



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER
MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

TipTopTalk!

Aplicación móvil para la mejora de pronunciación multilingüe mediante
pares mínimos y *gamificación*

Autor

Cristian Tejedor García

Tutores

David Escudero Mancebo

César González Ferreras



UVa

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
Valladolid, abril de 2016

*A mis padres y mi hermano,
porque siempre han estado, están y estarán ahí...*

Agradecimientos

Además de los resultados obtenidos (y por obtener) hasta la fecha, tras más de un año con el proyecto, este trabajo me ha ayudado a sintetizar todos los conocimientos adquiridos durante mis años de estudio y a ponerlos en práctica, adquiriendo nuevas habilidades que no se logran solamente con la teoría, si no en la práctica. Destaco, por encima de todo, la multidisciplinariedad del mismo. Para ello ha sido indispensable la inestimable ayuda y apoyo de muchas personas, las que intentaré nombrar en su totalidad a continuación.

El presente TFM ha sido realizado en el grupo de investigación ECA-SIMM del Departamento de Informática de la Escuela de Ingeniería Informática de la Universidad de Valladolid. La Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (proyecto SAMPLE VA145U14) y el Ministerio de Economía y Competitividad (proyecto TIN2014-59852-R) han financiado parcialmente la investigación realizada.

En primer lugar, me gustaría agradecer a David Escudero. Ha sido un excelente tutor y mejor persona, aportando su apoyo, ideas y conocimientos siempre que era necesario. Uno de los responsables del inicio y continuación de este proyecto. Sin su participación no hubiera sido posible llevarlo a cabo.

También me gustaría dar las gracias a César González, que al igual que David, ha ayudado a que este proyecto saliera adelante con éxito. Su inestimable ayuda y consejos en las diferentes revisiones y pruebas del sistema han sido esenciales.

Asimismo agradecer a Valentín Cardeñoso, por apoyar siempre que podía en el proyecto y su esfuerzo dedicado. Una gran persona con la que trabajar, sin duda. Fue una enorme y enriquecedora experiencia nuestra travesía en tierras germanas.

A Enrique Cámara, un profesional de los de los pies a la cabeza. Su experto dominio del inglés nos ha ayudado en integrar dicho idioma en el sistema. Además nos ha proporcionado alumnos voluntarios para realizar las pruebas. Sin duda una gran incorporación al grupo de trabajo.

A Junming Yao, una excelente y trabajadora persona que nos ha ayudado con el sistema en chino simplificado. Un trabajo eficaz y muy prometedor, del que ambas partes salimos muy beneficiados. También proporcionó voluntarios para las pruebas del sistema.

A mis compañeros de laboratorio, Mario Corrales y Diego Cubero, que me han otorgado las fuerzas necesarias para llevar a cabo el proyecto y siempre que surgía algún problema estaban allí para ayudar desinteresadamente. Han sido muchas las anécdotas vividas y destaco la gran humildad que les caracteriza.

A todos los voluntarios de las pruebas del primer y segundo prototipos, en especial a Víctor Rodríguez, Antonio San Miguel, Álvaro Martínez, Lorena Carbajo, Ismael Taboada, Silvia Rodríguez, Daniel Roda, Borja Cerezo, Isidro Femenía, Tomás Gómez y Viktoriya Dimova por su gran implicación.

A todos los colaboradores actuales del proyecto, como Andreia Schurt, Anabela Rato, Amaia Olmo, Camilo Urón, Andrea Cesco, Cristina Oliveira y Cristiane Silva.

A todo el equipo de organización del Premio Prometeo 2015 por facilitar el registro de propiedad intelectual de la aplicación móvil desarrollada; además de los *workshops* y las tutorías/*mentoring* ofrecidos acerca de la posible explotación comercial del proyecto.

A la Escuela de Idiomas de la Universidad de Valladolid y a la Fundación General Universidad de Valladolid, por poder realizar parte de las pruebas en sus instalaciones y contar con su apoyo para contactar con alumnos voluntarios para las mismas.

A Javier Alonso, Yania Crespo y Carmen Rada, por todo lo que me han enseñado desde que les conocí.

Por último, querría agradecer a la comunidad que hay detrás de *Stack Overflow* por la ayuda que siempre proveen en soluciones a problemas de programación en cualquier lenguaje.

