



UNIVERSITAT^{DE}
BARCELONA

Treball final de grau

GRAU D'ENGINYERIA INFORMÀTICA

**Facultat de Matemàtiques i Informàtica
Universitat de Barcelona**

**Note it: Aplicació gamificada per
la pràctica de dictats musicals**

Autora: Laura Roigé Foix

Director: Dra. Anna Puig Puig
**Realitzat a: Departament de Matemàtiques
i Enginyeria informàtica**

Barcelona, 1 de febrer de 2019

Índex

Abstract	iii
1 Introducció	1
1.1 Context	1
1.2 Motivació	2
1.3 Objectiu principal	2
1.4 Objectius específics	2
1.5 Planificació temporal	3
1.6 Estructura del document	4
2 Anàlisi	5
2.1 Introducció	5
2.1.1 Perfil dels usuaris	6
2.2 Anàlisi del problema	6
2.2.1 Com definir una peça musical digitalment?	6
2.2.2 Dictats musicals	7
2.3 Requeriments funcionals	7
2.3.1 MIDI	8
2.3.2 Edició de partitures	8

2.4	Requeriments educatius	9
2.5	Feina prèvia	10
2.6	Conclusions	12
3	Disseny de l'aplicació	13
3.1	Pantalles i storyboard	13
3.2	Co-disseny de l'aplicació	15
3.3	Disseny gràfic	16
4	Disseny del software i desenvolupament	19
4.1	Arquitectura	19
4.2	Unity	20
4.2.1	Midi: Midi Player Toolkit	20
4.2.2	Partitura i compassos	21
4.2.3	Correcció dels dictats	24
4.3	Servidor	25
4.4	Persistència de dades	26
5	Resultats i simulacions	29
5.1	Aplicació final	29
5.2	Anàlisi d'usabilitat	32
6	Conclusions i treball futur	35
6.1	Conclusions	35
6.2	Treball futur	36
	Bibliografia	37

Abstract

Note it will be a gamified application with the goal to serve as a support in the practice of melodic dictations the academic field. This application's target audience are music students between 11 and 13 years old with a music studies level around first year of "grau mitjà de música".

The main objective of this project is to design and develop this application that offers the necessary tools for users to be able to do dictations and see their results. Among the most important requirements of the application there is designing and implementing a sheet music editor and implementing methods to automatically correct user's dictations.

Teachers, through a web platform, will be able to assign dictations to their students and to receive the results of the dictations made by their students.

Resum

Note it serà una aplicació gamificada amb l'objectiu de servir de reforç en la pràctica de dictats musicals en l'àmbit educatiu. Aquesta aplicació està dirigida a estudiants de música d'entre 11 i 13 anys a nivell de 1r de grau mitjà de música, aproximadament.

L'objectiu principal d'aquest projecte és dissenyar i desenvolupar aquesta aplicació per tal que proporcioni les eines necessàries perquè els seus usuaris puguin fer dictats i veure'n els resultats. Entre els requeriments més importants de l'aplicació es troba el disseny i implementació d'un editor de partitures i la implementació de mètodes per la correcció automàtica dels dictats.

El professor, mitjançant una plataforma web, podrà assignar dictats concrets als alumnes de forma individual i podrà rebre els resultats dels dictats fets pels seus estudiants.

Capítol 1

Introducció

1.1 Context

En els estudis de música, un dels exercicis que acostumen a costar als alumnes són els dictats musicals melòdics. Aquest exercici consisteix en identificar i escriure les notes que formen una melodia a partir de l'audició d'aquesta melodia (de forma semblant a com funcionen els dictats de textos). En l'avaluació dels dictats es valora si l'alumne ha escrit bé les notes i els ritmes corresponents i es penalitzen els errors tant en notes com en ritmes. Aquests exercicis serveixen per educar l'oïda musical dels alumnes i són molt comuns en l'educació musical.

Per una altra banda, ja fa temps que s'estudia l'ús que es pot donar als videojocs a les aules. En ser una eina interactiva presenten moltes possibilitats com a eina d'exploració de coneixement i d'experimentació. Un altre ús que se'ls pot donar és la correcció immediata d'exercicis per permetre als alumnes reintentar allò que els costa. Això els ofereix una iteració ràpida als problemes que se'ls plantegen, cosa que els permet explorar diferents estratègies per resoldre'ls i que els ajuda a consolidar conceptes. En el context dels estudis musicals es podrien utilitzar per treure feina als professors en tasques repetitives com pot ser la correcció dels dictats i oferir un entorn als estudiants on puguin practicar en qualsevol moment de forma més amena que a les aules.

Aquest projecte ha estat realitzat amb un conveni de pràctiques a BaseTIS, empresa de consultoria i serveis tecnològics, on s'ha considerat que el projecte quadrava amb els seus principis socials.

Dins del Grau d'Enginyeria Informàtica, les assignatures més relacionades amb aquest projecte són aquelles directament relacionades amb el disseny i desenvolupament de

software. Les assignatures de Disseny de software, i Projecte integrat de software donen les eines per planificar i dur a terme un projecte d'aquestes proporcions. L'assignatura d'Enginyeria de software afegeix més eines i metodologies per a la gestió d'equips i projectes. Finalment, l'assignatura de Factors humans i computació aporta els conceptes clau per poder adaptar una aplicació als seus usaris i fer proves per millorar-ne l'usabilitat.

1.2 Motivació

Arran del contacte amb la Mireia Martin, professora de llenguatge musical a l'Institut Escola Artístic Oriol Martorell, es va plantejar la idea de crear un joc seriós dirigit a la pràctica de dictats musicals. Aquesta idea ha evolucionat al disseny i desenvolupament d'una aplicació gamificada que serveixi com a reforç a la pràctica d'aquest tipus d'exercicis.

L'ús que es planteja per l'aplicació és integrar-la dins de l'ensenyament a les aules i utilitzar-la com a eina de reforç de manera que el professor pugui assignar diferents dictats de forma personalitzada als seus alumnes i veure'n el progrés.

Un dels principals avantatges d'utilitzar una aplicació és que els exercicis es corregeixen de forma automàtica i, per tant, l'alumne obté el resultat del seu intent immediatament. En tenir *feedback* immediat, l'alumne aprèn més ràpidament dels seus errors i pot observar la seva millora, cosa que augmenta la seva motivació en aquest tipus d'exercici. A més, l'aplicació permet al professor assignar feina personalitzada, adaptant-se al nivell de cada alumne, i li treu càrrega de treball en fer la correcció dels dictats.

1.3 Objectiu principal

L'objectiu principal d'aquest projecte és l'anàlisi, disseny i desenvolupament d'una aplicació gamificada que serveixi com a reforç en la pràctica de dictats musicals en l'àmbit educatiu. Aquest joc ha de permetre als estudiants fer diferents dictats musicals i als professors veure el progrés dels seus alumnes i assignar-los nous dictats.

1.4 Objectius específics

A partir de l'objectiu principal podem definir els següents objectius específics:

- Definició dels requeriments funcionals i educatius del projecte (anàlisi)
- Disseny gràfic de l'aplicació: anàlisi d'usuaris, storyboard...
- Disseny de l'arquitectura del software
- Desenvolupament de l'aplicació
- Simulacions i resultats

1.5 Planificació temporal

A continuació es mostra el diagrama de Gantt amb el repartiment de tasques de cada sprint.

Activitat	Període (en sprints)						
	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint final
Definició funcional i abast	█						
Storyboard i disseny previ	█						
Reproducció de fitxers midi		█					
Maquetació i funcionalitat del pentagrama		█	█	█	█		
Lectura de dades d'un fitxer midi		█	█	█	█		
Conversió des del pentagrama a midi			█	█		█	
Fer la resta de pantalles de l'aplicació				█	█	█	
Connexió amb l'api					█	█	
Correcció dels dictats						█	
Persistència de dades						█	
Documentació i memòria				█	█	█	█

Figura 1.1: Diagrama de Gantt amb la planificació del projecte

El projecte s'ha estructurat en 7 sprints de dues setmanes de durada cadascun excepte el primer, que ha durat una sola setmana, i el segon i el cinquè, que s'han allargat en coincidir amb vacances. S'han organitzat de la següent manera:

- Sprint 1: del 15 al 22 d'octubre
- Sprint 2: del 22 d'octubre al 13 de novembre
- Sprint 3: del 13 al 29 de novembre
- Sprint 4: del 29 de novembre al 18 de desembre
- Sprint 5: del 18 de desembre al 8 de gener
- Sprint 6: del 8 al 21 de gener
- Últim sprint: del 21 al 31 de gener

Cal mencionar que el projecte s'ha desenvolupat en el marc d'una empresa i s'han definit i adaptat els sprints mitjançant reunions de treball setmanals amb l'equip de treball de l'empresa on s'avaluava el progrés i les necessitats del projecte. Addicionalment, s'ha comptat amb el suport i ajut de l'equip de disseny gràfic de l'empresa per a definir i dissenyar la imatge de la aplicació.

1.6 Estructura del document

Breu descripció del contingut de cadascun dels capítols de la memòria.

- **Capítol 1, Introducció:** En aquest capítol s'introdueix el projecte, els objectius que es volen assolir i la planificació temporal per a realitzar-lo.
- **Capítol 2, Treball previ:** En aquest capítol s'analitzen les aplicacions relacionades amb el projecte que hi ha al mercat.
- **Capítol 3, Anàlisi:** En aquest capítol s'analitza el públic objectiu de l'aplicació i els requeriments tecnològics i educatius del projecte.
- **Capítol 4, Disseny de l'aplicació:** En aquest capítol s'explica el disseny d'usabilitat i gràfic de l'aplicació.
- **Capítol 5, Disseny del software i desenvolupament:** En aquest capítol es presenta l'arquitectura utilitzada i s'expliquen les seves parts. També s'explica com s'han resolt els requeriments tecnològics de l'aplicació.
- **Capítol 6, Resultats i simulacions:** En aquest capítol es comenten els resultats obtinguts i els tests amb usuaris realitzats.
- **Capítol 7, Conclusions i treball futur:** En aquest capítol es presenten les conclusions del treball i es comenten les línies de treball futur que plantegen els resultats del projecte.

