

Treball final de carrera

Àrea: Technology Enhanced Learning

Aplicació per a mòbil: TimeS

Carolina Souto Venturini  
Enginyeria Tècnica Informàtica de Sistemes  
Manel Zaera Idiarte  
5 Juny de 2016

## Agraïments

Dedico aquest treball de final de carrera a totes les persones que m'han acompanyat en aquest camí, des del principi, fins al final.

Als meus pares, Nilda i Mario, i a la meva germana Nathalie, per la seva força i el seu suport durant tota la meva vida.

Gràcies també al meu nèbot Darío, per contagiar-me el seu entusiasme per la tecnologia.

Finalment, a tots els meus amics i companys de feina i de carrera, per tots els bons moments compartits.

## Resum

L'objectiu d'aquest Treball de Final de Carrera que s'engloba dins l'àrea de Technology Enhanced Learning, és la creació d'una aplicació per a mòbils que ajudi als estudiants de música a aprendre com es fan els moviments del compàs de música. Per aquest motiu l'aplicació consisteix en què l'usuari realitzi els moviments del compàs de la música amb el mòbil a la mà i aquest, a través de l'aplicació, li indiqui si els està realitzant correctament.

Per tal d'aconseguir que el mòbil capturi els desplaçaments que l'estudiant realitza mentre segueix un determinat compàs, en el codi de l'aplicació s'han utilitzat funcions que fan que els sensors del dispositiu pugui reconèixer quin és el moviment que s'està realitzant, així com el seguiment dels desplaçaments i és, mitjançant aquest mecanisme que l'aplicació informa a l'usuari si ho està fent com correspon o s'està desviant dels moviments esperats.

Per finalitzar, caldria remarcar que l'aplicació ha estat desenvolupada seguint el disseny centrat en l'usuari, ja que ell n'és el principal actor i per aquest motiu s'ha realitzat una avaluació del seu funcionament amb usuaris reals amb qüestionaris. Els canvis o suggeriments realitzats durant la fase d'avaluació han estat considerats i proposats per a futures millores de l'aplicació.

## Índex de continguts

Índex de figures.....	5
Índex de taules .....	6
1 Introducció.....	7
1.1 Justificació del TFC i context en el qual es desenvolupa: punt de partida i aportació del TFC. ....	8
1.2 Objectius del TFC .....	9
1.3 Enfocament i mètode seguit .....	10
1.4 Planificació del projecte .....	11
1.5 Productes obtinguts .....	13
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria .....	14
2 Requisits tècnics utilitzats per fer el disseny de l'aplicació .....	15
3 Requisits tècnics i funcionals del mòbil i de l'aplicació. ....	16
4 Disseny .....	17
4.1 Arquitectura de l'aplicació .....	17
4.2 Diagrama de flux de l'aplicació .....	18
4.3 Disseny de l'aplicació .....	19
4.4 Disseny centrat en l'usuari.....	24
5 Implementació de l'aplicació .....	35
5.1 Eines i suports utilitzats.....	35
5.2 Procés d'implementació.....	35
5.3 Problemes i solucions observats.....	36
6 Avaluació de l'aplicació en un entorn simulat o real .....	38
6.1 Eina utilitzada: enquesta.....	38
6.2 Avaluació dels resultats obtinguts .....	40
6.3 Millores futures del disseny de l'aplicació .....	43
6.4 Conclusió del disseny triat .....	44
7 Guia d'ús .....	45
7.1 Disseny .....	45
7.2 Avaluació per part dels usuaris – enquesta.....	47
7.3 Resultats obtinguts .....	47
7.4 Elecció del disseny final.....	47
8 Conclusió .....	48
9 Glossari.....	49
10 Bibliografia .....	50

## Índex de figures

Figura 1. Moviments a realitzar per seguir el compàs .....	9
Figura 2. Diagrama de flux .....	19
Figura 3. Eixos del dispositiu mòbil .....	20
Figura 4. Pantalla inicial de l'aplicació.....	26
Figura 5. Segona pantalla de l'aplicació .....	28
Figura 6. Pantalla d'instruccions.....	28
Figura 7. Pantalla de la tercera activitat de l'aplicació .....	32
Figura 8. Pantalla corresponent a la quarta activitat, dissenyada per al prototip de l'aplicació .....	33
Figura 9. Pantalla corresponent a la cinquena activitat, dissenyada per al prototip de l'aplicació....	34

## Índex de taules

Taula 1. Respostes obtingudes de la fase d'avaluació de l'aplicació.....	42
--	----

## 1 Introducció

Actualment, es troben al mercat diverses aplicacions que serveixen de suport als estudiants que desitgen aprendre una determinada assignatura, o tenen curiositat per augmentar el seu coneixement d'una determinada matèria.

El conjunt d'aquestes aplicacions es pot classificar en dos grans tipus. El primer d'ells és el de les aplicacions didàctiques, que segons la definició de didàctica “*Ciència que orienta i dirigeix el procés d'aprenentatge*”, són eines que orienten i dirigexen el procés d'aprenentatge. El segon dels tipus és el de les eines de suport a l'aprenentatge, que tal i com el seu nom indica, serveixen per ajudar i recolçar a l'estudiant, quan aquest ja compta amb una base d'ensenyament.

L'objectiu d'aquest treball es centra en el disseny del segon tipus d'aplicacions descrit, és a dir, en el disseny d'una eina de suport a l'aprenentatge. En concret, una eina per als estudiants de música.

Per aquest motiu en els següents capítols es descriu la seva justificació i context, així com l'objectiu que és pretèn aconseguir.

## 1.1 Justificació del TFC i context en el qual es desenvolupa: punt de partida i aportació del TFC.

Aquest projecte consisteix en la realització d'una aplicació mòbil per ajudar en l'aprenentatge del llenguatge musical anomenada TimeS.

Quan l'estudiant de música canta la música escrita en una partitura, ha de realitzar concretament quatre tasques:

- Dir correctament el nom de les notes.
- Entonar correctament cadascuna de les notes.
- Cantar la nota durant el temps que s'indica en la figura escrita en el pentagrama.
- Realitzar el dibuix del compàs amb el braç mentre canta.

Per tant, és en aquest últim punt on l'aplicació TimeS donarà suport a l'estudiant de música, i a la vegada, aquest és el punt de partida d'aquest treball, ja que es parteix de la base que els usuaris pels quals està pensada l'aplicació ja tenen coneixements del llenguatge musical, és a dir, coneixen quins són els moviments que han de realitzar per dibuixar els diferents compassos d'una partitura.

A més, són usuaris que ja han fet servir anteriorment aplicacions a telèfons mòbils i, per tant, estan familiaritzats amb l'ús de les pantalles digitals i saben seguir les instruccions que es mostren per pantalla.

Per tant, l'aportació d'aquest treball és la creació d'una eina per assessorar el seguiment del compàs musical als estudiants de música, mitjançant la monitorització dels moviments que es fan seguint els diferents compassos quan es llegeix una partitura.



## 1.2 Objectius del TFC

L'objectiu d'aquest treball és ajudar als estudiants de música amb l'aprenentatge del compàs, mitjançant el disseny i la creació d'una aplicació mòbil.

El compàs en una partitura està especificat mitjançant fraccions, és a dir, el numerador indica el nombre de temps del compàs, mentre que el denominador indica la figura que ocupa cada un d'aquests temps.

L'estudiant, a l'hora de cantar una partitura, segueix aquest compàs escrit, és a dir, el que fa és dibuixar-lo sobre un pla vertical, en un eix de coordenades, sempre partint de l'origen. El dibuix que fa, vindrà definit pels diferents tipus de compàs que hi ha: binari, ternari o quaternari, seguint un dels tres indicats a la figura següent, sempre iniciant i passant per l'origen de coordenades:

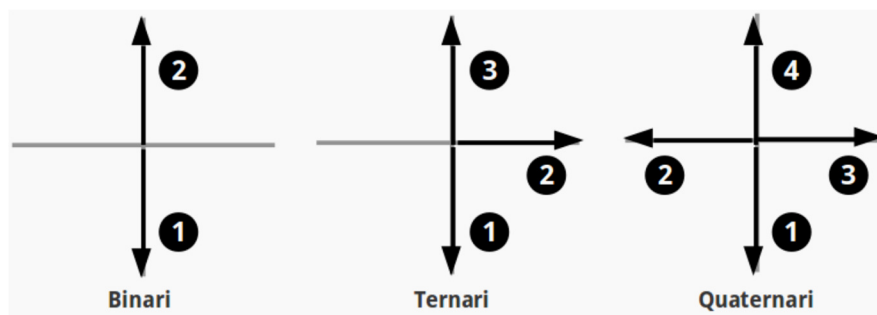


Figura 1. Moviments a realitzar per seguir el compàs

Mitjançant l'aplicació, en primer lloc, l'estudiant podrà escollir quin és el compàs que vol practicar i, en segon lloc, aquesta monitoritzarà els moviments que aquest realitza i li farà saber si ho està fent correctament o no.

### 1.3 Enfocament i mètode seguit

El disseny de l'aplicació està enfocat en el disseny centrat en l'usuari, perquè l'objectiu final és que aquest la faci servir com a eina de suport per aprendre com realitzar correctament el dibuix dels diferents compassos que hi ha.

Es tracta d'una aplicació per a mòbils amb sistema operatiu Android. El mètode seguit és, per una banda, l'escriptura del codi del programa, basada globalment, en sis activitats, que es corresponen amb les sis pantalles principals que conté l'aplicació i concretament, en el sensor Accelerometer d'Android, que és el que permet captar les acceleracions que nota el mòbil quan l'usuari el mou.