Resumen

En la actualidad cada vez es mayor el uso de sistemas automáticos de entrenamiento de la pronunciación o CAPT (*Computer-Assisted Pronunciation Teaching*) en diversos ámbitos, como la educación o el ocio. Entre las herramientas más utilizadas se encuentran los reconocedores automáticos del habla o ASR (*Automatic Speech Recognition*) y los sintetizadores de voz o TTS (*Text-To-Speech*). Las tecnologías mencionadas han mejorado sustancialmente con el paso de los años, presentando, sin embargo, algunas deficiencias que no las hacen perfectas. Además, existen muchas dificultades en el aprendizaje de idiomas que repercuten en desmotivación, abandono o una gran inversión de tiempo y dinero en clases presenciales. Los mencionados obstáculos motivan la elaboración del presente Trabajo Fin de Máster, TipTopTalk! consistente en un juego serio implementado en una aplicación móvil, que pretende la mejora de la pronunciación de la segunda lengua de las personas, permitiendo una realimentación al usuario personalizada e instantánea. Se sigue una estrategia denominada *Método de la Cardinalidad Nativa*, la cual se divide en tres fases: repetición auditiva de sonidos, sensibilización perceptiva y realización de sonidos. Se fundamenta en una batería de pares mínimos (palabras que solo difieren en un fonema) clasificadas por idioma y dialecto (actualmente: español de España, inglés de USA, chino simplificado, portugués de Portugal y portugués de Brasil). A su vez, se plantea un entorno de *gamificación* y *social gaming* que incentiva la auto-motivación y la mejora continua y constante de la pronunciación. También se lleva a cabo un proceso de *Learning analytics* para recopilar, analizar y presentar datos sobre los usuarios junto a sus interacciones con el sistema, con el objetivo de discernir el método de aprendizaje que se está desarrollando y optimizar la herramienta. Por último, cabe destacar las posibles continuaciones del proyecto como un producto innovador en el mercado de las aplicaciones móviles y/o la investigación en mejora de la realimentación ofrecida al usuario en la mejora de la pronunciación, junto a las herramientas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) empleadas para ello.

Abstract

Nowadays Computer-Assisted Pronunciation Teaching (CAPT) systems are being used ever more for several purposes, such as education or entertainment. The most utilized tools with this technology are Automatic Speech Recognition (ASR) and Text-To-Speech (TTS) systems. They have been improved with the past of the years, however, there are some shortcomings that do not make them perfect. Besides, a lot of difficulties are given in language learning, having repercussions in discouragement, abandonment or a large time and money investment on physical class attendance. These obstacles motivate the present Master's Thesis, TipTopTalk! a serious game based on a mobile application. The aim is to improve pronunciation of L2, giving a real-time and personalized feedback. It is followed the "*Native Cardinality Method*" which has three steps: sounds auditory repetition, perceptual awareness and production of sounds. It is based on a set of minimal pairs (words that differ only in one phoneme) ordered by language and dialect (currently there is a database of different languages: Spanish (Spain), US English, Simplified Chinese, Portuguese from Portugal and Brazilian Portuguese). Moreover, an environment of gamification and social gaming is provided in order to encourage self-motivation and continuous and constant improvement of L2 pronunciation. Furthermore, a learning analytics process is carried out to the data measurement, collection, analysis and reporting about system users to understand and optimise the application. Finally, it should be noted possible continuations of the project. One of them could be as an innovative product in the market for mobile applications. Another one could be improving user feedback in pronunciation training. All of this along with the tools of Information and Communications Technology (ICT) used for this purpose.

Índice general

I	Introducción	1
1.	Introducción	3
1.1.	Motivación	3
1.2.	Objetivos	4
1.3.	Contexto del desarrollo del proyecto	5
1.4.	Metodología	5
1.5.	Estructura de la memoria	6
II	Estado del arte	9
2.	Estado del arte	11
2.1.	Introducción	11
2.2.	Mejora de la pronunciación de segunda lengua	11
2.2.1.	Hipótesis del <i>output</i> comprensible	11
2.2.2.	Pares mínimos	12
2.2.3.	Método de la <i>Cardinalidad Nativa</i>	12
2.3.	Reconocimiento automático de habla	13
2.3.1.	Ejemplo práctico: Google ASR	14
2.4.	Síntesis de voz	15
2.5.	Juegos serios	16
2.6.	<i>Gamificación</i>	17
2.7.	Adaptación al usuario	20
2.7.1.	<i>Learning analytics</i>	20
2.7.2.	Métodos cualitativos	21
2.8.	Interfaces multimodales	23
2.9.	Introducción a la arquitectura de Android	24
III	Proyecto <i>software</i>	27
3.	Planificación	29
3.1.	Introducción	29
3.2.	Visión general del proyecto	29
3.3.	Recursos	29

3.4.	Estimación temporal	30
3.5.	Desviaciones	31
3.6.	Costes del proyecto	33
3.7.	Gestión de riesgos	33
3.8.	Monitorización de riesgos	37
4.	Análisis	39
4.1.	Introducción	39
4.2.	Requisitos	39
4.2.1.	Requisitos funcionales	39
4.2.2.	Requisitos no funcionales	41
4.2.3.	Requisitos de información	45
4.3.	Restricciones	46
4.4.	Modelo de casos de uso	47
4.4.1.	Actores primarios	47
4.4.2.	Actores secundarios	47
4.4.3.	Diagrama de casos de uso	48
4.4.4.	Matriz de requisitos / casos de uso	49
4.4.5.	Especificación de Casos de Uso de Análisis	50
4.5.	Realización de casos de uso de Análisis	60
4.5.1.	Modelo de dominio	60
4.5.2.	Diagramas de actividad	66
5.	Arquitectura y diseño	77
5.1.	Introducción	77
5.2.	Primera aproximación al diseño	77
5.3.	Arquitectura propuesta de los sistemas cliente y servidor	78
5.3.1.	Arquitectura cliente	78
5.3.2.	Arquitectura servidor	80
5.4.	Topología del sistema	81
5.5.	Modelo de datos de las listas de palabras	83
5.6.	Mecánica del sistema	83
5.7.	Recopilación de datos	85
5.7.1.	Introducción	85
5.7.2.	Monitorización de acciones: <i>Learning analytics</i>	85
5.7.3.	Métodos cualitativos	86
IV	Proyecto de investigación	89
6.	Evaluación de prototipos	91
6.1.	Introducción	91
6.2.	Evaluación del primer prototipo	92
6.2.1.	Introducción	92
6.2.2.	Herramienta desarrollada	92
6.2.3.	Usuarios objetivo	94

