

Aplicació Android per a un Sistema d'Ajuda a la Comunicació

Memòria del Projecte

Autor: David Moliner Mateu

Consultor: Jordi Ceballos Villach

2013



A M. Pau i els nens, per deixar-me robar
el temps necessari per culminar aquest repte
personal.

Índex

1	Introducció als Sistemes Alternatius de Comunicació.....	1
1.1	Introducció al “Minspeak”.....	1
1.2	Taulers de comunicació.....	2
1.3	Justificació del projecte.....	2
2	Objectius.....	3
3	Funcionalitats Principals.....	5
4	Calendari del Projecte.....	6
4.1	Lliuraments.....	6
4.2	Calendari.....	6
4.3	Detalls de la tasca 2: PAC1 – Pla de Treball.....	7
4.4	Detalls de la tasca 8: PAC2 – Anàlisi Funciona i Disseny Tècnic.....	8
4.5	Detalls de la tasca 18: PAC3 – Implementació Final.....	9
4.6	Detalls de la tasca 27: Lliurament Final.....	10
5	Recursos.....	11
5.1	Recursos hardware.....	11
5.2	Recursos software.....	12
6	Tecnologia.....	12
7	Riscos del projecte.....	12
8	Anàlisi Funcional.....	14
8.1	Requeriments Funcionals.....	14
8.1.1	Funcionalitats Bàsiques.....	14
8.2	Requeriments no funcionals.....	14
8.3	Funcionalitats del Sistema.....	15
8.4	Usuaris del Sistema.....	15
8.5	Casos de Uso.....	15
8.5.1	Descripció cas d'ús [CU01] – Creació de Picto.....	17
8.5.2	Descripció cas d'ús [CU02] – Creació de Frase.....	17
8.5.3	Descripció cas d'ús [CU03] – Edició de Picto.....	18
8.5.4	Descripció cas d'ús [CU04] – Edició de Frase.....	18
8.5.5	Descripció cas d'ús [CU05] – Eliminació de Picto.....	19
8.5.6	Descripció cas d'ús [CU06] – Eliminació de Frase.....	19
8.5.7	Descripció cas d'ús [CU07] – Selecció d'Emoció.....	20
8.5.8	Descripció cas d'ús [CU08] – Selecció d'una Frase.....	20
8.5.9	Descripció cas d'ús [CU09] – Gravació de una locució.....	21
9	Disseny Tècnic.....	21

9.1	Arquitectura Lògica.....	21
9.2	Arquitectura de Base de Dades.....	24
9.2.1	Entitat PICTOS.....	25
9.2.2	Entitat FRASES.....	25
9.2.3	Entitat PICTO_FRASE.....	25
9.2.4	Entitat CONTEXTOS.....	26
9.2.5	Entitat FRASE_CONTEXTO.....	26
9.2.6	Entitat CONT_LOCUCIONES.....	26
9.3	Diagrama de Classes.....	27
9.3.1	Diagrama de Classes. Capa de Presentació.....	28
9.3.2	Diagrama de Classes. Capa de Negoci.....	29
9.3.3	Diagrama de Classes. Capa d'Accés a Dades.....	30
10	Prototip.....	31
10.1	Característiques de les Interfícies.....	31
10.2	Pantalla d'Inici.....	32
10.3	Configuració de Pictos.....	32
10.4	Configuració de Frases.....	34
10.5	Selecció de Frases.....	35
10.6	Selecció de Sentiments.....	36
11	Implementació.....	37
11.1	Consideracions de implementació i disseny.....	37
11.1.1	Disseny de la interfície.....	37
11.1.2	Característiques multi idioma.....	37
11.1.3	Comentaris al codi.....	37
11.1.4	Organització de fitxers del projecte.....	38
11.1.5	Utilització de la classe Fragment.....	40
11.1.6	Compatibilitat amb versions anteriors d'Android.....	41
11.1.7	Paginació d'elements.....	41
11.1.8	Compartició de dades entre activitats.....	43
11.1.9	Àudio en la aplicació.....	44
11.1.9.1	Capacitats d'àudio d'Android.....	44
11.1.9.2	Ubicació dels fitxers d'àudio.....	45
11.1.10	Recursos d'imatge.....	47
11.1.10.1	Suport d'imatges en Android.....	47
11.1.10.2	Accés a la galeria d'imatges d'Android.....	49
11.1.10.3	Problemes de memòria en temps d'execució.....	50

12	Funcionament de l'aplicació.....	52
12.1	Inici de l'aplicació.....	52
12.2	Accions de l'usuari final.....	53
12.2.1	Selecció de frases.....	53
12.2.2	Selecció d'estats emocionals.....	55
12.3	Accions de l'usuari configurador.....	55
12.3.1	Configuració de pictos.....	56
12.3.1.1	Afegir un picto.....	57
12.3.1.2	Editar un picto.....	58
12.3.1.3	Eliminar un picto.....	58
12.3.2	Configuració de frases.....	59
12.3.2.1	Afegir una frase.....	59
12.3.2.2	Editar una frase.....	60
12.3.2.3	Eliminar una frase.....	60
13	Conclusions.....	61
13.1	Gestió del projecte.....	61
13.2	Valoració Personal.....	61
13.3	Millores i versions futures.....	63
14	Fonts d'informació.....	63
14.1	Bibliografia.....	63
14.2	Formació OnLine.....	65
14.3	Recursos Android OnLine.....	65

Taula d'Il·lustracions.

IMATGE 1 – EXEMPLE DE COMBINACIÓ D'ICONES.....	1
IMATGE 2 – EXEMPLE DE TAULER.....	2
IMATGE 3 – SPRINGBOARD LITE	2
IMATGE 4 - CALENDARI DEL PROJECTE	7
IMATGE 5 - PAC1 PLA DE TREBALL.....	7
IMATGE 6 - PAC2 ANÀLISI FUNCIONAL.....	8
IMATGE 7 - PAC3 IMPLEMENTACIÓ FINAL.....	9
IMATGE 8 - LLIURAMENT FINAL.....	10
IMATGE 9 - ARQUITECTURA ANDROID.....	12
IMATGE 10 - DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS	16
IMATGE 11 - ARQUITECTURA EN CAPES	22
IMATGE 12 - ARQUITECTURA ANDROID.....	23
IMATGE 13 - ESQUEMA RELACIONAL	24
IMATGE 14 - CLASSES CAPA PRESENTACIÓ.....	28
IMATGE 15 - CLASSES CAPA NEGOCI.....	29
IMATGE 16 – CLASSES CAPA D'ACCÉS A DADES.....	30
IMATGE 17 - MENÚ CONFIGURACIÓ.....	32
IMATGE 18 - PANTALLA D'INICI	32
IMATGE 19 - LLISTAT PICTOS.....	32
IMATGE 20 - NOU PICTO.....	33
IMATGE 21 - EDICIÓ PICTO AMB LOCUCIÓ.....	33
IMATGE 22 - EDICIÓ DE PICTO	33
IMATGE 23 - MENU CONTEXTUAL PICTO.....	33
IMATGE 24 - LLISTAT DE FRASES	34
IMATGE 25 - NOVA FRASE	34
IMATGE 26 - MODE GRAVACIÓ.....	34
IMATGE 27 - GALERIA DE PICTOS.....	35
IMATGE 28 - FRASE SELECCIONADA.....	35
IMATGE 29- LLISTAT FRASES.....	35
IMATGE 30.....	35
IMATGE 31 - SELECCIÓ SENTIMENT.....	36
IMATGE 32 - SENTIMENTS.....	36
IMATGE 33- ARBRE DEL PROJECTE	38
IMATGE 34 - EXEMPLE D'ÚS DE FRAGMENTS.....	40
IMATGE 35 - LLISTA CONTINUA.....	41
IMATGE 36 - PAGINACIÓ AMB BOTONS	42
IMATGE 37 - CODI JAVA CONSULTA PAGINACIÓ	43
IMATGE 38 - EDICIÓ DE FRASE	43
IMATGE 39 - LLISTA DE FRASES	43
IMATGE 40 - CREACIÓ DE L'EXTRA.....	44
IMATGE 41 - RECUPERACIÓ DE DADES DE L'EXTRA	44
IMATGE 42 - DECLARACIÓ MEDIARECORDER.....	45
IMATGE 43 - REPRODUCCIÓ D'ÀUDIO.....	45
IMATGE 44 - CARPETA ASSETS.....	46
IMATGE 45 - CODI D'ACCÉS A LA CARPETA ASSETS.....	46
IMATGE 46 - PERMISOS AL ANDROID MANIFEST	47
IMATGE 47 - CARPETAS DRAWABLE	48
IMATGE 48 - CARPETA DRAWABLE	48
IMATGE 49 - EXEMPLE REFERÈNCIA A DRAWABLE	49

IMATGE 50- CRIDA A LA GALERIA.....	49
IMATGE 51 - MÈTODE DE REESCALAT.....	50
IMATGE 52 - CRIDA AL REESCALAT.....	51
IMATGE 53 - FUNC. - INICI.....	52
IMATGE 54 - FUNC. - SPLASH.....	52
IMATGE 55 - FUNC. - BOTONS PANTALLA PRINCIPAL.....	53
IMATGE 56 - FUNC. - PAGINACIÓ DE FRASES.....	54
IMATGE 57 - FUNC. - MOSTRAR FRASE.....	54
IMATGE 58 - FUNC. - SELECCIÓ D'ESTATS EMOCIONALS.....	55
IMATGE 59 - FUNC. - MENU SEGONS VERSIÓ.....	56
IMATGE 60 - FUNC. - MENU PICTOS.....	56
IMATGE 61 - FUNC. - LLISTA DE PICTOS.....	56
IMATGE 62 - FUNC. - MENU AFEGIR PICTO.....	57
IMATGE 63 - FUNC. - CREACIÓ PICTO (1).....	57
IMATGE 64 - FUNC. - CREACIÓ PICTO (2).....	57
IMATGE 65 - FUNC. - MENU CONTEXTUAL PICTO.....	58
IMATGE 66 - FUNC. - CONFIRMA ESBORRAT PICTO.....	58
IMATGE 67 - FUNC. - MENU FRASES.....	59
IMATGE 68 - FUNC. - MENU AFEGIR FRASE.....	59
IMATGE 69 - FUNC. - EDICIÓ FRASE.....	59
IMATGE 70 - FUNC. - GALERIA DE PICTOS.....	60
IMATGE 71 - FUNC. - MENU CONTEXTUAL FRASE.....	60

1 Introducció als Sistemes Alternatius de Comunicació.

Els **Sistemes Alternatius de Comunicació (SAC)**¹ són formes d'expressió que pretenen compensar (alternatius) les dificultats de comunicació de persones que, a causa d'una discapacitat, no han adquirit o han perdut un nivell de parla suficient per comunicar-se de manera satisfactòria.

Entre les causes que poden fer necessari l'ús d'un SAC trobem la paràlisi cerebral (PC), la discapacitat intel·lectual, els trastorns de l'espectre autista (TEA), les malalties neurològiques com ara l'esclerosi lateral amiotròfica (ELA), l'esclerosi múltiple (EM) o el Parkinson, les distròfies musculars, els traumatismes crani-encefàlics, les afàsies o les pluridiscapacitats de tipologies diverses, entre moltes altres.

La Comunicació Alternativa inclou diversos sistemes de símbols, tant gràfics (fotografies, dibuixos, pictogrames, paraules o lletres) com gestuals (mímica, gestos o signes manuals).

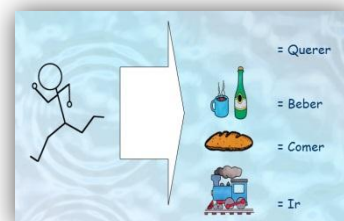
Els sistemes de símbols requereixen l'ús de **productes de suport**, com poden ser recursos tecnològics com ara comunicadors de parla artificial i aplicacions especials per a ordinadors personals i tauletes. Aquests recursos s'adapten a les necessitats de persones amb edats i habilitats motrius, cognitives i lingüístiques molt dispars.

Els **sistemes pictogràfics** són sistemes de símbols que s'apliquen a persones que no estan alfabetitzades a causa de l'edat o la discapacitat. Tenen l'avantatge de permetre des d'un nivell de comunicació molt bàsic, que s'adapta a persones amb nivells cognitius baixos o en etapes molt inicials, fins a un nivell de comunicació molt ric i avançat, encara que mai tan complet i flexible com el que es pot arribar a amb l'ús de la llengua escrita.

1.1 Introducció al “Minspeak”.

Minspeak² és un **sistema pictogràfic** dissenyat i desenvolupat per Bruce Baker, l'any 80, usat en comunicació augmentativa i alternativa (CAA).

Minspeak³ és una manera de codificar vocabulari que utilitza icones amb múltiples significats en seqüències curtes amb patrons basats en regles. Una icona Minspeak és només una imatge simple, fàcil de reconèixer. S'utilitzen icones en un sistema Minspeak perquè són culturalment rellevants i comuniquen una



Imatge 1 – exemple de combinació d'icones.

¹ ARASAAC. [en línia]. <http://www.catedu.es/arasaac/aac.php> [data de consulta: 27/09/2013].

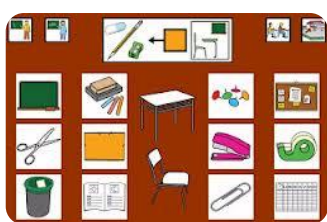
² GUIA MINSPEAK. [en línia]. <http://www.esaac.org/descargas/GuiaMinspeak.pdf> [data de consulta: 27/09/2013]

³ MINSPEAK - SEMANTIC COMPACTION SYSTEMS. [en línia]. <http://www.minspeak.com/index.php> [data de consulta: 27/09/2013].

àmplia gamma d'idees i temes comuns. Les imatges s'utilitzen abans, durant i després que una persona aprengui a lletrejar o llegir.

Minspeak utilitza sistemàticament icones amb múltiples significats. Fotos i icones evocuen múltiples idees de forma natural. Per exemple, la paraula llit es pot utilitzar per expressar la idea d'un llit, mentre que la imatge o la icona d'un llit pot expressar no només la paraula llit, sinó també la idea de dormir, estar cansat o dir bona nit. Les icones es combinen en seqüències curtes per codificar vocabulari.

1.2 Taulers de comunicació.



Imatge 2 – Exemple de tauler

El **tauler de comunicació** és un mètode bastant usat per persones amb dificultats de comunicació per poder expressar els seus desitjos i sentiments. És un Sistema Alternatiu i/o augmentatiu de la Comunicació amb ajuda, és a dir, s'empra un mitjà físic extern al cos per poder fer-ho. És un suport rectangular, generalment de cartolina, protegit per plàstic en el qual els símbols que coneix el subjecte es van afegint amb una estructura lògica. Es pot transportar amb facilitat pel que la comunicació és més generalitzable.

1.3 Justificació del projecte.

L'ús de les noves tecnologies en nom d'una major **accessibilitat** està millorant considerablement la integració social i la vida de les persones amb discapacitat.

En el camp que hem presentat, les persones amb problemes de comunicació per trastorns relacionats amb la parla, hi ha algunes solucions en el mercat que intenten traslladar els mètodes descrits (minspeak, taulers de comunicació) a mitjans tecnològics. No obstant això, després d'una anàlisi dels productes existents, trobem els següents problemes i mancances:



Imatge 3 – SpringBoard Lite

- Hi ha productes dissenyats⁴ específicament per a aquests usuaris, però es tracta d'artefactes bastant **aparatosos**, gens fàcils de transportar i tremendament **cars**.

⁴ VIALIBRE. [en línia]. <http://www.vialibre.es/ES/ProductosServicios/Comunicacion/Productos/ComunicacionAumentativaAlternativa/Paginas/Inicio.aspx> [data de consulta: 28/09/2013]

- També trobem programari dissenyat per executar-se en dispositius mòbils. Generalment està dissenyat per a dispositius amb mides de pantalla gran (tauletes), la qual cosa també dificulta la seva portabilitat. Aquestes aplicacions solen ser molt generalistes i intenten abastar tot l'espectre de possibles usuaris, la qual cosa les fa **complexes** de manejar, quan no bastant **ineficients**.

Els usuaris potencials d'aquestes eines demanen **aplicacions més senzilles** d'utilitzar i que puguin executar-se en **dispositius més fàcils de transportar** com són els telèfons mòbils.

2 Objectius.

L'objectiu d'aquest projecte és la construcció d'una aplicació per a dispositius **Android** que permeti a les persones amb dificultats de comunicació, mitjançant una combinació senzilla d'imatges, la construcció de frases o situacions comunicatives concretes que els puguin ajudar en la relació diària amb les persones del seu entorn.