Capítol 2

Anàlisi

2.1 Introducció

L'objectiu principal de l'aplicació és la pràctica de dictats musicals. Per tant, els requeriments mínims que ha de complir són disposar d'una col·lecció de dictats (ja sigui localment o en una base de dades al núvol), tenir la capacitat de reproduir el so d'aquests dictats, donar el medi a l'usuari per escriure la seva resposta, avaluar la resposta de l'usuari comparant-la amb el dictat original i enviar els resultats al professor per tal que en pugui fer un seguiment. A continuació es desgranen aquests requeriments. Als apartats 2.2, 2.3 i 2.4 es detallen els principals conceptes musicals associats i treballats en els exercicis musicals, els requeriments funcionals de l'aplicació i els requeriments educacionals desitjats.

Per tal que els alumnes sempre puguin practicar algun dictat, seria convenient que l'aplicació disposés d'una col·lecció local de dictats de diferents dificultats. A part, el professor hauria de poder assignar dictats als seus alumnes, i l'usuari hauria de poder distingir entre els dictats inclosos a l'aplicació i els que li han estat assignats. Per tant, a l'aplicació hauria d'haver-hi dues llistes de dictats, preferentment en dues pantalles diferents.

El fet de donar a l'usuari una interfície per escriure el dictat significa que s'ha de fer un editor de partitures. Per tal de reduir la corba d'aprenentatge dels usuaris seria convenient que aquesta interfície fos semblant als principals editors de partitures que hi ha al mercat (a nivell d'interaccions). En la secció 2.5 se n'avaluen els més usats actualment.

Per tal de corregir el dictat, és necessari poder comparar les notes escrites per l'usuari amb les del fitxer del dictat. Per tant, cal que el tipus de fitxer utilitzat permeti accés a la

informació de les notes (nota i durada). També és necessari que es pugui reproduir el so del dictat.

Per últim, cal que el professor pugui rebre dades sobre el rendiment dels seus alumnes, com les puntuacions dels dictats, el nombre d'errors o fins i tot la resolució que ha fet cada alumne.

2.1.1 Perfil dels usuaris

L'aplicació té com a públic objectiu grups educatius de l'entorn musical formats per un professor i la seva classe d'alumnes d'entre 11 i 13 anys. Inicialment està dirigida a alumnes d'últim any de grau elemental i primer de grau mig de música, però si els dictats els assigna el professor es pot adaptar fàcilment a altres nivells d'estudis. Aquest tipus d'usuari està acostumat a utilitzar dispositius mòbils i per tant es desitja una aplicació en un entorn d'aquest tipus, que al mateix temps són ubicuus i fàcilment utilitzables en qualsevol moment i no tan sols en un entorn de classe.

2.2 Anàlisi del problema

2.2.1 Com definir una peça musical digitalment?

Un dels problemes principals en plantejar aquesta aplicació és com fer que els professors puguin escriure dictats pels seus alumnes de manera que dins del joc es pugui reproduir l'audio i es pugui accedir a les notes que el formen de forma individual. En general, s'acostuma a treballar amb formats de fitxers diferents si es vol reproduir el so d'una peça o si es vol veure i/o editar la seva partitura. El so d'una peça es guarda generalment a partir de la freqüència i l'amplitud de l'ona que genera a cada moment, com passa en el format mp3 i el wav. La partitura, en canvi, es guarda de forma més semblant a com es guardaria un fitxer de text, i de forma habitual es converteix a format pdf quan s'ha acabat d'editar.

Treballar amb dos fitxers diferents seria molt complicat, així que l'ideal seria utilitzar un format de fitxer que permeti reproduir el so i accedir a la informació de la partitura sense haver d'utilitzar dos fitxers diferents per un mateix dictat, cosa que augmentaria molt la probabilitat d'errors i per tant reduiria l'usabilitat de l'aplicació.

2.2.2 Dictats musicals

Els dictats són un exercici important en l'educació musical perquè entrenen dos aspectes clau pels estudiants de música. El primer és l'oïda musical: reconèixer la melodia que s'està escoltant, reconèixer les notes i els ritmes i traslladar-ho a la partitura. El segon també està relacionat amb l'oïda, però compleix la funció inversa. Consisteix en tenir consciència de com sona el que hi ha escrit a la partitura. Els dos estan relacionats amb l'oïda musical i són crucials a l'hora d'estudiar música i/o tocar un instrument.

Els dictats del nivell que es vol treballar en aquest projecte duren unes 8-9 pulsacions (4 compassos binaris, 3 de ternaris o 2 de quaternaris) i poden utilitzar alteracions de to, punts i silencis. Per a aquest projecte s'ha acotat el nombre de notes que pot haver-hi a un dictat fent que la nota més llarga disponible sigui una rodona i la més petita una semicorxera.

2.3 Requeriments funcionals

Les funcionalitats que ha de tenir l'aplicació, per tant, són les següents.

- Ha d'haver-hi una col·lecció de dictats integrada a l'aplicació, per tant s'han de preparar aquests fitxers i integrar-los a l'aplicació.
- S'ha de poder reproduir el so dels dictats en el format de fitxer escollit, cosa que pot significar haver de buscar un paquet que ho faci.
- S'han de poder corregir els dictats, per tant s'han de comparar les notes del fitxer i les que ha escrit l'alumne. Això és pot ser un problema ja que s'ha de corregir simultàniament el ritme i les notes, per tant la solució intuïtiva de calcular la distància d'edició entre les dues melodies pot no ser suficient.
- Per últim, el professor ha de poder assignar dictats i rebre'n els resultats, de manera que l'aplicació s'ha de poder connectar via internet a una api on el professor pugui fer aquestes accions.

L'aplicació serà per un sol usuari (*single player*) i el dispositiu de llançament principal serà la tablet. Cal considerar que, en general, aquests dispositius tenen una memòria reduïda, així que s'ha de tenir en compte a l'hora de decidir els recursos que s'utilitzin. També s'ha de tenir en compte que l'entrada de dades es farà de forma tàctil. Per tant, s'ha de vigilar que la mida dels botons i la distància entre ells sigui suficientment gran.

2.3.1 MIDI

El format escollit per als dictats ha estat el midi (Musical Instrument Digital Interface), que és un estàndard tècnic que permet la comunicació entre instruments digitals i ordinadors i que codifica la melodia a partir de les notes que la formen. Aquest format s'utilitza freqüentment per traduir a partitura el so generat per instruments electrònics, com teclats i sintetitzadors, i per fer el pas contrari: a partir d'una partitura generar el so que representa (ja que pot identificar bancs i sons de sintetitzadors, permetent guardar informació de quin instrument ha de sonar o de la tonalitat en què està la peça). A més, molts programes populars d'edició de partitures tenen l'opció d'exportar les partitures directament a midi, cosa que fa probable que la majoria de professors que utilitzin l'aplicació ja coneguin aquest format.

El format midi es va començar a utilitzar a partir de l'any 1983. En aquesta època els dispositius digitals tenien molta menys memòria de la que és habitual ara. Per tant, el format midi es va dissenyar amb la idea de reduir al màxim l'espai que ocupaven els fitxers. Essencialment, un fitxer midi està format per una capçalera i diferents pistes. A la capçalera es guarda el nombre de pistes, el tempo i el tipus de fitxer de què es tracta. Cada pista conté una seqüència de missatges que acaba formant la melodia de la peça.

2.3.2 Edició de partitures

A l'hora de dissenyar un editor de partitures, cal tenir en compte que hi ha grans diferències respecte un editor de text. Per començar, una partitura és un escrit en dues dimensions, a diferència dels textos comuns, en que només es té en compte el símbol i l'ordre en una sola direcció. Una partitura s'escriu a un pentagrama, que està format per cinc línies paral·leles. Damunt del pentagrama s'hi escriuen les notes, que tenen una durada diferent depenent del símbol amb què s'escriguin i una afinació diferent depenent de la seva alçada al pentagrama. Les partitures, a més, s'organitzen en compassos, que són les unitats mètriques de a partitura.

A l'inici del pentagrama s'hi troba la clau, que serveix com a referent per a l'afinació de les notes, l'armadura (*key signature* en anglès), que són les alteracions d'afinació permanents a la partitura, i el temps (*time signature* en anglès), que indica quant dura i com s'estructura cada compàs.

A la figura 2.1, per exemple, es pot veure una melodia formada per dos compassos. L'armadura té un bemoll a la posició del si, així que totes les notes si de la partitura es consideraran bemolls si no es diu el contrari. El temps és 3/4, de manera que els compassos estan formats per una durada de temps equivalent a tres negres.



Figura 2.1: Exemple d'un pentagrama

En dissenyar l'editor de partitures, s'ha de tenir en compte que cal donar espai de pentagrama suficient perquè l'usuari pugui escriure totes les notes que necessiti. En l'espai que ocupi el pentagrama s'han de detectar les coordenades dels tocs que faci l'usuari i col·locar una imatge de la nota corresponent a l'alçada del pentagrama on s'hagi fet el toc. Aquesta imatge pot canviar segons l'alçada de la nota al pentagrama (a una certa alçada la nota es posa del revés, boleta a dalt i pal penjant cap avall, però en algunes notes no es fa rotant la nota i es necessita una imatge diferent) o segons si s'està escrivint un silenci (cas en el qual no importa l'alçada a la que s'escrigui la nota, ja que el silenci sempre es posa al mig del pentagrama). A part, l'usuari pot variar la durada o el to d'una nota pot variar la seva durada o to utilitzant diferents alteracions que es poden afegir en el moment d'escriure la nota o en una edició posterior.