6.2.4. Pruebas realizadas	95
6.2.5. Resultados	96
6.2.6. Conclusiones	98
6.2.7. <i>Focus group</i>	99
6.3. Evaluación del segundo prototipo	102
6.3.1. Introducción	102
6.3.2. Herramienta desarrollada	102
6.3.3. Usuarios objetivo	109
6.3.4. Pruebas realizadas	109
6.3.5. Resultados	111
6.3.6. Conclusiones	125
V Modelo de negocio básico	127
7. Motivación del modelo de negocio	129
7.1. Introducción	129
7.2. Registro de propiedad intelectual	130
8. Análisis sectorial	131
8.1. Introducción	131
8.2. Propuesta de valor	131
8.3. Análisis de la demanda	132
8.4. Análisis FODA	134
8.5. Posibles socios	136
8.6. Posibles productos competidores y/o sustitutivos	136
9. Plan de <i>marketing</i>	139
9.1. Introducción	139
9.2. Política del producto	139
9.3. Política de precio	139
9.4. Política del distribución	141
9.5. Política del comunicación	141
VI Conclusiones	143
10. Conclusiones y líneas futuras	145
10.1. Conclusiones	145
10.2. Líneas futuras	146
Apéndices	151
A. Glosario	151
B. Acrónimos	153

C. Hitos del proyecto	155
D. Manual de usuario	159
D.1. Introducción	159
D.2. Módulo <i>Training</i>	160
D.2.1. Modo <i>Exposure</i>	160
D.2.2. Modo <i>Discrimination</i>	162
D.2.3. Modo <i>Pronunciation</i>	163
D.3. Módulo <i>Challenge yourself</i>	165
D.3.1. Modo <i>Discrimination</i>	166
D.3.2. Modo <i>Pronunciation</i>	168
D.3.3. Modo <i>Infinite game</i>	169
D.4. Módulo <i>Multiplayer</i>	174
D.4.1. Modo <i>Discrimination</i>	174
D.4.2. Modo <i>Pronunciation</i>	177
D.4.3. Modo <i>Challenge</i>	178
D.5. <i>Rankings</i>	183
D.6. Tienda de compras integradas	185
D.7. Perfil de usuario	186
E. Manual de instalación y despliegue	187
E.1. Introducción	187
E.2. Instalación y despliegue del sistema cliente	187
E.3. Instalación y despliegue del sistema servidor	189
F. Premio Prometeo 2015	191
F.1. Introducción	191
F.2. Entrega inicial	191
F.3. Entrega final	192
F.4. Actividades formativas	192
F.5. Clausura en León	193
F.6. Rueda de prensa final	193
F.7. Repercusión en la prensa	194
G. Diapositivas comerciales	197
H. Cuaderno de bitácora	199
I. Contenido del CD	213
Bibliografía	217

Índice de figuras

1.1.	Diferentes términos relacionados con la palabra juego, extraída de [13]	4
1.2.	Esquema general de la metodología iterativa e incremental, extraída de [21]	6
2.1.	Proceso de reconocimiento del habla	13
2.2.	Arquitectura genérica de un sistema TTS según el estándar ECESS	16
2.3.	Diferencias entre los términos relacionados con juego, extraída de [13]	17
2.4.	Arquitectura por capas de Android, extraída de [54]	24
3.1.	Diagrama de Gantt esperado en el proyecto	32
4.1.	Diagrama de casos de uso	48
4.2.	Modelo de dominio	60
4.3.	Diagrama de actividad del CU01	66
4.4.	Diagrama de actividad del CU02	67
4.5.	Diagrama de actividad del CU03	68
4.6.	Diagrama de actividad del CU04	69
4.7.	Diagrama de actividad del CU05	70
4.8.	Diagrama de actividad del CU06	71
4.9.	Diagrama de actividad del CU07	72
4.10.	Diagrama de actividad del CU08	73
4.11.	Diagrama de actividad del CU09	74
4.12.	Diagrama de actividad del CU10	75
5.1.	Diagrama general de arquitectura del sistema	77
5.2.	Diagrama de paquetes del sistema cliente	79
5.3.	Interacción entre los sistemas cliente y servidor	81
5.4.	Diagrama de despliegue del sistema	82
5.5.	Modelo de datos de TipTopTalk!	83
5.6.	Diagrama de flujo del sistema cliente	84
5.7.	Modelo de recopilación de datos en el <i>logger</i>	87
6.1.	Interfaz gráfica al comienzo de una Ronda (primer prototipo)	93
6.2.	Interfaz gráfica al final de una Ronda (primer prototipo)	94
6.3.	Reunión en el <i>focus group</i>	99
6.4.	Categorización del sistema	102
6.5.	Elección de nivel de dificultad y de Desafío	103

