventana, deslizar scroll y actualizar) y **pinch** (ampliar/reducir el zoom en imágenes y en la cámara).

🎮 **Garena Free Fire:** **single tap** (múltiples usos), **press and hold** (disparar de forma continuada y controlar los vehículos), **drag** (mover personaje y mover la cámara) y **flick** (mover la cámara).

2.2.2. Estudio en España

Prosiguiendo con el estudio, se amplía con las más descargadas de España.



Ilustración 2.13 – Gráfico aplicaciones más descargadas en España en 2018

En España se pueden ver 5 aplicaciones más que son: [\[18\]](#)

🛒 **Wish:** **single tap** (múltiples usos), **double tap** (ampliar/reducir el zoom en imágenes), **precise tap** (pulsar teclas), **flick** (cambio de ventana, deslizar scroll y actualizar) y **pinch** (ampliar/reducir el zoom en imágenes).

 Zoom: **single tap** (múltiples usos), **precise tap** (pulsar teclas), **flick** (cambio de ventana, deslizar scroll y actualizar) y **pinch** (ampliar/reducir el zoom en imágenes).

 Parchis Star Online: **single tap** (múltiples usos), **precise tap** (pulsar teclas en chat) y **flick** (deslizar menú).

 Netflix: **single tap** (múltiples usos), **precise tap** (pulsar teclas), **drag** (avanzar vídeo) y **flick** (cambio de ventana, deslizar scroll y actualizar).

 Amazon Shopping: **single tap** (múltiples usos), **double tap** (ampliar/reducir el zoom en imágenes hasta tres vistas), **precise tap** (pulsar teclas), **flick** (cambio de ventana y deslizar scroll) y **pinch** (ampliar/reducir el zoom en imágenes).

2.2.3. Conclusión

Una vez analizada toda la lista de las aplicaciones móviles más descargadas en Google Play, se llega a las siguientes conclusiones:

- El **toque simple** es indispensable y la única solución para las personas que no pueden ejecutarlo, es el control por voz (opción que no siempre se puede usar, por ejemplo, en una biblioteca puedes molestar al resto de personas).
- El **toque doble** se usa principalmente para ampliar/reducir y para valorar publicaciones. Normalmente ambas funciones van acompañadas de otros gestos u otras opciones para ejecutarlas de manera distinta al uso del toque doble, por lo que en principio es un gesto que no debería suponer una preocupación.
- Todo lo contrario, ocurre con el **toque preciso**, ya que es clave en todas las aplicaciones que requieren la acción de escribir y además presenta grandes problemas en patologías como el Parkinson, por lo que posteriormente habrá que buscarle una alternativa.
- **Presionar y mantener** es un gesto usado para selección, disparar en juegos y grabar audios/vídeos, al igual que el toque doble suele presentar alternativas.
- **Arrastrar** se usa principalmente en edición de imágenes y para el manejo del joystick en videojuegos. Este gesto es muy importante ya que no suele tener alternativas.
- Otro gesto que es vital es el **toque ligero** encargado del cambio de ventana, deslizar el scroll y actualizar en prácticamente todas las aplicaciones.
- **Pellizcar y rotar** son dos gestos con un único uso. El primero amplía o reduce el zoom en una imagen y el segundo rota una imagen o elementos durante la edición de esta. Ambos sí que pueden presentar una dificultad añadida para personas con rizartrrosis, por ejemplo.

3. DISEÑO GESTUAL ADAPTADO

Aunque existen una serie de gestos estándar que se usan tanto en Android como en iPhone, sí que existen diferencias entre ambos sistemas operativos en el apartado gestual. Los gestos que supongan más dificultades para las distintas enfermedades serán reemplazados por otros gestos alternativos que también serán listados en este apartado.

3.1. Gestos actuales

Entendemos por gestos cada uno de los movimientos que se puedan realizar en el móvil de forma que produzcan una acción distinta.

3.1.1. Gestos estándar iPhone

Actualmente un 15% de la población, que posee teléfono inteligente, usa iPhone. Esto se resume en que España contaría con unos 6 millones de usuarios.

A continuación, en la Tabla 3.1 se enumerarán los distintos gestos estándar que se citan en la web de Apple (cabe advertir que no se trata de todos, si no, de los más relevantes): [\[19\]](#)

Gesto	Imagen	Funcionalidades
Toque (tap)		Activa un control o selecciona un elemento.
Toque doble (double tap)		Amplía y centra el contenido o una imagen, o reduce la imagen si ya está ampliada.
Presionar y mantener (press and hold)		Cuando se realiza en texto editable o seleccionable, muestra una vista ampliada para posicionar el cursor. Cuando se realiza en ciertas vistas, como una vista de colección, ingresa a un modo que permite reorganizar los elementos.

Arrastrar (drag)		Mueve un elemento de lado a lado o arrastra un elemento a través de la pantalla.
Toque ligero (flick)		Se desplaza o toma una vista panorámica rápidamente.
Toque fuerte (swipe)		Cuando se realiza con un dedo, vuelve a la pantalla anterior, revela la vista oculta en un controlador de vista dividida, revela el botón “Eliminar” en una fila de vista de tabla o revela acciones en un vistazo. Cuando se realiza con cuatro dedos en un iPad, cambia entre aplicaciones.
Pellizco (pinch)		Se acerca cuando se pellizca hacia afuera, se aleja cuando se pellizca hacia adentro.
Rotar (rotate)		Girar una imagen o vista.
Agitar (shake)		Inicia “deshacer” o “rehacer”.

Tabla 3.1 – Gestos estándar de iOS

Una vez expuestos los distintos gestos, se verá el uso de estos en las distintas aplicaciones de sistema:

- **Correo:** iOS cuenta con un sistema de correo que agrupa las distintas cuentas de las diferentes aplicaciones de correo. Para hacer un uso normal del correo basta con realizar *toques simples* y *toques precisos* al escribir. También incluye algunas opciones con *toque ligero* para eliminar correos,

deslizar el scroll, actualizar la bandeja de entrada y cambiar el menú. Si aumentas el nivel de presión al *presionar y mantener* aparece una vista previa del correo hasta que dejas de pulsar. Al borrar un texto se puede llamar a deshacer con *agitar*.

- **Configuración:** Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques fuertes* para descartar y *toques ligeros* en el deslizamiento.
- **Galería:** En iOS llamada “Fotos”. Posiblemente la aplicación de sistema con más cantidad de gestos aplicables. *Toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento, *presionar y mantener* para la selección múltiple de contenido multimedia, *pellizcar* para ampliar o reducir la imagen, *rotar* para girar la imagen y por último *arrastrar* para mover elementos (como pinceles) durante la edición de la imagen. Si aumentas el nivel de presión al *presionar y mantener* aparece una vista previa de las imágenes hasta que dejas de pulsar.
- **Mensajes:** Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento y para eliminar mensajes y *presionar y mantener* para selección múltiple de mensajes. Si aumentas el nivel de presión al *presionar y mantener* aparece una lista de opciones. Al borrar un texto se puede llamar a deshacer con *agitar*.
- **Teléfono:** Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento y *presionar y mantener* para desplegar opciones. Al borrar un texto se puede llamar a deshacer con *agitar*.
- **Contactos:** Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento y *presionar y mantener* para desplegar opciones. Si aumentas la presión al *presionar y mantener* aparece una vista previa de los mensajes hasta que dejas de pulsar. Al borrar un texto se puede llamar a deshacer con *agitar*.
- **Explorador:** Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento y al actualizar y *presionar y mantener* para selección múltiple de contenido multimedia.
- **Mapas:** Apple tiene su propio sistema de mapas. *Toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento, *presionar y mantener* para seleccionar una ubicación en el mapa, *toque doble* para ampliar el mapa secuencialmente, *pellizcar* para ampliar o reducir el mapa,

rotar para cambiar la orientación del mapa y por último *arrastrar* para movernos por el mapa.

- **Tienda:** iOS usa como tienda la Apple Store. Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir y *toques ligeros* en el deslizamiento.
- **Notificaciones:** Usa el *toque simple* para acceder a la notificación, el *toque ligero* para quitarla o para mostrar opciones (según el sentido) y *presionar y mantener* para mostrar las opciones ya mencionadas. Si aumentas el nivel de presión al *presionar y mantener* aparecen las opciones.
- **Cámara:** *Toques simples* para enfocar, *presionar y mantener* para un bloqueo que ajusta automáticamente la luz y *toque ligero* para un cambio de modo.

Echando un rápido vistazo a la tabla resumen (Tabla 3.2), se puede ver que los gestos clave para el manejo de las aplicaciones del sistema son el toque simple, presionar y mantener, toque ligero y toque preciso. Por otro lado, el toque doble y el toque fuerte apenas se usan en este tipo de aplicaciones.

Gesto	Aplicaciones
Toque simple	         
Toque doble	
Presionar y mantener	       
Arrastrar	 
Toque ligero	         
Toque fuerte	
Pellizco	 

Rotar	 
Agitar	   
Toque preciso	        

Tabla 3.2 – Resumen relación gestos y aplicaciones iOS

Cabe mencionar que los dispositivos de iOS disponen de algunas **herramientas para facilitar la experiencia** a personas con movilidad reducida. Estas son:

AssistiveTouch: Su principal función es la de permitir acceder al hardware, usando únicamente la interfaz gráfica. Esto es muy útil para personas con problemas del carpo, que no puedan realizar el gesto “Agitar” o “Girar”, ya que se podría realizar sin mover el móvil, con un toque simple en la interfaz. También permite automatizar gestos que hayamos creado para usarlos de forma simple (normalmente con un toque simple). Esto también sería muy útil si una persona tiene dificultades para realizar un gesto concreto, grabándolo sólo una vez y reproduciéndolo cada vez que sea necesario con un solo toque. En la Ilustración 3.1 se puede observar la interfaz de dicha herramienta. [\[20\]](#)



Ilustración 3.1 – Funciones de AssistiveTouch

Facilidades táctiles: esta opción, disponible en dispositivos iPhone, da una serie de opciones que permiten mejorar ciertos aspectos en el manejo táctil de nuestro dispositivo. En la Ilustración 3.2 se puede observar la interfaz de dicha herramienta. [\[21\]](#)



Ilustración 3.2 – Funciones de Facilidades táctiles

Estas opciones son:

- Cambiar el **tiempo de respuesta** a los toques: Frente a posibles tics, temblores o dificultad para mantener el dedo en un lugar concreto, se ajusta un tiempo de duración para el gesto estándar “Presionar y mantener” (press and hold). De esta forma se ignoran los toques con una duración menor a la establecida en dicho gesto. Por ejemplo, si se establecen 2 segundos para realizar este gesto, si pulsamos durante 1 segundo no contará como si hubiésemos presionado y mantenido, sino como si fuera un toque simple.
- Interpretación de **varios toques como un único toque**: Si sufres de alguna enfermedad, como el Parkinson, que te dificulte tocar una única

vez la pantalla de tu smartphone, puedes activar la opción “Ignorar repetición”. De esta forma, si das varios toques rápidamente, el dispositivo lo interpreta como si hubieses realizado un toque simple.

- Respuesta en **toques con deslizamiento**: Si sufres de algún tipo de tic que hace que deslices el dedo antes o después de pulsar. Podrás ajustar la pulsación de forma que se produzca antes o después de tocar. Si habitualmente deslizas el dedo hasta la ubicación que quieres tocar, selecciona “Usar ubicación del toque final”. Si, por el contrario, deslizas el dedo una vez que has realizado el toque, selecciona “Usar ubicación del toque inicial”.

3.1.2. Gestos estándar Android

Aunque los usuarios de iOS representan una parte importante de la población, la mayoría de usuarios son fieles a Android, obteniendo hasta un 85% del total de usuarios con smartphone. Esto sería unos 33 millones de consumidores en España.

A continuación, se enumerarán en la Tabla 3.3 los distintos gestos estándar que se citan en las webs de Android (esto no quiere decir que sean todos, sino los más relevantes):

Gesto	Imagen	Funcionalidades
Toque (tap)		Clic en aplicaciones, pulsar todo tipo de botones, enfocar cámara, seleccionar, navegar...
Toque doble (double tap)		Amplía y centra el zoom de una imagen, o reduce la imagen si ya está ampliada.
Presionar y mantener (press and hold)		Se usa para mostrar opciones o selección múltiple

Arrastrar (drag)		Se usa para mover aplicaciones, moverse en un juego simulando un joystick, editar foto...
Toque ligero (flick)		Se usa para desplazar, cambiar de foto, cambiar de menú, deslizar el scroll...
Pellizco (pinch)		Se acerca cuando se pellizca hacia afuera, se aleja cuando se pellizca hacia adentro.
Rotar (rotate)		Girar una imagen.

Tabla 3.3 – Gestos estándar de Android

Una vez expuestos los distintos gestos, se verá el uso de estos en las diferentes aplicaciones de sistema:

- **Correo:** Android suele usar como correo la aplicación de Gmail. Para hacer un uso normal del correo basta con realizar *toques simples* y *toques precisos* al escribir. También incluye algunas opciones con *toque ligero* para archivar correos, deslizar el scroll, actualizar la bandeja de entrada y desplegar el menú.
- **Configuración:** También llamado “ajustes”. Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir y *toques ligeros* en el deslizamiento.
- **Galería:** Posiblemente la aplicación de sistema con más cantidad de gestos aplicables. *Toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento, *presionar y mantener* para la selección múltiple de contenido multimedia, *pellizcar* para ampliar o reducir la imagen o los elementos (textos, emoticonos...) durante la edición, *toque doble* también para ampliar y reducir el zoom de la imagen, *rotar* para girar la imagen y por último *arrastrar* para mover elementos durante la edición de la imagen.