Per altra banda, s'ha realitzat l'avaluació per part d'usuaris reals del producte final, per tal de comprovar si la seva usabilitat és tal i com s'esperava, és a dir, és intuïtiva i fàcil de fer servir, i realment serveix per ajudar a l'estudiant a saber si està realitzant els moviments del compàs correctament.

Finalment, també s'ha creat una guia d'ús de l'aplicació amb la finalitat que els usuaris puguin saber: com funciona, quines són les opcions que té i quines són les accions que han de realitzar. Així com, de quina manera l'aplicació els farà arribar el resultat final de l'execució dels moviments que han fet.

## 1.4 Planificació del projecte

La planificació del projecte ha estat dividida en tasques concretes i consecutives, que tenen per objectiu final el producte que es vol obtenir.

Les tasques concretes per crear l'aplicació han estat les següents:

1) Establir els requeriments tècnics i funcionals de l'aplicació.

Aquesta tasca comprèn els dos punts següents:

a) Esbrinar i indicar quins són els requisits tècnics que es faran servir per dissenyar l'aplicació.

b) Esbrinar i indicar quins són els requisits tècnics i funcionals que ha de tenir tant el mòbil com l'aplicació per poder portar a terme el producte final del treball.

2) Dissenyar l'aplicació.

Aquest punt està basat en realitzar un disseny basat en els requeriments bàsics del disseny centrat en l'usuari i està dividit en els següents punts:

a) Disseny de l'aplicació i procés portat a terme per fer-lo.

b) Definir què és el disseny centrat en l'usuari.

c) Esbrinar i explicar els requeriments bàsics per dur-lo a terme.

3) Implementació de l'aplicació.

a) Estudi i explicació de què significa implementar una aplicació.

b) Eines i suports utilitzats en el moment de fer la implementació.

c) Procés a seguir per tal de portar a terme la implementació de l'aplicació.

d) Problemes i solucions observats en el moment de fer la implementació.

4) Avaluació de l'aplicació en un entorn simulat i real.

a) Explicació de l'avaluació de l'aplicació en un entorn simulat.

b) Disseny d'enquestes de l'eina dissenyada per usuaris potencials de l'aplicació.

- c) Realització d'enquestes.
- d) Avaluació del resultat de les enquestes.
- e) Propostes de millores futures del disseny de l'aplicació.
- f) Conclusió de la tria del disseny final.

5) Elaboració d'una guia d'ús de l'eina dissenyada.

- a) Explicació de com ha de ser una guia d'ús.
- b) Disseny i creació de la guia d'ús.
- c) Avaluació de la guia d'ús amb usuaris potencials de l'aplicació mitjançant qüestionaris.
- d) Avaluació dels resultats obtinguts.
- e) Modificació de la guia en funció dels resultats obtinguts.
- f) Elecció final del disseny final de la guia.

## 1.5 Productes obtinguts

El producte final obtingut d'aquest treball és l'aplicació TimeS dissenyada per a mòbils amb sistema operatiu Android, que consisteix en sis pantalles principals i que serveix per assessorar als estudiants de música en la realització dels moviments que s'han de descriure quan es segueix el compàs d'una partitura.

Aquesta eina de suport consta de sis pantalles principals, la primera de les quals és la portada. En la segona, es troba un menú amb les següents opcions: Instruccions, calibrar i començar el test. És mitjançant el segon dels botons que qual s'obté la posició en l'espai del dispositiu. Tot seguit, hi ha la pantalla en la que l'estudiant pot triar quin compàs vol practicar.

Finalment, l'aplicació té dues pantalles més, en les que l'aplicació comunica a l'usuari si ha realitzat l'execució dels moviments correctament o no.

Cal afegir que tot i que la memòria s'ha escrit en llengua catalana, l'aplicació ha estat dissenyada en llengua castellana i, per aquest motiu, al llarg de la memòria es troba en lletra cursiva el text que es mostra en l'aplicació en castellà, acompanyat de la seva traducció al català.

## 1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

En els altres capítols de la memòria hi ha l'explicació dels diferents punts treballats amb la finalitat d'obtenir l'aplicació i que aquesta funcioni correctament.

Els capítols es divideixen cinc parts principals. En primer lloc, es troben els requisits tècnics de l'eina utilitzada per fer el disseny de l'aplicació, així com els requisits tècnics i funcionals de l'aplicació mateixa. També en aquesta part hi ha l'explicació de què és el disseny centrat en l'usuari i els requeriments per portar-lo a terme.

En segon lloc, hi ha el disseny de l'aplicació, començant per l'arquitectura de l'aplicació i continuant pel diagrama de flux. A més, és en aquest capítol on es troba l'explicació del funcionament del nucli principal de l'aplicació. En últim lloc, es presenta l'explicació del disseny centrat en l'usuari i la interfície gràfica d'usuari, aquesta última serveix d'introducció a la presentació del funcionament global de l'aplicació. Tal i com s'ha mencionat, és una aplicació per a mòbils amb Sistema Operatiu Android, i per tant, en aquesta part trobarem el codi de l'aplicació que s'ha escrit principalment amb llenguatge Java.

En tercer lloc, hi ha els capítols que fan referència a la implementació de l'aplicació on trobarem tant les eines i suports utilitzats per a portar-la a a terme, com el procés en si i els problemes i solucions observats.

En quart lloc, segueix el capítol de l'avaluació de l'aplicació que consisteix en la realització d'enquestes a usuaris reals i també, en la proposta de futures millores que es poden afegir al disseny de l'aplicació.

En cinquè lloc, trobem l'explicació de la creació i utilització de la guia d'ús, així com l'avaluació de la mateixa.

En sisè i últim lloc, hi ha els capítols corresponents a la conclusió del treball, el glossari, la bibliografia i els annexes fets servir durant la duració del projecte.

## 2 Requisits tècnics utilitzats per fer el disseny de l'aplicació

En aquest capítol es definiran, per una banda, els requisits tècnics utilitzats per fer el disseny de l'aplicació i per una altra, els requisits funcionals.

Els requisits tècnics utilitzats per fer el disseny de l'aplicació són els següents:

En primer lloc, es necessita un programa que permeti poder escriure el codi de l'aplicació, en aquesta ocasió s'ha triat el programa Android Studio versió 1.1, que es pot descarregar gratuïtament de la pàgina de desenvolupament:

<http://tools.android.com/download/studio/builds/1-4-0>

També es necessari tenir instal·lat el compilador de Java i la màquina virtual, que també poden ser descarregats gratuïtament de la següent pàgina:

<http://www.oracle.com/technetwork/es/java/javase/downloads/index.html>

Els requisits funcionals utilitzats en el disseny de l'aplicació són els que té el programa Android Studio, que bàsicament, consta de quatre finestres principals.

La primer d'elles és una finestra en la qual hi ha l'explorador dels arxius que formen el programa ordenades en les següents carpetes: Manifests, java, res i finalment trobem el Gradle Script.

Després, en funció de l'arxiu seleccionat, per exemple, si es selecciona un dels arxius xml associats a cadascuna de l'activitat, el programa mostra dues opcions, en dues finestres diferents, una d'elles és el disseny, que mostra la pantalla d'un mòbil, que dóna opcions per modificar-lo. A la vegada, també hi ha l'opció de Text, que mostra l'arxiu en el qual s'escriuen les característiques dels arxius xml.

També, si es selecciona un dels arxius java, es pot veure la classe java, en la qual es pot escriure el codi en llenguatge java, que permetrà definir les accions que es vol que l'aplicació porti a terme.

L'Android Studio funciona amb activitats, aquestes representen les finestres que es troben a l'aplicació. A més, cadascuna d'aquestes activitats consta de dos tipus de fitxers diferents.

### 3 Requisits tècnics i funcionals del mòbil i de l'aplicació.

En aquest capítol es descriuen quins són els requisits de l'aplicació, per poder definir en un capítol posterior el disseny d'aquesta.

Els requisits que ha de complir l'aplicació són:

- 1) El disseny i la implementació ha de fer-se per a mòbils amb un sistema operatiu Android superior a la versió 4.0.3.
- 2) Ha de saber quins són els moviments que es realitzen quan es solfeja un compàs.
- 3) Ha de captar les possibles acceleracions que el mòbil notarà quan l'usuari la faci servir.
- 4) Ha de poder seguir els moviments que els usuaris fan amb el dispositiu mòbil.
- 5) Ha de monitoritzar els moviments fets i comparar-los amb els que s'esperen.
- 6) Ha de comunicar a l'usuari quin és el resultat d'aquesta comparació, per fer-li saber si els està fent correctament.
- 7) Emetre un so acústic determinat en el cas que els moviments es facin de forma correcte.
- 8) Emetre un so acústic determinat en el cas que els moviments es facin de manera incorrecte.
- 9) Ha d'utilitzar de forma eficient els recursos que ofereix el sistema operatiu, i en el mateix sentit, ha de ser una aplicació robusta.

Els requisits que ha de tenir el mòbil són els següents:

El mòbil ha de tenir el Sistema Operatiu Android amb la versió 4.0.3 o posterior, ja que aquesta és la versió mínima requerida perquè l'aplicació funcioni correctament.

Les versions d'Android permeten que determinades APIs (*Application Programming Interface*) funcionin o no en els mòbils, i per això, abans d'utilitzar l'aplicació és necessari revisar quina és la versió d'Android que l'usuari té instal·lada en el mòbil abans de fer-la servir, ja que d'altra manera pot haver-hi problemes a l'hora d'executar-la, perquè si el Sistema Operatiu és anterior, hi haurà funcionalitats descrites en el codi Java que no es podran fer servir, i per tant, l'aplicació no funcionarà de la manera que està dissenyada.