6.6. Modo <i>Exposure</i>	104
6.7. Modo <i>Discrimination</i>	105
6.8. Modo <i>Pronunciation</i>	106
6.9. Modo <i>Infinite Mode</i>	107
6.10. Ejemplo de trofeos de un usuario	108
6.11. Ejemplo de un <i>ranking</i>	109
6.12. Modelado de usuario del segundo prototipo	111
6.13. Clasificación por tamaño de los dispositivos del segundo prototipo	112
6.14. Participantes y Desafíos completados por cada uno en el segundo prototipo	113
6.15. Porcentaje de aciertos en el segundo prototipo	114
6.16. Tiempo medio (ms) por Desafío en el segundo prototipo	115
6.17. Primera pregunta del cuestionario del segundo prototipo	116
6.18. Segunda pregunta del cuestionario del segundo prototipo	116
6.19. Tercera pregunta del cuestionario del segundo prototipo	117
6.20. Cuarta pregunta del cuestionario del segundo prototipo	117
6.21. Quinta pregunta del cuestionario del segundo prototipo	118
6.22. Sexta pregunta del cuestionario del segundo prototipo	118
6.23. Séptima pregunta del cuestionario del segundo prototipo	119
6.24. Octava pregunta del cuestionario del segundo prototipo	119
6.25. Novena pregunta del cuestionario del segundo prototipo	120
6.26. Décima pregunta del cuestionario del segundo prototipo	120
6.27. Undécima pregunta del cuestionario del segundo prototipo	121
6.28. Duodécima pregunta del cuestionario del segundo prototipo	121
6.29. Decimotercera pregunta del cuestionario del segundo prototipo	122
6.30. Decimocuarta pregunta del cuestionario del segundo prototipo	122
6.31. Decimoquinta pregunta del cuestionario del segundo prototipo	123
6.32. Decimosexta pregunta del cuestionario del segundo prototipo	123
8.1. <i>Business Model Canvas</i> del proyecto	132
8.2. Gráfica de la cuota de mercado de dispositivos móviles según el sistema operativo, extraída de [81]	133
8.3. Datos sobre la cuota de mercado de dispositivos móviles según el sistema operativo, extraída de [81]	133
8.4. Aplicaciones similares a este proyecto en Google Play	137
D.1. Menú principal de la aplicación	159
D.2. Modos de entrenamiento y elección de idioma	160
D.3. Modo de entrenamiento 'Exposure'	161
D.4. Modo de entrenamiento 'Discrimination'	162
D.5. Modo de entrenamiento 'Pronunciation'	164
D.6. Gestión de listas de palabras	165
D.7. Opciones de juego en 'Challenge yourself' y elección de idioma	166
D.8. Modo de juego 'Discrimination' en 'Challenge yourself'	167
D.9. Finalización del modo de juego 'Discrimination' en 'Challenge yourself' .	168
D.10. Modo de juego 'Pronunciation' en 'Challenge yourself'	169

D.11.Finalización del modo de juego 'Pronunciation' en 'Challenge yourself' . . .	170
D.12.Modo de juego 'Infinite game' en 'Challenge yourself'	171
D.13.Modo de juego 'Infinite game' en 'Challenge yourself'	173
D.14.Opciones de juego en 'Multiplayer' y elección de idioma	174
D.15.Modo de juego 'Discrimination' en 'Multiplayer'	175
D.16.Finalización del modo de juego 'Discrimination' en 'Multiplayer'	176
D.17.Modo de juego 'Pronunciation' en 'Multiplayer'	177
D.18.Finalización del modo de juego 'Pronunciation' en 'Multiplayer'	179
D.19.Modo de juego 'Challenge' en 'Multiplayer'	180
D.20.Finalización del modo de juego 'Challenge' en 'Multiplayer'	182
D.21.Ejemplo de elección de un <i>ranking</i> de rondas y puntos global	183
D.22.Ejemplo de elección de un <i>ranking</i> de rondas y puntos global	184
D.23.Tienda de compras integradas	185
D.24.Perfil de usuario	186
E.1. Pasos de instalación de la aplicación Android	188
E.2. Creación de una nueva propiedad en Google Analytics	190
E.3. Obtención del ID de seguimiento en Google Analytics	190
F.1. Extracto de la noticia del Norte de Castilla	194
F.2. Extracto de la noticia del DIYCT	194
F.3. Extracto de la noticia de la EII	195
F.4. Extracto de la noticia de la UVa	195
F.5. Extracto de la noticia de Desde Soria	196
F.6. Extracto de la noticia del Diario de Valladolid	196
G.1. Diapositivas comerciales - Parte 1	197
G.2. Diapositivas comerciales - Parte 2	198