- **Mensajes:** Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento y para eliminar mensajes y *presionar y mantener* para selección múltiple de mensajes.
- **Teléfono:** Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento y *presionar y mantener* para desplegar opciones.
- **Contactos:** Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento y *presionar y mantener* para desplegar opciones.
- **Explorador:** También llamado “gestor de archivos”. Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento y al actualizar y *presionar y mantener* para selección múltiple de contenido multimedia.
- **Mapas:** Android suele usar como mapa la aplicación de Google Maps. *Toques simples*, *toques precisos* para escribir, *toques ligeros* en el deslizamiento, *presionar y mantener* para seleccionar una ubicación en el mapa, *pellizcar* para ampliar o reducir el mapa, *toque doble* para ampliar el mapa, *rotar* para cambiar la orientación del mapa y por último *arrastrar* para movernos por el mapa.
- **Tienda:** Android suele usar como tienda la aplicación de Google Play. Usa *toques simples*, *toques precisos* para escribir y *toques ligeros* en el deslizamiento.
- **Notificaciones:** Usa el *toque simple* para acceder a la notificación, el *toque ligero* para quitarla o para mostrar opciones (según el sentido) y *presionar y mantener* para mostrar las opciones ya mencionadas.
- **Cámara:** *Toques simples* para enfocar, *presionar y mantener* para un bloqueo, *pellizcar* para usar el zoom y *toque ligero* para un cambio de modo.

Echando un rápido vistazo a la tabla resumen Tabla 3.4, se puede ver que los gestos clave para el manejo de las aplicaciones del sistema son el toque simple, presionar y mantener, toque ligero y toque preciso. Por otro lado, prácticamente todos tienen uso en estas aplicaciones.

Gesto	Aplicaciones										
Toque simple											
Toque doble											
Presionar y mantener											
Arrastrar											
Toque ligero											
Pellizco											
Rotar											
Toque preciso											

Tabla 3.4 – Resumen relación gestos y aplicaciones Android

Cabe mencionar que algunos dispositivos de Android disponen de **herramientas para facilitar la experiencia** a personas con movilidad reducida. Estas son:

Accesos rápidos a botones y gestos: Su principal función es la de asignar determinados gestos o botones a ciertas acciones como “Desactivar pantalla”, “Encender linterna”, “Cerrar aplicación actual” pero estas acciones son muy escasas y las soluciones que se nos presentan lo son aún más. En la Ilustración 3.3 se puede observar la interfaz de dicha herramienta.

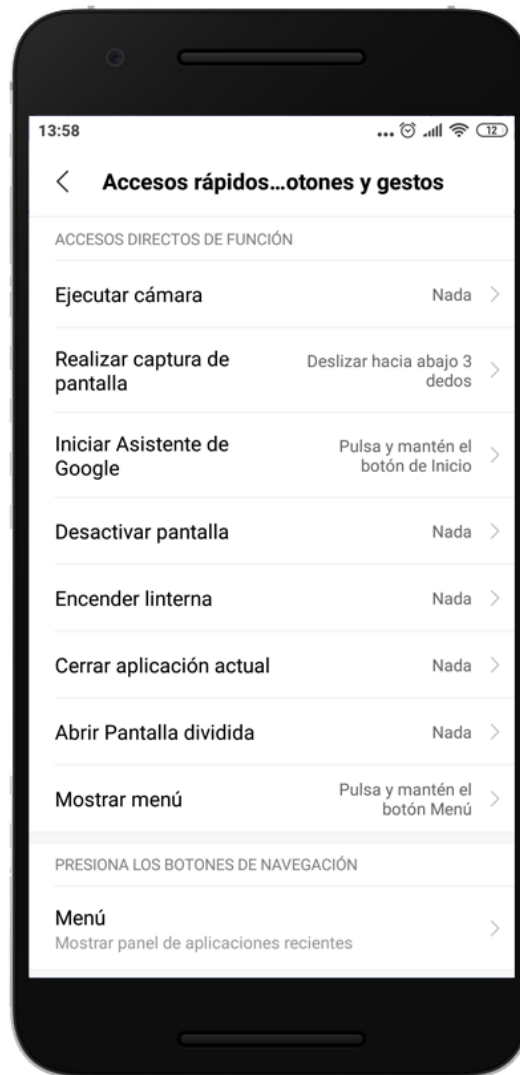


Ilustración 3.3 – Funciones de Accesos rápidos a botones y gestos

Realizar gestos: Da la opción de navegar usando gestos en lugar de usar los botones predeterminados, situados en la parte inferior de la pantalla. Estos gestos no se pueden cambiar, por lo que son más un atajo para personas que no sufran de movilidad reducida, que una ventaja para estos. En la Ilustración 3.4 se puede observar la interfaz de dicha herramienta.

**Ilustración 3.4 – Funciones de realizar gestos**

3.1.3. Otros gestos

Existen gestos que no están tan estandarizados y sin embargo se usan tanto o más que los gestos estándar, incorporando, a menudo, variaciones que pueden presentar dificultades a la hora de llevarlos a cabo. En la Tabla 3.3 se puede ver un resumen de estos gestos.

Gesto	Imagen	Funcionalidades
Toque preciso (precise tap)		Pulsar teclas y teclear botones que están muy próximos.
Presionar/Deslizar con varios dedos (many fingers)		Capturas de pantalla, activar linterna y funciones especiales en general. Muy usado en tabletas digitales.
Girar (turn)		Movimiento en juegos que usan el giroscopio.
Presionar botón (press button)		Apagar/reiniciar/suspender teléfono y subir/bajar volumen.

Tabla 3.3 - Otros gestos importantes

El gesto “presionar botón” tiene un enfoque más dirigido a la parte hardware, y los teléfonos ya suelen incluir alternativas por si la parte física del dispositivo sufre alguna avería.

3.2. Gestos alternativos

Una vez estudiados todos los gestos que se usan normalmente, se buscaran algunos gestos alternos que sustituyan a los más tediosos y presenten dificultades de cara a las distintas enfermedades, ya citadas con anterioridad.

El diseño de estos gestos alternativos es clave para la realización del proyecto y se deben tener en cuenta todos los factores mencionados en el apartado 2 y 3.1, ya que no tiene sentido sustituir un gesto, que no pueda realizar una persona con una determinada enfermedad, por otro gesto igual de tedioso para dicha persona. Al igual que no tiene sentido sustituirlo por otro gesto que ya tenga otra funcionalidad en la aplicación.

3.2.1. Gestos recreados

Antes de buscar gestos que sustituyan por completo a los ya estipulados, hay que contemplar la recreación de los gestos estándar de un modo distinto al convencional. Véase en la Tabla 3.4.

Gesto	Imagen	Realización
Cambio de dedo o mano		Siempre que se sufre de alguna afección, la primera opción es la del cambio de dedo o cambio de mano. Los gestos que se realizan con un solo dedo (toque, toque doble, presionar y mantener, arrastrar...), son fácilmente ejecutables por cualquier otro dedo que no se tenga afectado.
Pellizco (pinch)		Se acerca cuando se separan los dedos índices, se aleja cuando se juntan los dedos índices. También se podría hacer con cualquier dedo de cada mano.
Rotar (rotate)		Rotamos la imagen fijando los dedos índices como eje de rotación. También se podría hacer con cualquier dedo de cada mano.

Tabla 3.4 – Formas de recrear gestos

No obstante, en ocasiones no se pueden llevar a cabo estas recreaciones, ya sea porque resultan más incómodas o porque no siempre se dispone de una superficie de apoyo para utilizar ambas manos.

Existen enfermedades que impiden a los que la padecen recrear, por si solos, ciertos gestos o incluso realizar otros nuevos. Para que estas personas puedan recrear dichos gestos se ayudan de **productos de apoyo** (utensilios, dispositivos, aparatos o adaptaciones, producto de la tecnología, que se utilizan para suplir movimientos o ayudar en las limitaciones funcionales de las personas con discapacidad). [22] Algunos ejemplos serían:

- 1) Una persona con la mano afectada por una parálisis no puede usar el movimiento de arrastrar, ya que sus dedos no son completamente operativos, sin embargo, como se ve en la Ilustración 3.5, existe un producto de apoyo que **simula un joystick** y permite realizar dicho movimiento.



Ilustración 3.5 – Joystick adaptado

- 2) Una persona con la mano parkinsoniana no puede usar el movimiento toque preciso, ya que con los temblores falla al pulsar la letra, sin embargo, con el producto de apoyo de la Ilustración 3.6 el campo de pulsado es menor y se puede **ser más preciso**.

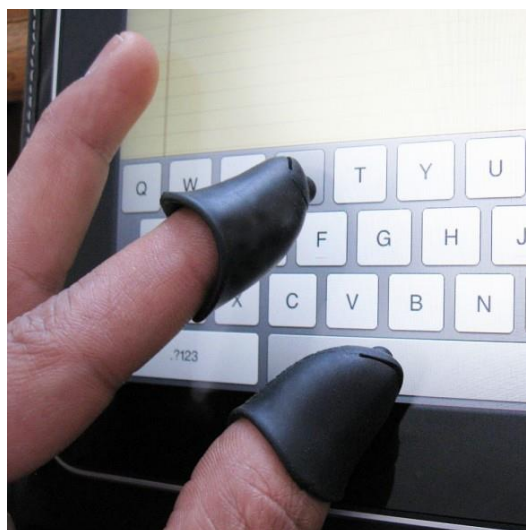


Ilustración 3.6 – Estilete de dedo

- 3) Una persona con la mano hemipléjica no puede realizar toques ya que sufre parálisis en los dedos, sin embargo, con el producto de apoyo de la Ilustración 3.7 puedes manejarlo **como si de un dedo se tratase**.



Ilustración 3.7 – Estilete de mano

Estas adaptaciones, aunque facilitan el desarrollo de gestos, no serán tenidas en cuenta en el desarrollo de nuevos gestos, debido a que se buscarán alternativas sin el uso de objetos físicos, prótesis o controles por voz.

3.2.2. Gestos nuevos

Para el diseño de nuevos gestos es necesario aplicar todos los conocimientos redactados con anterioridad (enfermedades, aplicaciones, uso de gestos...). Véanse los nuevos gestos diseñados en la Tabla 3.5.

Gesto a reemplazar	Imagen	Realización
Toque doble (double tap)		Toque dos dedos: se trata de un toque simple pero con dos dedos, de manera que personas que tengan dificultad para pulsar dos veces rápidamente (menos de 0,5 segundos entre toques) puedan realizarlo de forma sencilla.
		Toque doble impreciso: se realiza igual que el gesto original, pero tomando de referencia la localización del primer o segundo toque, para personas que sufran de una imprecisión al realizar el primer o segundo toque.

Presionar y mantener (press and hold)		Toque múltiple: consiste en realizar toques simples de forma iterativa tantos segundos como tiempo queramos presionar y mantener en esa zona. Podrían usarlo personas con temblores que no pueden mantener el dedo en una superficie, pero si tocar en ella.
		Presionar con deslizamiento: orientado a personas que no pueden presionar en un lugar concreto porque se desliza su dedo. Este gesto localiza la zona de pulsado al tocar y mantiene presionada dicha zona hasta que se levante el dedo, independientemente del recorrido o deslizamiento del dedo.
Arrastrar (drag)		Toque origen y destino: se trata de un toque simple en el origen y un toque simple en el destino, separados menos de 0,5 segundos entre ambos toques. El problema es que no permite realizar curvas que el movimiento original si permitiría.
		Presionar origen y toque destino: se trata de presionar y mantener 0,5 segundos en el origen y un toque simple en el destino, separados menos de 1 segundos entre ambos toques.
Toque ligero (flick)		Toque origen y destino: se trata de un toque simple en el origen y un toque simple en el destino, separados menos de 0,5 segundos entre ambos toques.
		Presionar origen y toque destino: se trata de presionar y mantener 0,5 segundos en el origen y un toque simple en el destino, separados menos de 1 segundos entre ambos toques.
Toque fuerte (swipe)		Toque origen y destino fuerte: se trata de un toque doble en el origen y un toque simple en el destino, separados menos de 0,5 segundos entre ambos tipos de toques.
		Presionar origen y toque destino: se trata de presionar y mantener 1 segundos en el origen y un toque simple en el destino, separados menos de 1 segundos entre ambos toques.

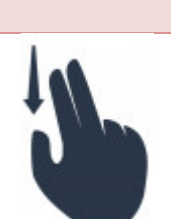
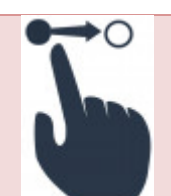
Pellizcar (pinch)		Rueda: Mantiene la naturaleza del gesto inicial, ampliando al girar hacia la derecha y reduciendo al girar a la izquierda. Podrían usarlo personas que tengan dificultad para realizar la pinza pero que no sufran de problemas con el gesto arrastrar.
		Barra: Actúa como una barra de zoom invisible, que se activa al mantener pulsado con dos dedos, ampliando al deslizar hacia arriba y reduciendo al deslizar hacia abajo.
Rotar (rotate)		Arco: se realiza un semicírculo hacia un sentido, girando un número de grados concreto la imagen (normalmente 90°).
		Balanza: Actúa como una balanza invisible, que se activa al mantener pulsado con dos dedos, girando hacia la derecha al deslizar hacia la derecha y girando a la izquierda al deslizar hacia la izquierda.
Agitar (shake)		Toque tres dedos: se trata de un toque simple, pero con tres dedos, de manera que personas que tengan problemas en el carpo, puedan realizarlo de forma sencilla. Tiene un mayor número de dedos, ya que es un gesto con un menor uso.
		Deslizar con dos dedos: se trata de realizar un deslizamiento ligero con dos dedos y hacia abajo. Tampoco supondrá dificultad para personas con problemas en el carpo.
Toque preciso (precise tap)		Toque con deslizamiento: interpreta el toque al levantar el dedo y no al presionar. Por ejemplo, si una persona intenta hacer un toque simple en la letra “E” y debido a su enfermedad pulsa la “G”, podrá deslizar el dedo hasta la “E” y al levantarlo se identificará como un toque simple en la “E”.

Tabla 3.5 – Gestos alternativos diseñados

4. DISEÑO DEL PROTOTIPO

Un prototipo es la presentación limitada de un producto, ya sea a través de una presentación gráfica o mediante una versión reducida de la aplicación. En este caso, el prototipo consistirá en una versión reducida de la aplicación, programada para iPhone, que consistirá en una serie de tareas para saber que gestos puede el paciente hacer y cuáles no. En el caso de no poder hacer un gesto, se le mostrarán dos vistas con dos vídeos de gestos alternativos para que los valore y de esta forma se haga un análisis exhaustivo sobre los mejores gestos alternativos. Para describir el proceso de creación del prototipo, se dividirá en 4 fases: metodología, planificación, prototipado y aspectos de mejora.