A tot això cal afegir que, tot i que els compassos tenen una durada de temps fixa, poden contenir nombres molt diferents de notes. Per tal de no utilitzar un espai massa gran de pentagrama per cada compàs però que hi hagi espai per escriure tot el que l'usuari necessiti, s'ha de gestionar l'espai que ocupa cada compàs de forma dinàmica en temps d'execució depenent de les notes que s'utilitzin.

2.4 Requeriments educatius

En el sistema educatiu actual, on la majoria de classes que rep un alumne són de tipus magistral (un professor té el rol actiu d'ensenyar, i un grup d'alumnes té el rol passiu d'aprendre), els professors tenen un temps limitat per dedicar a la correcció d'exercicis i exàmens. Això significa que un alumne tarda un temps significatiu a rebre una retroacció dels seus exercicis. El fet que hi hagi un temps tan gran entre entrega i correcció fa que l'alumne no recordi part del temari, de les seves respostes o de com va intentar afrontar l'exercici. Al final, l'alumne té un nombre molt limitat d'exercicis avaluats, que no li aporten tot el que podrien.

El principal avantatge que tenen els jocs respecte al sistema educatiu actual és que, en ser automatitzats, permeten un cicle entre tria i resultat molt curt, de manera que l'alumne pot provar diferents estratègies per a aprendre com trobar una solució als problemes que

se li plantegen sense oblidar les tries que ha fet anteriorment. Els jocs proveeixen una iteració ràpida sobre un problema, cosa que ajuda a mantenir la motivació durant més temps. A més, en obtenir una avaluació immediata de les tasques (i, per tant, la possibilitat de reintentar un mateix exercici) converteix els errors en una oportunitat per a aprendre i redueix la por a fallar.

Aquesta aplicació, tot i no ser exactament un joc sinó una app gamificada, ha de funcionar com a eina interactiva per tal que l'alumne pugui practicar dictats de forma més autònoma del que faria a classe. L'avantatge principal que ha de tenir respecte a l'exercici fet de forma presencial és que l'alumne obtingui el resultat de forma pràcticament instantània, permetent-li reintentar al moment i millorar les seves habilitats de forma ràpida. Com que ha de funcionar com a complement a la classe, el professor ha de poder veure el seu progrés i ha de poder assignar-li dictats adequats al seu nivell, de forma que l'aplicació serveixi per fer un seguiment complet als alumnes.

2.5 Feina prèvia

Les següents aplicacions són una mostra del que s'ha trobat en buscar eines que ajudin en la pràctica de dictats i l'entrenament de l'oïda. S'ha fet una selecció dels recursos més populars intentant trobar una mínima varietat en les prestacions que oferien les aplicacions seleccionades.

Perfect ear:

És una aplicació d'entrenament de l'oïda. A l'apartat de dictats melòdics hi ha diverses opcions gratuïtes i unes quantes més de pagament. En tots els casos els dictats són de notes soltes sense ritme. En general els dictats tenen 3 o 5 notes i com a màxim 12 notes. Els controls per editar i/o eliminar notes ja escrites són molt confusos i no hi ha cap tutorial que ho expliqui. El mètode d'entrada és o amb teclat o movent cada nota posició a posició, cosa molt feixuga. Si el dictat és una mica llarg no es veuen totes les notes a la pantalla, cosa que dificulta molt l'exercici.

L'aplicació, però, permet crear dictats personalitzats i ofereix molts paràmetres de personalització. A més ofereix altres eines d'entrenament de l'oïda, com ara exercicis de pràctica d'escala o de reconeixement d'interval.

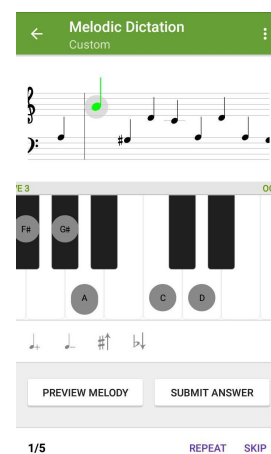


Figura 2.2: Imatge de l'aplicació Perfect ear

Functional ear trainer:

Permet fer dictats de molt poques notes (entre una i quatre) seleccionant les notes d'un set tancat d'opcions. Els dictats es fan sense tenir en compte el ritme i sense una partitura com a suport. Té un nivell molt bàsic.

Complete ear trainer:

Obliga a fer uns 80 exercicis de 32 preguntes abans de poder accedir als dictats melòdics, i s'ha treure una puntuació i mitjana de temps per pregunta mínims abans de deixar passar al següent exercici. Per aquest motiu no s'ha pogut provar el funcionament dels dictats musicals, però segons el que s'ha vist al principi de l'aplicació, els exercicis que proposa són massa llargs (32 preguntes sense poder sortir o es perd el progrés i la capacitat d'avançar al següent exercici) com per resultar atractius als alumnes. Sí que té una opció per tal que els professors creïn exercicis pel seu grup d'alumnes, tot i que no ha estat possible provar-la, ja que és de pagament.

Teoria.com:

És una web educativa de teoria musical amb exercicis de diferents tipus incloent els dictats musicals. Permet registrar-s'hi i guardar els resultats dels exercicis. La dificultat màxima dels dictats és una mica baixa pel nivell que es demana als cursos als que va orientat aquest projecte. Tot i que el mètode d'entrada és diferent a l'habitual utilitzat pels editors de partitures però és prou intuïtiu si l'usuari està familiaritzat amb la notació anglesa (on les notes es caracteritzen amb una lletra en lloc del nom que se'ls dóna aquí, A per la, B per si, etc.). No hi ha una opció perquè el professor vegi els resultats dels seus alumnes, però en ser una pàgina web és fàcilment accessible des de diferents dispositius. La correcció dels dictats no és molt exacta quan hi ha algun error de ritme. En acabar el dictat mostra les notes on hi ha hagut algun error i la solució correcta. Per editar una nota ja escrita s'han d'esborrar totes les que s'hagin escrit després de la nota que es vol canviar, cosa que no facilita massa la correcció d'errors (ja que es perd el treball posterior).



Figura 2.3: Imatge de l'aplicació Functional ear training

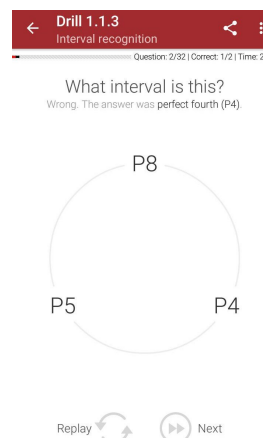


Figura 2.4: Imatge de l'aplicació Complete ear trainer

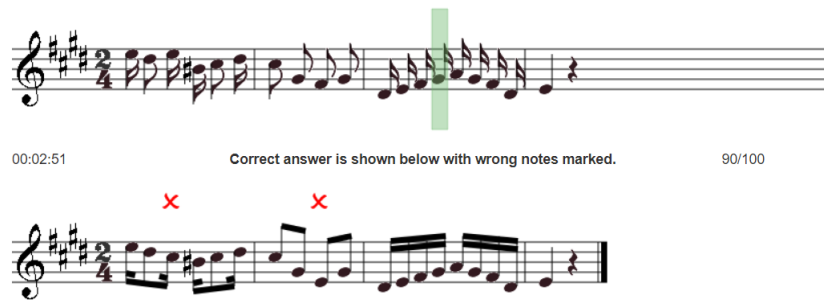


Figura 2.5: Imatge de la web teoria.com

	Dificultat adequada o adaptable	Edició de notes ja escrites	Usabilitat en pantalla tàctil	Ús de partitura	Ritmes	Feedback al professor
Perfect ear	Sí	Sí	No	No	No	No
Functional ear trainer	No	No	Sí	No	No	No
Complete ear trainer	No	–	Sí	–	–	Sí
Teoria.com	No	No	Sí	Sí	Sí	No

Taula 2.1: Taula de comparació entre les diferents aplicacions

2.6 Conclusions

A partir de les aplicacions revisades i que s'han classificat en la Taula 1 segons les seves diferents prestacions, es pot veure que no hi ha cap que compleixi la majoria de requisits que es demanen al projecte. En general, les aplicacions per treballar l'oïda se centren en el treball harmònic i deixen de banda el rítmic o, en alguns casos, només el treballen per separat. El més proper a la majoria de requisits és la web teoria.com, que li falta la connexió amb el professor, una major dificultat i més facilitat per la edició de notes. En aquest projecte es preten crear una aplicació que compleixi aquest requisits i sigui prou flexible com per suportar futures ampliacions que incloguin diferents nivells de dificultat o nous exercicis.

Capítol 3

Disseny de l'aplicació

3.1 Pantalles i storyboard

A partir dels requeriments especificats al capítol d'anàlisi s'han definit les pantalles necessàries per a cobrir-los i el seu contingut general. A la figura 3.1 s'indiquen les diferents pantalles de l'aplicació i les navegacions entre elles.

Contingut i funcionalitat de les pantalles:

- Splash: Aquesta és la pantalla de càrrega de l'aplicació. Conté el logo del joc.
- Log in: En aquesta pantalla hi ha dos camps de text on l'usuari ha d'introduir el seu nom d'usuari i contrasenya i un botó per autenticar-se amb les credencials introduïdes pel camp de text. En cas d'errors en l'autenticació es mostren missatges d'error sota els camps corresponents.
- Main menu: En aquesta pantalla es mostra el nom de l'usuari que hi hagi logat i es permet sortir de l'aplicació (fer log out) o escollir una de les dues llistes de dictats.
- History list: En aquesta pantalla es mostra una llista d'ítems que representen els dictats que hi ha per defecte a l'aplicació. En cas que un dictat ja s'hagi fet, es mostra el seu estat (aprobat o suspès) i la nota obtinguda. Es pot tornar al menú principal utilitzant un botó situat a una cantonada de la pantalla i la interacció amb qualsevol dels ítems de la pantalla durà a la pantalla de dictat de l'ítem seleccionat.
- Practice list: Aquesta pantalla té un aspecte molt semblant a l'altra pantalla de llista, però els dictats que s'hi mostren corresponen als que el professor ha assignat a l'usuari que està utilitzant l'aplicació.