Índice de tablas

3.1. Recursos humanos del proyecto	30
3.2. Recursos técnicos del proyecto	30
3.3. Estimación temporal del proyecto	31
3.4. Costes del material del proyecto	33
3.5. Costes del personal del proyecto	33
3.6. Gestión del Riesgo 01	34
3.7. Gestión del Riesgo 02	34
3.8. Gestión del Riesgo 03	35
3.9. Gestión del Riesgo 04	35
3.10. Gestión del Riesgo 05	36
3.11. Gestión del Riesgo 06	36
4.1. Requisitos funcionales del sistema	40
4.2. Requisitos no funcionales del sistema	45
4.3. Requisitos no funcionales de información del sistema	46
4.4. Restricciones del sistema	47
4.5. Matriz de requisitos y casos de uso	49
4.6. Descripción del CU01	50
4.7. Descripción del CU02	51
4.8. Descripción del CU03	52
4.9. Descripción del CU04	53
4.10. Descripción del CU05	54
4.11. Descripción del CU06	55
4.12. Descripción del CU07	56
4.13. Descripción del CU08	57
4.14. Descripción del CU09	58
4.15. Descripción del CU10	59
6.1. Locutores en el primer prototipo, extraída de [73]	95
6.2. Lista de pares mínimos utilizados en el primer prototipo, extraída de [73]	96
6.3. Resultados en el primer prototipo, extraídos de [73]	96
6.4. Palabras no reconocidas por el ASR con más frecuencia en el primer prototipo, extraída de [73]	97
6.5. Resultados del <i>gscore</i> en el primer prototipo, extraída de [73]	97

6.6. Distribución de la palabra correcta de la posición en la lista de candidatos del ASR, extraída de [73]	98
6.7. Utilización del TTS en el primer prototipo, extraída de [73]	98
C.1. Hitos del proyecto	157
F.1. Sesiones formativas del Premio Prometeo 2015	193
H.1. Cuaderno de bitácora del proyecto	211

Parte I

Introducción

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

La tecnología dedicada al habla ha servido como un recurso muy útil en el campo de la enseñanza de segunda lengua (L2) y de la mejora de la pronunciación en los últimos años [1][2][3][4]. El uso de la conversión de texto a voz (*Text-To-Speech* o TTS) permite a las personas estar expuestas al modelo de pronunciación de las palabras de una lengua [5]. Además, los sistemas automáticos de reconocimiento del habla (*Automatic Speech recognition systems* o ASR) diseñados en primera instancia para personas nativas, pueden ayudar a filtrar la inadecuada o no reconocible pronunciación de aquellos no nativos. Estas personas no nativas se enfrentan a dispositivos que utilizan los mencionados ASR, y conscientemente, se esfuerzan por hacerse entender en los mismos [6][7]. La mayoría de sistemas del actual estado del arte utilizan aplicaciones TTS y ASR adaptadas específicamente para hacer frente a la pronunciación de estudiantes de L2. De hecho, gran parte de las mismas han sido diseñadas para confrontar el habla de no nativos. Sin embargo, en la actualidad los sistemas operativos (por ejemplo Android) ofrecen acceso gratuito a sus aplicaciones de TTS y de ASR, de tal forma que puedan ser integradas en aplicaciones de terceros. En el presente Trabajo Fin de Máster se presenta el desarrollo y pruebas de una aplicación para la mejora de la pronunciación utilizando dicha tecnología.

Por otra parte, se pretende adaptar los materiales de enseñanza a las nuevas tecnologías, como los teléfonos móviles y tabletas inteligentes, así como las ventajas que estos dispositivos pueden aportar a la enseñanza y pronunciación de idiomas. Estos son, la portabilidad, la facilidad de uso y el alto grado de motivación que generan en los mismos, ayudando a conseguir las metas marcadas en este proyecto. Además, la emergente irrupción en los últimos años de los mismos, ha favorecido a la expansión de la variedad de servicios tecnológicos a disposición de los usuarios [8]. Actualmente los sistemas para la enseñanza de idiomas, y más concretamente, la mejora de la pronunciación, han tenido una gran aceptación, adaptándose a su vez a la sociedad, ofreciendo cursos *online* [9][10]. Sin embargo, dichos cursos suelen registrar una alta tasa de abandono, sobre todo tras los primeros usos de sus servicios [11]. Es por ello que entra en escena el término *gamificación* (*gamification* en inglés) [12], que pretende paliar este problema, ofreciendo al usuario un sistema que potencie su motivación, esfuerzo, concentración y otros valores positivos comunes a juegos. Se trata de una nueva y poderosa estrategia para influir y motivar a

grupos de personas.