## 4 Disseny

En aquest capítol s'explica la fase de disseny de l'aplicació. En concret, es detalla la funcionalitat de les classes i quina és la interacció entre elles.

Per fer el disseny de l'aplicació s'ha tingut en compte els requisits definits en l'anterior capítol. A casusa dels avantatges que aporta, s'ha fet servir la programació orientada a objectes, ja que aquesta permet obtenir:

- a) Reutilització de les classes en futurs projectes o en altres parts del mateix projecte.
- b) Manteniment. A causa del fet que el codi basat en la programació orientada a objectes és més fàcil d'entendre i llegir, gràcies a l'abstracció, permet un millor manteniment.
- c) Canvi. La programació orientada a objectes fa que esborrar, afegir o canviar un objecte es pugui fer de forma molt senzilla.
- d) Fiabilitat. El fet de dividir un gran problema en petits problemes, facilita que les proves es puguin fer de manera independent, aïllant d'aquesta manera els errors que puguin sorgir.

### 4.1 Arquitectura de l'aplicació

El mòbil capta els moviments que realitza l'usuari a través de l'activació d'un dels tres tipus de sensors que tenen els dispositius que utilitzen el sistema operatiu Android. En aquest cas en concret, es tracta del sensor Accelerometer.

El primer que fa l'aplicació és mitjançant l'activació d'aquest sensor, Accelerometer, i els moviments que fa l'usuari, captar quin és el rang de moviments que notarà durant la realització d'una pràctica d'un compàs determinat.

Durant la pràctica de déu compassos, l'aplicació monitoritzarà els canvis de moviments que noti i quan cadascun d'aquests coincideixi amb les acceleracions esperades emetrà un so d'èxit.

Ara bé, quan les acceleracions no coincideixin amb les acceleracions definides pel compàs que l'estudiant està practicant, emetrà un so de fallida.

Per tant, en aquesta eina es poden diferenciar dues parts fonamentals durant la seva utilització.

La primera d'elles és la part del procés de calibratge, en la que l'aplicació el que fa és partint de la posició inicial en la que l'usuari té subjectat el mòbil, i seguint amb els moviments que aquest realitza, i que estan descrits a l'apartat d'instruccions, conèixer, per una banda, quina és l'acceleració que té el mòbil en repòs, i per altra banda, quins són els rangs d'acceleracions que tindrà en funció dels diferents tipus de desplaçament del dispositiu que realitzi l'usuari.

La segona part fonamental de l'aplicació, consisteix en la realització d'una pràctica de moviments. En aquesta part pràctica, el que l'usuari ha de fer és realitzar amb el mòbil a la mà, els moviments que ell faria per solfejar un determinat compàs.

## 4.2 Diagrama de flux de l'aplicació

Amb la finalitat de poder tenir una visió global del funcionament del programa es presenta un diagrama de flux. En aquest, es poden veure quines són les funcions que realitza l'eina de suport o la seqüència que aquestes segueixen.

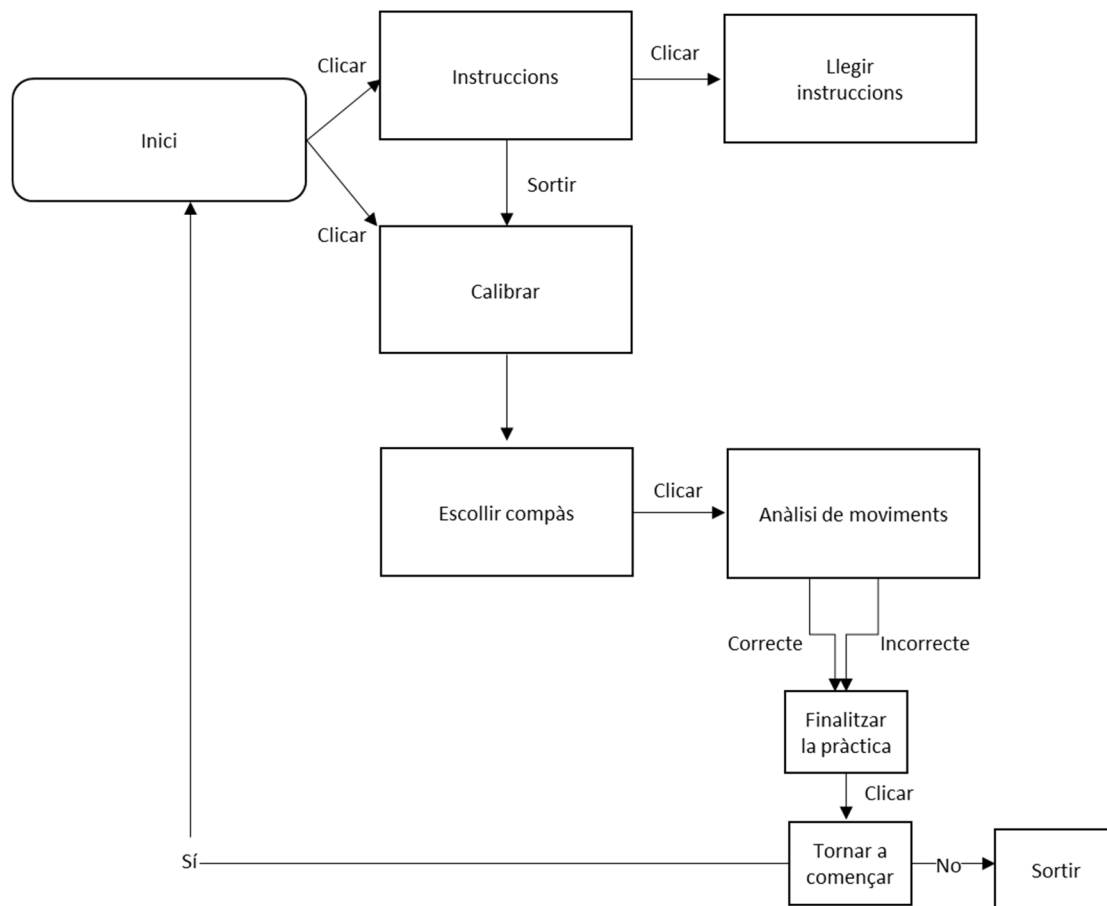


Figura 2. Diagrama de flux

### 4.3 Disseny de l'aplicació

L'aplicació pot dividir-se en dos tipus de components. El primer d'ells és el component vista, que conté el disseny del que l'usuari veurà de l'eina de suport, i amb el que podrà interactuar. El segon d'ells conté el component de lògica, en el que es troben les classes on hi ha escrit el codi que realitza les funcions lògiques de l'aplicació.

En el component lògic es troba el nucli de l'aplicació, aquest s'encarrega d'activar el sensor accelerometer del sistema operatiu d'Android. Aquest sensor el que capta és l'acceleració que té el dispositiu en un determinat moment.

Aquesta acceleració, captada pel sensor Accelerometer, mesura l'acceleració en  $m/s^2$  que se li està aplicant al dispositiu en un determinat moment, en els tres eixos principals, x, y, i z, tal i com es pot veure a la figura 3, incloent la força de gravetat. Per aquest motiu, un dels usos que se li dóna a aquest tipus de sensor és el de detecció de moviment.

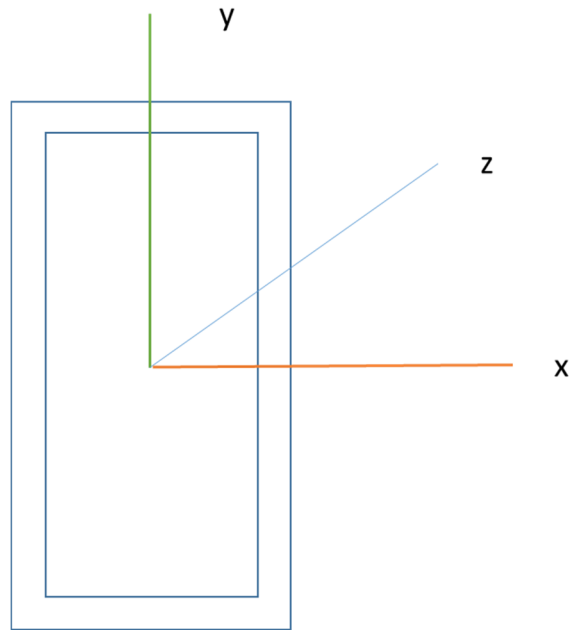


Figura 3. Eixos del dispositiu mòbil

Cal afegir que la plataforma Android suporta tres tipus de sensors. Aquests es poden classificar en:

- Sensors de moviment:

Aquests sensors mesuren les forces d'acceleració i rotació en els tres eixos.

L'accelerometer, els sensors de gravetat, el giroscop, i els vectors sensorials rotacionals s'inclouen dins d'aquesta categoria.

- Sensors d'ambient:

La funció d'aquests sensors és mesurar diversos paràmetres ambientals, com poden ser la temperatura de l'aire, la pressió, la il·luminació i la humitat. Exemples d'aquesta categoria són el fotòmetre i el baròmetre entre d'altres.

- Sensors de posició:

El que mesura els sensors d'aquesta categoria és la posició física del dispositiu. Alguns dels exemples que es troben en aquesta categoria són els sensors d'orientació i magnetòmetre.