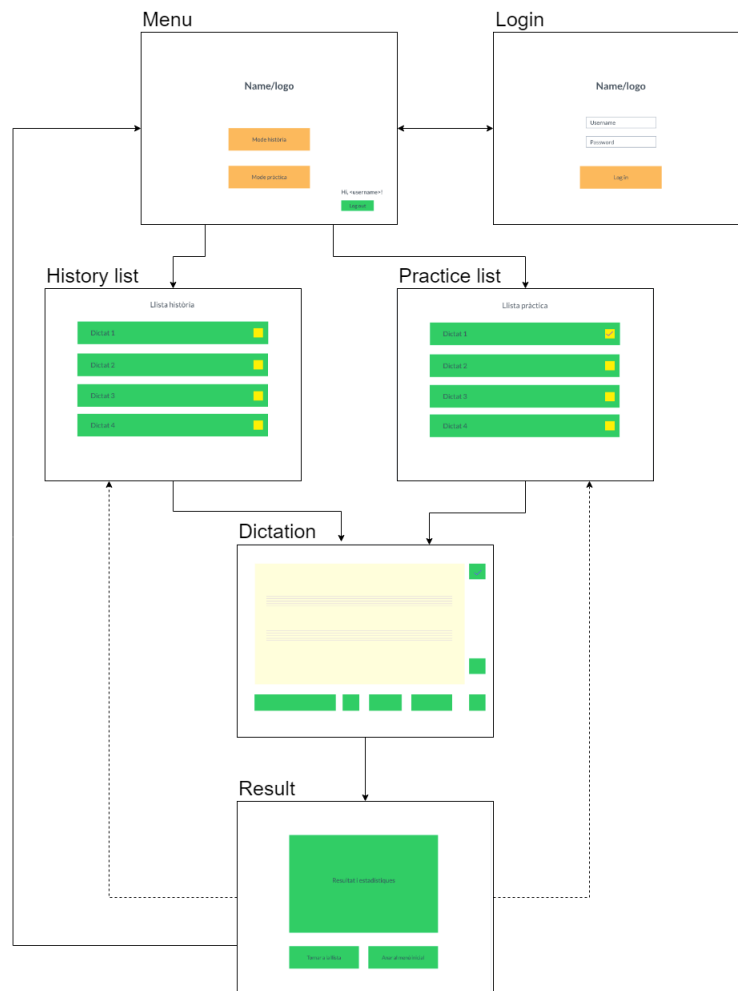


Figura 3.1: Storyboard inicial de l'aplicació

- Dictation: En aquesta pantalla es mostra una partitura en blanc i els botons necessaris per a editar-la escrivint-hi el dictat. També hi ha els botons necessaris per reproduir el dictat i entregar-lo un cop acabat.
- Result: En aquesta pantalla es mostren les estadístiques (nombre de notes correctes, d'errors i cops que s'ha sentit el dictat) i la puntuació de l'intent de dictat de l'alumne, així com un missatge informant de si el dictat està aprovat o no.

3.2 Co-disseny de l'aplicació

Per definir el disseny d'usabilitat de la pantalla de dictat, on es fa l'edició de partitures, s'ha fet un test d'usuaris amb nens del públic objectiu. Els enquestats han estat cinc alumnes de 1r d'eso de l'IEA Oriol Martorell, tots cinc estudiants de 1r de grau mitjà de música i amb experiència en l'ús de tecnologies associades a la música. En el test se'ls ha presentat un prototip de la pantalla de dictat i se'ls ha demanat que realitzessin diferents accions, com escriure una melodia, esborrar i editar algunes notes o fer un dictat senzill. Durant la prova s'han enregistrat les seves interaccions per poder obtenir més informació sobre quines accions resulten confuses als usuaris i quines funcionen bé. Després de la prova d'interacció amb l'aplicació se'ls ha demanat que omplissin una enquesta on se'ls demanava com de difícil o fàcil els havia resultat fer les diferents accions que se'ls havia demanat i se'ls ofería l'opció de comentar altres coses de la seva experiència o suggerir canvis.

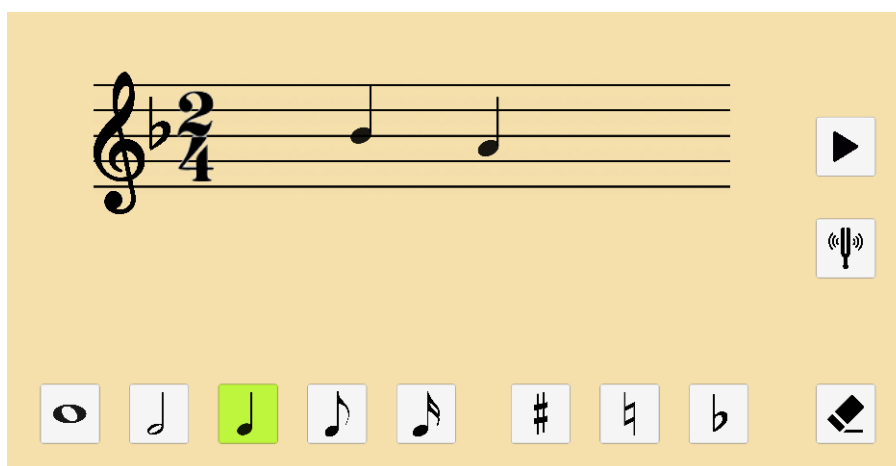


Figura 3.2: Prototip de la pantalla de dictat utilitzat a la prova

Un cop feta la prova, tant les gravacions de les interaccions dels usuaris com les respostes a l'enquesta indiquen que el disseny inicial funciona. Els usuaris no han tingut massa dificultat per trobar els botons que fessin la funció que necessitaven i de seguida han entès el funcionament de l'editor de partitures. El que ha donat més problemes amb diferència és l'escriptura de notes. En ser una interacció tàctil, en lloc de utilitzar el ratolí o el teclat, és prou corrent escriure una nota diferent a la que es vol.

Per corregir això, el prototipus que testejava els estudiants estava programat de manera que es pogués sobreescrivre qualsevol nota tocant a l'espai que ocupa. Com que aquesta interacció no és habitual en els editors de partitures corrents, on es permet escriure dues notes al mateix espai per tal que sonin alhora, la majoria d'usuaris no han

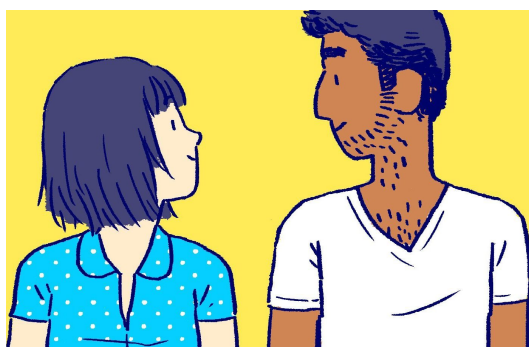


Figura 3.4: Imatge promocional del joc *Florence*

descobert aquesta interacció i han utilitzat repetidament la funció d'esborrar per corregir les notes mal escrites.

Un comentari que ha fet més d'un entrevistat és que seria molt interessant tenir un botó que permeti sentir el que hi ha escrit a la partitura per tal de comparar-ho amb el dictat i entendre els errors que es puguin haver fet abans de l'entrega. És una funcionalitat que s'ha considerat implementar però que no entra dins de la previsió inicial.

3.3 Disseny gràfic

El disseny gràfic i d'usabilitat d'aquesta aplicació s'ha fet amb la intenció de que pogués arribar a un públic ampli mantenint-lo enfocat al públic objectiu. Els conceptes clau que s'han tingut en compte en decidir la direcció de l'art són els següents: Accessibilitat, Usabilitat, Netedat, Claredat, Sobrietat, Música, Colors plans i Educació.

Basant-se en aquesta idea s'han buscat referències com Jason Munn<nota>, un dissenyador gràfic que destaca pels seus treballs on utilitza colors plans, paletes de color limitades i acostuma a fer jocs visuals en els seus dissenys. També s'ha utilitzat com a referència el videojoc *Florence*<nota>, que utilitza dibuixos amb un estil molt d'esbós i fet a mà, utilitzant també colors plans i paletes reduïdes. Un dels temes d'aquest joc és, precisament, la música, ja que part important de la història és veure com el noi protagonista (el noi de la imatge 3.4) persegueix la seva carrera musical.



Figura 3.3: Portada de *The long winters*, dissenyada per Jason Munn



Figura 3.5: Disseny final d'un dels personatges de l'aplicació

Pel disseny final del joc s'ha mantingut l'estil simple i amb pocs colors. S'han posat dibuixos només a la pantalla de login, on apareix un dibuix d'un noi o d'una noia tocant instruments (el programa escull si surt el noi o la noia de forma aleatòria), i s'ha apostat per un disseny d'icones i del pentagrama fet a mà. D'aquesta manera es pretén evitar el to fred i impersonal que tenen altres aplicacions semblants.



Figura 3.6: Disseny final d'un dels personatges de l'aplicació

Per la pantalla de dictat, on l'usuari passarà més temps, s'ha optat per tenir tots els botons a la vista, sense menús desplegable i amb una mida suficientment gran com per poder-los distingir i minimitzar el nombre de tocs erronis. El tipus d'interacció que es vol



Figura 3.7: Disseny final de la pantalla de dictat

tenir amb la pantalla tàtil en tota l'aplicació és de *point and click*, en oposició a arrossegar els objectes per la pantalla. Això s'ha decidit així per agilitzar el procés d'escriptura, ja que és comú que s'hagi d'escriure més d'una nota seguida del mateix tipus, fent més pràctic no haver de tornar als botons de notes per cada nota que s'hagi d'escriure.

Cal fer notar que el disseny gràfic de l'aplicació l'han dut a terme els dissenyadors gràfics de l'empresa.