Existe cierta controversia en si hay o no diferencia entre juegos serios y *gamificación* [13]. Mientras que los primeros son aquellos diseñados para otras razones que no sean el entretenimiento (como la educación), la *gamificación*, se define como la aplicación de técnicas de juegos en contextos que, precisamente, no lo son [14]. En la figura 1.1 (tomada de [13]) se presenta una comparativa las distintas palabras relacionadas con el término "juego". Con la misma, se deja claro que no significan lo mismo aunque posean muchas similitudes.

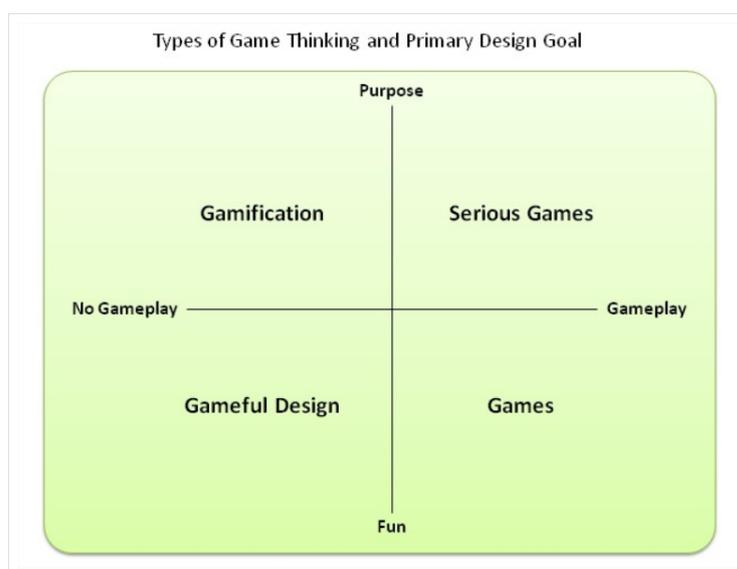


Figura 1.1: Diferentes términos relacionados con la palabra juego, extraída de [13]

Por último, se pretende diseñar una aplicación innovadora hasta la fecha, que combine la tecnología del habla en dispositivos móviles, con técnicas de *gamificación*, y pedagógicas para la mejora de la pronunciación, como el uso de pares mínimos [15] o el *Método de la Cardinalidad Nativa* [16].

En los sucesivos apartados se definen los objetivos generales y específicos del proyecto, la metodología a seguir para el desarrollo del proyecto y la estructura de la memoria.

1.2. Objetivos

El principal objetivo de este proyecto es el desarrollo de una aplicación que consista en un juego serio que permita a las personas que lo utilicen mejorar su pronunciación de lengua extranjera (L2). Dicho objetivo puede dividirse en varios objetivos específicos:

1. Implementar un juego serio acerca de mejora de la pronunciación de segunda lengua en una aplicación móvil.
2. Utilizar tecnología del habla.
3. Diseñar una interfaz sencilla, usable y motivante.

4. Permitir escalar la aplicación en número de idiomas y palabras.
5. Aplicar técnicas de *gamificación* y *social gaming*.
6. Ofrecer una realimentación adaptada al usuario.
7. Recopilar información de la actividad del usuario.
8. Concluir si los usuarios mejoran su pronunciación de L2 a lo largo del tiempo con el uso de la aplicación.
9. Extraer información relevante de los usuarios para poder mejorar la herramienta.

1.3. Contexto del desarrollo del proyecto

El proyecto ha sido realizado en el grupo de investigación reconocido ECA-SIMM [17].

Este proyecto ha sido parcialmente financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (proyecto SAMPLE VA145U14) y el Ministerio de Economía y Competitividad (proyecto TIN2014-59852-R).

Por último, este proyecto ha sido galardonado como primer premio en las Becas Prometeo 2015, enmarcadas en el Plan TCUE 2015-2017, y ha sido seleccionada en el marco de un programa operativo cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y la Junta de Castilla y León. En el capítulo F se entra en detalle sobre este tema.

1.4. Metodología

En primera instancia se podría pensar en el modelo en cascada de la metodología de ingeniería para abordar el proyecto [18], pero sus fijos y sucesivos pasos son incompatibles con la naturaleza del problema a abordar: una aplicación innovadora que se adapte al usuario, de la que apenas hay referencias existentes, sujeta a cambios del equipo de trabajo o requisitos dinámicos [19]. Además se deben tener pequeñas versiones iniciales para ir probando el producto. Por lo tanto, se opta por el modelo iterativo e incremental de la metodología de ingeniería [20].

La metodología elegida trata de producir versiones iniciales o prototipos del producto, de manera periódica. Con ello se obtienen mejoras sucesivas del producto, incrementando la calidad final. En la figura 1.2 se presenta un esquema de los pasos que se siguen en dicha metodología (tomada de [21]).

El *initial planning* se lleva a cabo con los tutores, donde se realiza la planificación inicial, estableciendo los requisitos y pasos a seguir para alcanzar una meta prevista. El siguiente paso es elaborar la propuesta. Una vez validados se realiza el análisis y diseño del prototipo del producto. Después se realiza pruebas con usuarios. Por último se extraen conclusiones de los datos recopilados con su análisis. Todos estos pasos se realizan iterativamente.