4.1. Modelo de ciclo de vida usado o metodología

Existen dos grandes bloques referentes a este punto, las metodologías tradicionales y las metodologías ágiles. Ambas metodologías tienen grandes diferencias:

Metodologías Tradicionales	Metodologías Ágiles
Se sigue un modelo en cascada de forma secuencial	Satisfacen al cliente a través de entregas prontas y continuas de software
No suelen tener cambios y siempre se intentan evitar	Son bienvenidos los cambios, aún en una etapa avanzada de desarrollo
Se entrega el software únicamente en la etapa final	Se entrega con frecuencia software que funcione, lo más pronto posible
El cliente delega la responsabilidad del proyecto a los desarrolladores	Cliente y desarrolladores trabajan juntos en el proyecto
Los trabajadores tienen una visión más metódica del proyecto y por tanto su motivación no es clave	Indispensable trabajar con individuos motivados, debido a los continuos cambios en el proyecto
El método para transmitir información suele ser a distancia debido a que los grupos suelen ser grandes	El método para transmitir información suele ser cara a cara, ya que normalmente son grupos pequeños
La medida principal de avance es el correcto seguimiento del método	La medida principal de avance es que el software funcione

El ritmo no suele ser constante	Desarrollo sostenible que permita mantener un ritmo constante
Atención a la excelencia técnica y al buen diseño en puntos clave	Atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño
El software suele ser más complejo	Es esencial la simplicidad, maximizar la cantidad de trabajo no realizado
Control centralizado sin organización propia	Equipos con organización propia para obtener mejores arquitecturas, requerimientos y diseños
Reflexiones durante todo el proceso de forma continua	Reflexiones en intervalos regulares sobre cómo mejorar

Tabla 4.1 - Diferencias Metodologías Tradicionales vs Metodologías Ágiles

Una vez vistas las principales diferencias y basándonos en las características de nuestro proyecto, la metodología que mejor se adapta es una ágil debido a que el proyecto estará continuamente sometido a cambios, clientes y desarrolladores trabajarán juntos y será muy importante la comunicación cara a cara, a causa de las pruebas que habrá que hacer con personas que tengan problemas de movilidad reducida.

Los principales modelos ágiles son:

- **Programación extrema (XP):** Es el más usado. Usa un enfoque orientado a objetos y engloba un conjunto de reglas y prácticas en la siguiente estructura: planificación, diseño, codificación y pruebas.
- **Desarrollo adaptativo de software (DAS):** Se fundamenta en la colaboración humana y en la organización propia del equipo. Su ciclo de vida incorpora tres fases: especificación, colaboración y aprendizaje.
- **Scrum:** Se utiliza para guiar actividades de desarrollo dentro de un proceso de análisis que incorpora las siguientes actividades estructurales: requerimientos, análisis, diseño, evolución y entrega.
- **Método de desarrollo de sistemas dinámicos (MDSD):** Proporciona una estructura para construir y dar mantenimiento a sistemas que cumplan restricciones apretadas de tiempo mediante la realización de prototipos incrementales en un ambiente controlado de proyectos. Su estructura es:

estudio de factibilidad, estudio del negocio, iteración del modelo funcional, diseño e iteración de la construcción y la implementación.

- **Cristal:** Su objetivo es premiar la “maniobrabilidad” a través de un juego cooperativo con recursos limitados con el objetivo de entregar software que funcione al final de cada entrega.
- **Desarrollo impulsado por las características (DIC):** Destaca la colaboración entre los integrantes de un equipo y administra la complejidad del proyecto con la descomposición basada en las características. Sugiere los siguientes pasos: desarrollar un modelo general, elaborar una lista de características, plan según características, diseño según características y construir según características.
- **Desarrollo esbelto de software (DES):** Trata de eliminar el desperdicio, generar calidad, crear conocimiento, aplazar el compromiso, entregar rápido, respetar a las personas y optimizar al todo.
- **Modelado ágil (MA):** basado en la práctica para modelar y documentar con eficacia los sistemas basados en software. Sus principios de modelado son: modelo con un propósito, uso de modelos múltiples, viajar ligero, el contenido es más importante que la representación, conocer los modelos y herramientas que se utilizan en su creación y adaptación local.
- **Proceso unificado ágil (PUA):** Adopta una filosofía “en serie para lo grande” e “iterativa para lo pequeño” para construir sistemas basados en computadora. Cada iteración aborda las siguientes actividades: Modelado, implementación, pruebas, despliegue y configuración y administración del proyecto.

Para este proyecto el modelo más adecuado sería Scrum, sin embargo, este modelo sería útil para un desarrollo completo de la aplicación y como el objetivo del proyecto es la creación de un prototipo, usaremos el **modelo de prototipos** (modelo de desarrollo evolutivo que construye un prototipo de forma sencilla, en poco tiempo y sin utilizar una gran cantidad de recursos). [\[23\]](#) Se ha elegido este modelo por las siguientes razones:

1. Se conocen los objetivos generales de la aplicación, como son la correcta adaptación de los distintos gestos a personas con movilidad reducida, pero no se conocen los requisitos de forma detallada.
2. Se necesita una continua retroalimentación por parte del cliente o usuario (persona con movilidad reducida), de esta forma se añaden y modifican los requisitos en base a lo acordado. Es decir, el prototipo se ajusta para satisfacer las necesidades del cliente/usuario.
3. Existe cierta inseguridad por parte del desarrollador en la usabilidad de la aplicación y se necesita de un prototipo para mejorarla en base a este y a las pruebas realizadas sobre él.
4. Se dispone de un menor tiempo dirigido al desarrollo (4 meses) debido a que está más orientado a la investigación. Por tanto, la construcción del prototipo debe ser realizada en poco tiempo.
5. Se disponen de pocos recursos para el desarrollo (un solo programador y un único equipo de prestaciones medias).
6. Se puede reusar código, ya que este no aparecerá en la versión final, pero si ahorrará tiempo y trabajo para realizar pruebas.

4.2. Planificación

La planificación del proyecto se compone de una serie de tareas, una estimación de tiempos/costes y un análisis de las tecnologías usadas.

4.2.1. Tareas

Las tareas técnicas por realizar son la investigación, el desarrollo y la documentación del proyecto.

- Investigación: Consiste en investigar las distintas enfermedades y los gestos afectados por estas, para así poder sustituirlos por otros más adecuados. Para ello, se contacta con una fisioterapeuta de la UJA y con una terapeuta ocupacional de APACE, que acceden a realizar pruebas con personas que padezcan algunas de estas enfermedades.
- Desarrollo: El desarrollo seguirá un modelo de prototipos como se ha mencionado anteriormente y consistirá principalmente en el diseño de un

prototipo que será sometido a una serie de pruebas. Durante este desarrollo se incluirán pruebas a pacientes.

- Documentación: se realiza paralelamente a la investigación y al desarrollo.

4.2.2. Tiempo

En todo proyecto es necesario estimar un tiempo de finalización, así como una división de este en las distintas etapas del ciclo de vida. Uno de los diagramas más usados para representar estos datos es el diagrama de Gantt. Como se trata de un proyecto teórico experimental requerirá más tiempo de investigación y menos de desarrollo, ya que no se realizará la aplicación por completo sino un prototipo de esta. Véase el diagrama en la Ilustración 4.1.

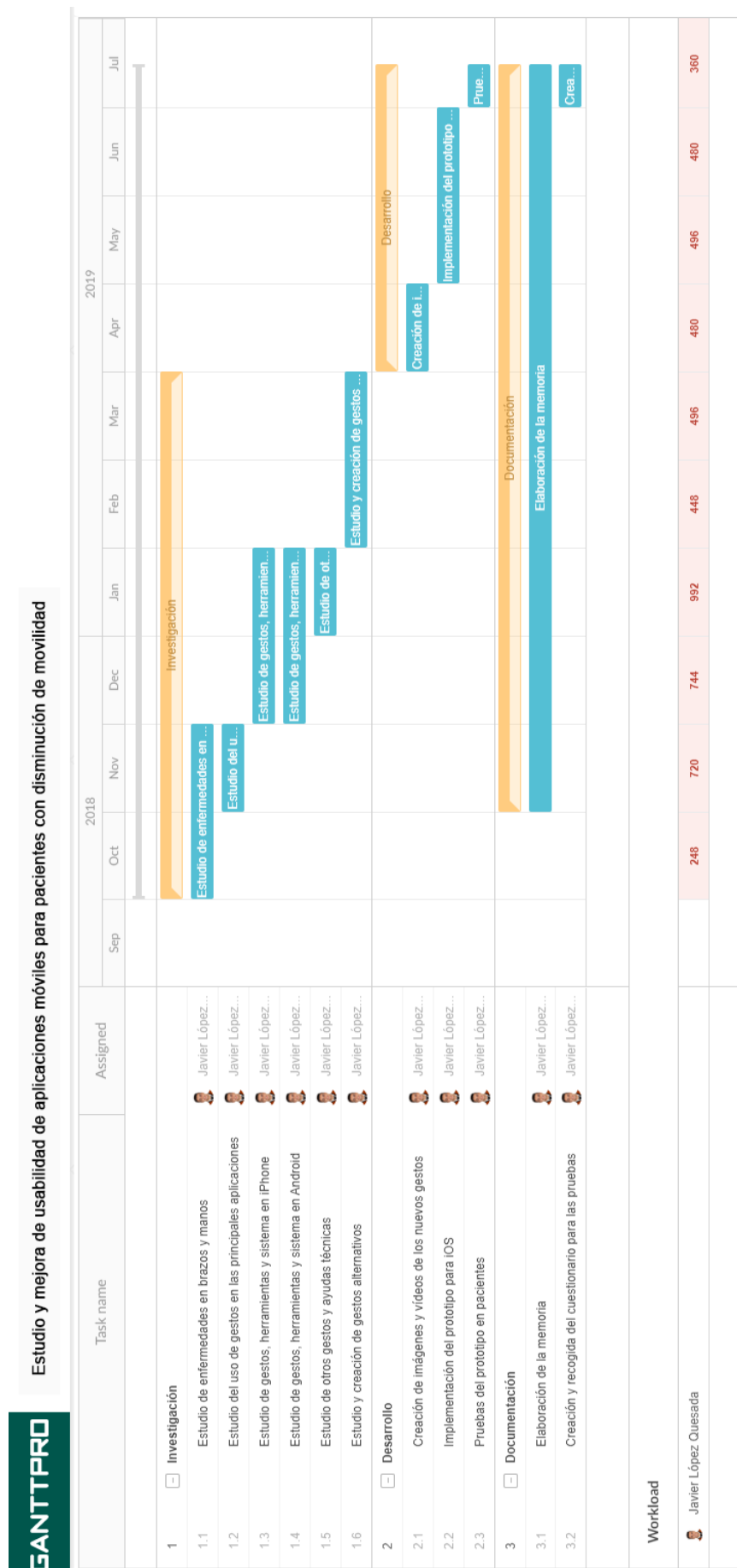


Ilustración 4.1 – Diagrama de Gantt del proyecto

4.2.3. Costes

Una vez calculados los tiempos se puede hacer un cálculo aproximado de los costes que tendríamos en este proyecto.

Para empezar, se establecerá un **salario para el personal** en base al “XVI convenio colectivo estatal de empresas de consultoría y estudios de mercado y de la opinión pública”. En este proyecto el personal será una sola persona que desempeñará varias funciones. En primer lugar, deberá ser el jefe de proyecto administrando todo lo relacionado con el proyecto, en segundo lugar, deberá ser el diseñador del prototipo y por último el programador de la aplicación final. El salario mínimo establecido es de 1.213,48€ al mes (1.133,46€ de base y 80,02€ de plus) para un titulado de grado medio. En el caso de optar por un titulado de grado superior serán 1.678,98€ mensuales (1.569,25€ de base y 109,73€ de plus). El número de meses viene determinado por el tiempo de trabajo autónomo estipulado por un trabajo fin de grado, el cual tiene asignados 12 créditos que equivalen a 576 horas, es decir, unos 2 meses. [\[24\]](#) También la empresa debe aportar a la **Seguridad Social** un 30,90% en concepto de cotizaciones sociales. [\[25\]](#)

En cuanto al coste por el **alquiler de espacios y la electricidad** consumida, sería de 0€, ya que Jaén posee ‘coworking’ (espacios donde llevar a cabo actividades profesionales y de emprendimiento, algunos de ellos gratuitos). [\[26\]](#)

Los **materiales** para este proyecto serán un portátil (*Asus X554L Intel i7 4GB RAM*), valorado en 500€ con 5 años de vida útil, para la redacción de la memoria, el estudio, la investigación y la creación de contenido multimedia. Un ordenador (*iMac 27 pulgadas de mediados de 2010 Intel i7 16GB RAM*), valorado en 700€ con 10 años de vida útil, para el desarrollo del prototipo de la aplicación en iOS. Un móvil iPhone (*iPhone X*), valorado en 700€ con 5 años de vida útil, para el manejo de gestos, aplicaciones, sistema operativo y para realizar las pruebas con el prototipo. Por último, un móvil Android (*Xiaomi Redmi Note 5*) valorado en 180€ con 2 años de vida útil, para el estudio de aplicaciones, el manejo de gestos, aplicaciones y sistema operativo. Para calcular la amortización mensual de cada dispositivo, se divide su precio entre el número de meses correspondientes a su vida útil. Véase un resumen de costes en la Tabla 4.2.