Capítol 4

Disseny del software i desenvolupament

4.1 Arquitectura

Per resoldre les necessitats d'aquest projecte s'han utilitzat tres estructures (figura 4.1): una aplicació desenvolupada amb unity que conté tota la lògica de l'aplicació, la persistència de dades, que es guarda de forma local al dispositiu on s'utilitza l'aplicació, i un servidor que serveix d'interfaç al professor per a registrar alumnes, assignar-los dictats i veure els seus resultats.

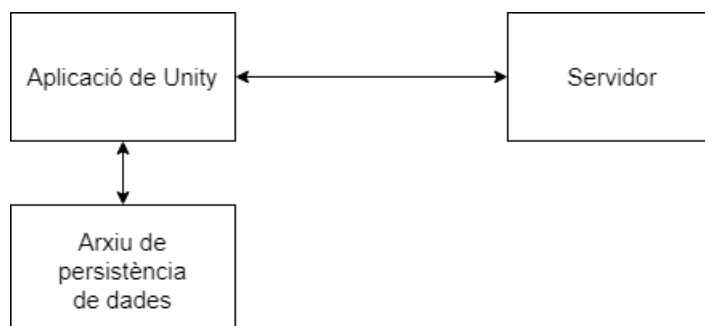


Figura 4.1: Arquitectura de les estructures del projecte

4.2 Unity

L'aplicació desenvolupada en Unity [2] és on estan definides les funcions que permeten la reproducció de dictats, l'edició de partitures i la connexió al servidor. En la fase de disseny s'han definit sis pantalles diferents per l'aplicació, a les quals es va afegir una pantalla de càrrega inicial (com es detalla a la figura 3.1). Per tal de mantenir informació a través de les diferents pantalles s'ha desenvolupat un controlador de joc, que conté les dades que necessita més d'una pantalla. A part, cada pantalla té un controlador propi que proporciona els mètodes necessaris per fer funcionar cada pantalla. A la figura 4.2 es pot veure un esquema amb les relacions entre els controladors de cada pantalla i el controlador del joc.

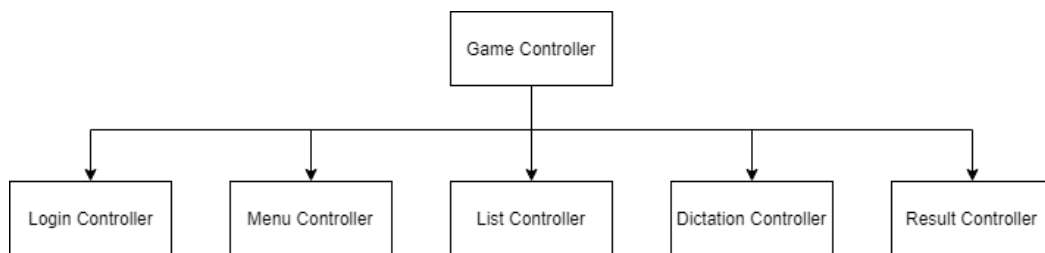


Figura 4.2: Arquitectura dels controladors

La pantalla amb més classes diferents i que acumula més complexitat de l'aplicació és la pantalla de dictat, on hi ha les classes encarregades de la reproducció del fitxer de dictat, l'edició de la partitura, la correcció del dictat, la conversió a fitxer midi i l'enviament del dictat corregit al servidor. La següent pantalla que conté més lògica és la de log in, que utilitza els mètodes definits al controlador del joc per connectar-se al servidor, autenticar l'usuari i descarregar la llista de dictats assignats a l'usuari logat.

4.2.1 Midi: Midi Player Toolkit

Per a tractar amb fitxers midi s'ha utilitzat el paquet Midi Player Toolkit (MPTK) [1], un paquet de Unity desenvolupat per Thierry Bachmann. Aquest paquet conté els mètodes i classes necessaris per llegir, reproduir i escriure fitxers midi, així com afegir *soundfonts*, un tipus de llibreria que conté pistes amb sons d'instruments amb descripcions sobre com utilitzar els sons per cada nota o volum.

Dins de l'aplicació, aquest paquet s'utilitza a la pantalla de dictat, que és on es tracta amb els fitxers i els sons. En escriure cada nota es crea un objecte *emphMidiNote* que s'utilitzarà més tard en la conversió a format midi de la partitura i que s'utilitzaria a la funcionalitat de reproduir el que hi ha escrit a la partitura.

4.2.2 Partitura i compassos

La principal complicació d'aquest projecte és, com es comentava a la secció <ref>, l'edició de partitures. Cal donar a l'usuari espai suficient per escriure, però aquest espai ha d'estar suficientment acotat per tal que la partitura no ocupi massa espai a la pantalla.

A més, les notes que s'hi escriguin s'han de poder llegir en ordre de forma programàtica. A part d'això s'ha de considerar que els diferents compassos, tot i ocupar el mateix temps de so, poden tenir llargades molt diferents sobre el paper degut a que estiguin formats per notes més curtes (i per tant major nombre de notes) o perquè les notes que contenen tinguin moltes alteracions, que s'escriuen com un símbol separat al costat de la nota alterada. A la figura 4.3 es poden observar dos compassos amb la mateixa durada però que ocupen una quantitat d'espai molt diferent.



Figura 4.3: Exemple de diferents extensions de compassos

La solució proposada consisteix en dividir l'espai del pentagrama en seccions unitàries on s'hi pot escriure un sol símbol. La classe que implementa aquestes seccions s'ha anomenat *NoteSpace* (figura 4.4). Essencialment, aquesta classe consisteix en una columna de segments horitzontals amb un component que l'envolta i permet detectar tocs de l'usuari i obtenir les coordenades d'aquests tocs. A partir d'aquestes coordenades, la classe *NoteSpace* dibuixa una nota a l'alçada corresponent del pentagrama i reproduïx el so que representa. Dins de l'objecte *NoteSpace* es guarden les característiques de la nota que conté. Com que la partitura és, essencialment, una llista de *NoteSpaces*, per obtenir la melodia final només cal llegir la llista i guardar les notes que no siguin nul·les. A més, aquesta solució permet graduar la llargada que correspon a cada compàs afegint o traient *NoteSpaces* de la llista de la partitura.



Figura 4.4: Exemple d'un *NoteSpace* amb nota i sense

Un altre aspecte que s'ha hagut de considerar és que un compàs té un límit de durada, però aquest límit pot estar format per un nombre molt diferent de notes (un dels compassos més utilitzats a la música és el 4/4, que es pot omplir amb una rodona o, de forma equivalent, amb setze semicorxeres).

Per tal de poder limitar les notes que es posen per compàs s'ha utilitzat un sistema de llistes aniuades per fer la partitura. Per tant, una partitura conté una llista de compassos i un compàs conté una llista de *NoteSpaces* i un contador dels temps que té ocupats. Si s'intenta escriure una nota de més durada de la que queda al compàs, el programa ho detecta i evita l'escriptura d'aquesta nota.

A més a més, cal tenir en compte és que el nombre de notes que pot contenir un compàs pot variar molt. No és raonable assignar a cada compàs l'espai màxim que pot ocupar. La solució proposada ja considera que la llargada dels compassos pot ser variable, però encara no s'ha definit quan s'haurien d'afegir nous espais a un compàs ni quina llargada inicial se li ha d'assignar a cada compàs.

La durada total d'un compàs està definida pel compàs (*time signature*) del dictat. Està representat en forma de fracció, de manera que el numerador indica el nombre de pulsacions que hi ha al compàs i el denominador la unitat de nota que val cada pulsació en potències de 2 (on 1 és una rodona, 2 una blanca, 4 una negra...). Per tant, un compàs 4/4 estaria format per 4 negres. A aquest projecte s'ha utilitzat la corxera com a unitat de temps bàsica per a la duració de notes i compassos, per tant, el compàs 4/4 anterior es contaria que té durada 8 (ja que una negra equival a dues corxeres).

Essencialment hi ha dues situacions en les que s'ha d'afegir més espais a un compàs. La primera és quan s'afegeix un símbol a una nota ja escrita (o quan s'escriu una nova nota que duu un símbol associat), com pugui ser una alteració de to o un punt (figura 4.5). En aquests casos s'hauria d'afegir un espai nou pel símbol i s'hauria d'eliminar aquest espai en cas que s'esborrés el símbol. Aquests símbols no tenen significat propi i depenen de la nota que modifiquen, per tant els tocs que detectin els derivaran al *NoteSpace* de la nota que alteren. En aquest sentit actuen com a espais secundaris de l'espai que conté la nota.



Figura 4.5: Alteracions de to i de temps. D'esquerra a dreta: bemoll, becaire, punt i sostingut

La segona situació es dona quan s'han d'afegir espais a un compàs si l'usuari volgués escriure més notes de les que caben en aquell moment al pentagrama. Com que aquest cas s'hauria de resoldre abans de que passi, el que s'ha fet és assegurar que sempre hi ha un espai buit al final del compàs, afegint-ne un de nou si s'escriu una nota a l'última posició del compàs.

Amb les classes i característiques descrites anteriorment es disposa d'un pentagrama amb un nombre definit de compassos i capacitat per a escriure-hi les notes necessàries per omplir-los. També s'ha considerat el cas que s'hagi d'afegir una alteració a una nota, però no s'ha explicat el funcionament d'aquestes alteracions. Una nota té un to (*pitch* en anglès) i una durada concreta dependent del símbol amb què s'escriu i la seva alçada al pentagrama. Les alteracions es divideixen en dos grups segons alterin el to o la durada de la nota, i es diu que són alteracions de to o de temps respectivament.