Després d'analitzar quina és la informació que proporcionen aquests sensors, així com quins són els requisits que necessiten per funcionar, s'ha decidit que el que millor podria funcionar per dissenyar l'eina de suport és el sensor accelerometer.

La decisió ha estat presa, ja que aquest sensor proporciona les diferents acceleracions que el mòbil està notant en un moment donat i durant els canvis de moviments que cal fer quan es segueix un compàs, i tenint en compte que aquesta és la informació que es pot fer servir de cara a fer la monitorització dels moviments, s'ha considerat que aquest és el sensor més adient.

Mitjançant l'activació del sensor Accelerometer, tant durant la fase de calibratge que té lloc a l'inici de la utilització de l'aplicació, com durant la part pràctica en la que l'usuari realitza una sèrie de moviments, que es recull en la classe MainActivity3.java, es capten els canvis d'acceleració que nota el dispositiu.

Per tant, són aquest sensor i aquesta classe, els encarregats de monitoritzar els moviments realitzats i, evidentment, és el codi escrit en aquesta última, el que s'encarrega de fer la comparació entre els moviments realitzats i els moviments esperats.

Tal i com s'ha explicat anteriorment, els eixos d'un dispositiu mòbil són 3: l'eix x, l'eix y i l'eix z.

Ara bé, és important conèixer com aquests canvien per tal de definir els moviments que cal que l'aplicació capti i reconegui perquè pugui monitoritzar-los:

- Eix y:
  - Quan es desplaça el dispositiu cap a dalt, l'acceleració augmenta.
  - Quan es desplaça el dispositiu cap a baix, l'acceleració disminueix.
  
- Eix z:
  - Quan el dispositiu és desplaçat cap a l'esquerra, l'acceleració d'aquest eix disminueix, per tant, es troben x negatives.
  - Quan el dispositiu és desplaçat cap a la dreta, l'acceleració d'aquest eix augmenta, per tant, es troben x positives.

Tenint en compte aquestes característiques, el programa el que fa és detectar les acceleracions que pateix el mòbil durant els moviments realitzats, comparant-los amb els valors obtinguts durant el procés de calibració.

El procés de calibració està escrit en el codi de la classe MainActivity2.java, que el que fa és obtenir quins són els canvis d'acceleració que el mòbil pateix quan l'usuari mou el telèfon mòbil seguint les indicacions especificades a les instruccions de l'aplicació.

En el cas que es compleixin les condicions esperades es guarden els valors en la cadena AuxA, per als moviments verticals, i en AuxL, per als moviments horitzontals.

La manera en la que es capten i es guarden aquestes acceleracions quan el moviment del telèfon és cap a baix és utilitzant un bucle if en el qual la condició compara el valor curY (mesura actual de l'acceleració que pateix el dispositiu mòbil) amb g-mitY, essent g el valor de la gravetat i mitY, el valor obtingut en la calibració.

Si el valor actual obtingut d'acceleració en l'eix Y (eix vertical) és més petit que el valor de la gravetat menys el valor obtingut en el moment de fer el procés de calibratge, vol dir que el mòbil s'ha desplaçat cap avall, i com això, és el que s'espera que passi, el pas següent és demanar que es guardi aquest valor en AuxA, que és la cadena que després servirà per indicar si el moviment s'ha fet correctament.

Ara bé, si la comparació entre curY i g-mitY dona com a resultat que curY és més gran, és a dir, el valor actual d'acceleració que el mòbil està notant és més gran que la diferència entre la gravetat i el valor obtingut en el moment de fer la calibració, vol dir que el mòbil no s'està desplaçant cap avall, sinó que ho està fent cap amunt i, per tant, el que és guarda en un símbol d'igual en l'AuxA, per després poder obtenir una comparació entre el conjunt dels moviments reals, i el conjunt dels moviments esperats.

Aquest esquema és la primera part del nucli principal de l'aplicació i es repeteix per als altres tipus de moviments, amb canvis en les condicions establertes en els bucles i les auxiliars que guarden els valors.

En el cas que el mòbil es desplaci cap amunt, la comparació es fa entre curY i g+mitY, és a dir, que si el valor actual d'acceleració captat és més gran que la suma de la gravetat més el valor de l'acceleració de l'eix Y captat durant el procés de calibratge, vol dir que el mòbil s'està desplaçant cap amunt, ja que tal i com s'ha dit anteriorment, l'acceleració augmenta quan el mòbil es desplaça cap amunt. La cadena que guarda aquesta acceleració també és l'AuxA.

Per altra banda, quan els moviments són els moviments cap a l'esquerra i cap a la dreta, les comparacions es fan amb l'acceleració actual captada en l'eix x i tenint en compte la que s'havia captat a l'inici durant la calibració.

En concret, quan s'analitzen els moviments laterals cap a l'esquerra, si el valor actual d'acceleració de l'eix x és menor que el valor de l'acceleració inicial (negatiu), vol dir que el mòbil s'està desplaçant cap a l'esquerra i, per tant, com és el que s'espera, es demana que guardi aquest valor a la cadena AuxL, que és la que després ens servirà per fer la comparació amb el moviment esperat.

Per contra, si el valor actual de l'acceleració en l'eix x (curX) és més gran que el valor de l'acceleració inicial (negatiu), vol dir que el mòbil no s'està desplaçant cap a l'esquerra, i per tant, el que es demana que es guardi en la cadena AuxL és un valor d'igual.

El mateix succeix amb l'anàlisi dels moviments laterals cap a la dreta, si el valor de l'acceleració en l'eix x (curx), és més gran que el valor mitX (obtingut a l'inici), vol dir que el mòbil s'està desplaçant cap a la dreta i, per tant, es demana que es guardi aquest moviment en la cadena AuxL. Ara bé, si l'acceleració en un moment donat és menor que mitX vol dir que el mòbil no s'està desplaçant cap a l'esquerra, i per tant, el que es demana que es guardi és un valor d'igual.

Un cop obtinguts i guardats els canvis d'acceleració que han tingut lloc durant la realització d'una pràctica, l'aplicació té la segona part del seu nucli principal, que consisteix en fer la comparació entre els moviments que s'espera, cap a baix, i cap a dalt, en el cas del compàs 2/4. A més, funciona exactament igual, però canviant la descripció dels moviments esperats quan el que és vol es comparar els moviments obtinguts amb els esperats per als altres tipus de compassos.

Si els moviments realitzats coincideixen amb els esperats, el codi està dissenyat per emetre un so d'èxit, i al contrari, en el cas que els moviments no coincideixin amb els moviments esperats, el nucli està dissenyat per metre un so de fallida. D'aquesta manera, l'usuari podrà saber si ha fet bé els moviments o no els ha fet bé.

#### 4.4 Disseny centrat en l'usuari

El disseny centrat en l'usuari situa a l'usuari en el centre durant tot el procés de creació del producte, per aquest motiu, l'única manera que existeix de garantir l'èxit del producte consisteix en pensar i enfocar cadascuna de les fases del projecte tenint l'usuari present.

En el cas del producte d'aquest treball, l'aplicació TimeS, això vol dir que des de la primera fase del disseny, és a dir, des de la primera idea de com serà l'aplicació, fins a la última fase de la creació que consisteix en l'execució d'aquesta per part d'un estudiant de música, s'ha involucrat a l'usuari.

Per aquest motiu, el disseny d'aquesta eina, s'ha fet per fases, que és el procés que es segueix quan es realitza un producte amb un disseny centrat en l'usuari.

La primera de les etapes d'aquest procés ha estat: la investigació i anàlisi d'usuari. Els usuaris d'aquesta aplicació seran estudiants de música i, per tant, són usuaris que ja saben com són els moviments que s'han de realitzar amb el braç quan s'ha de seguir el compàs.

Per altra banda, també seran usuaris que ja estan familiaritzats amb utilització d'aplicacions mòbil, però tot i així, i per tal de que l'execució de l'aplicació es faci correctament, s'ha creat una guia que descriu el funcionament de l'aplicació amb la finalitat que aquesta ajudi als usuaris menys experts a utilitzar l'eina, sense grans dificultats.

La segona de les etapes ha estat la contextualització d'ús. Per aquest motiu, s'ha investigat com s'ensenya als estudiants de música quins són els moviments que s'han de fer quan es realitza un compàs, com aquests estudiants fan aquests moviments, i quines són les dificultats que troben a l'hora d'aprendre'ls.

Les darreres etapes han consistit en fer el disseny de l'aplicació i una avaluació de la mateixa. Tant durant la fase del disseny, com durant la fase de l'avaluació, el principal actor d'elles ha estat l'usuari final del producte, perquè és així com funciona el disseny centrat en l'usuari. Ell és el principal i únic protagonista de l'aplicació.

L'avaluació consistirà en un qüestionari que es facilitarà a 10 usuaris i que aquests realitzaran després d'utilitzar una versió de l'aplicació. Així, es podrà saber quins aspectes de l'eina s'han de millorar i quina és la opinió que ells en tenen.



## 4.5 Interfície gràfica d'usuari

La interfície gràfica d'usuari (GUI) té com a funció mostrar la informació de l'aplicació mitjançant imatge i objectes gràfics. També és l'encarregada de gestionar la interacció amb l'usuari. Aquesta es realitza utilitzant les finestres de l'aplicació.

Tal i com s'ha explicat anteriorment, el procés de disseny és un procés iteratiu, i això també ha passat quan s'ha dissenyat la interfície gràfica d'usuari.