Recurso	€/mes	Meses	Total
Personal	1.213,48 €	2	2.426,96 €
Seguridad social	374,96 €	2	749,93 €
Espacios/electricidad	0 €	9	0 €
Ordenador iMac	5,83 €	2	11,66 €
Smartphone iPhone	11,66 €	7	81,62 €
Portátil Asus	8,33 €	9	74,97 €
Smartphone Xiaomi	7,50 €	8	60,00 €
Total			3.405,14 €

Tabla 4.2 – Resumen de costes del proyecto

4.2.4. Herramientas

Las herramientas y tecnologías usadas en este proyecto son:

- **Adobe Photoshop CC:** Editor de gráficos. Con él se han creado las imágenes correspondientes a los distintos gestos, así como la edición de otras ilustraciones de este proyecto. [\[27\]](#)
- **Camtasia Studio 8.1:** Editor de vídeo. Con él se han creado los vídeos que muestran la realización de los nuevos gestos alternativos. [\[28\]](#)
- **Xcode:** Entorno de desarrollo integrado por Apple destinado al desarrollo de software para macOS, iOS, watchOS y tvOS. En él se ha llevado a cabo el desarrollo y ejecución del prototipo de la aplicación. [\[29\]](#)
- **Prepo:** Editor para crear iconos de artwork para iOS y Mac. Muy útil para la creación del paquete de iconos, con sus diferentes tamaños, del prototipo de la aplicación. [\[30\]](#)
- **GanttPro:** Herramienta online para gestionar y generar diagramas de Gantt. Con ella se generó el diagrama de la Ilustración 4.1. [\[31\]](#)

4.3. Prototipado

Basándonos en el modelo de prototipos, mencionado en el punto 4.1, se explicarán sus distintas etapas: Análisis de requisitos, diseño de la interfaz, implementación del prototipo y pruebas del mismo.

4.3.1. Comunicación

El primer paso en la creación del prototipo, es **tener una conversación previa** con el cliente o con los usuarios. En este caso, serán los usuarios a los que va destinada la aplicación (personas con movilidad reducida).

Esta comunicación es realizada con Cati Osuna, fisioterapeuta de la universidad de Jaén, que sirve de intermediario entre el desarrollador y personas que sufren este tipo de patologías. Concretamente hablará con pacientes con lesiones y enfermedades como la artrosis o el síndrome del túnel carpiano, más enfocadas al ámbito de la fisioterapia.

Se realiza una segunda comunicación para cubrir todas las áreas de este tipo de enfermedades. Esta vez con Laura López, terapeuta ocupacional de APACE, que también ejerce de intermediario con pacientes que sufren otras enfermedades más comunes en su campo (hemiplejía, Parkinson, parálisis de nervios...).

Estas conversaciones serán la base para la posterior definición de requisitos, así como ya lo fueron en el diseño de gestos nuevos del apartado 3.2.2.

4.3.2. Análisis de requisitos

Existen dos tipos de requisitos, los funcionales que describen lo que hace un sistema o lo que se espera que haga y los no funcionales que describen aspectos del sistema para poder cumplir los funcionales.

Los **requisitos funcionales** de este proyecto son:

- Mostrar información de la tarea (Tabla 4.3).

Nº	ATRIBUTO	CONTENIDO
1	Identificador	R01
2	Nombre	Mostrar información de la tarea
3	Versión	1.0
4	Prioridad	Media
5	Descripción	Cada vista de los gestos principales tendrá asignada una tarea que será descrita.

Tabla 4.3 – Requisito funcional 1

- Mostrar información del gesto (Tabla 4.4).

Nº	ATRIBUTO	CONTENIDO
1	Identificador	R02
2	Nombre	Mostrar información del gesto
3	Versión	1.0
4	Prioridad	Media
5	Descripción	Cada gesto tendrá información de cómo realizarlo.

Tabla 4.4 – Requisito funcional 2

- Realizar gesto (Tabla 4.5).

Nº	ATRIBUTO	CONTENIDO
1	Identificador	R03
2	Nombre	Realizar gesto
3	Versión	1.0
4	Prioridad	Alta
5	Descripción	En su vista correspondiente, se realizarán cada uno de los gestos (toque simple, toque doble, presionar y mantener, arrastrar, toque ligero, toque fuerte, pellizcar, rotar, agitar y toque preciso).

Tabla 4.5 – Requisito funcional 3

- Avanzar si se realiza la tarea con el gesto adecuado (Tabla 4.6).

Nº	ATRIBUTO	CONTENIDO
1	Identificador	R04
2	Nombre	Avanzar si se realiza la tarea con el gesto adecuado
3	Versión	1.0
4	Prioridad	Alta
5	Descripción	Cada vez que se ejecute una tarea correctamente se avanzará a la vista del siguiente gesto principal.

Tabla 4.6 – Requisito funcional 4

- Avanzar mostrando gestos alternativos si no se puede realizar (Tabla 4.7).

Nº	ATRIBUTO	CONTENIDO
1	Identificador	R05
2	Nombre	Avanzar mostrando gestos alternativos si no se puede realizar
3	Versión	1.0
4	Prioridad	Alta
5	Descripción	Cada vez que no se pueda realizar una tarea correctamente, se pulsará el botón de “no puedo hacer este gesto” que cambiará a la vista del gesto alternativo.

Tabla 4.7 – Requisito funcional 5

- Reproducir vídeos de los gestos alternativos (Tabla 4.8).

Nº	ATRIBUTO	CONTENIDO
1	Identificador	R06
2	Nombre	Reproducir vídeos de los gestos alternativos
3	Versión	1.0
4	Prioridad	Media
5	Descripción	Cada uno de los gestos alternativos tendrá un vídeo ejemplificativo de cómo se realizaría el nuevo gesto.

Tabla 4.8 – Requisito funcional 6

Los **requisitos no funcionales** de este proyecto son:

- La aplicación será programada en Swift para iPhone X, ya que este será el dispositivo en el que se realicen las pruebas del prototipo. Una vez realizadas, podría extenderse a una aplicación multiplataforma de iOS con facilidad e incluso a Android Studio.
- No necesitará conexión a internet, ni requerirá de ningún complemento o utensilio ajeno al dispositivo móvil.
- Debe cumplir todos los requisitos de seguridad y protección de datos estipulados por el BOE en la Ley Orgánica 3/2018, del 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

- La interfaz de la aplicación debe ser clara e intuitiva, evitando la sobrecarga de información y opciones, para no causar dudas en el usuario. Una breve explicación del gesto que debe realizar el usuario y un botón por si no es capaz de ejecutarlo correctamente serían las únicas opciones por vista.
- Debe diseñarse orientada a una más que posible escalabilidad, ya que en un futuro los nuevos gestos podrían programarse en código en lugar de sólo mostrarlos visualmente.

4.3.3. Diseño

Al tratarse de un prototipo, el diseño debe ser más funcional que estético, ya que se busca que se haga un uso correcto de la aplicación para posteriormente, pulir los aspectos enfocados hacia una aplicación “bonita”, visualmente hablando.

El diseño sigue una línea principal, la de los diferentes gestos con sus correspondientes tareas, pero si no se puede realizar alguna tarea, la línea principal se desvía mostrando los gestos alternativos al gesto que no podemos realizar. El storyboard se puede ver en las Ilustraciones 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6.

Cabe comentar que la aplicación incluye un manual de uso (Anexo I) donde se ve el diseño con más claridad y de una forma más explicativa.