Les alteracions de to que s'han implementat a l'aplicació són el sostingut, el bemoll i el becaire (*sharp, flat* i *natural* en anglès respectivament). El sostingut afegeix mig to a la nota escrita, el bemoll li resta mig to i el becaire anul·la l'efecte de les altres alteracions. Per implementar aquestes alteracions s'han modificat els mètodes d'afegir, editar i eliminar notes per detectar si la nota està o ha d'estar alterada i actuar en conseqüència. L'únic detall que s'ha hagut de cuidar, a part de la gestió de la llista de NoteSpaces, és veure si la nota necessita una alteració gràfica tenint en compte la tonalitat del dictat, ja que dependent de la tonalitat hi ha algunes notes que ja estan alterades per defecte (tal i com indica l'armadura de la partitura).

Les alteracions de temps, com el seu nom indica, alteren la durada de les notes que afecten. Inicialment s'havia plantejat implementar-ne tres: el punt, la lligadura i el treset. El punt afegeix a la nota que altera la mitat de la seva durada (si una nota durava dos temps, passa a durar-ne tres, si en durava un, passa a durar-ne un i mig, etcètera), la lligadura uneix dues notes que tinguin el mateix to, sumant-ne la durada, i el treset fa que una nota que habitualment tindria subdivisió binària passi a tenir-la ternària (una negra equival a dues corxeres, però un treset de corxeres també equival a una negra). D'aquestes tres alteracions finalment només s'ha implementat el punt, ja que les altres dues afecten a més d'una nota i són massa complexes per a afegir-les a aquesta versió de l'aplicació. La implementació del punt és semblant a la de les alteracions de to, amb l'excepció que en aquest cas l'alteració s'afegeix en la creació de la nota (no com a modificació, sinó creant una nota nova) i el símbol gràfic va a un espai posterior a la nota, i no anterior com en els altres casos.

L'última figura que falta per comentar són els silencis, que representen, com el nom indica, els fragments de peça on no hi ha so. Els silencis funcionen de forma semblant a les notes: tenen símbols homòlegs i els afecten les alteracions de temps com els punts o els tresets. En format midi, però, els silencis no es representen amb un event, com passa

amb les notes. Per marcar que hi ha un silenci entre dues notes simplement es fa que el temps absolut d'una nota després del silenci augmenti una quantitat de milisegons corresponent al silenci que hi ha hagut entre aquesta nota i la nota anterior. Al programa s'han interpretat els silencis com a notes que tenen to igual a -1 i la resta de característiques corresponents al que tocaria si fossin una nota. En llegir la llista de notes escrites al pentagrama, si hi ha un silenci s'afegeix la seva durada al temps absolut de la nota següent, de manera que queda configurat correctament al fitxer midi. D'aquesta manera, dins de la pantalla de dictats es tracten els silencis com si fossin notes. Això serveix perquè es pugui mantenir l'estructura de compassos evitant tenir més d'un contador de durades a la classe de compàs, i evitant així haver de fer massa operacions en editar la partitura.



Figura 4.6: Les notes utilitzades i els seus respectius silencis. D'esquerra a dreta: rodona, blanca, negra, corxera i semicorxera

4.2.3 Correcció dels dictats

Per a corregir els dictats s'ha de comparar el dictat original amb l'intent de l'alumne tenint en compte la part rítmica i la part melòdica dels dos fitxers. Aquestes dues melodies es poden simplificar com a dues llistes de parelles nota-ritme. D'aquesta manera, la correcció consisteix en trobar la distància d'edició entre les dues llistes.

Per calcular aquesta distància s'utilitza la distància de Levenshtein, que serveix per calcular la distància d'edició entre dues cadenes de caràcters. En aquest cas, com que s'ha de calcular la distància entre parelles de nombres, s'ha implementat una variació de l'algorisme que consisteix en utilitzar quatre taules, en lloc d'una com és habitual. Les taules funcionen de la següent manera:

- La taula de distància guarda el mínim nombre de canvis, tant de to com de durada, que s'han de fer per passar d'un prefix a l'altre.
- La taula de tons guarda el nombre de canvis de to que s'han de fer en la solució trobada a la taula de distància.

- La taula de durades guarda el nombre de canvis de durada que s'han de fer en la solució trobada a la taula de distància.
- La taula de notes correctes guarda el nombre d'elements que no s'han modificat en la solució trobada a la taula de distància, que corresponen al nombre de notes correctes en l'exercici de l'alumne.

Amb les dades que s'obtenen amb aquest mètode (notes correctes, errors de to i errors de ritme) es calcula la nota de la següent manera:

$$\text{Nota final} = 10 - 0.5 * (\text{errors de to}) - 1 * (\text{errors de ritme})$$

Aquest mètode garanteix que es respecten les parelles nota-ritme, evitant les solucions on es tractarien els dos elements de la parella de forma separada, obtenint distàncies menors però que no correspondrien amb cap solució correcta.

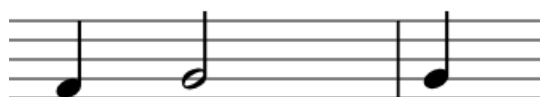


Figura 4.7: Exemple de cas on la correcció podria ser errònia

A la figura 4.7 podem veure un cas on, si es fes una correcció amb una sola taula, sortiria un resultat incorrecte. A la mitat esquerra del pentagrama hi ha les notes correctes, i a la mitat dreta el que ha escrit l'usuari. La suma de la distància Levenshtein de les dues llistes separades seria igual a 2 (un to malament, un ritme malament), mentre que la distància amb la variació utilitzada al treball és igual a 3 (una nota amb el to malament, una nota amb el to i el ritme malament).

4.3 Servidor

S'ha utilitzat un servidor ja desenvolupat per a poder realitzar les configuracions de diferents jocs. Aquest servidor va ser desenvolupat en un TFG previ per l'estudiant Christian Muriel i s'està ampliant en el marc d'una tesi doctoral realitzada per l'estudiant Johan Baldeon. A partir d'una configuració prèvia del joc en un fitxer de registre, el joc es dona d'alta al servidor, on el professor pot configurar les diferents sessions pels diferents estudiants (veure figura 4.8).

EDU Game Authoring Hello Johan. ▾

Note It Game Edition

Edition name: Note It Edition 2

Description: Note It Edition 2 description.

Activities to do: Aprender a reconocer melodias de forma auditiva.

Dada una audición, escribir las notas en el pentagrama.

Add Campaign

Re menor

Midi: Re menor

Maximum Allowed Time: 5

Fa mayor

Midi: Fa mayor

Maximum Allowed Time: 4

Save Cancel

Figura 4.8: Creació d'una configuració al servidor

Des del joc, s'utilitza un patró Adapter per poder fer la petició al servidor de la configuració d'una sessió de joc quan l'estudiant s'autentica en l'aplicació. L'estudiant Johan Baldeón ha participat en el desenvolupament d'aquesta adaptació.

4.4 Persistència de dades

S'ha decidit fer la persistència en local tot i que es perd el progrés en canviar d'usuari o de dispositiu. Els resultats que rep el professor es mantenen independentment de les dades guardades al dispositiu de l'alumne. Es preveu com a continuació del projecte realitzar la persistència de dades al núvol.

Cada cop que l'usuari entrega un dictat, es genera un fitxer midi amb nom «nom del dictat» by «nom de l'usuari» que es guarda en local al dispositiu. A part d'això guarda

l'estat actual de l'aplicació (consistent en el nom de l'usuari i les dues llistes de dictats i puntuacions) en format json a un fitxer també de forma local. Aquest fitxer es llegeix quan un usuari es loga a l'aplicació. Si el nom de l'usuari logat coincideix amb el del fitxer es carreguen les llistes de dictats a l'aplicació. Si no el fitxer es sobreescriu quan el nou usuari entrega un dictat, guardant les dades del nou usuari.

Capítol 5

Resultats i simulacions

5.1 Aplicació final

El primer que veu l'usuari en entrar a l'aplicació és la pantalla de càrrega o *splash screen* (5.1), on es mostra el logo de l'aplicació sobre un fons on apareixen dissenys presents a la resta d'aplicació (els colors blaus de l'aplicació, el pentagrama, la textura de la pantalla de dictat).



Figura 5.1: Pantalla de càrrega de l'aplicació

Després de la pantalla de càrrega, l'usuari accedeix a la pantalla de log in (5.2). En aquesta pantalla hi ha dos camps de text on l'usuari ha d'introduir el seu nom d'usuari i contrasenya i un botó per validar-los i entrar a l'aplicació si són correctes. A nivell estètic es pot distingir la barra superior, de color blanc i amb forma d'onada, que forma part de totes les pantalles de l'aplicació. Al lateral hi ha el dibuix d'un dels personatges de l'aplicació, que s'escull de forma aleatòria cada cop que s'accedeix a la pantalla.

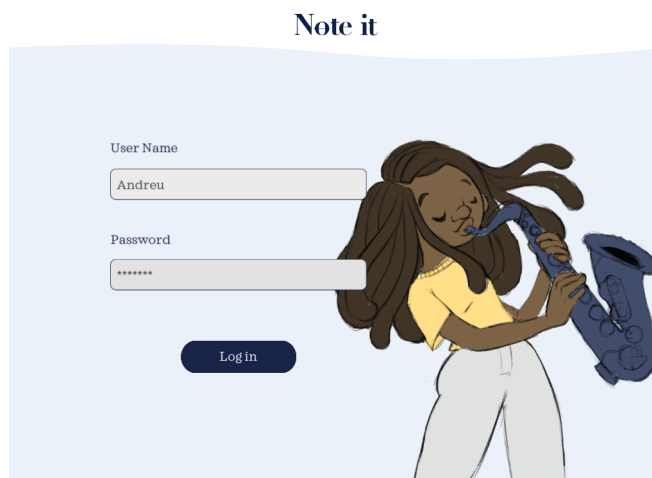


Figura 5.2: Disseny final de la pantalla de log in

En logar-se correctament, l'usuari accedeix a la pantalla de menú (5.3), on el saluda un text amb el nom que ha introduït. Allà pot accedir a qualsevol de les dues llistes de l'aplicació: la d'història (que conté la llista local de dictats) i la de pràctica (que conté els dictats assignats pel professor). Des d'aquesta pantalla també pot sortir de l'aplicació amb el botó de la part superior dreta.