Les pantalles, en el sistema operatiu Android, són les Activitats, i aquesta aplicació té sis activitats:

*Instrucciones.java*, *MainActivity.java*, *Main.Activity2.java*, *Main.Activity3.java*, *Main.Activity4.java* i *MainActivity5.java*, totes hereden de la classe *Activity*.

La GUI d'una activitat està creada mitjançant vistes (*views*) i aquestes estan agrupades en dissenys (*layouts*) que es mostren en l'aplicació.

El programa Android Studio té el SDK (*Software Development Kit*), i en aquest es troba un editor gràfic que permet dissenyar els layouts. Aquests s'estableixen en el mètode *OnCreate( )* de cadascuna de les activitats.

Les activitats, és a dir, vistes que hi ha a l'aplicació són les següents:

Primera pantalla:

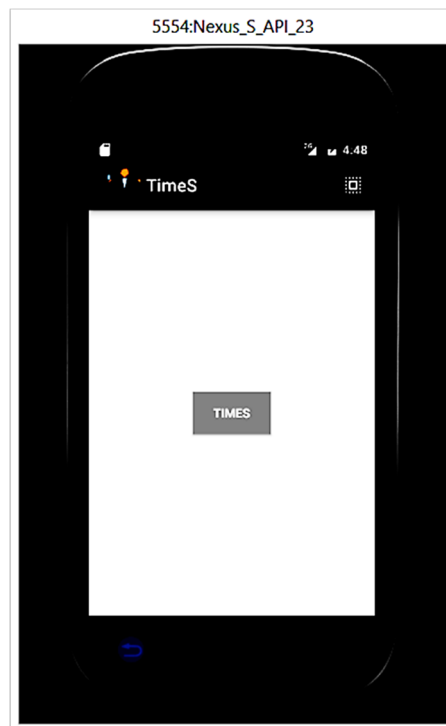


Figura 4. Pantalla inicial de l'aplicació

En aquesta pantalla el que hi ha és el botó d'inici de l'aplicació, en la qual apareix el seu nom.

Quan es clica i mitjançant el mètode:

```
Public void Launch (View view) {  
    Intent in = new Intent (thism Mainactivity2.class);  
    startActivity(in);  
}
```

S'arriba a la segona pantalla.

En aquesta segona pantalla, l'usuari troba tres botons. El primer d'aquests botons és el botó d'Instruccions, que al clicar-lo el que fa és portar a l'usuari a la pantalla de les instruccions.

El segon d'aquests botons és el botó de calibrar, que mitjançant els següents mètodes, el que fa és guardar les acceleracions que el sensor Accelerometer:

```
protected void onResume() {
    super.onResume();
    SensorManager sm = (SensorManager) getSystemService(SENSOR_SERVICE);
    List<Sensor> sensors = sm.getSensorList (Sensor.TYPE_ACCELEROMETER);
    if (sensors.size() > 0)
    {
        sm.registerListener(this, sensors.get(0), SensorManager.SENSOR_DELAY_GAME);
    }
    Button.setEnabled(false);
}
```

```
public void Calibracion (View view)
{
    g = Math.sqrt (curX*curX + curY*curY + curZ*curZ);
    if (pro == false)
    {
        pro = true;
    }
    IniciarProgressBar(View);
}
```

```
Public void onSensorChanged (SensorEvent event) {
    synchronized (this)
    {
        curX = event.values[0];
        curY = event.values[1];
        curZ = event.values[2];

        if ( pro == true )
        {
            Y = Math.max(Y, Math.abs(curY -g));
            X = Math.max(X, Math.abs(curX));
        }
    }
}
```

Un cop s'ha fet la calibració, el botó de començar s'habilita, ja que aquest inicialment estava deshabilitat.

La segona pantalla és d'aquesta manera:

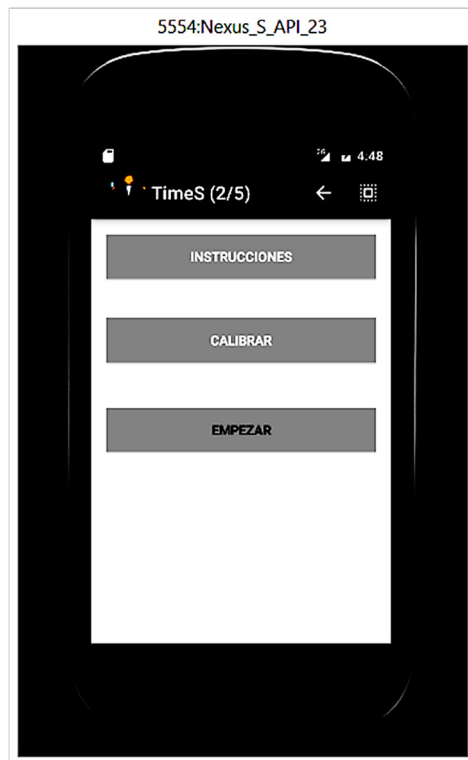


Figura 5. Segona pantalla de l'aplicació

La pantalla que conté les instruccions es correspon amb l'activitat *Instrucciones*, i té el següent disseny:

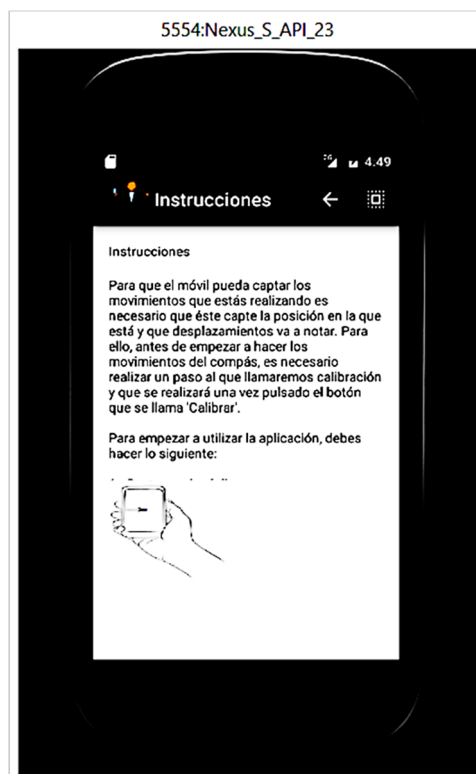


Figura 6. Pantalla d'instruccions

La tercera activitat, *MainActivity3.java*, que es correspon amb la tercera pantalla, és on l'usuari pot escollir el compàs que vol practicar i un cop escollit, ha de clicar sobre el botó Començar test, i tot seguit fer els moviments que faria per seguir el compàs seleccionat.

Aquesta activitat és la que mitjançant els bucles if i tenint en compte les acceleracions guardades en el pas de calibrar, detecta si els moviments s'han fet de forma correcta o incorrecta.

Per tal de què els moviments es puguin en primer lloc captar, i en segon lloc comparar amb els moviments esperats s'han definit dos bucles if diferents.

En concret, perquè es pugui captar quins són els moviments que es realitzen, s'ha desempaquetat el que ve de l'Activity anterior, i s'ha definit el tipus de moviments. Per facilitar la lectura, només s'ha inclòs el moviment cap baix:

```
Bundle bundle = getIntent().getExtras();
g = Float.parseFloat(bundle.getString("G"));
mitX = Float.parseFloat(bundle.getString("X"));
mitY = Float.parseFloat(bundle.getString("Y")) / 2.0;
```

*Patrons de moviments:*

```
private String Down = "D=U=D=";
private String Left = "L=R=L=";
private String Right = "R=L=R=";
private String Up = "U=D=U=";
```

*Moviment cap baix:*

```
public void Down() {
    (((TextView) findViewById(R.id.textView8)).setText(String.valueOf(curY));

    if (!MOV && curY < g - mitY)
    {
        if (contA >= 1)
        {
            if (auxA.charAt(auxA.length() - 2) != 'D') {
                auxA += "D";
                aux2 += "D";
            }
        } else {
            auxA += "D";
            aux2 += "D";
        }
    }
}
```

```

    }
    MOV = true;
}

if(MOV && curY > g - mitY) {

    if(auxA.charAt(auxA.length() - 1) != '=') {
        auxA += "=";
        aux2 += "=";
        contA++;
    }
    MOV = false;
}
if(!MOV && curY > g + mitY) {
    if(contA >= 1) {
        if(auxA.charAt(auxA.length() - 2) != 'U') {
            auxA += "U";
            aux2 += "U";
        }
    } else {
        auxA += "U";
        aux2 += "U";
    }
}
MOV = true;
}

if(MOV && curY < g + mitY)
{
    if(auxA.charAt(auxA.length() - 1) != '=') {
        auxA += "=";
        aux2 += "=";
        contA++;
    }
    MOV = false;
}
}

```

El bucle if que fa la comparació, en el cas del compàs 2/4:

```

if(spinner.getSelectedItemPosition() == 0 && comenzar)
{
    Left();
    Down();
    ((TextView) findViewById(R.id.textView4)).setText(String.valueOf(auxL));
    ((TextView) findViewById(R.id.textView3)).setText(String.valueOf(auxA));

    if(auxL.length() == 2 && !cam) {
        mitX /= 2;
        cam = true;
    }
}

```

```

if(compas==0)
{
    if(auxL.length() == 4) {
        mp.start();
        Intent in = new Intent(getBaseContext(), MainActivity4.class);
        startActivity(in);

        compas = 4;
        ok = false;
        return;
    }
    if(ok) {
        if (auxA.equals(D=U=) || auxA.equals(U=)) {
            mediaPlayer.start();
            auxA = "
            contA = 0;
            MOV = false;
            auxL = "
            contL = 0;
            MOVL = false;
            if (cam) {
                cam = false;
                mitX *= 2;
            }
            compas = 1;
        }
    }
}