Entre els avantatges d'aquestes eines podem trobar que són flexibles, és a dir, es poden programar de manera que s'exploti la capacitat i àrees forts de la persona. Un altre avantatge és que la persona només ha de fer ús de la memòria per reconèixer el material que li és presentat (per exemple, no ha de recordar tot un llenguatge de signes), fet que facilita la comunicació. A més, si el sistema compta amb funcions de veu, els ofereix l'avantatge de ser entesos fàcilment, cridar l'atenció quan volen ser escoltats i rebre respostes fàcilment.

Els sistemes augmentatius de comunicació tenen per objecte augmentar la capacitat de comunicació de les persones que presenten impediments per aconseguir una comunicació verbal funcional. En els casos greus en els quals no és possible l'expressió verbal, aquests sistemes la substituiran en aquest cas anomenats sistemes alternatius de comunicació.

A diferència de la majoria de solucions existents, i amb l'objectiu de **millorar la portabilitat** dels dispositius per part dels usuaris, l'aplicació estarà dissenyada per executar-se correctament en les pantalles de mida petita dels smartphones (encara que per descomptat podrà executar-se en dispositius amb pantalla més gran).

Aquest programari estarà dirigit a cobrir les necessitats d'un **grup específic** de les persones amb dificultats en la parla, en concret aquelles que no tenen dificultats

motores i el seu nivell cognitiu és relativament normal. Aquesta restricció ens permet centrar el disseny de l'aplicació perquè la utilitat de la mateixa sigui màxima⁵.

A nivell professional l'objectiu és obtenir experiència en el desenvolupament d'aplicacions per a dispositius mòbils utilitzant la plataforma Java + Android SDK, així com aplicar allò après pel que fa a la gestió i planificació de projectes informàtics.

També, en el pla personal, l'objectiu és aprofitar les eines que ens donen les noves tecnologies per construir sistemes que puguin ajudar a millorar l'estil de vida de les persones amb discapacitat.

⁵ Tots els aspectes referents a l'abast de l'aplicació, la restricció del grup objectiu i les funcionalitats de la mateixa són resultat de les entrevistes amb professionals del camp de la logopèdia / pedagogia de l'associació ASPAS Valencia [<http://www.aspasvalencia.com/>]

3 Funcionalitats Principals.

Partirem d'una configuració per defecte en què tindrem creats **tres contextos d'ús** (casa, col·legi i carrer). També hi haurà per defecte una galeria de pictogrames ja definits i categoritzats.

Distingirem les funcionalitats de l'aplicació en dos grups, les que tenen a veure amb la configuració i parametrització de la mateixa i les funcionalitats pròpies del seu ús per les persones amb discapacitat.

Configuració i parametrització:

- Manteniment de pictogrames: permet afegir pictogrames a l'aplicació, així com editar els existents per modificar el seu aspecte i / o categorització. Permetrà modificar la imatge dels pictogrames, podent usar qualsevol imatge disponible a la galeria del dispositiu. També permetrà assignar / canviar la categoria a la qual pertany el pictograma, així com registrar el text associat.
- Manteniment de frases: permetrà afegir i modificar frases construïdes a partir dels pictogrames existents (seqüència màxima de 4 imatges). Assignar les frases als contextos i la lectura de les mateixes amb veu natural.

Ús de l'aplicació:

- Permetrà a l'usuari expressar situacions comunicatives concretes mitjançant la selecció d'una de les frases construïdes.
- Reproduirà la lectura en veu natural de la construcció generada.
- Permetrà seleccionar pictogrames individuals que expressen sentiments. Per a aquestos pictogrames es podrà enregistrar també una locució per a poder sentir el concepte en veu natural.

4 Calendari del Projecte.

La planificació del projecte està guiada per les dates de lliurament fixades pel consultor, seguint el procés d'avaluació contínua clàssic de la UOC.

4.1 Lliuraments.

Els lliuraments que hem de fer durant la realització del projecte són els següents:

Títol	Data	Descripció
PAC1	01/10/2013	Pla de treball
PAC2	29/10/2013	Anàlisi funcional, Disseny Tècnic i Prototip
PAC3	10/12/2013	Implementació final
FINAL	08/01/2013	Vídeo presentació i memòria del projecte.

4.2 Calendari.

A continuació es mostra la proposta de calendari del projecte, basat en les dates d'inici i final del semestre.

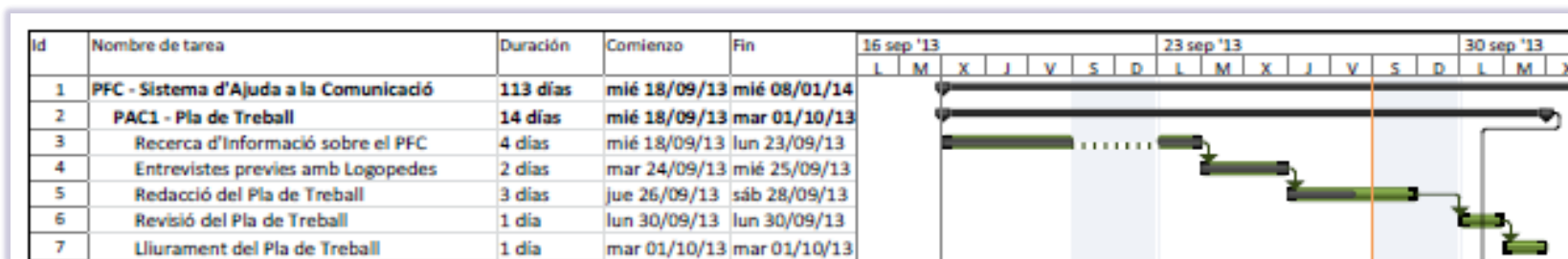


Imatge 4 - Calendari del Projecte

La durada completa del projecte s'estima en 113 dies, incloent com a laborables tots els dies de la setmana.

4.3 Detalls de la tasca 2: PAC1 – Pla de Treball.

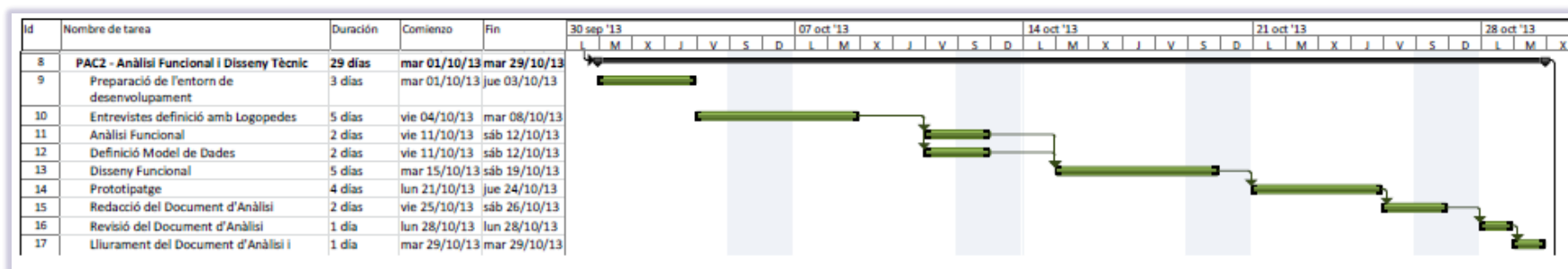
A continuació podem veure el detalls de les activitats que formen la tasca número 2, lliurament del pla de treball.



Imatge 5 - PAC1 Pla de Treball

ID Tasca	Nom	Descripció
3	Recerca d’informació sobre el PFC	Recerca d’informació sobre el camp de coneixement en què es basa el projecte.
4	Entrevistes prèvies amb logopedes	Entrevista prèvies amb especialistes en logopèdia per establir l’abast i les limitacions del projecte.
5	Redacció del Pla de Treball	Redacció del document a partir de la informació recollida.
6	Revisió del Pla de Treball	Revisió del document
7	Lliurament del Pla de Treball	Lliurament del document.

4.4 Detalls de la tasca 8: PAC2 – Anàlisi Funciona i Disseny Tècnic.

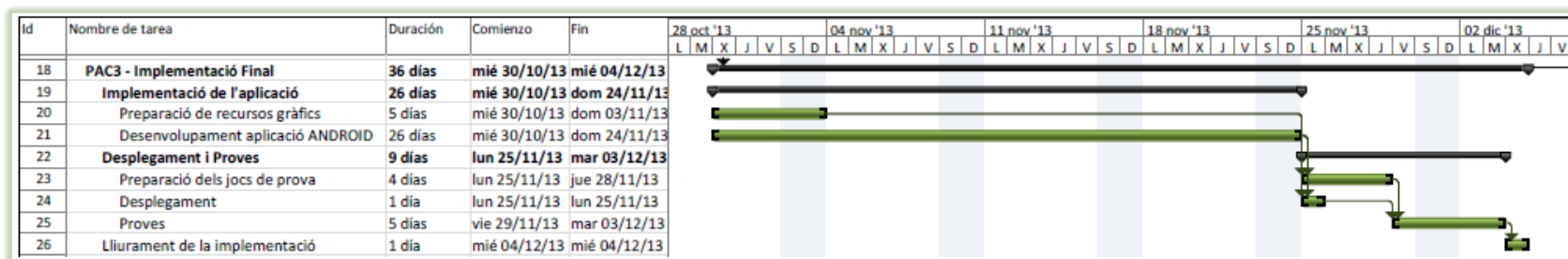


Imatge 6 - PAC2 Anàlisi Funcional

ID Tasca	Nom	Descripció
9	Preparació de l’entorn de desenvolupament	Preparació del IDE de desenvolupament amb el SDK d’Android.
10	Entrevistes de definició amb logopedes	Entrevistes per a la definició de l’operativa de l’aplicació i configuració per defecte.
11	Anàlisi Funcional	Definició de funcionalitats i generació de diagrames de casos d’ús.
12	Definició del model de dades	Definició del model de dades per a l’emmagatzemament de la informació.

13	Disseny Funcional	Definició de l’esquema de classes.
14	Prototipatge	Generació del prototip de l’aplicació.
15	Redacció del document d’anàlisi	Redacció del document
16	Revisió del document d’anàlisi	Revisió del document
17	Lliurament del document d’anàlisi	Lliurament

4.5 Detalls de la tasca 18: PAC3 – Implementació Final.



Imatge 7 - PAC3 Implementació Final

ID Tasca	Nom	Descripció
19	Implementació de l'aplicació	Tasques relacionades amb la implementació del programari
20	Preparació de recursos gràfics	Obtenció i preparació dels recursos gràfics necessaris per a la configuració per defecte.
21	Desenvolupament aplicació Android	Implementació de l'aplicació.
22	Desplegament i Proves	Tasques relacionades amb el desplegament de l'aplicació i el pla de proves.
23	Preparació dels jocs de prova	Especificació dels jocs de prova necessaris per a la validació de l'aplicació.
24	Desplegament	Desplegament de l'aplicació a un dispositiu Android
25	Proves	Execució del Pla de proves.
26	Lliurament de la implementació	Lliurament del programari.

5 Recursos.

Per al desenvolupament de l’aplicació farem ús d’un ordinador personal i un ordinador portàtil.

Per a les proves finals, contem amb tres dispositius Android amb diferents característiques (grandària de pantalla, característiques dels processadors, versió del sistema operatiu), de manera que puguem contrastar el rendiment de la mateixa en diferents plataformes.

5.1 Recursos hardware

Característiques dels elements de maquinari emprats per al desenvolupament:

Ordinador Personal	
Característiques	Intel Core2 Duo CPU E8400 3Ghz 2Gb RAM Windows 7 Enterprise 32 bits.
Funcions	Desenvolupament de l’aplicació. Tasques ofimàtiques. Disseny Gràfic.

Ordinador Portàtil	
Característiques	Intel Core i3 2,53Ghz 4Gb RAM Windows 7 Home Edition
Funcions	Desenvolupament de l’aplicació. Tasques ofimàtiques. Disseny Gràfic.

Telèfon Samsung Galaxy Mini S5570	
Característiques	Pantalla: 3,14” Versió Android: 2.3
Funcions	Entorn de proves

Telèfon Samsung Galaxy S3 I9300	
Característiques	Processador: Quad Core 1.4Mhz Pantalla: 4,8” Versió Android: 4.0 (Ice Cream Sandwich)
Funcions	Entorn de proves

Tableta Samsung Tab2 10	
Característiques	Pantalla: 10.1” Versió Android: 4.2 (Jelly Bean)
Funcions	Entorn de proves

5.2 Recursos software.

El programari utilitzat durant el desenvolupament és el següent:

Element	Funció
IDE Eclipse	Entorn de desenvolupament JAVA
Android SDK	SDK per al desenvolupament de aplicacions per a dispositius Android
Plugin ADT	Plugin d l’IDE Eclipse per a emular un terminal Android
Microsoft Office 2007	Paquet d’ <u>ofimàtica</u> per a la producció de la documentació, presentacions, esquemes i cronogrames.
Adobe Photoshop CS5	Software per al retoc de gràfics e imatges.
WWW SQL Designer	Software Online per al disseny de la base de dades. http://ondras.zarovi.cz/sql/demo/
SQLite Database Browser	Eina per a la visualització de les bases de dades SQLite de dispositius Android.
yUML	Eina online per a la creació de diagrames UML de Casos d’ús. http://yuml.me/edit/2cdfbf7
ObjectAid UML Diagram	Plugin Eclipse per a la generació de diagrames de classes.

6 Tecnologia.



Imatge 9 - Arquitectura Android

Per al desenvolupament de l’aplicació utilitzarem el llenguatge de programació **JAVA**, junt amb l’**SDK d’Android** que permet la interacció amb els dispositius i totes les seues característiques.

7 Riscos del projecte.

Hi ha molts factors que pot afectar el bon final del projecte, tant factors externs com factors interns. La gestió de riscos és clau per assegurar l’èxit del projecte.

Cal identificar els possibles riscos que poden afectar al projecte. Per a cada risc identificat, quantificar (afecta poc, afecta bastant, crucial) i establir una sèrie de tasques per permetre minimitzar o neutralitzar els efectes de cada risc.

Risc	Descripció	Probabilitat d'aparició	Impacte	Accions mitigadores
Pèrdua de dades per avaria o error	L'avaría d'alguns dels equips utilitzats per al desenvolupament, així com un error del desenvolupador, pot provocar la pèrdua de part o totes les dades del projecte.	Mitja	Alt	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilitat d'equip de desenvolupament de recanvi. Còpia de seguretat diària de la informació
Manca de coneixements en l'entorn de programació Java + Android SDK	Al no tenir experiència prèvia en el desenvolupament per a dispositius Android, és possible que sigui difícil arribar a aconseguir alguna de les funcionalitats del projecte.	Mitja	Alt	<ul style="list-style-type: none"> Cerca de documentació a la web. Adquisició de manuals i llibres Realització de cursos d'introducció al desenvolupament per Android.
Endarreriment de tasques del projecte	Hi ha la possibilitat que alguna tasca tingui una durada superior a la prevista, el que pot provocar un retard en la resta de tasques del projecte.	Mitja	Mitjà	<ul style="list-style-type: none"> Seguiment estricte del calendari i avançament de tasques si és possible. Replanificació de les tasques afectades pel retard.
Manca de definició de funcionalitats finals	A causa que les funcionalitats de l'aplicació es decideixen en reunions conjuntes amb especialistes en el camp de la logopèdia, l'èxit del projecte està supeditat a la seva disponibilitat i la correcta definició d'aquestes funcionalitats	Mitja	Mitjà	<ul style="list-style-type: none"> Establir reunions periòdiques.

8 Anàlisi Funcional

A partir de les entrevistes realitzades amb els professionals del camp de la logopèdia i la pedagogia, s'obté la següent anàlisi, on es detallen els requeriments funcionals i no funcionals, així com els casos d'ús que ens proporcionen una visió detallada del comportament de la aplicació.

8.1 Requeriments Funcionals

L'aplicació pretén oferir a l'usuari objectiu les funcionalitats necessàries per tenir un suport en situacions comunicatives concretes, així com una eina d'ajuda a l'aprenentatge en el procés d'adquisició d'habilitats per a la comunicació.

8.1.1 Funcionalitats Bàsiques.

Les funcionalitats bàsiques que ha d'oferir aquesta eina són les següents:

- a) Manteniment de la galeria de pictos: permetrà afegir i modificar els pictos disponibles per a la generació de construccions.
- b) Generació de construccions: els pictos de la galeria es podran combinar en seqüències de fins a 4 imatges per generar construccions comunicatives.
- c) Selecció de construccions: les construccions, que estaran agrupades en contextos comunicatius, es podran seleccionar per indicar situacions específiques i expressar sentiments.