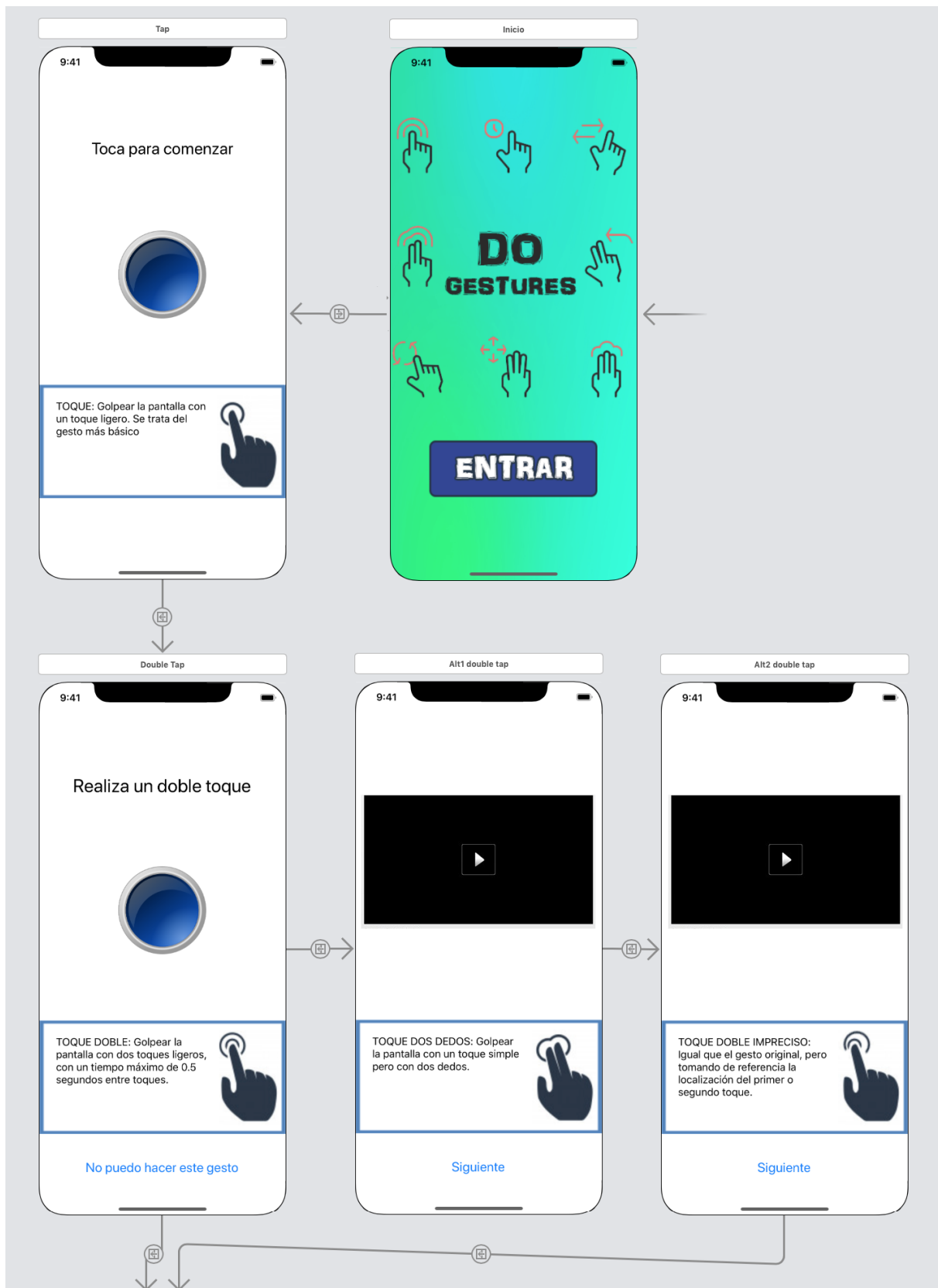


Ilustración 4.2 – Storyboard Parte 1

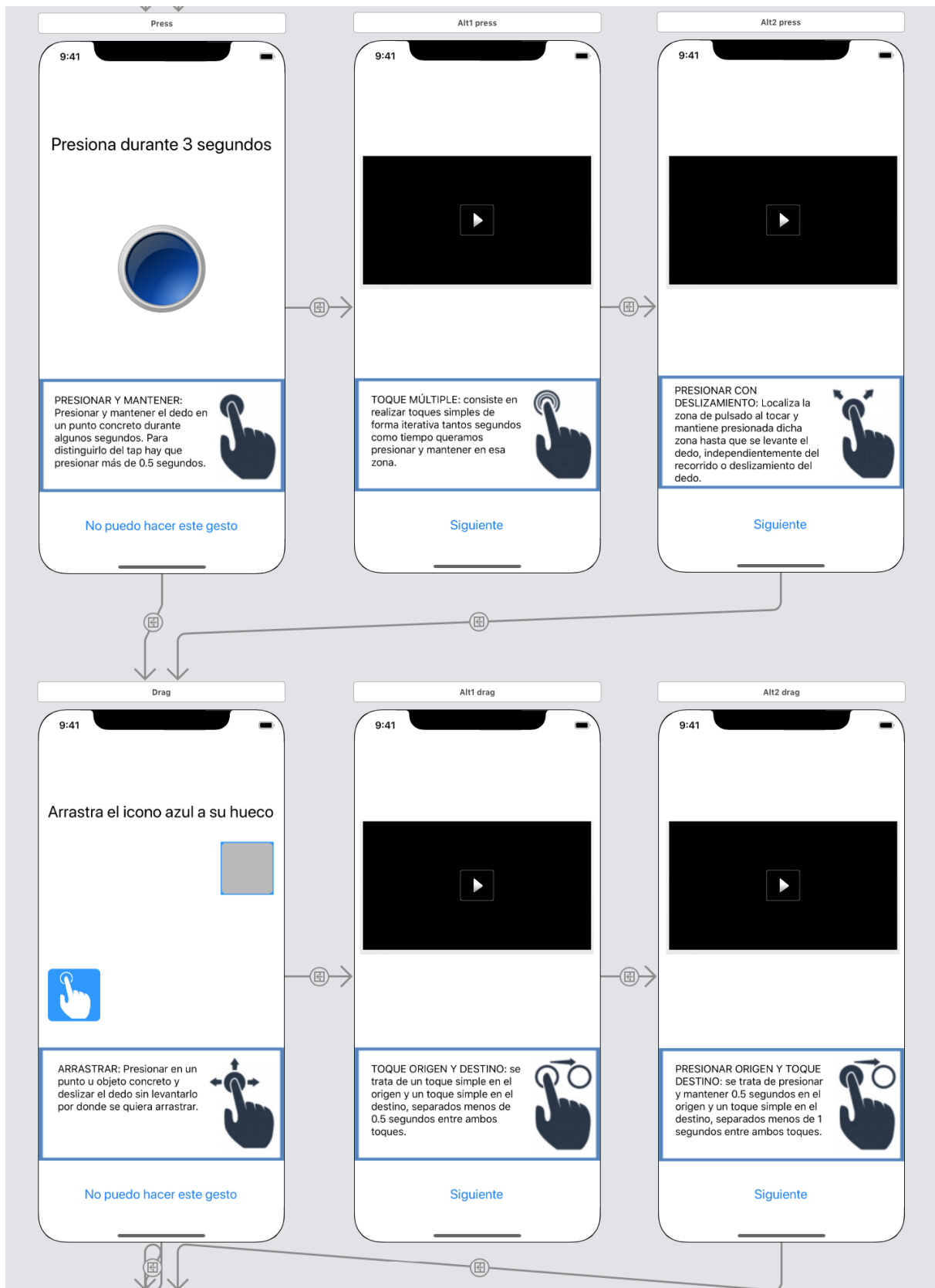


Ilustración 4.3 – Storyboard Parte 2

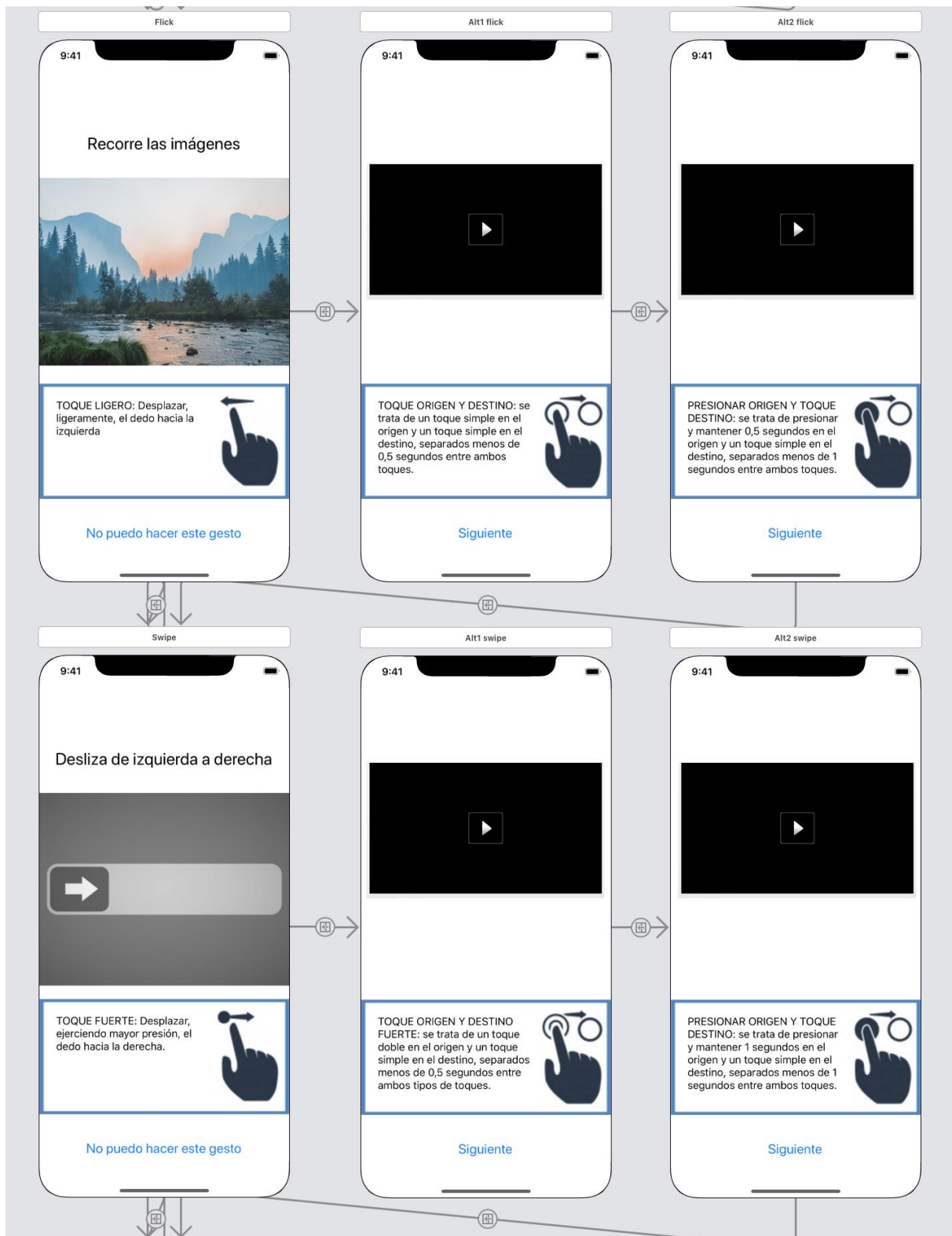


Ilustración 4.4 – Storyboard Parte 3

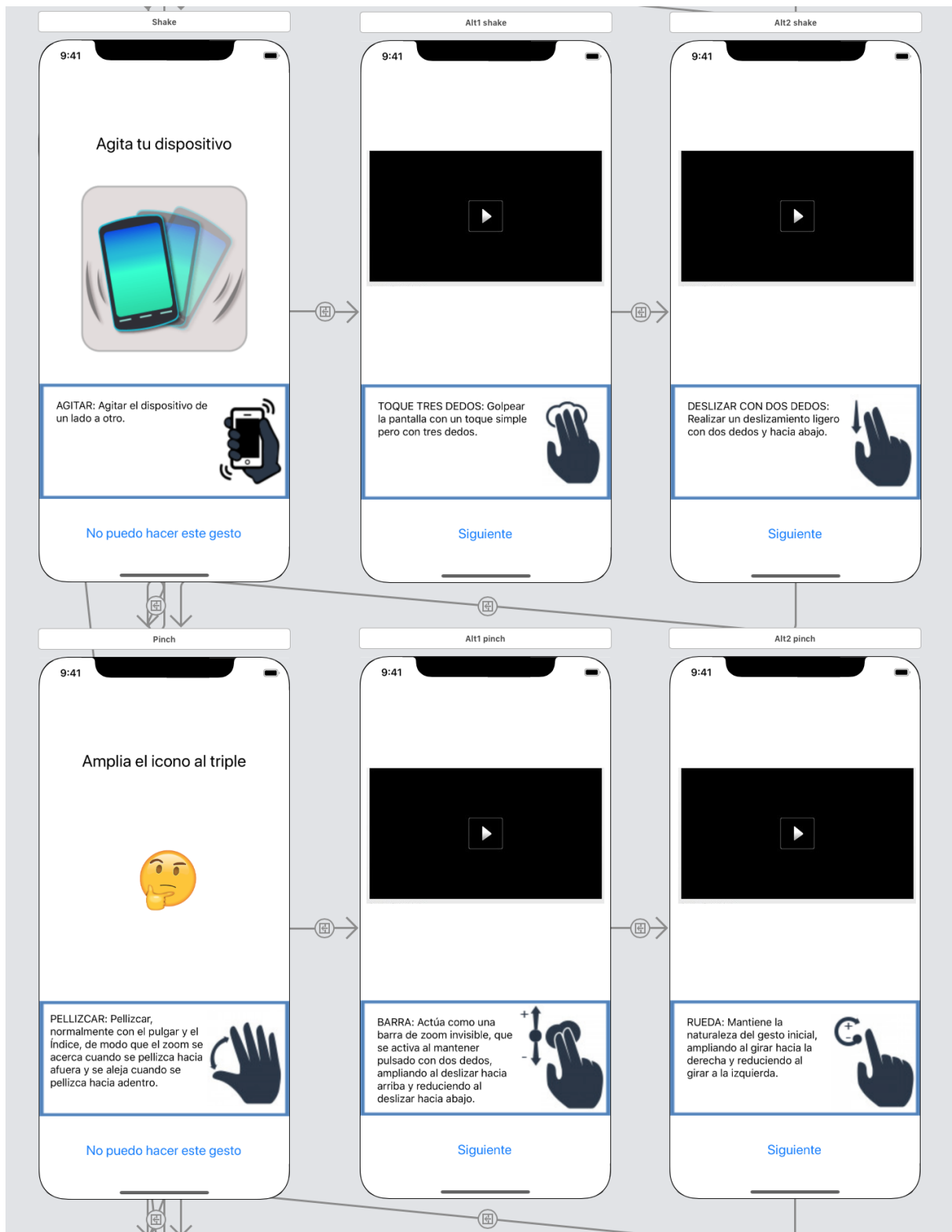


Ilustración 4.5 – Storyboard Parte 4

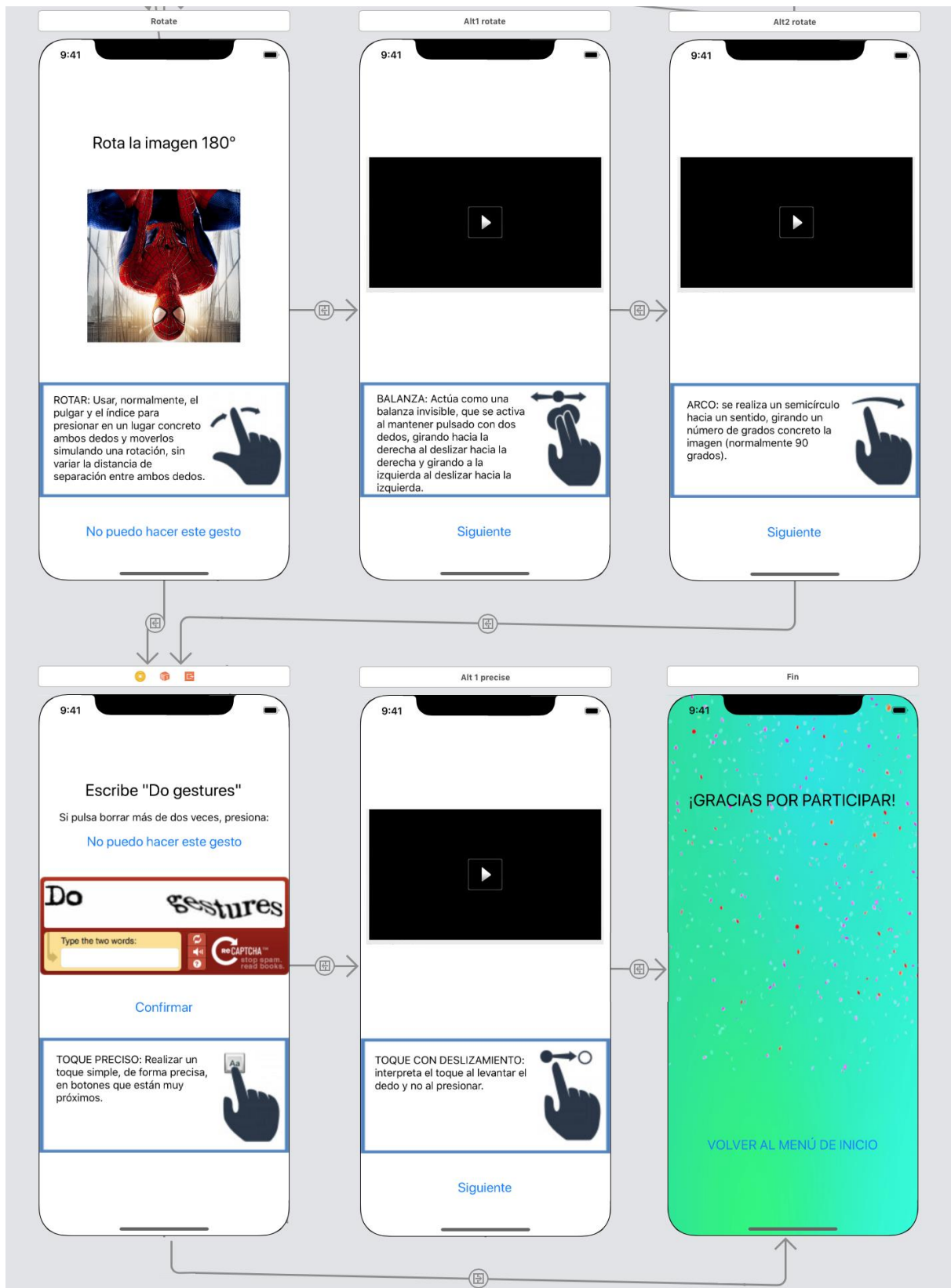


Ilustración 4.6 – Storyboard Parte 5

4.3.4. Implementación

Como se ha mencionado anteriormente la implementación será en el idioma de programación Swift con el entorno Xcode. Para la parte más visual y trivial se hará uso de la función de storyboard, mientras que las partes más complejas como la creación de tareas, gestos y vídeos será escrita en código.

Para la implementación de gestos se hará uso de la clase `UIGestureRecognizer`, que es la clase base del reconocedor de gestos. Para reconocer los gestos del apartado 3.1.2 se usarán las siguientes subclases:

- **UITapGestureRecognizer:** Reconocerá el gesto “toque simple” y, ajustando sus parámetros, también hará lo propio con el gesto “toque doble”.
- **UILongPressGestureRecognizer:** Reconocerá el gesto “presionar y mantener” pudiendo definir los segundos de pulsado.
- **UIPanGestureRecognizer:** Reconocerá el gesto “arrastrar”.
- **UISwipeGestureRecognizer:** Reconocerá el gesto “toque fuerte”.
- **UIPinchGestureRecognizer:** Reconocerá el gesto “pellizcar”.
- **UIRotationGestureRecognizer:** Reconocerá el gesto “rotar”.

Algunos gestos que no forman parte de `UIGestureRecognizer` son; el gesto “toque ligero” que se ha reconocido usando una **Collection View** (también se podría usar `UIPanGestureRecognizer`) y el gesto “agitar” que se ha reconocido sobrescribiendo la función **motionEnded**.

Respecto a las clases del proyecto son:

- **ViewController.swift:** subclase de `UIViewController`. En ella se hallarán la mayoría de funciones ya que es la clase asociada a la mayoría de vistas. Las funciones más destacadas son: *func drag*, la cual recibirá un `UIPanGestureRecognizer` y se hará cargo de la tarea asociada al gesto “arrastrar”, comparando el centro de la imagen arrastrada con el de la imagen destino y llamando al cambio de vista si ambos centros coinciden; *func pinch*, la cual recibirá un `UIPinchGestureRecognizer` y se hará cargo de la tarea asociada al gesto “pellizcar”, que consistirá en ampliar la imagen al

doble de tamaño llamando al cambio de vista; y *func rotate*, la cual recibirá un *UIRotationGestureRecognizer* y se hará cargo de la tarea asociada al gesto “rotar”, cambiando de vista al girar la imagen 180°, en uno u otro sentido.