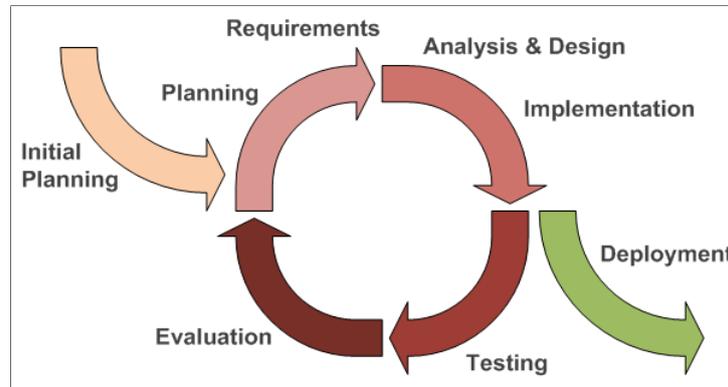


Figura 1.2: Esquema general de la metodología iterativa e incremental, extraída de [21]

1.5. Estructura de la memoria

La estructura de la memoria presentada en este documento posee dos partes diferenciadas. La primera es el conjunto de capítulos con la información más relevante del mismo, y la segunda es el conjunto de anexos que añaden información complementaria. Dicho esquema se detalla a continuación:

Capítulos:

1. **Introducción:** se presenta la motivación del proyecto, se definen los objetivos a lograr, el contexto en el que se enmarca y la metodología a llevar a cabo durante el proyecto.
2. **Marco teórico:** se describe el estado del arte en el que se encuadra el proyecto. En concreto, sobre la tecnología del habla (sistemas de reconocimiento automático del habla, sistemas conversores de texto a voz y sistemas operativos móviles), técnicas de mejora de la pronunciación (pares mínimos y *Método de la Cardinalidad Nativa*), recogida de datos (*learning analytics*) y aspectos de realimentación y adaptación al usuario (interfaces multimodales, *gamificación* y *social gaming*).
3. **Planificación:** se explica el calendario a seguir en el proyecto, en el que se encuentran hitos y reuniones previstas. Además se comentan los riesgos y su implicación.
4. **Análisis:** se definen los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto. También se incluye la descripción y modelado de los casos de uso de la aplicación. Por último se detalla el modelo de dominio del sistema.
5. **Arquitectura y diseño:** se define la estructura *software* del sistema y el diseño tanto de la interfaz visual y las dinámicas del mismo.
6. **Evaluación de prototipos:** se describe el contexto en el que se ha llevado a cabo el proyecto, desde los colaboradores hasta las pruebas del mismo. Además se exponen los resultados obtenidos y las publicaciones logradas.

7. **Motivación al Modelo de Negocio:** se explica el interés por establecer un modelo de negocio y se hace referencia expresa a la participación en el Premio Prometeo 2015.
8. **Análisis sectorial:** se realiza una investigación de mercado en cuanto a la demanda, posibilidades de negocio, fortalezas, posibles socios y la competencia.
9. **Plan de *marketing*:** se plantea un modelo básico de explotación comercial de la aplicación.
10. **Conclusiones:** se detallan los puntos más importantes extraídos del proyecto y las líneas de continuación como trabajo futuro.

Apéndices:

- A **Glosario:** anexo muy importante donde se definen los conceptos específicos y clave de este proyecto.
- B **Acrónimos:** se listan las palabras de las siglas que los componen que está presente en esta memoria.
- C **Hitos del proyecto:** se listan los hitos alcanzados desde el inicio del proyecto.
- D **Manual de usuario:** se presenta una guía de uso para el usuario de la aplicación desarrollada.
- E **Manual de instalación y despliegue:** se describen los requerimientos para poder instalar y lanzar la aplicación del proyecto por parte de los administradores del sistema.
- F **Premio Prometeo:** se detallan todas las actividades vinculadas a la consecución del premio Prometeo 2015 en relación con el proyecto.
- G **Diapositivas comerciales:** se muestran las diapositivas presentadas en el acto de clausura del CEBT Ibérico del Premio Prometeo 2015.
- H **Cuaderno de bitácora:** se expone el trabajo realizado durante todos los días del proyecto.
- I **Contenido del CD:** se presenta una lista jerárquica de los elementos incluidos en el CD de este proyecto.

Parte II

Estado del arte

Capítulo 2

Estado del arte

2.1. Introducción

En el siguiente capítulo se describe el actual estado del arte de la tecnología utilizada en el proyecto y de las técnicas pedagógicas de las diferentes áreas aplicadas en el mismo.

Se comienza con las metodologías pedagógicas en las que se basa este proyecto, esto es, la hipótesis del *output* comprensible, pares mínimos y el *Método de la Cardinalidad Nativa*. Después se describen las diversas herramientas de ayuda a la mejora de la pronunciación como los reconocedores y sintetizadores de voz. A continuación se describen los términos relacionados con aplicaciones pedagógicas, como los juegos serios y la *gamificación*. Se continúa con las técnicas de adaptación al usuario como *learning analytics* y métodos cualitativos para obtener datos subjetivos de los usuarios en relación con el sistema. Se sigue con una introducción a las interfaces multimodales y a la Interacción Hombre-Máquina. Se concluye con la descripción de la arquitectura Android.