```

```

//movimiento hacia arriba
if(compas==1) {

```

```

    if(auxL.length() == 4) {
        mp.start();
        Intent in = new Intent(getBaseContext(), MainActivity4.class);
        startActivity(in);
        compas = 4;
        ok=false;
        return;
    }

```

```

//((TextView) findViewById(R.id.textView7)).setText(String.valueOf(aux2));

```

```

if(ok) {
    if (auxA.equals(D=) || auxA.equals(U=D=)) {
        mediaPlayer.start();
        auxA = "
        contA = 0;
        MOV = false;
        auxL = "
        contL = 0;
        MOVL = false;
        if (cam) {

```

```

        cam = false;
        mitX *= 2;
    }
    compas = 0;
    cant++;
}
// ((TextView) findViewById(R.id.textView4)).setText(String.valueOf(auxL+'dffsg!'));
}
}

if(cant == 10)
{
    Intent in = new Intent(getApplicationContext(), MainActivity5.class);
    startActivity(in);
    cant = 0;
    compas = 4;
}
}
}

```

El disseny que presenta aquesta activitat és el següent:



Figura 7. Pantalla de la tercera activitat de l'aplicació



La quarta i cinquena activitats, es corresponen amb *MainActivity4*, *MainActivity5*, però el seu disseny no es pot veure a través de l'emulador de l'Android Studio, ja que s'arriba a aquestes pantalles després de fer els moviments dels compassos amb el mòbil, i això no és possible, ja que l'emulador és estàtic. Per aquest motiu s'inclou el disseny del seu prototip realitzat amb l'eina Justinmind Prototyper 7.1.0, que és una eina gratuïta que es pot descarregar d'internet, i permet crear prototips reals de l'aplicació, és a dir, permet definir quines són les característiques i les funcions de l'aplicació.

En el cas que l'estudiant, no segueixi el ritme, s'arriba a la quarta activitat i el seu disseny és el següent:

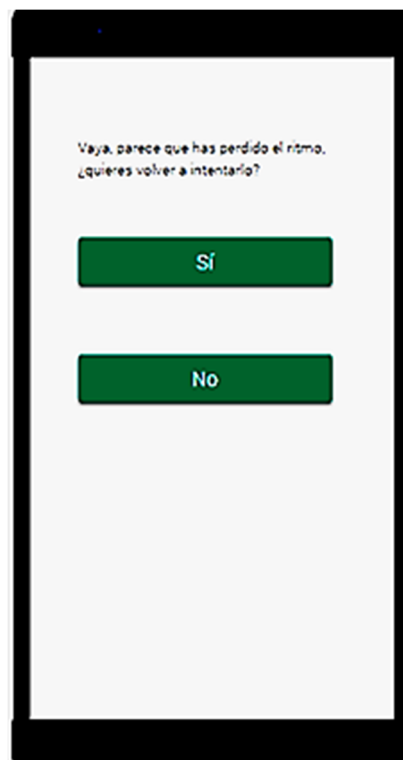


Figura 8. Pantalla corresponent a la quarta activitat, dissenyada per al prototip de l'aplicació

En aquesta pantalla, el text que es mostra diu el següent: “ Vaja, sembla que has perdut el ritme. Vols tornar-ho a intentar?”, “*Vaya, parece que has perdido el ritmo. ¿Quieres volver a internarlo?*”.

A més, hi ha dos botons, que són Sí i No. En el cas que es cliqui el botó Sí, l'aplicació anirà a la segona pantalla (la pantalla de calibració), i en el cas que es cliqui el botó No, l'aplicació es tancarà.

Un cop finalitzada la pràctica, al cap de 10 compassos, si aquests s'han realitzat correctament l'aplicació mostrarà una pantalla on s'indica que la pràctica s'ha realitzat correctament, que correspon amb la cinquena activitat, *MainActivity5.java*, i se li dóna a l'usuari l'opció de tornar a practicar. Aquesta pantalla és la següent:



Figura 9. Pantalla corresponent a la cinquena activitat, dissenyada per al prototip de l'aplicació

El text que es veu en aquesta imatge és el següent: “Ben fet, pràctica finalitzada!” “*¡Bien hecho, práctica finalizada!*”

El botó mitjançant el qual s'ofereix a l'usuari si vol tornar a practicar té el següent text: “Tornar a practicar”, “*Volver a practicar*” i permet a l'usuari, un cop el clica, tornar a la primera pantalla de l'aplicació per tornar a començar a fer servir l'aplicació.

## 5 Implementació de l'aplicació

En aquest capítol es descriuen les eines i suports utilitzats en el procés de la implementació, així com quin és el procés que s'ha seguit, i finalment, es mencionen els problemes i solucions observats durant aquest procés.

### 5.1 Eines i suports utilitzats

Les eines i suports utilitzats per fer la implementació de l'aplicació han estat un telèfon mòbil amb un Sistema Operatiu Android versió 4.4.4 i amb connexió a internet, el programa Android Studio versió 1.1.0, un cable amb USB per ordinador i USB per a mòbil.

### 5.2 Procés d'implementació

Per poder fer la implementació, és a dir, en primer lloc la instal·lació de l'aplicació i, en segon lloc, l'execució d'aquesta en un telèfon mòbil, existeixen dues opcions.

Abans de començar la instal·lació, però, és necessari un pas previ que consisteix en la depuració del codi i que aquest no contingui cap error de compilació, ja que d'altra manera, la implementació no es podrà dur a terme.

Un cop s'ha comprovat que el codi no conté cap error de compilació, la primera opció que hi ha consisteix en transferir l'arxiu apk de l'aplicació per internet. Aquest arxiu s'aconsegueix a través del menú “*Build*” de l'Android Studio, seleccionant dins d'aquest menú l'opció *Generate Signed APK* i entrant les dades que es demanen en la finestra que s'obre després de seleccionar aquesta opció. Les dades sol·licitades són “*Key store path*”, “*Key store password*”, “*Key alias*”, i finalment, “*Key password*”, un cop s'han entrat aquestes dades, es clica a next i s'obre una segona finestra on hi ha el *APK destination folder*, que permet dir-li al programa a quin lloc de l'ordinador volem que es guardi l'arxiu i, un cop indicat on es vol que es guardi l'arxiu, es pot clicar sobre *finalitzar*.

Ara ja s'ha obtingut l'APK de la nostra aplicació, aquest arxiu es pot enviar per correu electrònic i aquest pot ser descarregat al mòbil on es vol instal·lar. Un cop s'ha accedit a l'aplicació, el mòbil demanarà d'activar l'opció d'instal·lar aplicacions que vénen de fonts desconegudes, s'habilita aquesta opció i ja es pot procedir a instal·lar l'aplicació.

Si tots els passos s'han fet correctament, ja es pot disposar de la nostra aplicació en el mòbil que desitjàvem.

Per altra banda, la segona opció que hi ha, consisteix en connectar el mòbil a través d'un cable USB que estigui connectat per una banda al nostre telèfon i per altra banda a l'ordinador on està guardat l'arxiu l'APK de l'aplicació.

Abans de fer aquesta connexió del cable, cal assegurar-se que Android Studio reconeix el mòbil, per poder fer aquest pas, en aquesta ocasió s'ha necessitat instal·lar *Samsung official Android USB Driver*, ja que el mòbil en el que on es farà la instal·lació de l'aplicació és un Samsung Galaxy J1.

També és necessari activar tres opcions en el dispositiu final: les opcions de desenvolupador, que permeti depuració USB i aplicacions d'origen desconegut. Aquestes opcions poden canviar depenent del model dispositiu que es desitgi fer servir.

Un cop realitzades les accions descrites anteriorment, l'Android Studio ja reconeix el mòbil, i quan es compila l'aplicació, s'obra la finestra que ens permet escollir el dispositiu que es vol fer servir, en aquest cas el mòbil i, instal·laria l'aplicació al telèfon mòbil i es podria provar.

### 5.3 Problemes i solucions observats

Un problema que pot succeir és que el cable no funcioni correctament i, per tant, l'ordinador no reconegui el telèfon mòbil. Si un cop instal·lat el programa que reconeix els mòbils, l'ordinador no el reconeix, una primera solució consisteix en canviar el cable i provar-ne un altre per veure si així funciona.

Un altre problema que es pot tenir, és que el mòbil tingui una versió d'Android inferior a la versió mínima amb la que s'ha definit l'aplicació (4.0.3), ja que si aquest fet té lloc, l'aplicació es podrà instal·lar al telèfon mòbil, però aquesta no funcionarà adequadament. Per solucionar-ho, cal assegurar-se que el dispositiu en el qual es vol instal·lar l'aplicació té una versió d'Android igual o posterior a la versió mínima de l'aplicació.

Per últim, cal afegir que mitjançant el sensor Accelerometer, el que es capta són acceleracions, i la gravetat. Aquest fet fa que les dades que es captin canviïn depenent del dispositiu mòbil que s'estigui fent servir, així com del tipus de moviments que es realitzen, per tant, és essencial realitzar els moviments en el pas de la calibració lentament i tal i com s'indica en les instruccions, d'altra manera no es pot assegurar que l'aplicació funcioni correctament.

## 6 Avaluació de l'aplicació en un entorn simulat o real

En aquest capítol es descriu l'avaluació de l'aplicació en un entorn real. El programa Android Studio ofereix la possibilitat de fer servir un emulador per tal de fer l'avaluació de l'aplicació, però en aquest cas ens trobem amb un emulador que és estàtic, i que no permet fer una avaluació detallada de l'aplicació TimeS en la que els moviments que es realitzen del telèfon mòbil a la mà són de gran importància.