8.2 Requeriments no funcionals.

A causa de les característiques de l'usuari final objectiu de l'aplicació, la interfície que se li ha de presentar ha de ser extremadament senzilla i intuïtiva.

La interfície per als usuaris que anomenarem "configuradors", encara que pot ser una mica més complexa, sempre s'intentarà que sigui una interfície ergonòmica, intuïtiva i visualment atractiva.

L'objectiu del projecte és presentar una aplicació que sigui fàcilment portable a dispositius Android de mida petita (smartphones gamma mitjana), pel que centrarem l'adaptació del disseny a les mides de pantalla més comuns.

8.3 Funcionalitats del Sistema.

L'aplicació permetrà realitzar les següents operacions:

- Creació de pictos: permet a l'usuari crear els seus propis pictos personalitzats, utilitzant les imatges existents a la galeria del dispositiu. Aquests pictos seran categoritzats i pot indicar si són pictes utilitzats per a l'expressió de sentiments. Per als pictos que indiquen sentiments, es podrà enregistrar una locució.
- Generació de frases: aquestes frases o construccions es generen mitjançant la combinació d'una seqüència ordenada de pictos, seleccionats d'entre els existents a la galeria de l'aplicació. Aquestes frases seran assignades a un o diversos contextos comunicatius, de manera que l'usuari final les tingui disponibles en el lloc adequat. També es podrà gravar una locució que representi la construcció, de manera que es reproduïxi de forma automàtica si l'usuari final la selecciona.
- Selecció de frases: l'usuari final podrà seleccionar frases preconstruïdes dins de cada un dels contextos existents, de manera que l'ajudin a comunicar-se amb les persones que tenen al seu voltant.
- Expressió de sentiments: l'usuari final podrà seleccionar qualsevol dels pictos marcats per a aquest fi, de manera que pugui expressar un sentiment o una emoció sense necessitat d'acudir a una frase preconstruïda.

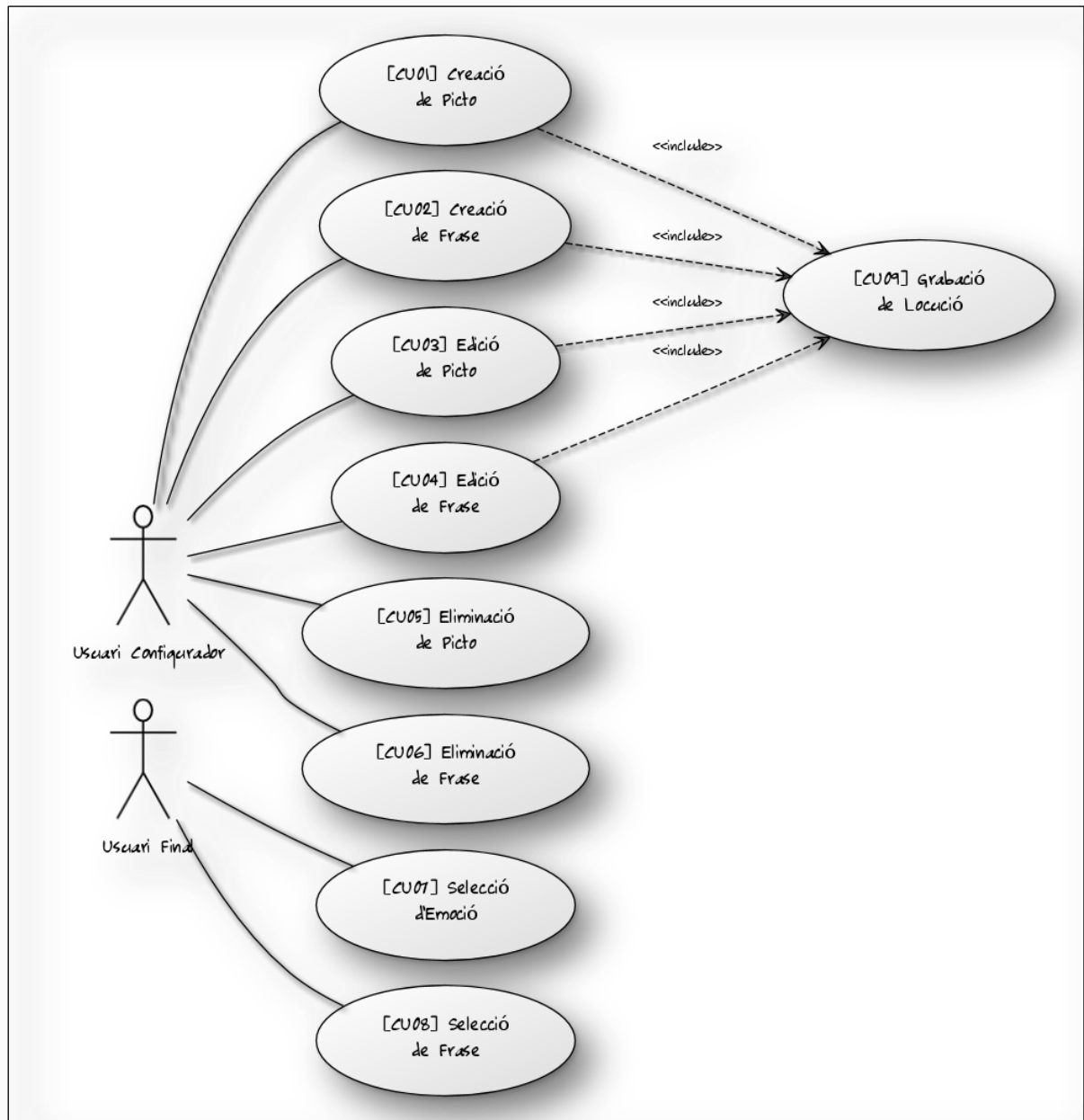
8.4 Usuaris del Sistema.

Considerem dos perfils d'usuari per al maneig d'aquesta aplicació:

- Usuari Configurador: estarà personalitzat al tutor, logopeda o pedagog que s'encarregarà de realitzar la configuració personalitzada necessària perquè s'adapti a les característiques de l'usuari final.
- Usuari final: es correspon amb la persona amb problemes de comunicació que utilitzarà aquesta aplicació per comunicar-se amb el seu entorn i com a eina de suport en el seu període d'aprenentatge d'habilitats per a la comunicació.

8.5 Casos de Uso.

Un cop identificats els actors que intervenen en el procés, es presenten els casos d'ús que descriuen el funcionament de l'aplicació.



Imatge 10 - Diagrama de Casos d'Ús

A continuació descriurem individualment els diferents casos d'ús.

8.5.1 Descripció cas d'ús [CU01] – Creació de Picto.

Identificador	CU01
Nom	Creació de Picto
Resum	Representa la generació d'un nou Picto a la galeria de la aplicació.
Actors	Usuari Configurador
Precondicions	La imatge que es va a utilitzar ha d'estar present a la galeria del dispositiu.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • L'usuari configurador crea un nou Picto a la aplicació. • L'usuari configurador cancel·la la creació d'un nou picto a la aplicació.
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1) L'usuari selecciona l'opció de menú CONFIGURACIÓ DE PICTOS. 2) L'usuari selecciona l'opció de menú AFEGIR PICTO. 3) L'usuari selecciona una imatge per al picto. 4) L'usuari introdueix una descripció pel al picto. 5) L'usuari selecciona la categoria a la qual pertany el picto. 6) L'usuari marca l'opció que indica que el picto expressa sentiments. 7) L'usuari prem el botó GRAVAR per completar la creació del picto.
Flux Alternatiu	<ol style="list-style-type: none"> 6b) L'usuari decideix no marcar el picto com a sentiment. 6c) L'usuari pot gravar una locució amb la seva veu. [CU09]. 7b) L'usuari abandona la pantalla de creació abans d'acabar.
Inclusions	Cap
Extensions	Cap

8.5.2 Descripció cas d'ús [CU02] – Creació de Frase.

Identificador	CU02
Nom	Creació de Frase
Resum	Representa la generació d'un nova Frase.
Actors	Usuari Configurador
Precondicions	Els pictos que es volen utilitzar han d'existir en la galeria de l'aplicació.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • L'usuari configurador crea una nova Frase. • L'usuari configurador cancel·la la creació d'una nova Frase.
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1) L'usuari selecciona l'opció de menú CONFIGURACIÓ DE FRASES. 2) L'usuari selecciona l'opció de menú AFEGIR FRASE. 3) L'usuari selecciona les imatges per a la frase (fins a quatre). 4) L'usuari selecciona els contextos als que s'assigna la frase. 5) L'usuari pot gravar una locució amb la seva veu. [CU09]. 6) L'usuari prem el botó GRAVAR per completar la creació de la Frase.
Flux Alternatiu	<ol style="list-style-type: none"> 3b) L'usuari no canvia cap imatge. 4b) L'usuari no modifica els contextos assignats. 5b) L'usuari no grava la locució. 6b) L'usuari abandona la pantalla de creació abans d'acabar.
Inclusions	[CU09] Grabar Locució
Extensions	Cap

8.5.3 Descripció cas d’ús [CU03] – Edició de Picto.

Identificador	CU03
Nom	Edició de Picto
Resum	Representa la edició d’un dels Pictos existents a la galeria de la aplicació.
Actors	Usuari Configurador
Precondicions	Si s’ha d’utilitzar alguna imatge ha d’estar present a la galeria del dispositiu.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • L’usuari configurador modifica un Picto de la aplicació. • L’usuari configurador cancel·la la modificació d’un picto de la aplicació.
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1) L'usuari selecciona l'opció de menú CONFIGURACIÓ DE PICTOS. 2) L'usuari selecciona el picto que vol modificar i tria l’opció de menú contextual EDITAR. 3) L'usuari selecciona una imatge per al picto. 4) L’usuari modifica la descripció del picto. 5) L'usuari selecciona la categoria a la qual pertany el picto. 6) L'usuari marca l'opció que indica que el picto expressa sentiments. 7) L'usuari prem el botó GRAVAR per completar la creació del picto.
Flux Alternatiu	<ol style="list-style-type: none"> 3b) L’usuari no modifica la imatge del picto. 4b) L’usuari no modifica la descripció del picto. 5b) L’usuari no modifica la categoria del picto. 6b) L’usuari decideix no marcar el picto com a sentiment. 6c) L'usuari pot gravar una locució amb la seva veu. [CU09]. 7b) L'usuari abandona la pantalla de modificació abans d'acabar.
Inclusions	Cap
Extensions	Cap

8.5.4 Descripció cas d’ús [CU04] – Edició de Frase.

Identificador	CU04
Nom	Edició de Frase
Resum	Representa la modificació d’una frase existent.
Actors	Usuari Configurador
Precondicions	La frase ja està creada. Les imatges que es puguin utilitzar ja existeixen a la galeria.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • L’usuari configurador modifica una Frase. • L’usuari configurador cancel·la la modificació de la Frase.
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1) L'usuari selecciona l'opció de menú CONFIGURACIÓ DE FRASES. 2) L'usuari selecciona la frase que vol editar, i tria la opció EDITAR del menú contextual. 3) L'usuari afegeix o canvia les imatges per a la frase (fins a quatre). 4) L'usuari selecciona els contextos als que s’assigna la frase. 5) L'usuari pot gravar una locució amb la seva veu. [CU09]. 6) L'usuari prem el botó GRAVAR per completar la creació de la Frase.
Flux Alternatiu	<ol style="list-style-type: none"> 5b) L’usuari no grava la locució. 6b) L'usuari abandona la pantalla de modificació abans d'acabar.
Inclusions	[CU09] Grabar Locució
Extensions	Cap

8.5.5 Descripció cas d’ús [CU05] – Eliminació de Picto.

Identificador	CU05
Nom	Eliminació de Picto
Resum	Representa la eliminació d’un picto existent.
Actors	Usuari Configurador
Precondicions	<ul style="list-style-type: none"> • El picto existeix a la galeria. • El picto no està assignat a cap frase.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • L’usuari configurador elimina un picto. • L’usuari configurador cancel·la la eliminació del picto.
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1) L’usuari selecciona l’opció de menú CONFIGURACIÓ DE PICTOS. 2) L’usuari selecciona el picto que vol editar, i tria la opció BORRAR del menú contextual. 3) El sistema mostrarà un missatge per a confirmar la eliminació del picto. 4) L’usuari confirma la eliminació del picto.
Flux Alternatiu	<ol style="list-style-type: none"> 3b) El sistema indica que el picto no es pot eliminar per estar assignat a alguna frase. 4b) L’usuari abandona cancel·la la eliminació del picto.
Inclusions	Cap
Extensions	Cap

8.5.6 Descripció cas d’ús [CU06] – Eliminació de Frase.

Identificador	CU06
Nom	Eliminació de Frase
Resum	Representa la eliminació d’una frase existent.
Actors	Usuari Configurador
Precondicions	<ul style="list-style-type: none"> • La frase existeix a la aplicació.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • L’usuari configurador elimina una frase. • L’usuari configurador cancel·la la eliminació de la frase.
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 5) L’usuari selecciona l’opció de menú CONFIGURACIÓ DE FRASES. 6) L’usuari selecciona la frase que vol editar, i tria la opció BORRAR del menú contextual. 7) El sistema mostrarà un missatge per a confirmar la eliminació de la frase 8) L’usuari confirma la eliminació de la frase.
Flux Alternatiu	4b) L’usuari abandona cancel·la la eliminació del picto.
Inclusions	Cap
Extensions	Cap

8.5.7 Descripció cas d’ús [CU07] – Selecció d’Emoció.

Identificador	CU07
Nom	Selecció d’Emoció
Resum	Representa la selecció d’un picto per a expressar un sentiment.
Actors	Usuari Final
Precondicions	<ul style="list-style-type: none"> • El picto existeix a la galeria • El picto està marcat per a expressar sentiments.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • El picto es mostra a la pantalla
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1) L'usuari selecciona la categoria SENTIMENTS. 2) L'usuari selecciona el picto amb el sentiment que vol expressar. 3) El sistema mostrarà el picto a la pantalla.
Flux Alternatiu	
Inclusions	Cap
Extensions	Cap

8.5.8 Descripció cas d’ús [CU08] – Selecció d’una Frase

Identificador	CU08
Nom	Selecció d’una Frase
Resum	Representa la selecció d’una frase per a comunicar-se.
Actors	Usuari Final
Precondicions	<ul style="list-style-type: none"> • La frase existeix a la aplicació. • La frase està assignada al context adequat.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • El frase es mostra a la pantalla • El sistema reproduirà la locució pre-gravada.
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1) L'usuari selecciona el context corresponent a la seva situació. 2) L'usuari selecciona la frase que vol expressar. 3) El sistema mostrarà la frase a la pantalla. 4) El sistema reproduirà la locució assignada a la frase.
Flux Alternatiu	4b) No hi ha locució per a la frase.
Inclusions	Cap
Extensions	Cap

8.5.9 Descripció cas d’ús [CU09] – Gravació de una locució.

Identificador	CU09
Nom	Gravació d’una locució.
Resum	Representa la gravació d’una locució corresponent a una frase o un picto que expressa sentiments.
Actors	Usuari Configurador
Precondicions	<ul style="list-style-type: none"> • La frase/picto existeix a la aplicació. • L’usuari està situat a la pantalla de creació o edició de frases/pictos.
Postcondicions	<ul style="list-style-type: none"> • L’usuari crea una locució per a la frase
Flux Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1) L’usuari prem el botó GRAVAR per a iniciar la gravació. 2) L’usuari diu la locució en veu alta. 3) L’usuari prem el botó PARAR per a detenir la gravació. 4) L’usuari prem el botó REPRODUIR per a sentir la locució gravada. 5) L’usuari prem el botó GUARDAR per a confirmar l’assignació de la gravació a la frase.
Flux Alternatiu	5b) L’usuari no guarda la locució.
Inclusions	Cap
Extensions	Cap

9 Disseny Tècnic

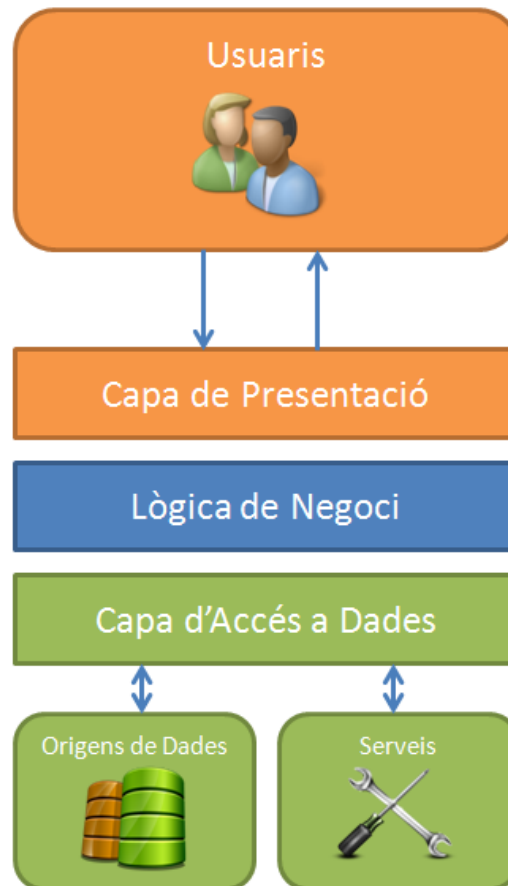
L’arquitectura del projecte consta únicament de l’aplicació Android per a dispositius mòbils, pel que l’arquitectura física del mateix es limita al dispositiu Android al que s’instal·li l’aplicació.