- **PressController.swift:** subclase de *UIViewController* que contiene la función *func press*. Se ha creado un *ViewController* distinto ya que, si se pone en el mismo *viewController*, al pulsar más de una vez no se llamará a la función nunca. Esta función recibirá un *UILongPressGestureRecognizer* y se hará cargo de cambiar de vista al presionar el botón más de tres segundos.
- **ViewControllerShake.swift:** subclase de *UIViewController* que contiene la función sobrescrita *func motionEnded*, encargada de cambiar de vista al agitar el móvil. Se ha creado un *ViewController* distinto ya que, si se sobrescribe la función *motionEnded* en uno compartido, al agitar el móvil en cualquier otra vista, llamaría al segue, produciendo un error.
- **ViewControllerC.swift:** subclase de *UIViewController* asociada a la creación y uso del *Collection View* que permite realizar el gesto “toque ligero”. En la colección se incluirán varias imágenes almacenadas en un vector que se irán pasando hasta llegar a la última que será cuando se produzca la llamada al segue, provocando el cambio de vista.
- **DataCollectionViewCell.swift:** clase encargada de definir las imágenes en las celdas de la *Collection View*.
- **VideoController.swift:** subclase de *UIViewController* asociada a la creación de vídeos, que al tratarse de vídeos locales, han sido introducidos mediante una *Web View* que a través de código html llamará a los vídeos previamente introducidos en el *Asset Catalogs* del proyecto (almacén de recursos).

4.3.5. Pruebas

Durante la creación de las distintas vistas se realizan una serie de pruebas en el simulador que incorpora Xcode y en dispositivo móvil.

- En el simulador de iPhone X que tiene Xcode (Tabla 4.9).

ID	Problema	Solución
S01	El toque doble se reconoce aunque se haga fuera del botón	Bug del simulador, no ocurre en dispositivo móvil
S02	No funciona el botón presionar si se pulsa más de una vez	Creación de un <i>viewController</i> específico de esta vista.
S03	Cuando se arrastra, rota o amplía el icono no va fluido, pudiendo apreciarse cierta ralentización en la acción	Bug del simulador, no ocurre en dispositivo móvil
S04	Al arrastrar el icono, existe dificultad para alinearlos con su imagen de destino	Definición de un rango entorno al centro para facilitar la tarea
S05	Al agitar el móvil en una vista diferente a la del gesto shake, se produce un error	Creación de un <i>viewController</i> específico de esta vista.

Tabla 4.9 – Pruebas en xcode

- En un iPhone X (Tabla 4.10).

ID	Problema	Solución
I01	Los vídeos no funcionan, debido a que el iPhone no tiene sistema de rutas	Se añaden los vídeos a <i>build phases</i> y se acceden a ellos mediante <i>Bundle.main.path</i>
I02	No se puede hacer zoom, debido a que el emoticono es demasiado pequeño	Se amplía ligeramente el emoticono
I03	En el toque preciso, cuando se despliega el teclado, no hay forma de quitarlo y no se puede pulsar el botón de “No puedo realizar este gesto”	Desplazar el botón a la parte superior de la pantalla
I04	No hay problemas	Aplicación lista para las pruebas con pacientes

Tabla 4.10 – Pruebas en iPhone X

4.4. Aspectos de mejora

Los aspectos de mejora son los siguientes:

- 1) Realización de gestos alternativos: el reconocedor de gestos permite la opción de crear gestos personalizados mediante “**Custom Gesture Recognizer**”. Con más tiempo podrían implementarse cada uno de los nuevos gestos alternativos, pudiendo realizarlos en lugar de visualizarlos mediante los diferentes vídeos.
- 2) Para realizar pruebas con un mayor volumen de personas con movilidad reducida, en lugar de mostrar los resultados al final, se podrían almacenar las valoraciones en una **base de datos mysql**. A esta información se podría almacenar también el tipo de enfermedad que sufre el usuario.
- 3) **Aumentar el número de actividades**, por gesto, a realizar y dar así un análisis mucho más profundo y eficaz de las dificultades reales de cada paciente.
- 4) Incluir una **herramienta de sugerencias** al finalizar la prueba, para crear cierto feedback con el usuario. En esta el usuario podría enviar ideas o nuevos gestos a los desarrolladores.
- 5) Incluir contador de **tiempo**. A veces la dificultad de un gesto no reside solamente en poder realizarlo o no, también hay que tener en cuenta el tiempo que tardan en realizarlo. Este dato podría ser recogido.

5. DISEÑO DE USABILIDAD

La usabilidad es el grado de facilidad de uso para los usuarios que ejecutan una aplicación. Se dice que una aplicación es usable si permite una interacción sencilla, intuitiva, accesible y segura. El problema de la usabilidad, es que para conseguirla en su totalidad se pierde en otros dos factores claves, como son la funcionalidad y la seguridad, aunque en este caso concreto se obvia la seguridad, ya que la aplicación no trabaja con datos personales por el momento. Para medir esta facilidad de uso se harán unas pruebas de usabilidad y posteriormente un análisis de resultados.

5.1. Pruebas de usabilidad

Al finalizar el desarrollo de la aplicación se ha ido probando en distintos usuarios, con distinta edad y distintos conocimientos informáticos, para detectar los aspectos menos entendibles de la aplicación y así modificarlos para lograr una herramienta lo más intuitiva posible. A esta muestra se les ha pasado un cuestionario como el del Anexo II, para que contesten a una serie de preguntas sobre la aplicación.

La muestra está compuesta por 10 personas:

- 1- Mujer de 65 años.
- 2- Hombre de 37 años.
- 3- Hombre de 61 años.
- 4- Mujer de 52 años.
- 5- Mujer de 41 años.
- 6- Mujer de 70 años.
- 7- Hombre de 33 años.
- 8- Mujer de 28 años.
- 9- Hombre de 16 años.
- 10- Hombre de 54 años.

Los resultados de esta muestra personas son los que se ven en la Tabla 5.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.- ¿Es la aplicación fácil de usar?	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si
2.- ¿Te pierdes en la aplicación?	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No
3.- ¿Te parecen los botones intuitivos?	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si
4.- ¿Te parecen las instrucciones suficientes?	No	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No
5.- ¿Has necesitado ayuda durante la prueba?	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No
6.- ¿Las tareas son difíciles de entender?	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No
7.- ¿Se explican de forma clara los gestos alternativos?	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
8.- ¿Se explican de forma clara los gestos estándar?	No	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si

Tabla 5.1 – Pruebas de usabilidad

5.2. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos son buenos, ya que **la interfaz es muy simple** y no tiene botones complejos o ambiguos. Aunque sí que se puede observar que las personas de mayor edad se pierden en la aplicación, ya que a veces olvidan a que gestos estándar sustituían los gestos alternativos. Estas personas al no estar tan familiarizadas con el manejo de las nuevas tecnologías fueron guiadas oralmente para el correcto uso de la aplicación.

La cantidad de información ha sido bien valorada, salvo en el caso de los usuarios de mayor edad, que en ocasiones no entienden

En cuanto a la explicación de gestos, se puede observar que la mayoría de personas ven de forma más clara la realización de gestos alternativos, al incluir estos vídeos explicativos, aunque los gestos estándar al estar más familiarizados con ellos se suelen realizar sin ni siquiera leer la explicación.

En cuanto al **feedback**, es uno de los puntos más comentados, ya que muchos usuarios preguntaban por la falta de retroalimentación. Esto fue corregido con un segundo cuestionario (Anexo III), donde se pedían ciertas opiniones y mejoras en el diseño de gestos.

También existe un porcentaje de **usuarios que no leen** las indicaciones que la aplicación da, como por ejemplo la tarea que se debe realizar o la manera de hacer el gesto. Esto produce estancamiento en algunas etapas de la aplicación y han preferido preguntar a la persona que les ha ofrecido realizar esta prueba.

Para futuras versiones se podría **incluir un breve manual**, ya que muchos de los usuarios que probaron la aplicación no entendían la finalidad de este estudio, debido a que esto no es especificado en la herramienta.

En resumen, la usabilidad de la aplicación es bastante buena, aunque falla en la adaptabilidad a personas de un mayor rango de edad, que desconocen estos gestos y se limitan sólo a usar el “toque simple” para utilizar su teléfono móvil. Esto es difícil de corregir, ya que la aplicación va dirigida a personas que usen casi todos los gestos que incorpore el dispositivo.

6. PRUEBAS REALIZADAS

Una vez implementado el prototipo de la aplicación se realizan pruebas a pacientes en la consulta de fisioterapia de Cati Osuna, a pacientes del centro ocupacional APACE en Toledo y a algunos conocidos personales que sufren alguna de estas patologías. Dichas pruebas se harán dejándole al paciente usar el prototipo de aplicación mientras rellena el cuestionario del Anexo III. Se tratará de coger una muestra lo más variada posible que contenga distintos tipos de enfermedades, nombradas en el apartado 2.1, así como distintas edades.

La muestra está compuesta por 10 personas:

- 1- Mujer de 65 años con secuelas de **poliomielitis**.
- 2- Hombre de 37 años con **parestesia** en la mano.
- 3- Hombre de 61 años con **Parkinson**.
- 4- Mujer de 52 años con artrosis de pulgar (**rizartrosis**).
- 5- Mujer de 41 años con **artrosis** leve en los dedos.
- 6- Mujer de 70 años con **artritis reumática**.
- 7- Hombre de 33 años con **tendinitis de De Quervain**
- 8- Mujer de 28 años con el **síndrome del túnel carpiano**.
- 9- Hombre de 16 años con **mano en garra** (ayudado por una adaptación similar a la de la Ilustración 3.7).
- 10- Hombre de 54 años con **hemiplejia** en la mano.

6.1. Realización de gestos estándar

La línea principal de la aplicación es la realización de tareas asociadas a los distintos gestos estándar. A continuación, se presenta la tabla con las pruebas realizadas sobre la muestra mencionada, marcando con un check si la persona (clasificada por la patología que padece) ha conseguido superar la tarea o con una cruz si por el contrario no ha sido capaz de realizarla (Tabla 6.1). Estos datos provienen del cuestionario del Anexo III.

	Poliomielitis	Parestesia	Parkinson	Rizartrosis	Artrosis	Artritis reumática	Tendinitis De Quervain	Túnel carpiano	Mano en garra	Mano hemiplejica
Toque simple	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Toque doble	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Presionar y mantener	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Arrastrar	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Toque ligero	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Toque fuerte	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Agitar	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Pellizcar	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗
Rotar	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Toque preciso	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗

Tabla 6.1 – Realización de gestos en base a enfermedades

En el cuestionario, también hay un apartado de observaciones, de las que se deducen lo siguiente:

- 1- **Poliomielitis**: sólo puede realizar el “toque simple”, el “toque doble” y el “toque ligero”. “Presionar y mantener” podría llegar a realizarlo, pero no por un largo periodo de tiempo.
- 2- **Parestesia**: sólo puede realizar el “toque simple”, el “toque doble”, “presionar y mantener” y el “toque ligero”.
- 3- **Parkinson**: sólo puede realizar el “toque simple”, “presionar y mantener” y el “toque ligero”. El “toque doble” lo podría realizar, pero suele dar más de dos toques con imprecisiones, por este motivo optó por marcar su no realización.
- 4- **Rizartrosis**: puede realizar casi todos los movimientos, excepto “pellizcar” y “rotar”. No obstante, esta patología obliga al usuario a realizar todos los gestos con el dedo índice en lugar de usar el pulgar, como la mayoría de personas hace para ir más rápido.
- 5- **Artrosis leve**: pese a poder realizar todos los gestos estándar, el usuario experimentó dolor en algunos gestos como el de “arrastrar”, “pellizcar” o “rotar”.
- 6- **Artritis reumatoide**: muy similar al caso de la rizartrosis, pero además experimentó una falta de precisión con el teclado.
- 7- **Tendinitis de De Quervain**: puede realizar casi todos los movimientos, excepto “agitar”, “pellizcar”, y “rotar”.
- 8- **Síndrome del túnel carpiano**: puede realizar casi todos los movimientos, excepto “agitar” y “rotar”. También experimentó dolor al “pellizcar”, pero finalmente realizó la tarea.
- 9- **Mano en garra**: por si sola esta patología no puede realizar ninguno de los gestos estándar, sin embargo, gracias a una adaptación similar a la de la Ilustración 3.7, el usuario realizó con éxito todos los gestos, excepto “agitar”, “pellizcar”, “rotar” y el “toque preciso”, muchos de estos gestos requerirían una ayuda técnica diferente.
- 10- **Mano hemipléjica**: sólo puede realizar el “toque simple”, “presionar y mantener” y el “toque ligero”. Con una adaptación similar a la mencionada anteriormente este usuario hubiese realizado con éxito un mayor número de gestos.

6.2. Valoración de gestos alternativos

Los gestos estándar no realizados darán lugar a que se muestren sus correspondientes gestos alternativos que serán valorados por los usuarios. A continuación, se presenta la tabla con las valoraciones de cada uno de los gestos alternativos, en el caso de no haberlos valorado, debido a realizar su gesto estándar correspondiente aparecerá un guion “-” (Tabla 6.2). Estos datos provienen del cuestionario del Anexo III.