Un cop seleccionada una de les dues llistes, l'usuari accedirà a la pantalla de llista (5.4), on es mostra una llista de botons amb el nom i puntuació obtinguda a cada dictat organitzats en grups de quatre. Als laterals de la pantalla hi ha dos botons amb forma de fletxa que permeten navegar per la llista de dictats.

Els botons de dictat poden ser de tres tipus segons l'estat del dictat. En cas que el dictat encara no s'hagi intentat el botó apareix de color blau amb dos guionets en lloc de la nota. Si el dictat s'ha intentat fer però s'ha tret una nota menor a 7 (què és el límit per aprovar), el botó apareix de color taronja. En cas que s'hagi obtingut una nota igual o major a 7 el dictat es considera aprovat i el color del botó passa a ser verd. En cas que el nombre de botons no sigui múltiple de quatre i, per tant, quedi algun espai per omplir, a l'espai que hauria d'ocupar el botó apareix un *placeholder* de color blau clar.

La pantalla més important de l'aplicació, i on l'usuari passarà més temps és, sens dubte, la pantalla de dictat (5.5). Per aquest motiu el disseny d'aquesta pantalla ha estat més cuidat que a la resta. Tots els botons i elements de la partitura, a part de les línies del pentagrama, han estat dibuixats a mà de manera que es noti el traç per tal de fer l'aplicació més agradable i propera. En prémer el botó d'entregar el dictat apareix un missatge en pantalla demanant confirmació per evitar que l'usuari entregui sense voler-ho. A l'esquerra dels botons de notes hi ha un botó amb una nota i un silenci. Aquest

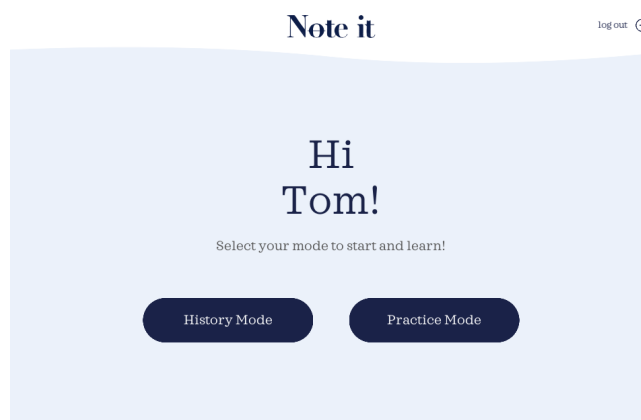


Figura 5.3: Disseny final de la pantalla de menú



Figura 5.4: Disseny final de la pantalla de selecció de dictat

botó canvia el set de botons de notes pel de silencis, permetent a l'usuari escriure silencis a la partitura. Un altre toc al botó canvia el set de botons altre cop pel de notes.

En entregar el dictat s'accedeix a l'última pantalla de l'aplicació, on es mostra el resultat que ha obtingut l'usuari (5.6). La puntuació total es mostra damunt d'un pentagrama, i les altres dades (nombre de notes correctes, de notes incorrectes, de ritmes incorrectes i cops que s'ha sentit el dictat) apareixen dins de rodones blanques. Des d'aquesta pantalla es pot accedir a la llista d'on és el dictat o al menú principal, tancant el cicle de navegació de l'aplicació.

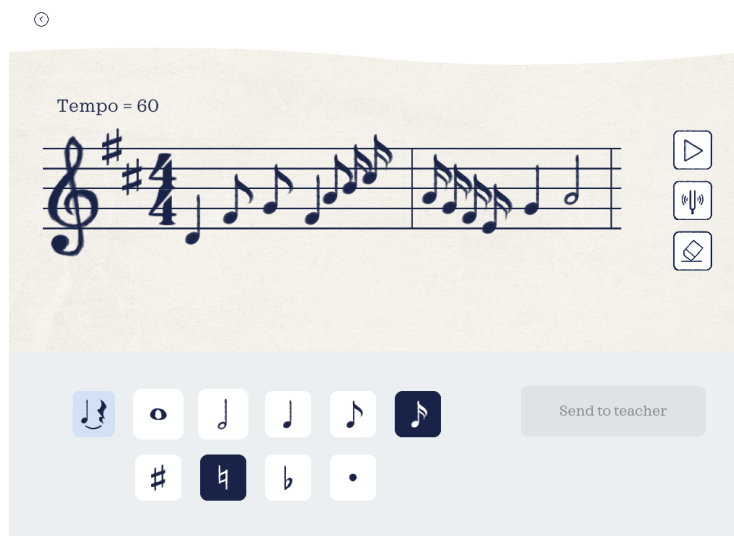


Figura 5.5: Disseny final de la pantalla de dictat

5.2 Anàlisi d'usabilitat

Poc abans de finalitzar el projecte s'ha fet una segona prova amb els alumnes de l'IEA Oriol Martorell que van participar a la primera. En aquesta segona prova la intenció era comprovar l'usabilitat general de l'aplicació, presentant als usuaris l'aplicació amb el disseny final i gairebé totes les funcionalitats acabades (en el moment de la prova encara faltava implementar els silencis i la connexió amb el professor). En aquesta prova es demanava als alumnes que utilitzessin l'aplicació des de la pantalla de login, navegessin fins un dictat i el fessin. Després de la interacció amb l'aplicació se'ls va demanar que omplissin l'enquesta que se'ls havia presentat també a la primera prova valorant diferents aspectes de la usabilitat de l'aplicació.

En aquest segon test s'ha observat que els alumnes entenen ràpidament el funcionament de l'aplicació i poden utilitzar sense problemes l'editor de partitures. A les respostes de les enquestes es comprova aquest resultat. Es pot concloure que la usabilitat de l'aplicació és adequada al públic objectiu.

Durant el desenvolupament del treball i en converses amb la Mireia Martin, professora de llenguatge musical del grup amb qui s'han fet els tests d'usabilitat, s'ha vist que el format midi, tot i ser molt adequat a l'ús que se li dona dins de l'aplicació, no ho és tant a l'hora de convertir-se a format de partitura. La conversió de format midi a partitura no sempre és fiable en durades molt curtes o temps irregulars (tot i que les notes s'hagin guardat correctament i sonin bé en reproduir el fitxer com a audio). Una possible solució

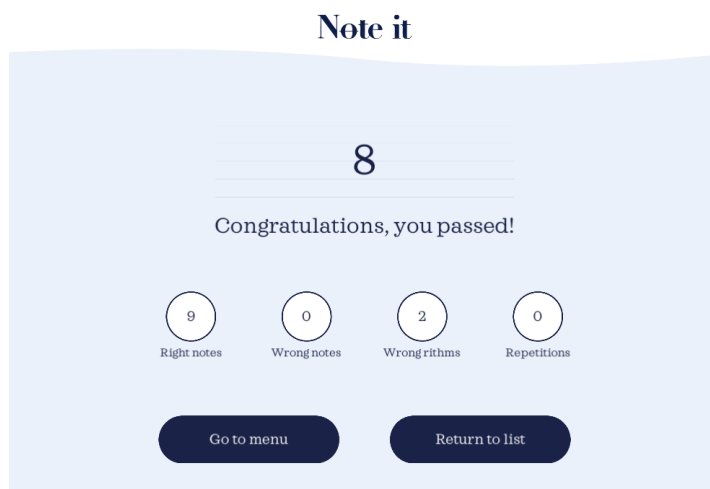


Figura 5.6: Disseny final de la pantalla de resultat

a això seria utilitzar un altre format estàndard de partitures, com per exemple l'xml.

A partir de la interacció amb els alumnes i parlant-ne amb la professora s'ha considerat que seria interessant implementar un parell de funcionalitats de suport a l'usuari. Una d'elles consisteix en afegir, a l'inici de la reproducció del dictat a l'aplicació, una nota La com a referència del to i la pulsació del dictat com a referència de temps. Actualment només es posa el nombre de pulsacions per minut a damunt de la partitura i, en cas que l'alumne vulgui una referència de to, ha d'utilitzar el botó de diapasó. Una altra funcionalitat útil, que ha sortit en algun comentari als tests d'usuari, és afegir un botó a la pantalla de dictat que permeti reproduir el que l'alumne té escrit a la partitura en qualsevol moment de l'exercici. Això permet a l'alumne veure els errors que pugui estar fent i corregir-los abans d'entregar el dictat, fent que detecti i entengui els seus errors.

Capítol 6

Conclusions i treball futur

6.1 Conclusions

L'objectiu principal del projecte era dissenyar i desenvolupar una aplicació gamificada que pogués servir com a reforç en la pràctica de dictats musicals a l'àmbit educatiu. Els requeriments principals eren permetre als estudiants realitzar dictats musicals i als professors veure el progrés dels seus alumnes i assignar-los nous dictats adaptats al seu nivell.

El resultat ofert al final del projecte és una aplicació amb un editor de partitures que permet la conversió d'aquestes a format midi, que pot ser exportat a la majoria d'editors de partitures del mercat. A l'aplicació es fa una correcció automàtica dels dictats en el moment d'entregar-los i es permet repetir els dictats que han quedat amb més mala nota per tal de millorar-los. A l'editor de partitures s'hi han implementat gairebé totes les notes i alteracions proposades a l'inici del projecte i s'ha comprovat el seu funcionament.

En el moment d'entregar aquest treball encara no s'ha completat la connexió del servidor amb l'aplicació, tot i que és qüestió de dies que s'acabi d'aplicar. Com a substitució provisional mentre s'acaba el servidor s'ha fet l'enviament de la correcció per correu electrònic als alumnes, demanant l'adreça a la que volen rebre els resultats a la pantalla de log in. En aquest correu es descriu la puntuació obtinguda, així com el nombre d'errors de cada tipus, i s'adjunta el fitxer midi amb l'intent de l'alumne.