9.1 Arquitectura Lògica.

L’aplicació presenta un arquitectura lògica en capes⁶, de manera que la capa de presentació sigui independent de la lògica de negoci i de la capa de persistència de dades.

Això és important perquè el funcionament de l’aplicació sigui independent del tipus de dispositiu Android al que s’executa, de la mida de la pantalla i de la versió del sistema operatiu que executi.

⁶ Wikipedia ("Programación por Capas"). [en línia]. http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_por_capas [data de consulta: 26/10/2013]

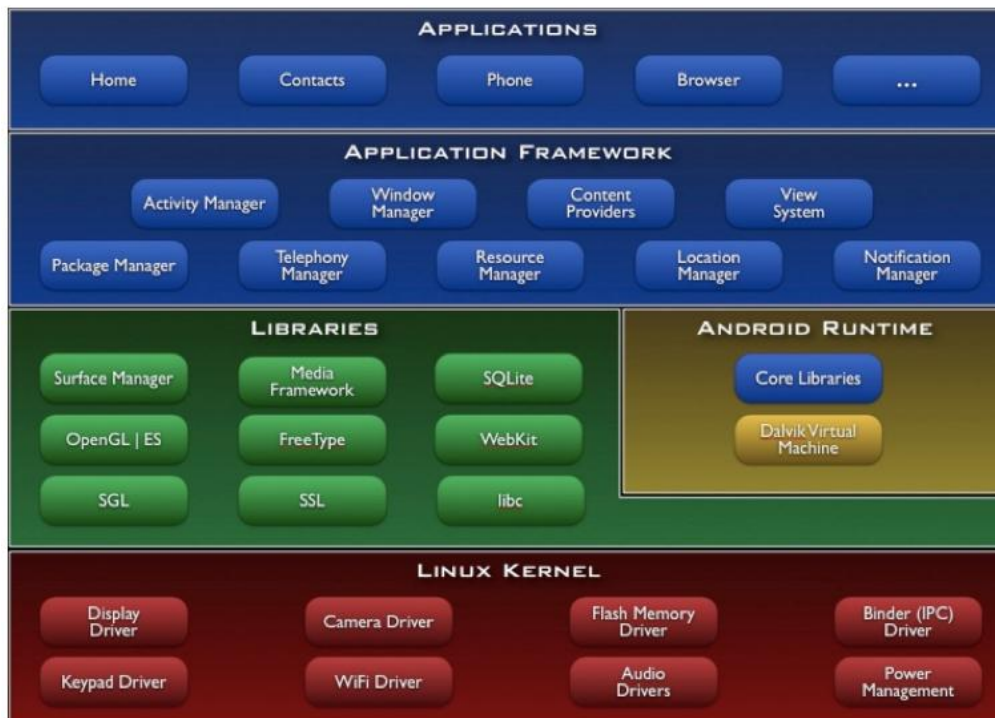


Imatge 11 - Arquitectura en Capes

1. Capa de presentació: és la que veu l'usuari (també se l'anomena "capa d'usuari"), presenta el sistema a l'usuari, li comunica la informació i captura la informació de l'usuari en un mínim de procés (realitza un filtrat previ per comprovar que no hi ha errors de format). També és coneguda com a interfície gràfica i ha de tenir la característica de ser "amigable" (comprensible i fàcil d'usar) per a l'usuari. Aquesta capa es comunica únicament amb la capa de negoci.
2. Capa de negoci: és on resideixen els programes que s'executen, es reben les peticions de l'usuari i s'envien les respostes després del procés. S'anomena capa de negoci (i fins i tot de lògica del negoci) perquè és aquí on s'estableixen totes les regles que s'han de complir. Aquesta capa es comunica amb la capa de presentació, per rebre les sol·licituds i presentar els resultats, i amb la capa de dades, per sol·licitar al gestor de base de dades emmagatzemar o recuperar dades d'ell.
3. Capa de dades: és on resideixen les dades i és l'encarregada d'accedir als mateixos. Està formada per un o més gestors de bases de dades que realitzen tot l'emmagatzematge de dades, reben sol·licituds d'emmagatzematge o recuperació d'informació des de la capa de negoci.

Aquest estil de programació per capes ve sostingut per l'arquitectura en capes del sistema operatiu Android⁷.

Android ens proporciona un entorn sumament poderós perquè puguem programar aplicacions que facin qualsevol cosa. Res dins d'Android és inaccessible i podem jugar sempre amb les aplicacions del nostre telèfon per optimitzar qualsevol tasca.



Imatge 12 - Arquitectura Android

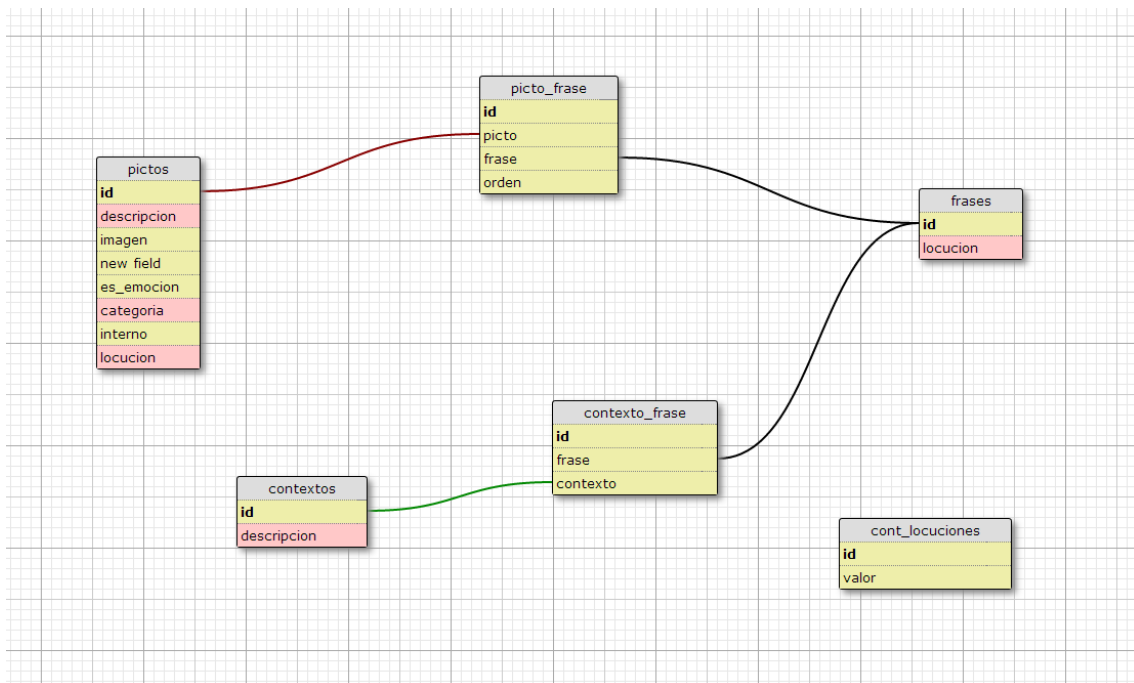
- **Kernel de Linux.** El nucli del sistema operatiu Android està basat en el nucli de Linux versió 2.6. Actua com una capa d'abstracció entre el maquinari i la resta de les capes de l'arquitectura. El desenvolupador no accedeix directament a aquesta capa, sinó que ha d'utilitzar les llibreries disponibles en capes superiors. També s'encarrega de gestionar els diferents recursos del telèfon (energia, memòria, etc.) i del sistema operatiu en si: processos, elements de comunicació (networking), etc.
- **Llibreries.** La següent capa que se situa just sobre el nucli la componen les biblioteques natives d'Android. El seu objectiu és proporcionar funcionalitat a les aplicacions per a tasques que es repeteixen amb freqüència, evitant haver de codificar cada vegada i garantint que es duen a terme de la manera "més eficient".
- **Entorn d'execució.** Tot i que no es considera una capa en si mateix, aquí trobem les llibreries amb la funcionalitats habituals de Java així com altres específiques d'Android. El component principal de l'entorn d'execució d'Android és la màquina virtual Dalvik.

⁷ AndroidDeity ("Arquitectura Android") [en línia] <http://androiddeity.com/2011/07/04/arquitectura-de-android/> [data de consulta: 26/10/2013].

- Framework d'aplicacions. formada per totes les classes i serveis que utilitzen directament les aplicacions per realitzar les seves funcions.
- Aplicacions. En l'última capa s'inclouen totes les aplicacions del dispositiu, tant les que tenen interfície d'usuari com les que no.

9.2 Arquitectura de Base de Dades.

A la base de dades s'emmagatzemarà la informació sobre els pictos i les frases generats. A continuació es mostra l'esquema relacional de la base de dades utilitzada per aquesta aplicació.



Imatge 13 - Esquema Relacional

La descripció de les entitats i els seus atributs es la següent:

9.2.1 Entitat PICTOS.

ENTITAT	PICTOS			
	Emmagatzema les dades relacionades amb els pictos.			
ATRIBUT	DESCRIPCIÓ	TIPUS	LONGITUD	CLAU
ID	Identificador del picto. Generat pel sistema	Autonumèric	--	SI
DESCRIPCION	Descripció textual del picto.	Text	40	NO
IMAGEN	Identificador de la imatge del picto	Numèric	--	NO
ES_EMOCION	Indica si el picto s'utilitza per a expressar emocions.	Booleà	1	NO
CATEGORIA	Identificador de la categoria a la que pertany el picto.	Numèric	--	NO
INTERNO	Flag que indica si el picto utilitza una imatge precarregada a la aplicació o una de la galeria del dispositiu	Booleà	1	NO
LOCUCION	Identificador de la locució per al picto	Text	4	NO

9.2.2 Entitat FRASES

ENTITAT	FRASES			
	Emmagatzema les dades relacionades amb les frases generades.			
ATRIBUT	DESCRIPCIÓ	TIPUS	LONGITUD	CLAU
ID	Identificador de la frase	Auto numèric	--	SI
LOCUCION	Ruta a l'arxiu de so amb la locució	Text	40	NO

9.2.3 Entitat PICTO_FRASE

ENTITAT	PICTO_FRASE			
	Emmagatzema la relació entre frases i pictos.			
ATRIBUT	DESCRIPCIÓ	TIPUS	LONGITUD	CLAU
ID	Identificador de la fila	Autonumèric	..	SI
PICTO	Identificador del picto	Numèric	--	NO
FRASE	Identificador de la frase	Numèric	--	NO

9.2.4 Entitat CONTEXTOS.

ENTITAT	CONTEXTOS			
	Emmagatzema les dades relacionades amb els contextos.			
ATRIBUT	DESCRIPCIÓ	TIPUS	LONGITUD	CLAU
ID	Identificador del Context. Generat pel sistema	Autonumèric	--	SI
DESCRIPCIO	Descripció textual del context.	Text	40	NO

9.2.5 Entitat FRASE_CONTEXTO.

ENTITAT	CONTEXTO_FRASE			
	Emmagatzema la relació entre frases i contextos.			
ATRIBUT	DESCRIPCIÓ	TIPUS	LONGITUD	CLAU
ID	Identificador de la fila	Autonumèric	--	SI
FRASE	Identificador de la frase	Numèric	--	NO
CONTEXTO	Identificador del context.	Numèric	--	NO

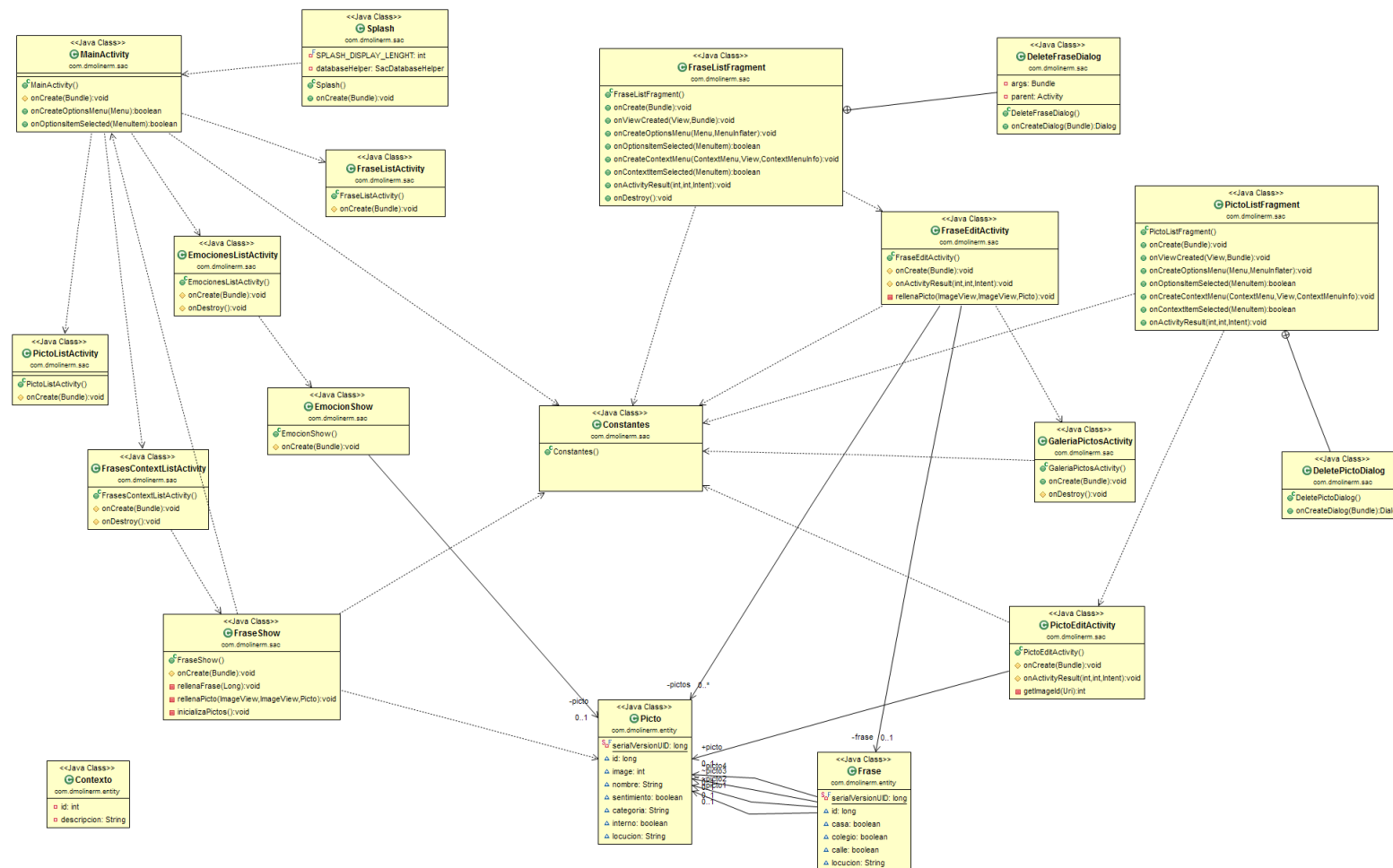
9.2.6 Entitat CONT_LOCUCIONES

ENTITAT	CONT_LOCUCIONES			
	Emmagatzema el contador per a generar identificadors per als fitxers de les locucions.			
ATRIBUT	DESCRIPCIÓ	TIPUS	LONGITUD	CLAU
ID	Identificador de la fila	Autonumèric	--	SI
VALOR	Valor actual del contador	Numèric	--	NO

9.3 Diagrama de Classes.

Dividirem el diagrama de classes en tres parts, mostrant un diagrama independent per a cadascuna de les capes de programació descrites anteriorment (capa de presentació, capa de negoci i capa d'accés a dades).