	Poliomielitis	Parestesia	Parkinson	Rizartrosis	Artrosis	Artritis reumática	Tendinitis De Quervain	Túnel carpiano	Mano en garra	Mano hemiplejica
Toque dos dedos	-	-	8	-	-	-	-	-	-	9
Toque doble impreciso	-	-	9	-	-	-	-	-	-	6
Toque múltiple	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Presionar con desplazamiento	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toque origen y destino	8	9	5	-	-	-	-	-	-	5
Presionar origen y toque destino	5	5	7	-	-	-	-	-	-	6
Toque origen y destino	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
Presionar origen y toque destino	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Toque origen y destino fuerte	5	8	6	-	-	-	-	-	-	6
Presionar origen y toque destino	5	6	8	-	-	-	-	-	-	7
Toque tres dedos	7	9	-	-	-	-	9	8	3	7
Deslizar con dos dedos	8	9	-	-	-	-	10	8	6	8
Barra	8	9	7	9	-	7	8	-	6	8
Rueda	6	5	4	7	-	7	8	-	8	7
Balanza	7	9	7	9	-	7	8	9	6	8
Arco	5	6	5	6	-	6	7	6	7	6
Toque con deslizamiento	4	7	9	-	-	6	-	-	7	6

Tabla 6.2 – Valoración de gestos en base a enfermedades

Según estas valoraciones (flecha verde para sobresaliente, flecha amarilla para bien y flecha roja para suspenso) se pueden llegar a ciertas conclusiones en base a cada enfermedad:

- 1- **Poliomielitis:** El gesto peor evaluado es el de “toque con deslizamiento”, ya que al no poder realizar el movimiento “arrastrar”, este no se vería como una alternativa real al “toque preciso”.
- 2- **Parestesia:** Los gestos peor evaluados son el “presionar origen y toque destino”, debido a que su homónimo representa mayor facilidad, y la “rueda” ya que al tener problemas con el gesto “arrastrar”, es complicado llevarlo a cabo.
- 3- **Parkinson:** El gesto peor evaluado es la “rueda”, debido a los problemas de precisión y dificultad para realizar el gesto “arrastrar”.
- 4- **Rizartrosis:** El gesto peor evaluado es el “arco”, ya que, aunque sea fácil de usar, no aporta una fluidez al girar un número determinado de grados.
- 5- **Artrosis leve:** No se llegó a evaluar ningún gesto, pero se le enseñó los gestos correspondientes a “barra”, “balanza” y “deslizar con dos dedos”, debido a que son los gestos alternativos a “pellizcar”, “rotar” y “agitar” más votados, y tuvo muy buenos comentarios sobre ellos.
- 6- **Artritis reumatoide:** Los gestos peor evaluados son el “arco”, ya que, aunque sea fácil de usar, no aporta una fluidez al girar un número determinado de grados y el “toque con deslizamiento” por falta de precisión al tener las falanges torcida.
- 7- **Tendinitis de De Quervain:** El gesto peor evaluado es el “arco”, ya que, aunque sea fácil de usar, no aporta una fluidez al girar un número determinado de grados.
- 8- **Síndrome del túnel carpiano:** El gesto peor evaluado es el “arco”, ya que, aunque sea fácil de usar, no aporta una fluidez al girar un número determinado de grados.
- 9- **Mano en garra:** El gesto peor evaluado es el “toque tres dedos”, esto es debido a que la adaptación sólo es de un dedo y no ve factible tener otra adaptación para tres dedos. Sin embargo, los gestos “barra”, “balanza” y “deslizar con dos dedos” le parecen una buena alternativa, pero debería usar un estilote con dos dedos como el de la Ilustración 6.1.
- 10- **Mano hemipléjica:** El gesto peor evaluado es el “toque origen y destino”, ya que es similar al “toque doble”, gesto que no pudo realizar, y requiere rapidez de movimiento, cualidad que una mano hemipléjica no posee. Además, no cubriría bien todos los movimientos que permite “arrastrar”, como una trayectoria curva.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez vistas las tablas 6.1 y 6.2, se analizarán y se discutirán los resultados de los distintos gestos por medio de gráficas que faciliten la tarea.

7.1. Análisis de gestos estándar

En base a los resultados obtenidos, se discute cuáles son los gestos estándar más tediosos y que, por ende, deberían presentar una alternativa real. Para verlo de forma más clara se realiza una gráfica con el número de veces que los distintos usuarios no han podido realizar la tarea correspondiente a un gesto (Ilustración 7.1).



Ilustración 7.1 – Gestos estándar no realizados en número de veces

Analizando estos datos se llega a la conclusión que los gestos más difíciles de realizar son “rotar”, ya que un 90% de la muestra no lo ha podido llevar a cabo, y “pellizcar” con un 80% de fracaso. Por otro lado, gestos como el “toque simple”, “presionar y mantener” y “toque ligero” no son un problema para la mayoría de patologías. El resto se queda en un punto medio, por lo que también sería conveniente tratarlos, aunque con menos urgencia.

7.2. Análisis de gestos alternativos

En base a los resultados obtenidos, se discute cuáles son los gestos alternativos mejor valorados, eligiendo a uno de los dos como solución más votada. Para verlo de forma más clara se realiza una gráfica con la media aritmética de las puntuaciones de cada gesto alternativo (Ilustración 7.2).

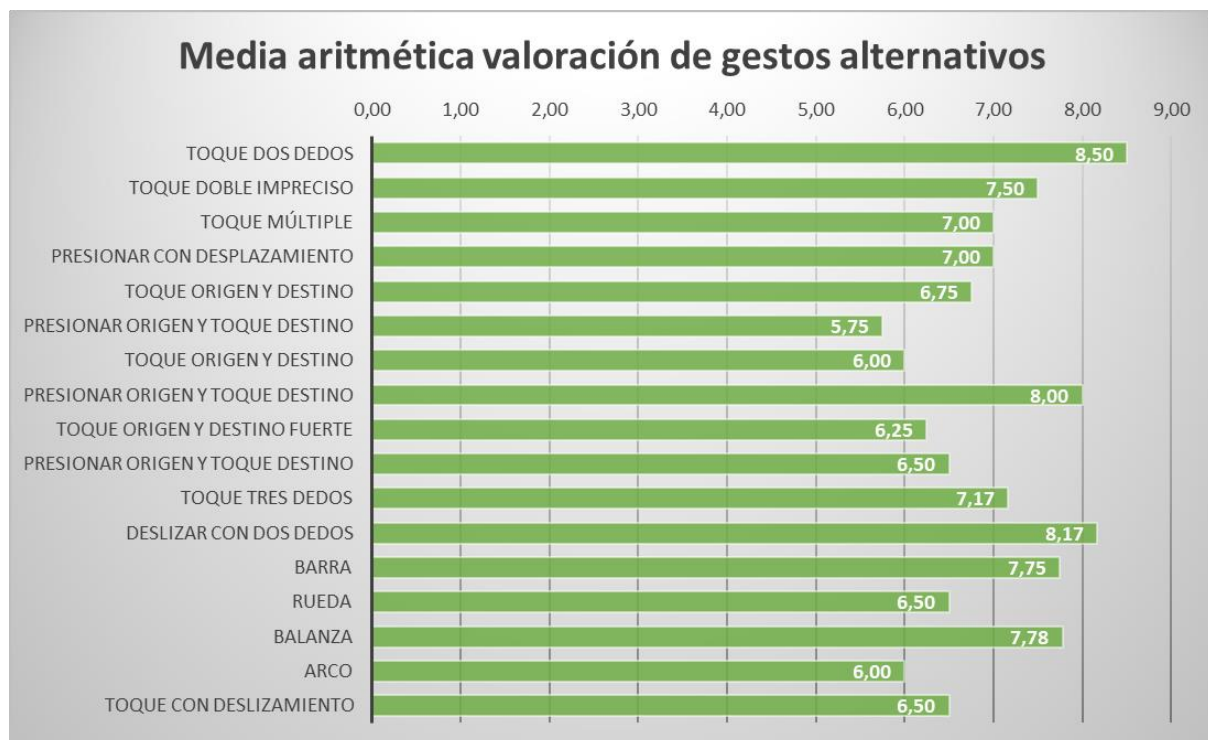


Ilustración 7.2 – Realización de gestos en base a enfermedades

Analizando estos datos los gestos mejor valorados son “toque dos dedos”, “presionar origen y toque destino” y “deslizar con dos dedos”. Sin embargo, estos datos son engañosos debido a que los dos primeros han sido valorados dos y una vez respectivamente, por tanto, no es una media tan real como por ejemplo en “deslizar con dos dedos”.

Por otro lado, hay que tener en cuenta la desviación típica de los datos, ya que no interesa un gesto que sea muy malo para unos y muy bueno para otros. Por lo que en la Ilustración 7.3 se muestran que valoraciones oscilan más, cuanto más situado esté el gesto a la derecha menos oscilan los datos y por tanto más fiable será su media. De esta forma también se puede apreciar como los gestos de “deslizar con dos dedos”, “barra” y “balanza”, además de una buena media, tienen una buena desviación típica, por lo que serían los mejores.

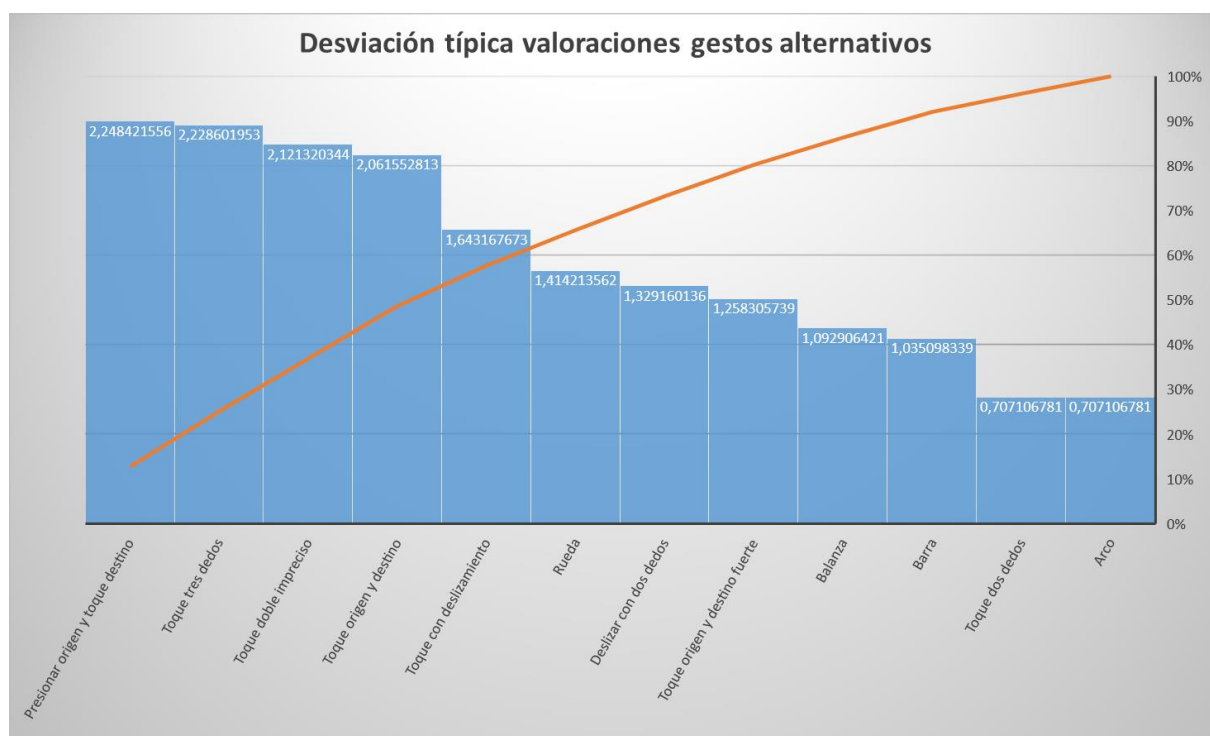


Ilustración 7.3 – Desviación típica de los distintos gestos alternativos

Basándonos en la media y desviación típica, vistas en las ilustraciones 7.2 y 7.3, esta sería la sustitución más adecuada, eligiendo uno de los dos gestos alternativos (o los dos, si ambos son convenientes) (Tabla 7.1).

Gesto estándar	Necesidad de sustitución	Gesto(s) alternativo(s)
	Nula	
	Baja	
	Baja	

	Media	
	Baja	
	Media	
	Alta	
	Alta	
	Alta	
	Alta	

Tabla 7.1 – Relación gestos estándar / gestos alternativos mejor valorados

8. CONCLUSIONES

En base a los siete apartados redactados a lo largo de este documento se sacan las siguientes conclusiones:

- Los **gestos más usados** en las distintas aplicaciones son el “toque simple”, “presionar y mantener”, el “toque ligero” y el “toque preciso”. Salvo el último de todos, que es una variante del “toque simple”, todos presentan cierta facilidad para las personas que sufren enfermedades de movilidad reducida, por lo que es más fácil, crear gestos alternativos, combinándolos. Esto ha sido confirmado con las pruebas realizadas y se puede ver claramente en la gráfica de la Ilustración 6.1.
- Los gestos **“rotar” y “pellizcar”** necesitan una alternativa en nuestros dispositivos móviles, y una opción muy válida sería la de implementar los gestos “barra” y “balanza”, que además de estar muy bien evaluados en las pruebas, son perfectamente complementarios, al igual que lo son los gestos a los que sustituyen.
- El gesto **“arrastrar”** es uno de los gestos más importantes, y no poder realizarlo causa un problema, debido a que los gestos alternativos planteados son incapaces de generar curvas. Por tanto, la única solución para realizar este gesto de manera correcta es por medio de joystick adaptativos como el de la Ilustración 3.5. Esto conlleva que muchos gestos alternativos, que llevan de manera implícita el gesto “arrastrar”, sean mal evaluados por usuarios que no pueden realizarlo.
- El gesto **“agitar”** debería tener una alternativa como el gesto alternativo “deslizar con dos dedos”, ya que es un gesto que no suele tener un uso concreto en nuestro dispositivo y permitiría su ejecución a todas las personas con problemas de carpo.
- Gestos como el “toque doble”, el “toque fuerte” o el “toque preciso” también podrían presentar los gestos alternativos, pero se necesitaría un mayor abanico de pruebas para validarlos, ya que en esta ocasión se quedan cortas para sacar una hipótesis concluyente.
- El siguiente paso en este prototipo sería **implementar los gestos alternativos** más votados (barra, balanza, deslizar con dos dedos...),

dándoles una naturaleza (con custom gestures recognizer en xcode) y haciendo un estudio más exhaustivo con el gesto estándar y el alternativo, realizando las pruebas tanto con personas que sufran patologías como personas que no sufran patologías. Añadiendo también un análisis de tiempo.