Per aquest motiu, l'avaluació de l'aplicació s'ha fet en un entorn real.

L'aplicació s'ha instal·lat en diversos dispositius mòbils que contenen una versió d'Android superior a la versió 4.0.3.

### 6.1 Eina utilitzada: enquesta

L'enquesta que s'ha dissenyat per tal de conèixer la opinió dels usuaris ha estat la següent:

- 1) Quines millores trobes que farien falta fer-li a l'aplicació?
- 2) La visibilitat de l'aplicació et sembla adient? Quins factors milloraries?
- 3) Faries servir aquesta aplicació o continuaries fent servir les que ja coneixes? Per què?
- 4) Et servirà l'aplicació per ajudar-te a aprendre a solfejar un compàs? Per què? 1 – Sí, 2- Potser, 3- No
- 5) Quin grau de satisfacció tens després d'haver fet servir l'aplicació?  
1 – Molt bo / 2 – Bo / 3 – Bastant bo / 4 – Dolent / 5 – Molt dolent

Aquesta enquesta s'ha realitzat a deu usuaris diferents. Els usuaris que han format part d'aquesta fase d'avaluació han estat els següents:

Un grup de cinc nens d'edats compreses entre els 8 i 12 anys, que aprenen solfeig i a tocar un instrument. Cal destacar que són nadius digitals. Tres d'ells tenen el seu propi telèfon mòbil i, a més, tenen una tableta. Coneixien com funciona el mòbil, perquè el fan servir diàriament, l'utilitzen principalment per jugar i navegar per la xarxa, així com per comunicar-se amb els seus companys, amics i familiars. Dos d'ells no tenen un telèfon mòbil propi, però tot i així, coneixien el seu funcionament, ja que fan servir el dels seus pares o germans, i el fan servir per jugar. Tot i això, únicament fan servir la xarxa com a eina de suport per a les seves tasques escolars, ja que busquen la

informació que necessiten per fer els deures, però no fan servir cap aplicació per buscar ajuda a l'hora de fer-los.

Un segon grup de persones de tres persones, d'entre 13 i 17 anys, dels quals dos d'ells són nadius digitals. Per tots tres, aquest curs ha estat el seu primer curs de solfeig. Cadascun d'ells té el seu propi mòbil, que utilitzen de forma diària per buscar informació a la xarxa, per consultar les xarxes socials i, per comunicar-se amb els seus amics i companys, per tant, coneixen quin és el funcionament d'un telèfon mòbil. Un d'ells té descarregada una aplicació que simula un metrònom, que segons ha comentat, l'ajuda a l'hora de seguir el ritme quan solfeja les partitures que practica fora de les classes de solfeig.

Per últim, un grup de dues persones adultes, una de 23 anys i una altre de 26, que van començar a estudiar solfeig quan tenien 12 anys. Tenen un mòbil personal que utilitzen diverses vegades al dia, per feina, per comunicar-se amb els amics i companys i per buscar informació a la xarxa. Tot i que aquestes persones ja saben com es realitzen els moviments que s'han de fer quan es solfeja una partitura, s'ha considerat convenient que formessin part de la fase d'avaluació de l'aplicació perquè poden donar la seva opinió sobre si l'aplicació seria útil per a estudiants actuals de música.

## 6.2 Avaluació dels resultats obtinguts

Les respostes obtingudes han estat les següents:

	Primer grup	Segon grup	Tercer grup
Pregunta 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Després d'un error en els moviments, que l'aplicació torni a la pantalla on és possible escollir el compàs que es vol practicar, i que no sigui necessari tornar a calibrar.</li> <li>· Quan els moviments siguin correctes, i vulgui tornar a practicar, que l'aplicació mostri la pantalla de l'elecció del compàs i que la calibració no sigui necessària.</li> <li>· Afegir més compassos diferents per practicar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Afegir un sistema que guardi el treball de les pràctiques realitzades amb puntuacions, per poder-lo consultar i que d'aquesta manera l'usuari pugui saber si està millorant.</li> <li>· Millora de la navegabilitat, per poder tornar a començar a practicar un cop finalitzada la pràctica sense haver de calibrar.</li> <li>· Disminuir el número de compassos per practicar o poder escollir el número.</li> <li>· Afegir una explicació dels moviments dels compassos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Afegir un metrònom perquè a més de fer els moviments, l'usuari pugui saber el ritme que ha de seguir.</li> </ul>



<p>Pregunta 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· L'aplicació podria fer-se més atractiva, ja que els colors que ara apareixen són suaus, tot i així, els usuaris la consideren correcte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La visibilitat és correcte, però si s'afegeix l'opció de preguntar les pràctiques fetes caldria afegir aquesta pantalla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La imatge de l'explicació dels moviments és poc clara, tot i que els usuaris ja els coneixen.</li> </ul> <p>Tot i aquesta observació, aquest grup troba que la visibilitat de l'aplicació és correcta.</p>
<p>Pregunta 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tres dels cinc usuaris seguirien fent servir l'aplicació, sempre i quan s'afegissin més tipus de compassos per a practicar.</li> <li>· Dos dels cinc usuaris d'aquest grup la farien servir si a l'hora de fer-se els moviments escoltéssin o poguéssin triar alguna música.</li> </ul>	<p>Aquest grup sí que la seguiria fent servir, però la trobarien més atractiva si s'afegissin més compassos diferents i si es guardéssin les puntuacions, ja que consideren que això els motivaria a utilitzar-la perquè podrien saber si van millorant a l'hora de seguir els moviments del compàs.</p>	<p>Sí, la farien servir i la recomanarien als estudiants més joves que estan començant perquè consideren que serveix per a ajudar a aprendre els moviments dels compassos.</p>

		També han comentat que els agradaria no haver d'agafar el mòbil que tenen amb la mà, ja que tenen por de què se'ls caigui i s'espalli. Per aquest fet han suggerit la idea de poder instal·lar l'aplicació en un dispositiu com un rellotge.	
Pregunta 4	1 – Sí, perquè és capaç de saber els moviments que es fan i si aquests són els que han de ser.	2 – Potser, si es fan els canvis suggerits anteriorment, sí que els resultaria útil l'aplicació.	1 – Sí, perquè és capaç de saber si els moviments que s'estan realitzant són correctes.
Pregunta 5	2	3	2

Taula 1. Respostes obtingudes de la fase d'avaluació de l'aplicació

### 6.3 Millores futures del disseny de l'aplicació

En funció dels resultats obtinguts i un cop analitzades les respostes dels usuaris que han fet l'avaluació de l'aplicació, les futures millores que caldria fer en l'aplicació es poden classificar en millores de navegabilitat i en millores de funcionalitat.

En concret, les millores que es proposen són les següents:

#### Millores de navegabilitat

Cal afegir l'opció que permeti als usuaris tornar a la tercera pantalla, on poden escollir el compàs a practicar, un cop han executat correctament una pràctica, sense haver de repetir el procés de calibratge del mòbil.

També és necessari afegir l'opció que en el cas que els usuaris no hagin realitzat els moviments correctament i quan desitgin tornar a practicar, que l'aplicació mostri la tercera pantalla, i no hagin de tornar a calibrar el mòbil.

#### Funcionalitat

L'aplicació ha de guardar el procés de calibratge fet per l'usuari perquè aquest no s'hagi de repetir, si l'usuari vol tornar a practicar, tant si ha realitzat els moviments correctament com si no els ha fet bé.

Afegir més tipus de compassos per practicar.

Afegir una funció de metrònom que ajudes a portar el ritme dels compassos.

Afegir l'opció de triar si l'usuari desitja que es reproduïxi música quan practica els moviments, i que en el cas que la vulgui, soni una melodia que tingui el compàs escollit.

Creació de un sistema de puntuació per usuari, que registres el resultat de les pràctiques realitzades. Per tal de portar a terme aquesta opció, caldria a la vegada, afegir un registre d'usuaris.

Fer que l'aplicació funcioni en un dispositiu *wearable*.

## 6.4 Conclusió del disseny triat

El disseny triat per l'aplicació, juntament amb el de les millores proposades està basat en l'experiència que ha tingut l'usuari quan ha avaluat l'aplicació.

Per tal que una aplicació funcioni correctament i sigui atractiva per al seu ús, ha de ser navegable, usable i en el cas de tractar-se d'una eina de suport de l'aprenentatge ha de significar una ajuda per a qui la fa servir. També és important destacar que és important que aquesta es comuniqui amb l'usuari.

Pels motius abans exposats, l'aplicació en un futur serà més navegable, és a dir, es podrà tornar a començar la pràctica sense haver de tornar a fer-ho tot des del començament, això suposarà que donarà les opcions de poder tornar a repetir la pràctica sense haver de repetir el procés de calibrar el mòbil, aspecte que amoïnava als usuaris, segons han exposat en les respostes a l'enquesta.

Per altra banda, i en ser una eina dissenyada per donar suport en l'aprenentatge, és essencial que aquesta faci saber a l'usuari si està realitzant les tasques de forma correcta o si s'està equivocant, i per això, l'aplicació dona una informació sobre com si la forma i els moviments són els encertats o no ho són.