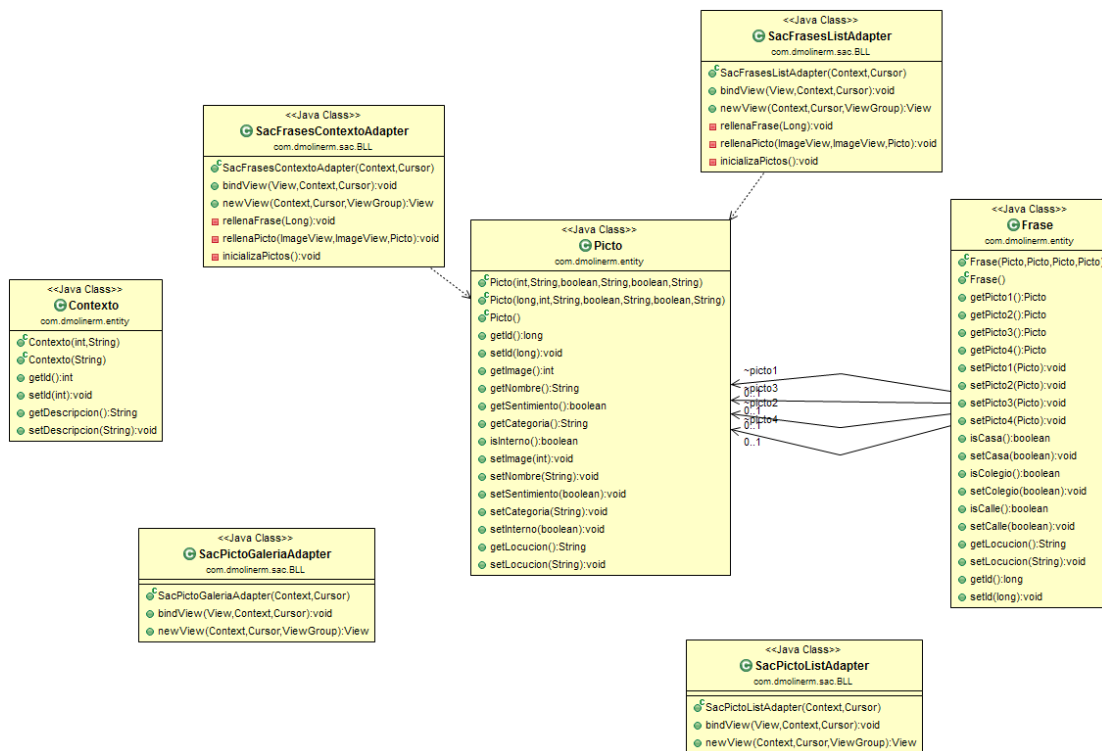
9.3.1 Diagrama de Classes. Capa de Presentació.



Les classes mostrades en aquest diagrama corresponen a les pantalles de la interfície de l'aplicació (conegudes com a Activities en Android). Els mètodes d'aquestes classes són els encarregats principalment de gestionar la interacció de l'usuari amb l'aplicació. També hi ha altres mètodes la funció dels quals és representar els objectes que intervenen en la capa de negoci.

Imatge 14 - Classes Capa Presentació

9.3.2 Diagrama de Classes. Capa de Negoci.

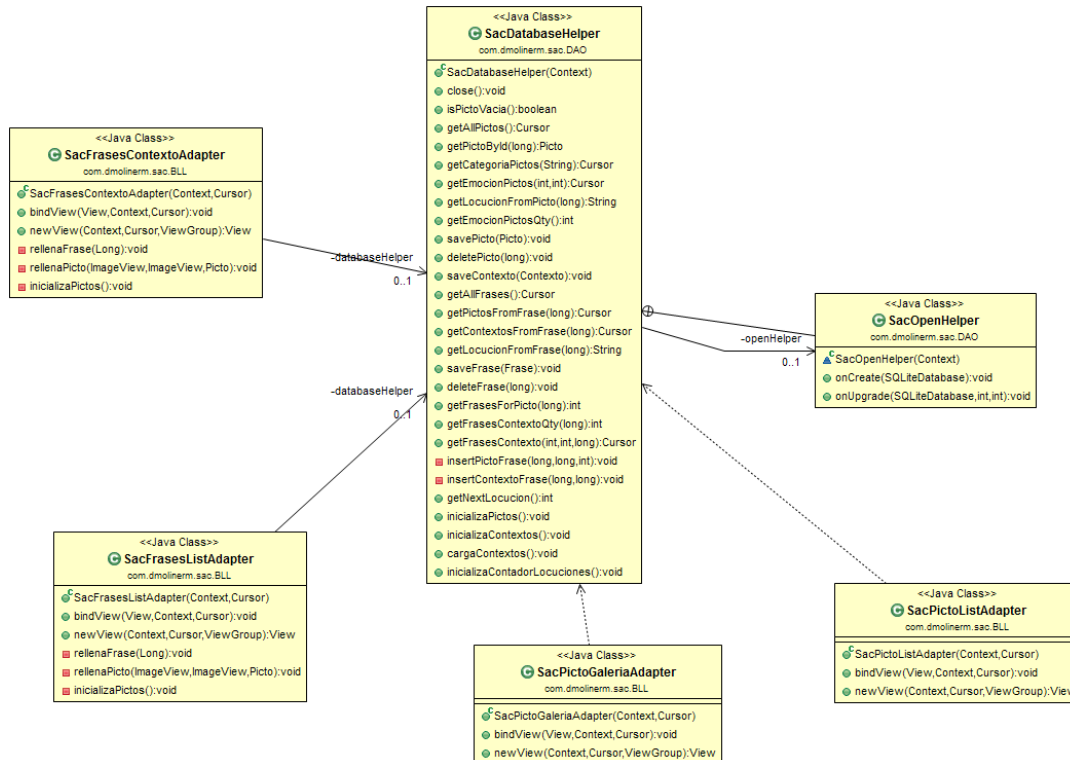


Imatge 15 - Classes Capa Negoci

Aquestes classes representen els objectes utilitzats per emmagatzemar i gestionar la informació necessària per a l'aplicació (pictos i frases).

Els mètodes implementats en cadascuna de les classes s'utilitzen per crear els objectes i omplir els seus atributs. També hi ha mètodes que recuperen o envien les dades de l'objecte a la capa d'accés a dades de l'aplicació.

9.3.3 Diagrama de Classes. Capa d’Accés a Dades.



Imatge 16 – Classes Capa d’accés a dades.

La capa d'accés a dades utilitza les classes corresponents a les dues eines principals que ens proporciona la plataforma Android per a l'emmagatzematge i consulta de dades estructurades:

- Bases de Dades SQLite
- Content Providers

SQLite és un sistema de base de dades molt popular en l'actualitat per oferir característiques tan interessants com la seva petita grandària, no necessitar servidor, precisar poca configuració, ser transaccional i per suposat ser de codi lliure.

Android incorpora de sèrie totes les eines necessàries per a la creació i gestió de bases de dades SQLite, i entre elles una completa API per dur a terme de manera senzilla totes les tasques necessàries.

En Android, la forma típica per crear, actualitzar, i connectar amb una base de dades SQLite serà a través d'una classe auxiliar anomenada SQLiteOpenHelper, o per ser més exactes, d'una classe pròpia que derivi i que hem personalitzar per adaptar-nos a les necessitats concretes de la nostra aplicació (**SacOpenHelper**).

La classe SQLiteOpenHelper té tan sols un constructor, que normalment no necessitem sobreesciure, i dos mètodes abstractes, onCreate () i onUpgrade (), que

haurem de personalitzar amb el codi necessari per crear la nostra base de dades i per actualitzar la seva estructura respectivament.

La classe *SacDatabaseHelper* implementa totes les operacions que es poden realitzar sobre la base de dades. Totes les altres classes del projecte, per a accedir a les dades, ho han de fer mitjançant els mètodes oferits per aquesta classe.

10 Prototip

A continuació mostrarem algunes de les pantalles de la interfície de l'aplicació amb l'usuari. El desenvolupament d'aquest prototip ha servit perquè, en les successives reunions amb els usuaris (logopedes i pedagogs), realitzin els comentaris pertinents al programador per ajustar el desenvolupament de les mateixes.

El prototip s'ha desenvolupat directament sobre el SDK d'Android en Eclipse utilitzant un conjunt de dades de mostra estàtics. Això ens permetrà reutilitzar la interfície desenvolupada per l'aplicació final, a més d'avançar algunes de les tasques de la fase d'implementació.

10.1 Característiques de les Interfícies.

Idioma dels textos: En utilitzar un fitxer *strings.xml* per a la definició de tots els textos que apareixen en l'aplicació, podem adequar aquesta fàcilment a qualsevol altre idioma fent una traducció d'aquest fitxer.

Aprofitament de les funcions dels dispositiu: No s'afegeixen opcions per a aquelles funcionalitats que realitza directament el dispositiu, bé mitjançant botons hardware, bé mitjançant opcions ja presents en el propi sistema operatiu (botó Endarrere, botó de tornada a la pàgina d'inici, ..)

10.2 Pantalla d'Inici.

L'aplicació s'inicia directament a la pantalla d'accés als contextos de comunicació, per facilitar l'accés a l'usuari final.



L'usuari configurador podrà accedir a les opcions de configuració prement el botó MENU del dispositiu.

10.3 Configuració de Pictos.



En seleccionar l'opció de menú d'accés a la configuració de Pictos, l'usuari accedirà a una pantalla on es mostrarà la llista dels Pictos disponibles en l'aplicació. Aquí podem veure un llistat continu pel qual ens podem desplaçar usant el scroll vertical que ens mostra per a cada Picto la imatge que el representa, el marc de color que indica la categoria i una descripció textual.

Si en aquesta pantalla premem el botó de menú del dispositiu, accedirem a l'opció per poder afegir un nou picto a la llista.

En aquesta pantalla podem omplir tota la informació necessària per a la creació d'un nou Picto:

- **Imatge:** Seleccionant el control d'imatge (1), l'aplicació ens portarà a la galeria multimèdia del dispositiu, on podrem triar qualsevol de les imatges que hi apareixen.
- **Nom:** En el camp de text **Nombre** (2) podrem afegir una descripció del picto que crearem.
- **Categoria:** Amb el desplegable (3) podem seleccionar la categoria a la qual pertany el picto que estem generant.
- **Emoció:** El Check **Emoción** (4) ens permet marcar el picto per a ser utilitzat per a expressar sentiments.



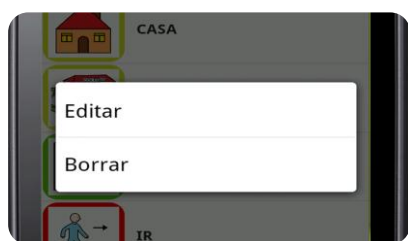
Imatge 20 - Nou Picto



En cas d’activar el Check Emoción, s’activaran els controls adjacents per a poder gravar una locució per al picto (Imatge 21 - 5).

En prémer el botó GUARDAR, el picto s'afegirà a la base de dades de l'aplicació i estarà disponible per a la creació de frases.

Imatge 21 - Edició Picto amb Locució



Imatge 23 - Menu Contextual Picto

També podem editar els pictos existents. Fent una pulsació prolongada sobre qualsevol dels pictos de la llista, accedim al menú contextual que ens ofereix la opció de editar-lo.

La pantalla d'edició és la mateixa que utilitzem per a la creació d'un picto, amb la diferència que aquesta ja ens presenta carregada la informació del picto que estem editant.



Imatge 22 - Edició de Picto

Podem modificar qualsevol dels valors que apareixen a la pantalla (imatge, nom, categoria i marca d'emoció).

10.4 Configuració de Frases.

Imatge 24 - Llistat de Frases



Per accedir a la configuració de frases, haurem d'anar al menú de configuració de la pantalla inicial (Imatge 17).

En accedir a la configuració de frases, se'ns presenta una llista de les construccions existents en l'aplicació. L'usuari pot desplaçar-se per aquesta llista mitjançant l'scroll vertical.

Per a cada una de les frases es mostren les imatges (fins a quatre) que la formen.

Des d'aquesta pantalla podem accedir a la creació d'una nova frase prement el botó menú del dispositiu i seleccionant l'opció d'afegir frase.

La pantalla de creació de frase ens permet introduir tota la informació necessària per a la mateixa:

- **Imatges:** Prement en qualsevol dels quatre controls d'imatge, l'aplicació ens presenta una galeria amb els pictos existents, organitzats per categories en tres pestanyes. Podem seleccionar qualsevol d'aquests pictos per a la construcció de la frase.
- **Contextos:** Podrem seleccionar els contextos a què la frase quedarà associada, de manera que es pugui accedir des dels botons de context de la pantalla inicial.
- **Locució:** L'usuari podrà gravar una locució amb la seva pròpia veu que verbalitzi el significat de la frase. Per això primer premerà el botó GRAVAR, pronunciarà la locució cap al micròfon del dispositiu i premerà el botó ATURAR un cop hagi acabat per aturar la gravació.



Imatge 25 - Nova Frase



Imatge 26 - Mode Gravació

Imatge 27 - Galeria de Pictos



Prement el botó REPRODUIR, podrà escoltar la locució gravada. En cas que l'usuari no estigui satisfet amb la gravació, podrà repetir quantes vegades vulgui.

L'enregistrament de la locució no és obligatòria, i a més pot realitzar-se en un moment posterior.

Podrem editar qualsevol de les frases existents fent una pulsació llarga sobre qualsevol de les que apareixen a la llista, i seleccionant l'opció editar del menú contextual que ens ofereix l'aplicació.

En aquesta pantalla d'edició podrem modificar qualsevol de les dades que formen la frase (imatges, contextos associats i locució).

Per part de l'usuari final, l'ús es limitarà a la selecció de frases o pictos que expressin sentiments d'entre els existents en l'aplicació.

10.5 Selecció de Frases.

Per seleccionar una frase, l'usuari final triarà primer el context comunicatiu al qual vol accedir.

Imatge 29- Llistat Frases



L'aplicació li mostrarà llavors una llista de les frases que estan assignades al context seleccionat.

Per evitar problemes amb el maneig de l'scroll vertical, l'aplicació presenta les frases en pàgines, per les quals es pot navegar usant els botons del endavant/enrere que apareixen a la part inferior de la pantalla.



Imatge 28 - Frase Seleccionada

Imatge 30

Galeria Sentiments



Al seleccionar una de les frases, la aplicació la mostrarà ampliada al centre de la pantalla, i reproduirà la locució gravada si és que existeix.

10.6 Selecció de Sentiments.

Per poder expressar un sentiment o emoció, l'usuari final accedirà al botó de la galeria de sentiments.

L'aplicació presentarà una galeria amb tots els pictos marcats per a tal efecte.

Igual que amb les frases, per evitar problemes amb el maneig del scroll es presenten paginats amb navegació mitjançant botó enrere / endavant.

L'usuari seleccionarà qualsevol dels pictos amb una pulsació simple sobre ell, i l'aplicació mostrarà el picto ampliat al centre de la pantalla. Si, a més, el picto té assignada una locució, la reproduirà.



11 Implementació

A continuació comentarem algunes consideracions al respecte de la implementació de l'aplicació.

11.1 Consideracions de implementació i disseny.

11.1.1 Disseny de la interfície.

Per al disseny de la interfície s'ha intentat establir una mida intermèdia dels elements, prou petits per poder adaptar-se a les pantalles de mida petita i mitjana i prou grans perquè puguin ser seleccionats sense problemes pels usuaris potencials de l'aplicació.

Les imatges utilitzades s'han obtingut de repositoris públics de pàgines web especialitzades en aquest tipus de sistemes d'ajuda a la comunicació, com poden ser ARASAAC⁸ i PICTOSONIDOS⁹.

11.1.2 Característiques multi idioma.

L'entorn de desenvolupament d'Android facilita l'adequació dels textos de les aplicacions a diferents idiomes. Per a això, només cal afegir els fitxers *string.xml* necessaris per a cada un dels idiomes en una carpeta que indiqui el codi d'idioma per al qual està preparat.

En aquest cas hem incorporat els fitxers de textos per als idiomes espanyol (**es**), anglès (**en**) i català (**ca**).