- Muchos dispositivos incorporan ya **mejoras en la usabilidad** del teléfono móvil, pero estas no están estandarizadas. En mi opinión, “AssistiveTouch” y “Facilidades táctiles” de iPhone son las mejores herramientas, ya que además de estar estandarizadas entre sus diferentes modelos, aportan soluciones muy interesantes que me han servido de base para diseñar algunos gestos alternativos.
- Las **adaptaciones** o ayudas técnicas son claves en la mejora de usabilidad de aplicaciones móviles, ya que pueden hacer que una persona con una patología que le impida realizar un gran número de gestos, haga un uso prácticamente perfecto de su dispositivo móvil. Además, estas adaptaciones no suponen un coste elevado debido a que no suelen ser tecnológicas (como la Ilustración 3.6 y 3.7) y a veces se pueden fabricar de forma casera.

Conclusión final: con este trabajo se ha conseguido sentar las bases de una aplicación enfocada a la sustitución de gestos estandarizados por otros nuevos que supongan mayor simplicidad para usuarios con disminución de movilidad. Estos gestos alternativos serán evaluados por los usuarios, de forma que este estudio pueda servir de guía a otras aplicaciones que deseen enfocar su herramienta hacia la máxima integridad posible. Con vistas al futuro, se pretende ver dispositivos móviles que posean un amplio catálogo de gestos, para que cada persona elija sus preferencias, sin que dichos gestos limiten su uso y disfrute del aparato.

Bibliografía

Roger S. Pressman (2014). *Software Engineering. A Practitioner's Approach*. 8th Ed. McGraw-Hill.

Begoña Polonio López (2016). *Terapia Ocupacional en Disfunciones Físicas / Teoría y práctica*. Editorial Medina Panamericana.

Craig Clayton and Donny Wals (2019). *Complete iOS 12 Development Guide*. Ed. Packt

[1] Datos estadísticos enfermedades 2008 INE, [En línea]. Available: http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176782&menu=resultados&secc=1254736194716&idp=1254735573175. [Último acceso: 15 julio 2019].

[2] Artrosis, [En línea]. Available: <https://cuidateplus.marca.com/enfermedades/musculos-y-huesos/artrosis.html> [Último acceso: 15 julio 2019].

[3] Artrosis, rizartrosis, dupuytren y síndrome del túnel carpiano, [En línea]. Available: <http://institut-kaplan.com/patologias-mas-frecuentes/> [Último acceso: 15 julio 2019].

[4] Artritis reumatoide, [En línea]. Available: <https://secpre.org/pacientes/cirugia-de-la-mano/mano-reum%C3%A1tica>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[5] Dedo en gatillo, [En línea]. Available: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/trigger-finger/symptoms-causes/syc-20365100>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[6] Tendinitis de De Quervain, [En línea]. Available: <https://www.meds.cl/tenosinovitis-quervain-tendinitis-extensor-del-pulgar/>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[7] Parálisis nervio periférico (tipos de manos), [En línea]. Available: <https://plasticayreconstructiva.wordpress.com/2012/10/21/actitudes-patognomonicas-de-la-mano-y-dedos-anatomia-patologica-y-fisiopatologia/>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[8] Hemiplejia, [En línea]. Available: <http://www.neurowikia.es/content/hemiplejia>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[9] Hemiparesia, [En línea]. Available: <https://psicologiymente.com/clinica/hemiparesia>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[10] Parkinson, [En línea]. Available: <https://www.michaeljfox.org/understanding-parkinsons/living-with-pd/topic.php?sintomas>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[11] Esclerosis múltiple, [En línea]. Available: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/multiple-sclerosis/symptoms-causes/syc-20350269>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[12] Esclerosis lateral, [En línea]. Available: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/amyotrophic-lateral-sclerosis/symptoms-causes/syc-20354022>. [Último acceso: 15 julio 2019].

- [13] Trastornos del movimiento (distrofia muscular), [En línea]. Available: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/movement-disorders/symptoms-causes/syc-20363893>
- [14] Poliomiélitis, [En línea]. Available: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/polio/symptoms-causes/syc-20376512>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [15] Agenesia, [En línea]. Available: <https://www.lamaternidaddekrikaensuiza.com/2015/08/28/agenesia-metacarpiana-congenita-que-es/>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [16] Amputaciones, [En línea]. Available: <https://www.ferato.com/wiki/index.php/Amputaci%C3%B3n>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [17] Tics nerviosos, [En línea]. Available: <https://psicologiymente.com/clinica/tics-nerviosos>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [18] Estudio de las aplicaciones más descargadas de 2018, [En línea]. Available: <http://www.expansion.com/tecnologia/2019/01/19/5c4204cce5fdeadd378b45c5.html>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [19] Gestos iPhone, [En línea]. Available: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/user-interaction/gestures/>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [20] AssistiveTouch, [En línea]. Available: <https://support.apple.com/es-es/HT202658>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [21] Facilidades táctiles, [En línea]. Available: <https://support.apple.com/es-es/HT208433>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [22] Productos de apoyo en terapia ocupacional, [En línea]. Available: <http://www.terapia-ocupacional.com/AyudasTecnicas.shtml>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [23] Modelo de prototipos, [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Modelo_de_prototipos. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [24] Salarios de ingenieros informáticos según el BOE, [En línea]. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/2009/04/04/pdfs/BOE-A-2009-5688.pdf>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [25] Costes seguridad social, [En línea]. Available: <https://www.sage.com/es-es/blog/las-cotizaciones-a-la-seguridad-social-conceptos-bases-y-porcentajes/>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [26] Costes de coworking en Jaén, [En línea]. Available: <https://explorerbyx.org/spaces/andalucia/universidad-de-jaen-space/>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [27] Adobe Photoshop, [En línea]. Available: <https://www.adobe.com/products/photoshop.html>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[28] Cantasia Studio, [En línea]. Available: <http://www.techsmith.com/>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[29] Xcode, [En línea]. Available: <https://developer.apple.com/xcode/>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[30] Prepo, [En línea]. Available: <https://apps.apple.com/es/app/prepo/id476533227?mt=12>. [Último acceso: 15 julio 2019].

[31] GanttPro, [En línea]. Available: <https://app.ganttpro.com/>. [Último acceso: 15 julio 2019].

Anexo I: Manual de uso

Este documento contiene el manual de usuario que describe las funciones principales de la aplicación “**Do Gestures**”. Para el correcto uso de dicha aplicación se seguirán las siguientes instrucciones:

- 1) Una vez instalada la app, **presiona el icono** correspondiente a la aplicación “Do Gestures”, que corresponde con el de la Ilustración 1.



Ilustración 1 – Icono de la aplicación

- 2) Una vez cargada la pantalla de inicio, **presiona el botón “entrar”** que se ve en la Ilustración 2.

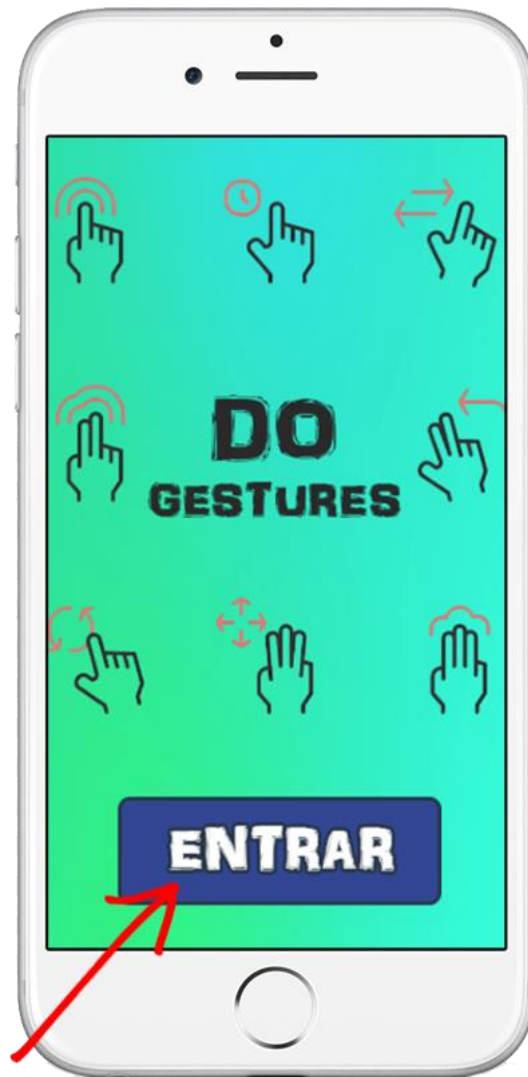


Ilustración 2 – Botón entrar

- 3) A partir de ese momento saldrán los distintos gestos, que se dividirán en gestos estándar y gestos alternativos. Cuando aparezca un gesto estándar **intenta realizar la tarea** definida (Ilustración 3), para avanzar al siguiente gesto estándar. Si, por el contrario, no puede realizar el gesto, **haz clic en el botón “No puedo hacer este gesto”** (Ilustración 4).



Ilustración 3 – Tarea a realizar



Ilustración 4 – Botón No puedo hacer este gesto

- 4) Una vez presionado el botón de la Ilustración 4, nos llevaría a su correspondiente gesto alternativo, pudiendo **ver su vídeo de realización** (Ilustración 5), para posteriormente puntuar ese gesto en el cuestionario del Anexo 2. Si no se aprecia con claridad también se puede poner el **vídeo en pantalla completa** (Ilustración 6).

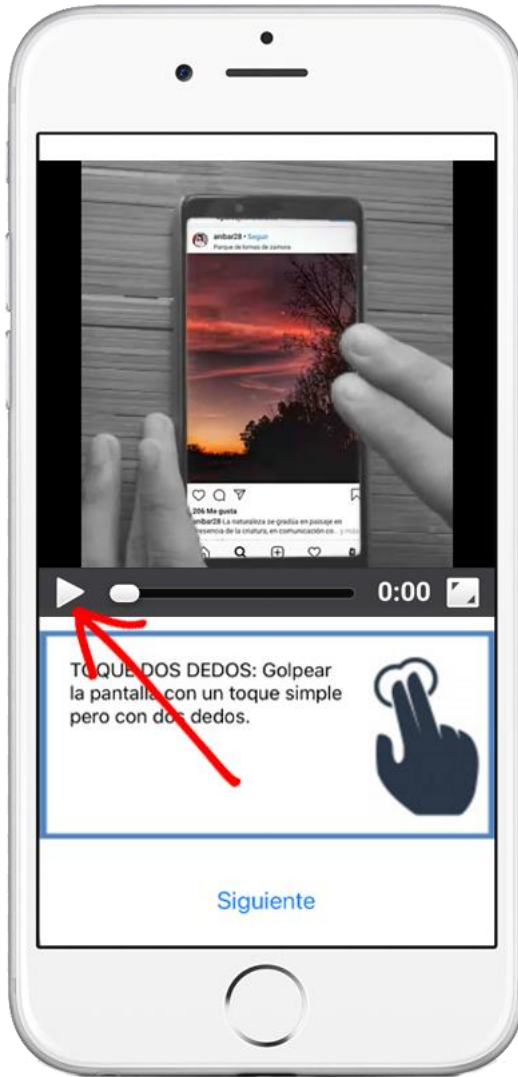


Ilustración 5 – Botón play/pause



Ilustración 6 – Botón vídeo pantalla completa

- 5) Por último, para pasar de un gesto alternativo a otro, se **pulsa el botón “Siguiente”** (Ilustración 7), que avanzará al siguiente gesto alternativo, si lo hubiera, en caso de no haber más, pasaría al siguiente gesto estándar.



Ilustración 7 – Botón siguiente

- 6) **Este proceso se repite** con tantos gestos estándar y con tantos gestos alternativos como tenga la aplicación.
- 7) Por último, una vez finalizada la evaluación de todos los gestos, aparecerá una pantalla final agradeciendo tu participación. **Presiona “Volver al menú de inicio”** (Ilustración 8) para iniciar la aplicación de nuevo.



Ilustración 8 – Botón volver al menú

Anexo II: Cuestionario de usabilidad**NOMBRE:****EDAD:**

Estudio de usabilidad "Do Gestures"	
Preguntas	Respuestas
1.- ¿Es la aplicación fácil de usar?	S / N
2.- ¿Te pierdes en la aplicación?	S / N
3.- ¿Te parecen los botones intuitivos?	S / N
4.- ¿Te parecen las instrucciones suficientes?	S / N
5.- ¿Has necesitado ayuda durante la prueba?	S / N
6.- ¿Las tareas son difíciles de entender?	S / N
7.- ¿Se explican de forma clara los gestos alternativos?	S / N
8.- ¿Se explican de forma clara los gestos estándar?	S / N



Anexo III: Cuestionario de valoración**NOMBRE:****EDAD:****PATOLOGÍA:**

Estudio de gestos estándar y gestos alternativos				
Gesto estándar	Realización	Gesto Alternativo 1	Gesto Alternativo 2	Valoración (0 malo, 10 bueno)
Toque simple	S / N	-	-	Alt 1: ☒ Alt 2: ☒
Toque doble	S / N	Toque dos dedos	Toque doble impreciso	Alt 1: ☐ Alt 2: ☐
Presionar y mantener	S / N	Toque múltiple	Presionar con deslizamiento	Alt 1: ☐ Alt 2: ☐
Arrastrar	S / N	Toque origen y destino	Presionar origen y toque destino	Alt 1: ☐ Alt 2: ☐
Toque ligero	S / N	Toque origen y destino	Presionar origen y toque destino	Alt 1: ☐ Alt 2: ☐
Toque fuerte	S / N	Toque origen y destino fuerte	Presionar origen y toque destino	Alt 1: ☐ Alt 2: ☐
Agitar	S / N	Toque tres dedos	Deslizar con dos dedos	Alt 1: ☐ Alt 2: ☐
Pellizcar	S / N	Barra	Rueda	Alt 1: ☐ Alt 2: ☐
Rotar	S / N	Balanza	Arco	Alt 1: ☐ Alt 2: ☐
Toque preciso	S / N	Toque con deslizamiento	-	Alt 1: ☐ Alt 2: ☒
OBSERVACIONES (qué gestos te han parecido más interesantes, cuáles añadirías, cuales son más difíciles de realizar...)				