Així mateix, la millora que suposarà poder comptar amb un registre de les pràctiques realitzades perquè l'usuari pugui consultar-les i veure el seu procés, serà d'ajut per aquest, ja que així podrà comprovar la seva evolució i podrà veure quan ho està fent tal i com s'ha de fer i quan s'ha equivocat. A més, és possible que aquesta funcionalitat augmenti la motivació a l'hora de practicar, fet que sempre és desitjable quan és té la finalitat que un estudiant aprengui a fer una nova tasca.

Algunes de les suggerències fetes pels usuaris han estat descartades, com per exemple, el fet de disminuir el número de compassos que ha de fer un usuari per realitzar una pràctica completa.

Ara mateix, l'aplicació demana a qui la fa servir, realitzar deu compassos per realitzar una pràctica i, tot i que, segons algunes de les respostes obtingudes en l'enquesta, aquestes indiquen que per alguns usuaris aquest número és massa, es considera que el número de repeticions és l'adequat per assegurar que l'estudiant incorpora en el seu coneixement quins són els moviments que ha de realitzar.

## 7 Guia d'ús

En aquest capítol es descriu el procés de creació d'una guia didàctica per poder fer servir l'aplicació. En detall es tractarà el tema del disseny de la guia, i també l'avaluació de la mateixa per part dels usuaris que han avaluat l'aplicació, ja que la guia didàctica és una part d'aquesta.

Per últim, també s'explica la tria del seu disseny definitiu, a partir de l'anàlisi de les respostes obtingudes en la fase de l'avaluació.

### 7.1 Disseny

En la fase de creació de la guia d'ús s'ha tingut en compte el llenguatge utilitzat, que ha de ser clar i que es pugui entendre per a qualsevol usuari, és a dir, que no s'ha fet servir llenguatge tècnic.

La mida de la lletra i el seu color, també són importants, ja que, per una banda, la lletra no ha de ser ni massa gran, ni massa petita, i per l'altra, no s'han de fer servir colors estridents que cansin la vista.

Les instruccions són breus i clares, però alhora són les necessàries per a poder aconseguir una utilització correcta de l'aplicació.

A més, cal considerar que aquesta aplicació necessita d'un procés de moviments inicials, per tal que aquesta pugui captar quines són les acceleracions que nota quan l'usuari mou el dispositiu mòbil, és necessari un procés que permeti calibrar aquestes acceleracions perquè d'aquesta manera podrà saber quins són els rangs d'acceleracions que notarà després durant l'execució d'una pràctica, per això és necessari que l'usuari entengui quins són els moviments que ha de realitzar.

Un cop l'usuari ha pogut llegir quins són aquests moviments, seguint la guia didàctica podrà saber com funciona l'aplicació i que ha de fer per fer-la funcionar, així com quina serà la resposta del telèfon mòbil en funció de l'execució de la pràctica.

La guia que apareix a l'aplicació és la següent:

#### Instruccions

Per tal que el mòbil pugui captar els moviments que estàs realitzant és necessari que aquest capti la

posició en la que està i el desplaçament que notarà. Per això, abans de començar a fer els moviments del compàs, és necessari realitzar un pas al que anomenarem calibratge i que es realitzarà un cop es cliqui el botó que diu “Calibrar”.

Per començar a utilitzar l'aplicació, has de fer el següent:

1. Aguantar el mòbil amb una mà.
2. Situar el mòbil a una distància paral·lela del cos.
3. Clicar sobre el botó calibrar i realitzar els moviments descrits en els següents passos i que es mostren en el vídeo, mentre es mostra per pantalla el text “Calibrant”.
4. Dirigir el mòbil lentament cap avall i després cap a dalt, intentant que no es mogui en altres direccions.
5. Dirigir el mòbil lentament cap a l'esquerra i finalment cap a la dreta.

Un cop realitzat el calibratge pots començar la pràctica de moviments, per fer-ho has de:

6. Clicar sobre el botó “Començar”.
  7. Seleccionar de la llista el compàs que vols practicar.
  8. Clicar sobre el botó “Començar test”.
  9. Realitzar els moviments de solfeig del compàs escollit.
- Com sabràs si has realitzat els moviments correctament?

Si has realitzat els moviments bé, després de 10 compassos l'aplicació et dirà que ho has fet correctament i podràs tornar a practicar, començant des de el principi. També sentiràs un so “ding” cada vegada que realitzis un dels moviments correctament.

Si no els has realitzat correctament, sonarà un so de fallida i apareixerà una pantalla que t'ho indicarà en la que apareixerà l'opció de tornar a practicar, clicant el botó Sí, havent de repetir els passos anteriors, així com l'opció de deixar de practicar i sortir de l'aplicació, clicant sobre el botó No.

Nota: Tal i com s'ha comentat anteriorment l'aplicació ha estat dissenyada en castellà, per això el text que es veu en les instruccions d'aquesta són una traducció al castellà del text aquí indicat.

## 7.2 Avaluació per part dels usuaris – enquesta

Tal i com s'ha comentat anteriorment, s'ha realitzat una avaluació de la guia didàctica, que apareix en forma d'instruccions a l'aplicació, als mateixos usuaris que han participat en la fase d'avaluació del funcionament de l'aplicació.

El mètode triat per realitzar l'avaluació ha estat l'enquesta, ja que aquesta permet fer preguntes obertes, en les que els usuaris poden donar la seva opinió, i d'aquesta manera és pot obtenir un millor coneixement de quina és la seva opinió.

L'enquesta que s'ha fet als usuaris ha estat la següent:

1. Consideres que cal millorar l'apartat d'instruccions?
2. T'agradaria trobar més informació a l'apartat d'instruccions?

## 7.3 Resultats obtinguts

Les respostes obtingudes han estat les mateixes després de realitzar l'enquesta als tres grups d'usuaris:

1. El text de l'apartat de les instruccions és clar i entenedor, per tant, no caldria millorar-lo.
2. Els usuaris opinen que seria bo afegir un video en el qual es veies com s'han de fer els moviments en el moment de fer la calibració.

## 7.4 Elecció del disseny final

Partint de la informació obtinguda en les respostes proporcionades per als usuaris en el moment de fer l'enquesta, en el disseny final de la guia didàctica que es troba a l'aplicació en forma d'instruccions, s'ha considerat oportú afegir un video que mostri el tipus de moviments, i com és necessari que aquests es facin durant el procés de calibratge, perquè els usuaris tinguin més clar com funciona aquest apartat de l'aplicació.

## 8 Conclusió

En aquest capítol s'exposa la conclusió a la que s'ha arribat després de realitzar totes les fases de disseny de l'aplicació, així com les fases d'implementació i d'avaluació d'aquesta.

S'ha aconseguit desenvolupar una aplicació que capta els moviments que l'usuari realitza amb el dispositiu mòbil, i li indica si aquests moviments estan en línia amb els moviments que cal fer quan es segueix un determinat compàs de música.

Ara bé, hi ha molts factors que poden fer que l'aplicació no funcioni tal i com s'ha dissenyat. El primer d'ells, és el soroll que capta el sensor Accelerometer, perquè a més de captar les acceleracions i la gravetat, capta més dades que poden interferir en la informació necessària perquè funcioni tal i com s'espera. El segon dels factors que cal tenir en compte, és que cada dispositiu mòbil té un pes diferent i evidentment, aquest factor està relacionat amb la gravetat i també pot interferir amb el resultat esperat. En últim lloc, però no menys important, hi ha el factor dels moviments que realitza l'usuari, aquests s'han de fer tal i com està descrit a les instruccions, d'altra manera, l'aplicació pot no funcionar.



## 9 Glossari

**Disseny centrat en l'usuari:** definit per la UPA (*Usability Professionals Association*) com un enfocament del disseny, en el qual el procés està dirigit per informació sobre les persones que faran ús del projecte.

**Interfície gràfica d'usuari:** conjunt de formes i mètodes que possibiliten la interacció d'un sistema amb els usuaris utilitzant formes gràfiques i imatges.

**Nadiu digital:** són parlants nadius del llenguatge digital, han crescut en el món de tecnologies amb diferents tipus de comunicacions i dispositius electrònics. Aquestes eines ocupen un lloc central en les seves vides i depenen d'elles per tot tipus de qüestions quotidianes com estudiar, relacionar-se, comprar, informar-se i divertir-se.

**Navegabilitat:** facilitat amb la que un usuari pot desplaçar-se per totes les pantalles que componen una aplicació mòbil. Aquest terme també pot aplicar-se a programes d'ordinador i a llocs web.

**Usabilitat:** claredat i elegància amb la que es dissenya la interacció amb una aplicació mòbil. Aquest terme també pot aplicar-se a programes d'ordinador i a llocs web.

## 10 Bibliografia

Guia per desenvolupadors d'Android. Web oficial d'Android per a desenvolupadors.

<http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>

[http://developer.android.com/guide/topics/sensor/sensors\\_motion.html#sensors-motion.accel](http://developer.android.com/guide/topics/sensor/sensors_motion.html#sensors-motion.accel)

Explicació del funcionament dels sensors d'Android. Web oficial d'Android per a desenvolupadors.

[http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_overview.html?hl=es](http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html?hl=es)

Application Resources SDK Android developers. Web oficial d'Android per a desenvolupadors.

<http://developer.android.com/guide/topics/resources/index.html>

Guia per aprendre Android

<http://www.aprendeandroid.com>

Orientació de dispositius amb HTML

<http://www.html5rocks.com/en/tutorials/device/orientation/>

Reconeixement del moviment amb Android

<http://www.slideshare.net/paller/motion-recognition-with-android-devices>

Disseny centrat en l'usuari

Mòdul PID\_00176048. UOC. Universitat Oberta de Catalunya.