Per a aquest últim idioma, depenent de la versió d'Android i del fabricant del nostre dispositiu, pot ser necessari instal·lar l'aplicació **more locale 2**¹⁰, perquè ens ofereixi aquest idioma en la configuració del nostre terminal.

11.1.3 Comentaris al codi.

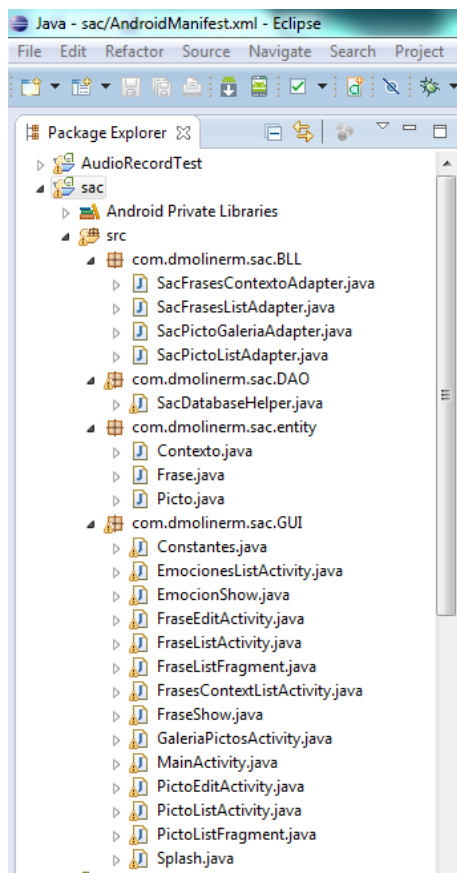
S'insereixen comentaris en el codi per facilitar la comprensió a persones alienes al seu desenvolupament, així com per facilitar la modificació o ampliació del mateix en versions futures.

⁸ ARASAAC. [en línia]. <http://www.catedu.es/arasaac/> [data de consulta 6/12/2013].

⁹ PICTOSONIDOS. [en línia]. <http://www.pictosonidos.com/> [data de consulta 6/12/2013]

¹⁰ Google Play. [en línia]. <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.c.lis.ccl.morelocale&hl=es> [data de consulta 6/12/2013].

11.1.4 Organització de fitxers del projecte.



Imatge 33- Arbre del projecte

A més de l'organització que estableix Android per alguns dels fitxers que intervenen en el projecte (recursos gràfics, fitxers xml de layout, menús, estils, textos, colors, ...) hem organitzat els fitxers corresponents a les classes java del projecte segons el Model Vista Controlador.

Així podem trobar les classes corresponents a les entitats que participen en l'aplicació (pictos, frases i contextos) en el paquet ENTITY.

Les classes que s'encarreguen de construir la interfície d'usuari les trobem en el paquet GUI.

Les classes que incorporen la lògica de negoci estan situades en el paquet BLL.

Les classes que faciliten els mètodes necessaris per a l'accés a les dades, estan en el paquet DAO.

A continuació s'ofereix una explicació de la funcionalitat de cadascuna de les classes Java de l'aplicació:

ENTITY (Entitats)	
Contexto.java	Representa els objectes de la classe Context. Conté els mètodes (getters i setters) adients per operar amb els seus atributs.
Frase.java	Representa els objectes de la classe Frase. Conté els mètodes (getters i setters) adients per operar amb els seus atributs.
Picto.java	Representa els objectes de la classe Picto. Conté els mètodes (getters i setters) adients per operar amb els seus atributs.

GUI (Interfície d’usuari)	
MainActivity.java	Encarregada de mostrar la pantalla inicial. També genera el menú de configuració.
PictoListActivity.java PictoListFragment.java	Se encarreguen de mostrar la llista dels pictos existents a la aplicació.
PictoEditActivity.java	Genera la pantalla de creació i edició de pictos. Aquesta pantalla s’utilitza tant per a la creació com per a la edició, en funció de si li passem informació sobre el picto que volem editar o no.
FrasesContextListActivity.java	Mostra la llista de Frases generades i assignades al context seleccionat.
FraseListActivity.java FraseListFragment.java	Se encarreguen de mostrar la llista de les frases existents a la aplicació.
FraseEditActivity.java	Genera la pantalla de creació i edició de frases. Aquesta pantalla s’utilitza tant per a la creació com per a la edició, en funció de si li passem informació sobre la frase que volem editar o no.
EmocionesListActivity.java	Mostra la llista dels pictos existents i que estan marcats com a que expressen sentiments.
GaleriaPictosActivity.java	Mostra, utilitzant un control de pestanyes, els pictos disponibles per a la generació de frases, agrupats per categoria.
EmocionShow.java	Mostra el picto que expressa emoció seleccionat de la llista. Si existeix una locució associada, la reproduïx.
FraseShow.java	Mostra el frase seleccionada de la llista. Si existeix una locució associada, la reproduïx.

BLL (Lògica de Negoci)	
SacFrasesContextoAdapter.java	Responsable de carregar la llista de frases (FrasesContextListActivity) associades a un context, utilitzant els mètodes proporcionats per la classe encarregada de l’accés a dades.
SacPictoListAdapter.java	Responsable de carregar la llista de pictos (PictoListFragment), utilitzant els mètodes proporcionats per la classe encarregada de l’accés a dades.
SacFrasesListAdapter.java	Responsable de carregar la llista de frases (FraseListFragment), utilitzant els mètodes proporcionats per la classe encarregada de l’accés a dades.
SacPictoGaleriaAdapter.java	Responsable de carregar la galeria de pictos (GaleriaPictosActivity), utilitzant els mètodes proporcionats per la classe encarregada de l’accés a dades.

DAO (Accés a Dades)**SacDatabaseHelper.java**

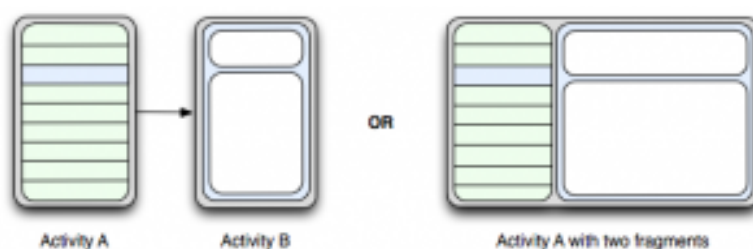
Encarregada de totes les operacions que comprenen accés a la base de dades. La resta de classes utilitzen aquesta per a qualsevol operació sobre la base de dades. Inclou la classe privada **SacOpenHelper**, que proporciona la connexió amb la base de dades, i que s’encarrega de la creació i/o actualització de la base de dades de l’aplicació.

11.1.5 Utilització de la classe Fragment.

El *Fragment* és un nou component disponible a partir de la versió 3.0 d'Android (HoneyComb), que podria definir-se com una porció de la interfície d'usuari que pot afegir-se o eliminar-se d'una interfície de forma independent a la resta d'elements de l'activitat, i que per descomptat pot ser reutilitzada en altres activitats.

L'objectiu de l'ús de *Fragment* és justament fer més fàcil el desenvolupament per a apps que funcionin bé en tablets i cel·lulars.

Això, tot i que en principi pot semblar una mica trivial, ens permetrà poder dividir la nostra interfície en diverses porcions de manera que puguem dissenyar diverses configuracions de pantalla, depenent de la seva mida i orientació, sense haver de duplicar codi en cap moment.



Imatge 34 - Exemple d'ús de Fragments

En el cas d'aquesta aplicació, hem utilitzat el component *Fragment* per a les llistes de pictos i frases, de manera que l'adaptació per a altres dispositius de pantalles més grans en futures versions es pugui realitzar sense necessitat de modificar les classes actuals, si no simplement afegint la classes necessàries que s'estenguin de *Fragment* i layouts específics per a cada tipus de pantalla.

11.1.6 Compatibilitat amb versions anteriors d’Android.

Per mantenir la compatibilitat amb versions anteriors d’Android i que els dispositius amb versions anteriors a la 3.0 puguin accedir a determinades funcionalitats, s’han inclòs en el projecte les llibreries **android support v13** i **android suport v4 (Fragments)**.

11.1.7 Paginació d’elements

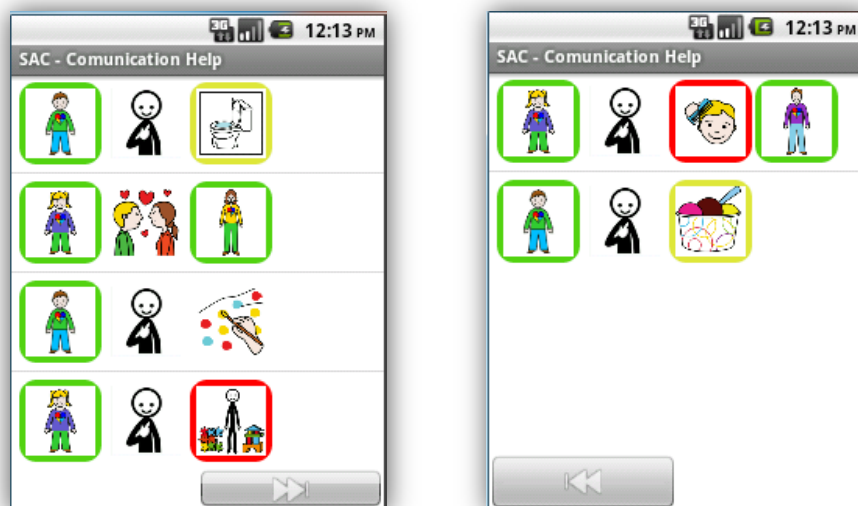
A les pantalles de tipus llista que han de mostrar més elements dels que es poden mostrar d’una sola vegada, s’ha optat per dues estratègies en funció del tipus d’usuari que les utilitzarà.

En les llistes d’aquest tipus corresponents a pantalles de configuració, on es pressuposa un usuari més avançat i amb major capacitat d’aprenentatge, s’ha optat pel desplaçament continu al lliscar el dit per la pantalla tàctil.



Imatge 35 - Llista continua

En les llistes presents en les pantalles que ha d'utilitzar l'usuari final, molt probablement amb menys destresa en l'ús i menor capacitat d'aprenentatge, s'ha optat per un sistema de paginació mitjançant botons de darrere-endavant, mostrant només el nombre d'elements que caben a la pantalla.



Imatge 36 - Paginació amb botons

Per poder realitzar aquesta paginació, necessitem recuperar la informació de la base de dades per blocs, de manera que, si a la pantalla podem mostrar **n** elements d'una vegada, per a la primera pantalla recuperarem els primers **n** elements de la base de dades. En cas que hi ha més de **n** elements en el llistat total, mostrarem el botó de "pàgina endavant".

Si es prem aquest botó, haurem de recuperar els **n** elements següents, (a partir del **n +1**), i així successivament.

Per poder recuperar la informació per blocs, utilitzarem un tipus de consulta que ens permet indicar l'element inicial i el nombre d'elements a recuperar.

L'esquema de la consulta a utilitzar és el següent:

```
SELECT [camps] FROM [taules] WHERE [condicions] LIMIT
[limite] OFFSET [offset]
```

On **límit** indica el nombre d'elements a recuperar i **offset** l'element a partir del qual es recuperen.

```
// devuelve las frases asignadas a un contexto.
public Cursor getFrasesContexto(int limite, int offset, long idContexto){

    String sql = "SELECT F.* FROM " + FRASES_TABLE_NAME + " F ,"
        + FRASES_CONTEXTOS_TABLE_NAME + " CF WHERE F." + FRASES_COLUMN_ID
        + " = CF." + FRASES_CONTEXTOS_COLUMN_FRASE + " AND CF." + FRASES_CONTEXTOS_COLUMN_CONTEXTO
        + " = " + idContexto + " LIMIT " + limite + " OFFSET " + offset;

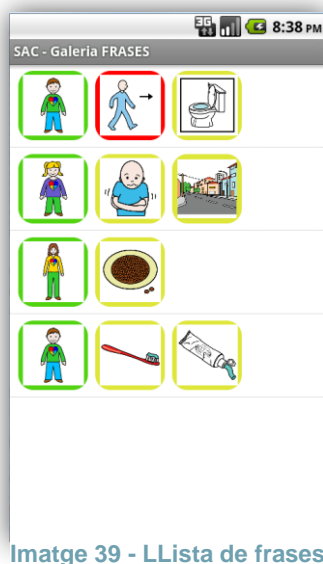
    Cursor c = database.rawQuery(sql, null);
    return c;
}
```

Imatge 37 - Codi Java consulta paginació

11.1.8 Compartició de dades entre activitats

Una situació molt comuna en les aplicacions és que tinguin més d'una finestra, representades en Android per la classe **Activity**, i que la primera finestra necessiti enviar dades a la segona perquè a partir d'aquests procedeixi a efectuar una acció.

Per exemple, en la nostra aplicació tenim una finestra amb la llista de les frases existents i, des d'aquesta, obrim una segona finestra on podem editar una d'aquelles frases. Per a això, hem de passar a la segona finestra (edició) la informació necessària perquè sàpiga quina de les frases volem editar.



La manera de passar informació entre dos objectes **Activity** en Android és utilitzar els "extres" del **Intent** utilitzat en la crida al mètode **startActivity()**.

Els "extres" admeten la inclusió immediata, per dir-ho d'alguna manera, d'informació continguda en tipus bàsics, com sencers, cadenes (String), booleans, etc ... però també arrays de tots aquests tipus i Objectes que implementin la interfície **Parcelable**.

Podem veure a continuació un exemple del codi de l’aplicació, a la classe **PictoListFragment** es crea un “extra” per a passar a la classe **PictoEditActivity** el identificador del picto a editar:

```
// Se selecciona la opción de editar un picto
// Se muestra la pantalla de edición y se le pasa el id del picto a editar.
case R.id.picto_context_edit:
    Intent i = new Intent(getActivity(), PictoEditActivity.class);
    i.putExtra("picto", info.id);
    startActivityForResult(i, Constantes.REQUEST_EDIT_CREATE_PICTO);
    break;
```

Imatge 40 - Creació de l'Extra

```
// recuperamos los datos del picto a editar.
Bundle args = getIntent().getExtras();
if (args != null){
    long pictoId = args.getLong("picto");
    picto = databaseHelper.getPictoById(pictoId);
}
```

Imatge 41 - Recuperació de dades de l'Extra

11.1.9 Àudio en la aplicació.

11.1.9.1 Capacitats d'àudio d'Android.

Les APIs d'Android disposen de facilitats per capturar àudio i vídeo, permetent la seva codificació en diferents formats. La classe **MediaRecorder** ens permetrà de forma senzilla integrar aquesta funcionalitat en la nostra aplicació.

La majoria de dispositius disposen de micròfon per capturar àudio, però aquesta facilitat no ha estat integrada en l'emulador. Per tant, les proves d'aquesta funcionalitat s'han fet en un dispositiu real.

En crear l'objecte **MediaRecorder**, hem de seleccionar alguns aspectes de l'enregistrament com ara el format de l'arxiu d'àudio, el dispositiu utilitzat per recollir el so i la ruta i nom del fitxer d'àudio que generarem.

A continuació podem veure el fragment de codi de la nostra aplicació on es declara i configura l'objecte **MediaRecorder** utilitzat per realitzar els enregistraments de veu.

```
mRecorder = new MediaRecorder();
mRecorder.setAudioSource(MediaRecorder.AudioSource.MIC);
mRecorder.setOutputFormat(MediaRecorder.OutputFormat.THREE_GPP);
mRecorder.setOutputFile(mPathFile + "/" + mFileName);
mRecorder.setAudioEncoder(MediaRecorder.AudioEncoder.AMR_NB);
```

Imatge 42 - Declaració MediaRecorder

S'estableix com a dispositiu de captura d'àudio el micròfon del dispositiu (ja que com hem comentat anteriorment, la majoria de dispositius disposen d'un).

Com a format d'àudio hem triat el **3gpp**. La raó d'escollir aquest format és que, encara que té una mica menys de qualitat de so que altres formats com MPEG4, la diferència en aquest tipus d'enregistraments no és notable i els fitxers ocupen menys espai, el que permet un millor aprofitament de la memòria externa del dispositiu.

La classe **MediaPlayer** s'utilitza per reproduir Àudio i Vídeo d'una forma simple i directa.