Tenint en compte tot això, es pot concloure que s'han complert els objectius plantejats a l'inici i que s'ha entregat un producte funcional i usable.

6.2 Treball futur

En el desenvolupament d'aquest treball s'han detectat algunes funcionalitats que no estaven als objectius inicials però que significarien una millora considerable a l'aplicació en una segona versió.

- **Permanència de dades al núvol.** Degut a les restriccions de temps no ha estat possible muntar una base de dades al núvol que permetés guardar el progrés dels usuaris per tal que poguessin mantenir el seu progrés a través de diferents dispositius. Aquesta seria una funcionalitat important en introduir l'aplicació a les aules, on és fàcil que els alumnes hagin de compartir dispositiu.
- **Habilitar una segona línia de pentagrama en cas que la primera sigui massa llarga.** En alguns casos, si el dictat és prou llarg, amb una sola línia de pentagrama no n'hi ha prou, una segona línia o un desplaçament lateral del pentagrama solucionaria aquest problema.
- **Afegir un tutorial de l'aplicació.** El disseny de l'aplicació s'ha intentat fer el màxim d'intuïtiu (basant-se en el funcionament d'altres aplicacions semblants i fent tests d'usuaris). Tot i això, és molt probable que hi hagi usuaris que tinguin dificultats per entendre com funcionen algunes funcionalitats. Per tal d'assegurar que els usuaris no tinguin problemes en utilitzar l'aplicació seria molt convenient crear un tutorial que aparegués el primer cop que un usuari utilitza l'aplicació i que fos accessible en qualsevol moment en cas que es necessiti més endavant.

Bibliografia

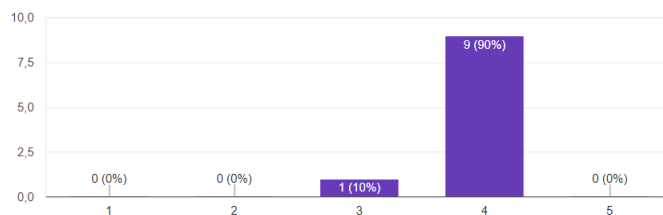
- [1] Thierry Bachmann (2018). Midi Tool Kit Pro. V1.94. <http://paxstellar.fr/2018/03/06/midi-player-toolkit-for-unity/>. [Consultada el 31/1/2019]
- [2] Unity Technologies (2018). Unity. 2018.2.12f1. Unity Technologies. <https://unity3d.com/>. [Consultada el 31/1/2019]
- [3] Squire, K. (2008). Video Games and Education: Designing Learning Systems for an Interactive Age. *Educational Technology*, 48(2), 17-26. JSTOR. www.jstor.org/stable/44429558. [Consultada el 31/1/2019]
- [4] Christopher Dobrian. *Timing in MIDI files* | *Computer Audio and Music Programming* [Post a web]. <https://sites.uci.edu/camp2014/2014/05/19/timing-in-midi-files/>, data de publicació: 19/5/2014. [Consultada el 31/1/2019]
- [5] Craig Stuart Sapp. *Variable Length Values* [Article web]. Center for Computer Assisted Research in the Humanities at Stanford University. <http://www.ccarh.org/courses/253/handout/vlv/>. [Consultada el 31/1/2019]
- [6] Extra Credits [Canal de YouTube]. 7/5/2014. https://www.youtube.com/channel/UCCODfTcd5M1JavPCOr_Uydg. [Consultada el 31/1/2019]

Apèndix A: Enquestes i respostes

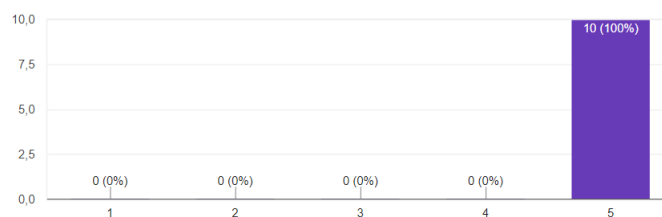
Els entrevistats són dos nois i tres noies de 12 anys, tots ells alumnes de 1r d'eso de l'IEA Oriol Martorell. A continuació es presenten les preguntes i respostes de les enquestes que se'ls van fer.

Interacció amb la partitura

Com t'ha resultat escriure les notes que volies a la partitura?



Com t'ha resultat esborrar notes que ja havies escrit?



Canviaries alguna cosa de la manera d'escriure o esborrar a la partitura?

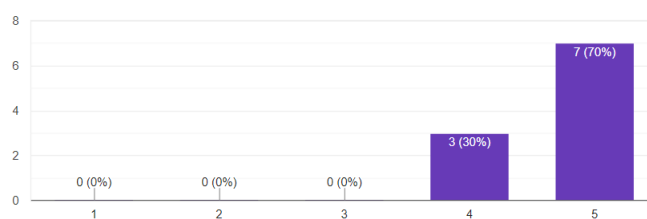
- No
- No, m'ha semblat que estava bé
- Ficaria una forma de sentir el que estàs fent
- No perquè així s'entén com ho has de fer i no és complicat
- No, és bastant senzill
- No perquè així s'entén

Vols dir alguna cosa més sobre l'edició de la partitura?

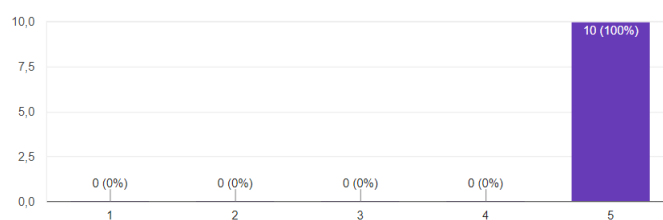
- No
- Potser intentar que a l'hora d'escriure sostinguts o bemolls fos molt fàcil.¹
- Potser estaria bé poder escoltar el que has fet
- És fàcil d'entendre i està ben explicat.

Dictats

Has localitzat fàcilment com reproduir el dictat?



Has localitzat fàcilment com utilitzar el botó de diapasó?

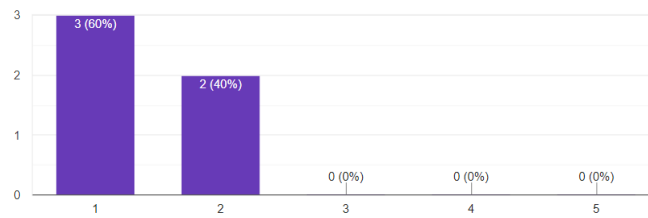


Canviaries alguna cosa dels botons de dictat?

- No
- No, estan perfectes
- M'ha semblat que estaven en bona posició
- No perquè així com està ja està bé
- No, tots estan bé

¹Cal tenir en compte que en el moment de fer la primera enquesta encara no s'havien desenvolupat les alteracions de to.

Quant t'ha costat fer el dictat?

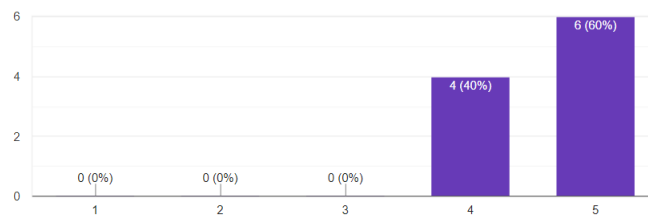


Vols dir alguna cosa més sobre els dictats?

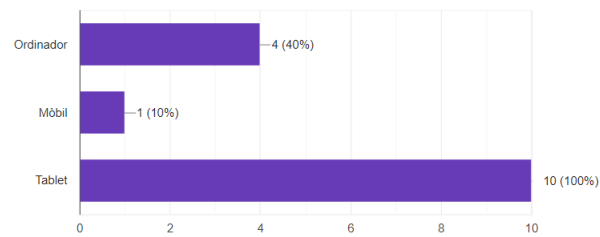
- No
- Eren molt fàcils
- Eren fàcils
- Són fàcils i estan ben fets

Aplicació

Faries servir aquesta aplicació quan estigui acabada?



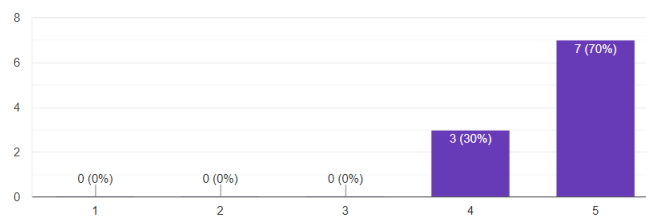
Amb quins dispositius la faries servir?



Suposant que utilitzessis l'aplicació amb la teva tablet, canviaries o afegiries alguna cosa?

- No
- Que hi hagués alguna cosa per saber on estàs posant la nota, perquè així no cal que l'esborris i l'escriguis un altre cop.
- No, crec que així ja està bé

Recomanaries aquesta aplicació als teus amics?



Vols dir alguna cosa més sobre l'aplicació?

- No
- Està molt bé!!!
- És fàcil i se sap molt bé com s'utilitza des del principi
- M'ha agradat molt el dibuix que sortia al principi d'una noia tocant el saxo
- Està ben feta i m'agradaria tenir-la quan estigui acabada

Apèndix B: Manual tècnic

Com instal·lar?

Aquesta aplicació està dissenyada per a ser utilitzada en una tauleta amb sistema operatiu iOS. En el moment d'entregar el projecte encara no s'ha publicat l'aplicació. Per tant, el procediment d'instal·lació consisteix en connectar el dispositiu a un ordinador amb sistema operatiu mac os amb la versió de unity utilitzada pel projecte instal·lada [2] i fer la instal·lació per cable.

requeriments mínims

La mida de l'aplicació a les proves fetes oscil·la al voltant dels 190 MB. Els documents generats per l'aplicació no han arribat a un MB d'espai ocupat. La resta de requeriments coincideixen amb les prestacions estàndard que ofereix una tauleta iPad que pugui funcionar amb una versió d'iOS 9s o major.