Funciona com una màquina d'estats, on l'objecte **MediaPlayer** passarà per diferents estats: inicialitzats els seus recursos (*initialized*), preparant la reproducció (*preparing*), preparat per reproduir (*Prepared*), reproduint (*started*), en pausa (*paused*), aturat (*stopped*), reproducció completada (*playback completed*), finalitzat (*end*) i amb error (*error*). És important conèixer en quin estat es troba donat que molts dels mètodes només poden ser cridats des de certs estats.

```
mPlayer = new MediaPlayer();
mPlayer.setDataSource(locucion);
mPlayer.prepare();
mPlayer.start();
```

Imatge 43 - Reproducció d'àudio

11.1.9.2 Ubicació dels fitxers d'àudio.

En l'aplicació trobem dues ubicacions diferents per als fitxers d'àudio, depenent de si aquests fitxers formen part de la precàrrega de dades de l'aplicació, o si es generen de forma manual durant la utilització de la mateixa.

Fitxers precarregats.

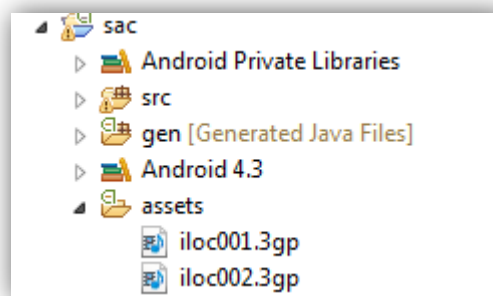
En el cas dels fitxers que formen part de la càrrega inicial, es troben dins de l'estructura del projecte Android, concretament a la carpeta **assets**.

En aquesta carpeta podem incloure fitxers auxiliars necessaris per a l'aplicació (i que s'inclouran en el seu propi paquet), per a ser usats per aquesta en temps d'execució.

A diferència dels recursos inclosos a la carpeta **/res**, per als inclosos en la carpeta **/assets** no generarà un ID a la classe R, de manera que haurem de accedir-hi per la seva ruta com a qualsevol altre fitxer del sistema.

Utilitzem el directori **/assets** en lloc de **/res/raw** perquè és molt més flexible i permet emmagatzemar tipus d'arxius que no poden ser inclosos en la carpeta **res** i per tant no es poden incloure en la seva carpeta filla **raw**, el que permet que certes operacions siguin més fàcils

En les imatges que tenim a continuació podem veure la localització dels fitxers a la carpeta **assets** i el codi necessari per accedir a aquests fitxers.



Imatge 44 - Carpeta Assets

```
AssetFileDescriptor afd = getAssets().openFd(picto.getLocucion());  
FileDescriptor fd = afd.getFileDescriptor();  
mPlayer.setDataSource(fd, afd.getStartOffset(), afd.getLength());
```

Imatge 45 - Codi d'accés a la carpeta assets

Aquesta carpeta forma part de la instal·lació de l'aplicació, de manera que no és accessible pels usuaris del dispositiu.

Fitxers generats.

L'aplicació genera uns fitxers d'àudio com a resultat de les locucions que es poden gravar per les frases i per als pictos que expressen sentiments.

Per tenir aquests fitxers en una ubicació controlada, utilitzem el mètode ***getExternalFilesDir()*** de l'API d'Android, que ens proporciona una ruta a la memòria externa del dispositiu exclusiva per a cada aplicació.

A més, aquesta forma d'ubicar els fitxers ens afegeix l'avantatge que, en desinstal·lar l'aplicació, els fitxers generats s'eliminen, de manera que, quan ja no vulguem tornar a utilitzar-la, no quedin fitxers inútils ocupant espai en la nostra memòria externa.

Per poder generar aquests fitxers, l'aplicació ha de sol·licitar els permisos pertinents al sistema Android, que són:

- **RECORD AUDIO**: ens permet utilitzar el maquinari multimèdia del dispositiu per a la captura d'àudio.
- **WRITE EXTERNAL STORAGE**: ens permet escriure a la memòria externa del dispositiu.

Aquests permisos queden reflectits en el fitxer ***AndroidManifest.xml***.

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

Imatge 46 - Permisos al Android Manifest

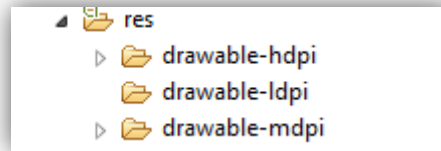
11.1.10 Recursos d'imatge.

L'aplicació fa ús de recursos d'imatge per a la generació dels pictos. A continuació veurem com maneja Android les imatges i on són emmagatzemades les imatges que utilitza la nostra aplicació.

11.1.10.1 Suport d'imatges en Android.

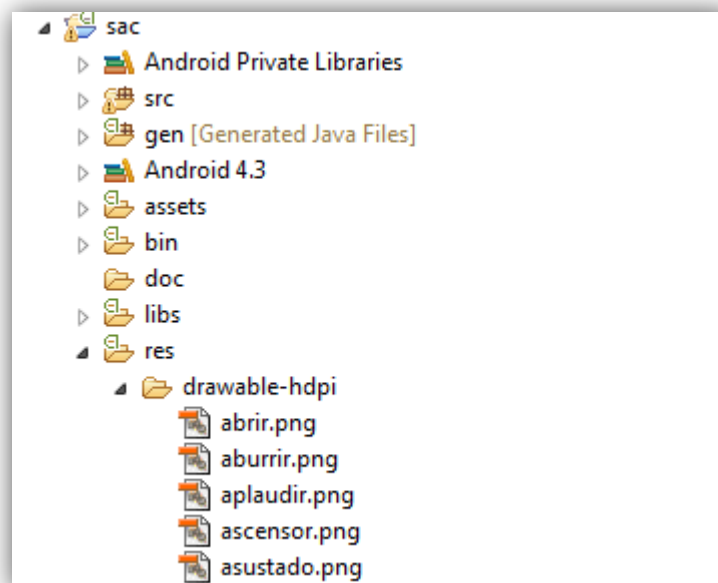
Android suporta imatges en format PNG, JPEG i GIF, tot i que aquest últim és un format que poques vegades s'utilitza. Per contra, l'ús de PNG és el més recomanat per treballar amb imatges. D'aquesta manera, pots utilitzar les imatges que necessitis en les teves aplicacions utilitzant la paraula *drawable* per referenciar-los des dels teus arxius XML o des del codi Java.

Només cal col·locar les imatges en el directori **res/drawable** i amb això les podrem referenciar com un recurs. A primera vista pot confondre una mica el fet que hi hagi els directoris **drawable-hdpi**, **drawable-ldpi** i **drawable-MDPI**.



Imatge 47 - Carpetas Drawable

Això es deu al fet que Android no corre en un sol dispositiu, sinó que corre en infinitat de dispositius de diferents fabricants i amb diferents mides de pantalla. Si bé resulta senzill crear els nostres layouts flexibles perquè s'adaptin a qualsevol mida de pantalla, això es fa una mica diferent amb les imatges que es mostraran com a icones i altres elements de la interfície. Aquesta divisió es fa perquè Android triï entre els recursos que segons la resolució del dispositiu siguin els millors per conservar el “*look and feel*” de les aplicacions.



Imatge 48 - Carpeta drawable

Tenint això clar, per referenciar una imatge des d'un arxiu de layout en XML utilitzem el format **@drawable/[nombreDelArchivo]**. El nom del fitxer no inclou l'extensió de la imatge ja que això et generarà errors en temps de compilació. Així també, el format pels noms només ha d'incloure lletres minúscules i números.

```
<ImageView
    android:id="@+id/picto_edit_borde"
    android:layout_width="90dp"
    android:layout_height="90dp"
    android:background="@drawable/borde_picto"
    android:padding="5dp"
    android:src="@drawable/fondo_blanco"
    android:layout_gravity="center"/>
```

Imatge 49 - Exemple referència a drawable

Aquesta solució és la que s'ha emprat per a les imatges precarregades en l'aplicació, i que són utilitzades per generar la galeria inicial d'pictos i frases disponible amb la instal·lació de l'aplicació.

Igual que els fitxers d'àudio de la carpeta **assets**, es tracta d'arxius d'imatge que estan ubicats en una de les carpetes de l'estructura de l'aplicació, i no són accessibles directament per l'usuari del dispositiu, si no solament mitjançant l'aplicació.

11.1.10.2 Accés a la galeria d'imatges d'Android.

L'aplicació permet utilitzar qualsevol imatge disponible a la galeria d'Android per crear o personalitzar els nostres propis pictos.

La Galeria realitza un recull de totes les imatges que tenim a les memòries del dispositiu (tant interna com externa), fins i tot es pot sincronitzar amb emmagatzematges d'imatge en el núvol com PICASA.

Per tant, podem utilitzar per als nostres pictos qualsevol fotografia que hàgim realitzat amb la càmera del dispositiu, captures de pantalla, imatges rebudes per Whatsapp, descarregades d'internet, etc.

Per accedir a la galeria d'imatges des de la pantalla d'edició dels pictos per utilitzar una de les imatges del dispositiu, generem un **Intent** de la mateixa manera que ho fem quan des d'una pantalla de l'aplicació volem cridar a una altra, però en lloc d'indicar el nom de la classe de la activity corresponent, indiquem un URI per defecte que permet accedir a la galeria Android.

```
Intent intent = new Intent(Intent.ACTION_PICK, android.provider.MediaStore.Images.Media.INTERNAL_CONTENT_URI);
startActivityForResult(intent, Constantes.REQUEST_SELECT_FRASE_IMAGE_1);
```

Imatge 50- Crida a la Galeria

La crida a la Galeria es realitza utilitzant el mètode **startActivityForResult()**, ja que esperem que ens torni informació (en aquest cas, la imatge seleccionada).

11.1.10.3 Problemes de memòria en temps d'execució.

Les aplicacions d'Android tenen una mida de memòria màxim (depenent del terminal), i la càrrega de les imatges sense tenir en compte la seva grandària pot arribar a produir un error en el límit de memòria.

Per exemple una imatge de 1920 × 1080 té 2.073.600 píxels, depenent de la codificació, amb uns 4 bits per píxel ocuparia uns 8 Mb de memòria. Dues imatges d'aquesta mida i ja tindrem un error.

Així com les imatges precarregades en l'aplicació s'han generat amb la mida mínima imprescindible per poder mostrar-les en pantalla amb la qualitat necessària, no coneixem la mida de les imatges de la galeria Android que podem utilitzar (per exemple, les imatges captades amb la càmera del dispositiu solen ser bastant grans), pel que al utilitzar diverses imatges de la galeria provocarem un error en el límit de memòria.

```
private Bitmap resizeImage(Bitmap BitmapOrg, int w, int h) {  
  
    // cargamos la imagen de origen  
    int width = BitmapOrg.getWidth();  
    int height = BitmapOrg.getHeight();  
    int newWidth = w;  
    int newHeight = h;  
  
    // calculamos el escalado de la imagen destino  
    float scaleWidth = ((float) newWidth) / width;  
    float scaleHeight = ((float) newHeight) / height;  
  
    // para poder manipular la imagen debemos crear una matriz  
    Matrix matrix = new Matrix();  
    // resize the Bitmap  
    matrix.postScale(scaleWidth, scaleHeight);  
  
    // volvemos a crear la imagen con los nuevos valores  
    Bitmap resizedBitmap = Bitmap.createBitmap(BitmapOrg, 0, 0,  
                                                width, height, matrix, true);  
  
    // devolvemos la imagen reescalada  
    return resizedBitmap;  
}
```

Imatge 51 - Mètode de reescalat

Per evitar aquests errors, sotmetem les imatges que carreguem des de la galeria del dispositiu a un procés de reescalat, de manera que reduïm la mida a l'estrictament necessària per mostrar-les en pantalla, fent-les més manejables i evitant així els problemes de memòria.

Així, en el moment de carregar en un control una imatge procedent de la galeria, el que carregarem serà la imatge resultat del procés de reescalat.

```
is = getContentResolver().openInputStream(selectedImage);
picto.setImage(getImageId(selectedImage));
BufferedInputStream bis = new BufferedInputStream(is);
Bitmap bitmap = resizeImage(BitmapFactory.decodeStream(bis), 70, 70);
ImageView iv = (ImageView)findViewById(R.id.image_picto);
iv.setImageBitmap(bitmap);
```

Imatge 52 - Crida al reescalat

12 Funcionament de l’aplicació.

A continuació mostrarem un petit manual de funcionament de l'aplicació, comentant les funcions principals mitjançant captures de pantalla.

Les captures corresponen a un terminal Samsung Galaxy Mini amb Android versió 2.3.6.

En les descripcions anomenarem **Usuari Final** a l'usuari amb problemes de comunicació que farà servir l'aplicació per al seu aprenentatge en habilitats comunicatives, i **Usuari Configurador** l'usuari (professional o familiar) que realitzarà la configuració personalitzada de l'aplicació.

12.1 Inici de l’aplicació.

En iniciar l'aplicació se'ns mostra una pantalla de Splash que ens mostra el logotip i nom de l'aplicació.

La durada d'aquesta pantalla de Splash s'utilitza també perquè l'aplicació realitzi la càrrega de dades inicials necessària.



Imatge 54 - Func. - Splash



Imatge 53 - Func. - Inici

Després de la pantalla de splash, apareix directament la pantalla principal de l'aplicació. Aquesta pantalla és la que ofereix la funcionalitat per l'usuari final, és a dir, aquell amb els problemes de comunicació, de manera que es tracta d'una pantalla amb una interfície extremadament simple.

A continuació passem a descriure els seus components.

Els tres botons amb fons blau representen els tres contextos comunicatius previstos en aquesta aplicació (CASA, ESCOLA, CARRER).



Imatge 55 - Func. - Botons pantalla principal

El botó amb fons groc representa la galeria d'imatges (pictos) que s'utilitzen per expressar un estat emocional.

Gràcies a la càrrega inicial d'imatges (pictos) i construccions que incorpora l'aplicació, podem comprovar el funcionament de la mateixa amb exemples reals sense necessitat de realitzar cap configuració prèvia.

12.2 Accions de l'usuari final.

Les accions de l'usuari final es redueixen a la selecció de construccions dins d'algun dels contextos o d'imatges que expressin el seu estat emocional.

12.2.1 Selecció de frases.

Per seleccionar una construcció o frase, cal seleccionar, fent clic sobre el botó corresponent, un dels contextos comunicatius. En seleccionar qualsevol dels tres contextos, se'ns mostrarà una llista de les construccions assignades a aquest context.

Les frases assignades al context apareixeran paginades de 4 en 4 elements, podent utilitzar els botons de desplaçament que apareixen a la part inferior de la pantalla per moure'ns per la llista

L'usuari final seleccionarà una de les construccions per expressar allò que desitja. La selecció de la frase es realitza fent clic sobre qualsevol punt de la construcció.



Imatge 56 - Func. - Paginació de frases

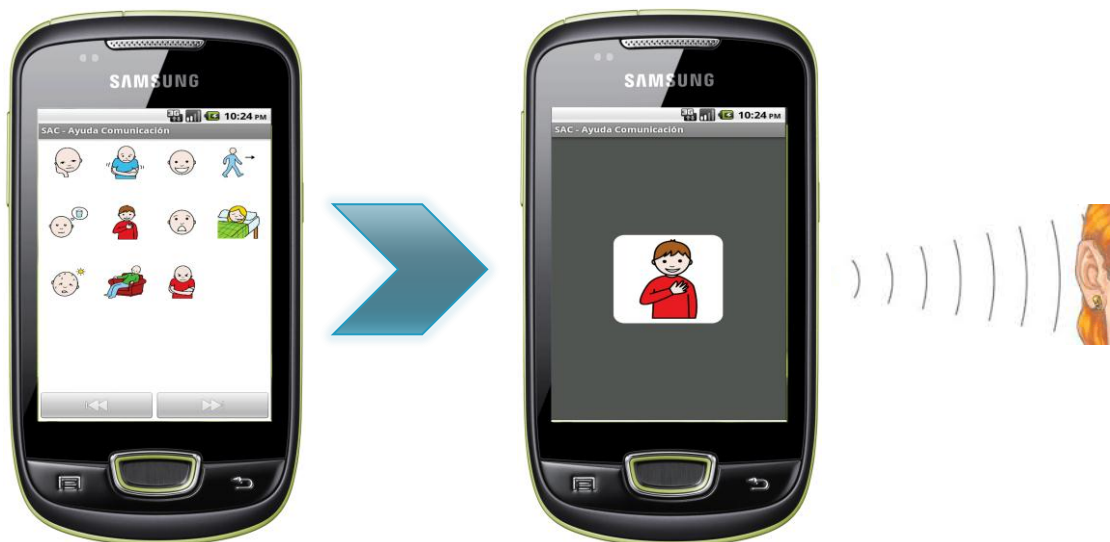
En prémer sobre la frase, l'aplicació la presenta en pantalla de forma individual. Si a més aquesta frase té assignada una locució, l'aplicació la reproduïx en aquest mateix moment.



Imatge 57 - Func. - Mostrar Frase

12.2.2 Selecció d’estats emocionals.

La selecció d'estats emocionals funciona de manera anàloga. L'usuari final seleccionarà el botó de fons groc i se li presentarà un llistat, paginat de la mateixa manera que les frases, amb els pictos disponibles que representen estats emocionals.



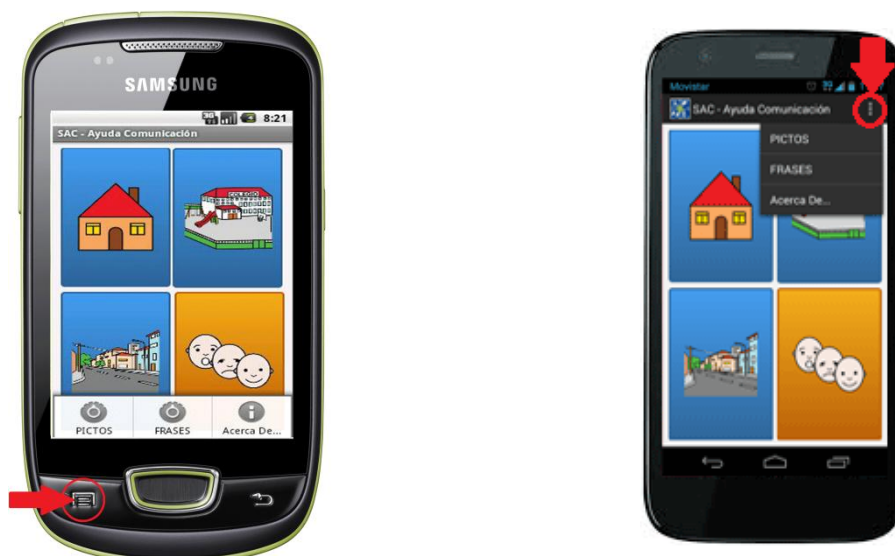
Imatge 58 - Func. - Selecció d'estats emocionals

En seleccionar una de les imatges, l'aplicació ens la presenta de forma individual. En cas que tingui assignada una locució de veu natural, la reproduirà a la vegada.

12.3 Accions de l'usuari configurador.

L'usuari configurador s'encarregarà de personalitzar l'aplicació adaptant-la a les necessitats de l'usuari final. Aquesta configuració personalitzada la podrà realitzar modificant els pictos i frases ja existents en l'aplicació o generant de nous.

Per accedir a la configuració cal utilitzar el botó de menú del dispositiu des de la pantalla inicial. En versions posteriors d'Android i en dispositius sense botons hardware, el botó de menú apareix integrat a la pantalla en lloc de ser un botó físic del dispositiu, a mode indicatiu, presentem captures corresponents a la versió 2.3.6 i a la versió 4.2.2 en un dispositiu model Motorola Moto G sense botons hardware.



Imatge 59 - Func. - Menu segons versió

12.3.1 Configuració de pictos.

Per realitzar la configuració i personalització dels pictos que utilitzarem per generar les frases, seleccionarem l'opció de menú "Pictos".

En seleccionar aquesta opció de menú, se'ns presenta una llista amb tots els pictos existents a la base de dades de l'aplicació, amb la imatge associada, el marc de color segons la categoria i el text descriptiu. Ens podem desplaçar per aquesta llista lliscant el dit verticalment per la pantalla.

A partir d'aquesta llista, accedirem a les tres operacions bàsiques que podem realitzar sobre qualsevol dels pictos llistats, és a dir, editar, afegir o eliminar.



Imatge 60 - Func. - Menu Pictos



Imatge 61 - Func. - Lista de Pictos

12.3.1.1 Afegir un picto.

Per afegir un picto, hem d'accedir al menú de la llista de pictos. Tal com hem vist a la pantalla principal, ho farem mitjançant el botó de maquinari del dispositiu o mitjançant l'opció de menú de la pantalla.

Aquest menú ens oferirà l'opció d'afegir un picto a la llista. En seleccionar aquesta opció, l'aplicació ens mostrarà la pantalla d'edició de pictos amb una fitxa de picto buida.

Anem a veure una descripció dels elements d'aquesta pantalla d'edició/creació de pictos i com manejar-los.



Imatge 62 - Func. - Menu Afegir Picto

Imatge 63 - Func. - Creació Picto (1)



Imatge (1): Fent clic sobre aquest control, l'aplicació ens portarà a la galeria d'imatges del dispositiu, on podrem seleccionar qualsevol de les imatges que hi estan disponibles.

Seleccionant qualsevol de les imatges de la galeria, s'assignarà aquesta imatge per al picto i es mostrarà en el control d'imatge. És obligatori seleccionar una imatge per al picto.

Nom (2): Es tracta d'un control de tipus caixa de text on podem escriure una descripció en text lliure per al picto. En prémer el control, es desplegarà el teclat software del dispositiu per introduir el text. És obligatori introduir un text descriptiu.

Categoria (3): Es tracta d'una llista desplegable que ens ofereix 4 valors possibles (Objecte, Subjecte, Verb i Sense Assignar). Per defecte es mostra aquesta última, i podem seleccionar qualsevol d'elles. En funció de la categoria que seleccionem, s'acolorirà el marc del quadre d'imatge segons convenció d'estàndards pedagògics (Objecte = groc, Subjecte = verd, verb = vermell).

Emoció (4): Aquest control és un check que indica si el picto serà utilitzat per l'usuari final per expressar un estat emocional. En cas de marcar-ho, s'activen els controls necessaris per gravar una locució amb la nostra pròpia veu.



Imatge 64 - Func. - Creació Picto (2)

Per registrar una locució, premerem sobre el botó GRAVAR (vermell) i parlarem al micròfon del dispositiu. En acabar, premerem el botó PARAR (blau, es tracta del mateix botó que canvia d'estat).

Per comprovar la gravació premerem el botó REPRODUIR (verd). Aquest enregistrament la podem repetir totes les vegades que vulguem.

Un cop hem completat tota la informació, podem prémer el botó GUARDAR (negre), per emmagatzemar els canvis a la base de dades.

Si ens hem deixat algun camp obligatori (nom o imatge) sense emplenar, l'aplicació ens mostrarà un missatge d'advertència i no ens deixarà continuar.

12.3.1.2 Editar un picto.

Per editar un picto, partirem de la llista general. Localitzem el picto que volem editar i el mantindrem premut uns segons fins que aparegui el menú de context (veure imatge).

Aquest menú ens oferirà dues opcions: editar i esborrar. Seleccionarem l'opció editar i l'aplicació ens mostrarà la pantalla amb la fitxa del picto i les dades actuals del mateix. Podem modificar qualsevol d'aquestes dades tal com s'ha descrit en l'apartat anterior.



Imatge 65 - Func. - Menu Contextual Picto

12.3.1.3 Eliminar un picto.



Imatge 66 - Func. - Confirma esborrat picto

Per suprimir un picto, partirem de la llista general de pictos i accedirem al menú contextual de l'picto que volem eliminar tal com s'ha indicat en l'apartat anterior.

En aquest menú contextual seleccionarem l'opció ESBORRAR.

En seleccionar aquesta opció, l'aplicació ens mostra un missatge de confirmació, perquè assegurem que volem eliminar aquest picto de la base de dades.

Si confirmem l'eliminació, el picto s'esborrarà de la base de dades i

deixarà d'estar disponible, excepte en el cas que el picto formi part d'alguna de les construccions generades en l'aplicació, en aquest cas apareixerà un missatge d'advertència indicant que no es pot realitzar l'esborrat.

12.3.2 Configuració de frases.

Per realitzar la configuració i personalització de frases, seleccionarem l'opció de menú "Frases".

En seleccionar aquesta opció de menú, se'ns presenta una llista amb totes les frases existents a la base de dades de l'aplicació, amb les imatges dels pictos associats. Ens podem desplaçar per aquesta llista lliscant el dit verticalment per la pantalla.

A partir d'aquesta llista, accedirem a les tres operacions bàsiques que podem realitzar sobre qualsevol de les frases, és a dir, editar, afegir o eliminar.



Imatge 67 - Func. - Menu Frases

12.3.2.1 Afegir una frase.

Imatge 68 - Func. - Menu afegir frase



Per afegir una frase, hem d'accedir al menú de la llista de frases. Tal com hem vist a la pantalla principal, ho farem mitjançant el botó de maquinari del dispositiu o mitjançant l'opció de menú de la pantalla.

Aquest menú ens oferirà l'opció d'afegir una frase a la llista. En seleccionar aquesta opció, l'aplicació ens mostrarà la pantalla d'edició de frases amb una fitxa de frase buida.

Anem a veure una descripció dels elements d'aquesta pantalla d'edició/creació de frases i com manejar-los.

Imatges (1 a 4): En aquests controls podem carregar els pictos que conformaran la construcció. Prement sobre qualsevol d'ells, l'aplicació ens mostrarà la galeria de pictos existents a la base de dades, organitzats per categories, perquè seleccionem aquell que necessitem (veure imatge 70). És obligatori seleccionar al menys una imatge.

Contextos (5 a 7): Es tracta de controls de tipus Check amb els que assignarem la frase als contextos adients. Com a mínim hem de seleccionar un, però podem seleccionar els



Imatge 69 - Func. - Edicio frase

tres si cal.

Imatge 70 - Func. - Galeria de pictos.



Grabació de la locució (8): Totes les frases són susceptibles de tenir assignada una locució amb veu natural. Per gravar una locució, utilitzarem els controls d'aquest apartat seguint les mateixes instruccions que s'han comentat anteriorment per als pictos que expressen estats emocionals.

Un cop hem completat tota la informació, podem prémer el botó GUARDAR (negre), per emmagatzemar els canvis a la base de dades.

Si ens hem deixat algun camp obligatori (imatge o context) sense emplenar, l'aplicació ens mostrarà un missatge d'advertència i no ens deixarà continuar.

12.3.2.2 Editar una frase.

Per editar una frase, partirem de la llista general. Localitzem la frase que volem editar i la mantindrem premuda uns segons fins que aparegui el menú de context (veure imatge).

Aquest menú ens oferirà dues opcions: editar i esborrar. Seleccionarem l'opció editar i l'aplicació ens mostrarà la pantalla amb la fitxa de la frase i les seues dades actuals. Podem modificar qualsevol d'aquestes dades tal com s'ha descrit en l'apartat anterior.



Imatge 71 - Func. - Menu Contextual Frase

12.3.2.3 Eliminar una frase.

Per suprimir una frase, partirem de la llista general de frases i accedirem al menú contextual de l'picto que volem eliminar tal com s'ha indicat en l'apartat anterior.

En aquest menú contextual seleccionarem l'opció ESBORRAR.

En seleccionar aquesta opció, l'aplicació ens mostra un missatge de confirmació, perquè assegurem que volem eliminar aquesta frase de la base de dades.

13 Conclusions

Una vegada conclòs el projecte, estem en disposició d'analitzar el procés i extreure les següents conclusions:

13.1 Gestió del projecte.

La gestió del projecte ha estat una experiència enriquidora alhora que laboriosa. El cronograma inicial ha suposat un ajut inestimable per tenir la certesa que el projecte anava pel bon camí i que estaria acabat en els terminis estimats.

De fet, gràcies a que el desenvolupament del prototip es va realitzar utilitzant l'entorn de programació real i es va poder reutilitzar molt d'aquest desenvolupament per a la implementació final, vam poder obtenir avenços sobre les dates previstes, de manera que es va haver més temps per treballar alguns detalls .

També hem pogut comprovar que els projectes d'aquest tipus són elements vius i que, malgrat tot el treball de planificació previ, per diferents circumstàncies sempre apareixen variacions més o menys importants sobre el pla inicial.

Així, i com a resultat de les reunions que periòdicament s'han establert amb els experts en logopèdia i pedagogia per revisar l'avanç del projecte, s'han rectificat i / o afegit algunes de les funcionalitats inicialment previstes.

S'ha aconseguit l'objectiu principal que era obtenir una aplicació senzilla d'utilitzar però fàcilment personalitzable per a cada usuari i capaç d'executar-se en terminals de tipus Smartphone de mida petita.

13.2 Valoració Personal.

En el pla personal, la realització d'aquest projecte ha estat una experiència totalment enriquidora i satisfactòria, no només pel que fa al llenguatge i entorn de programació, ja que sí que tinc una mica d'experiència en programació Java, encara que no per a plataformes mòbils , sinó pel fet d'haver pogut dur a terme la gestió d'un projecte complet per mi mateix.

Ha estat de molta ajuda tant l'entorn de programació preparat per l'equip de desenvolupament d'Android, que facilita enormement la feina, com la quantitat de documentació i informació que es pot trobar a la web.

Aquesta experiència m'ha obert un camp en el que estic decidit a aprofundir, ja que les aplicacions per a terminals mòbils formaran bona part (ja hi formen) del present i futur de la programació.

13.3 Millors i versions futures.

Queda clar que la limitació en el temps per a la realització del projecte, així com el fet que es tracta d'una tecnologia nova per a mi com a desenvolupador, ha provocat que s'intentés simplificar l'aplicació en alguns aspectes, deixant de banda funcionalitats que, encara que podrien ser molt útils, augmentaven massa la complexitat del projecte, i per tant el temps necessari per al seu desenvolupament.

Algunes funcionalitats que podrien implementar-se en versions futures són:

- Addició i personalització de contextos: en aquest projecte s'ha treballat amb tres contextos fixos de comunicació, encara que l'ideal hagués estat que l'usuari es pogués definir els seus propis contextos.
- Establiment de preferències per alguns aspectes del funcionament de l'aplicació: nombre de pictos o frases per pantalla, idioma per defecte, activació o desactivació de les locucions, etc.
- Augment del nombre d'imatges en les frases: queda pendent per a versions futures el poder construir frases amb seqüències de més de 4 imatges.
- Control de la sintaxi: Es pot establir un control de la sintaxi en la construcció de frases, en funció de la categoria del picto utilitzat.
- Introducció de plantilles de rutina: Queda pendent per a versions futures la incorporació de plantilles de rutina (per exemple rutina al bany, rutina en aixecar-se, rutina en una festa d'aniversari, ...).
- **Adaptació a altres mides de pantalla i orientacions:** En el projecte actual ens hem centrat en l'objectiu principal que era fer que l'aplicació funcionés correctament en les pantalles de mida petita. Encara que pot funcionar en la resta de dispositius Android, es podria optimitzar la interfície gràfica per a pantalles de mides més gran i amb orientacions diferents a la vertical.

14 Fonts d'informació.

Els documents que se citen a continuació han estat consultats durant tota la durada del projecte (i fins i tot abans del seu començament).

14.1 Bibliografia

- Simon, Jonathan. (2011). **Head First Android Development**. O'Reilly Media Inc.
- Burton, Michael; Felker, Donn. (2012). **Android Application Development for Dummies, 2nd Edition**. John Wiley & Sons, Inc.

- Lee, Wei-Meng. (2012). **Beginning Android 4 Application Development**. John Wiley & Sons, Inc.
- Komatineni, Satya; MacLean Dave. (2012). **Pro Android 14**. APRESS.

14.2 Formació OnLine.

- *Gómez, Salvador. Curs Online Programació Android impartit per Salvador Gómez.* [en línia]. http://www.sgoliver.net/blog/?page_id=3011 Curs online de programació impartit per Salvador Gómez que repassa els conceptes de la programació Android.
- *Universitat Politècnica de València. Curso Android Básico.* [en línia]. <http://www.androidcurso.com/index.php/curso-android-basico/tutoriales-android-basico>.

14.3 Recursos Android OnLine.

- *Maestros del web.* [en línia]. <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/curso-android/>. Tutoria bàsic programació Android.
- *Daniel Medina.* [en línia]. <http://danielme.com/category/android/>. Articles sobre programació Android.
- *Android Ya.* [en línia]. <http://www.javaya.com.ar/androidya/>. Articles sobre programació Android.
- *Antonio Leiva. Lime Creative Labs.* [en línia]. <http://www.limecreativelabs.com/curso-gratuito-de-desarrollo-para-android/>. Tutorial Programació Android.
- *Stackoverflow.* [en línia]. <http://stackoverflow.com/>. Preguntes i respostes sobre programació Android.
- *Android Snippets.* [en línia]. <http://www.androidsnippets.com/>. Articles sobre programació Android.