2.2. Mejora de la pronunciación de segunda lengua

En esta sección se detallan los elementos que han motivado las técnicas aplicadas en el sistema para la mejora de la pronunciación de segunda lengua.

2.2.1. Hipótesis del *output* comprensible

La hipótesis del *output* comprensible [22][23] declarada por Merrill Swain, considera que una entrada de datos lingüísticos (*input*) de una lengua extranjera, por sí sola, puede no ser suficiente para estudiantes de segunda lengua a la hora de adquirir las nuevas formas de lenguaje. La hipótesis sostiene que la producción (el habla, pronunciación, *output*) del idioma L2 (lengua extranjera) facilitará el aprendizaje del idioma debido a los procesos mentales relacionados con la pronunciación en dicho idioma. Cuando se pronuncia, los locutores notarán las discrepancias y diferencias entre los aspectos lingüísticos de su idioma nativo (L1) y aquellos del L2 con mayor probabilidad que simplemente leyendo textos o aprendiendo gramática.

2.2.2. Pares mínimos

Un par mínimo [15] se compone de dos palabras o frases que difieren en un sólo fono o segmento. Desde un punto de vista pedagógico, el uso de pares mínimos ayuda a las personas a darse cuenta del potencial riesgo derivado de cambiar el significado de las palabras que pronuncian incorrectamente. Por ejemplo el par mínimo de inglés americano *zoo* - *Sue* contrasta el fonema /z/ (fonema fricativo alveolar sonoro) y el fonema /s/ (fonema fricativo alveolar sordo) /zu:/ - /su:/.

En lo que concierne a este proyecto, se utilizará una batería de pares mínimos clasificados por fonemas y por idioma o dialecto. Las listas de pares mínimos se pueden encontrar en la literatura [24] [25] [26] [27] o mediante un experto en el idioma en cuestión.

Por último, será interesante ver en un contexto de juego serio esta técnica de pares mínimos, enfocada en vez de en juegos tradicionales, por ejemplo usando cartas [28], en aplicaciones móviles, como se explicará en la sección 2.5.

2.2.3. Método de la *Cardinalidad Nativa*

El Método de la *Cardinalidad Nativa* [16] es un término acuñado por Enrique Cámara Arenas, profesor de la Universidad de Valladolid de Filología Inglesa. Consiste en tomar como punto de partida el sistema fonológico nativo del estudiante, el castellano, y trabajar a partir de él, conforme a un intenso programa de entrenamiento que incluye una fase de conocimientos articulatorios, sensibilización perceptiva, y una fase de realización de sonidos. Está diseñado para evitar o corregir la pronunciación transferida del inglés. Se basa en pares mínimos mixtos y pares mínimos mixtos aproximados. Los primeros son un conjunto de dos palabras, una española y otra inglesa, que difieren en un segmento, especialmente vocálico (por ejemplo *su* (*español*) - *Sue* (*inglés*)). El segundo grupo es aquel en el que más de un elemento difiere (por ejemplo *ten* (*español*) - *den* (*inglés*)). Incluso cuando no hay posibilidad de encontrar pares mínimo mixtos, el autor de dicho método utiliza *cuasi-neologismos*, palabras inventadas que, poseyendo dimensión gráfica y fonémica, carecen de dimensión semántica, es decir, palabras inventadas, que no significan ni pretenden significar nada, pero que resultan útiles para comparar sonidos españoles e ingleses (por ejemplo *sam** (*no existe en Español, sería un diminutivo de Samuel*) - *Sam* (*inglés*)).

La posibilidad de contar con el propio Dr. Cámara-Arenas como colaborador en el proyecto, ha facilitado el proceso de adaptación del Método de la *Cardinalidad Nativa* al sistema. De cara al proyecto se utiliza el ciclo básico propuesto de exposición, discriminación y pronunciación. La principal diferencia es que se utilizan pares mínimos (no mixtos), para poder escalar el sistema a más idiomas que no sean sólo el inglés. Por lo tanto los pares mínimos utilizados son en su totalidad del propio idioma que se toma como segunda lengua (L2) y que se pretenda mejorar su pronunciación. Es importante que la elección de los pares mínimos sea lo más precisa posible, por lo que se deberá consultar siempre con expertos.

Para conocer en profundidad su método, consultar la referencia [16].

2.3. Reconocimiento automático de habla

El reconocimiento automático del habla (RAH, proveniente del inglés *Automatic Speech Recognition* o ASR) [29] es una disciplina de la inteligencia artificial que pretende la comunicación hablada entre las computadoras y los seres humanos. La idea principal es poder transformar una señal vocal continua en una representación simbólica discreta.

En la figura 2.1 se muestra un ejemplo y la descripción de los componentes que influyen en el sistema de reconocimiento de voz de un ASR actual.

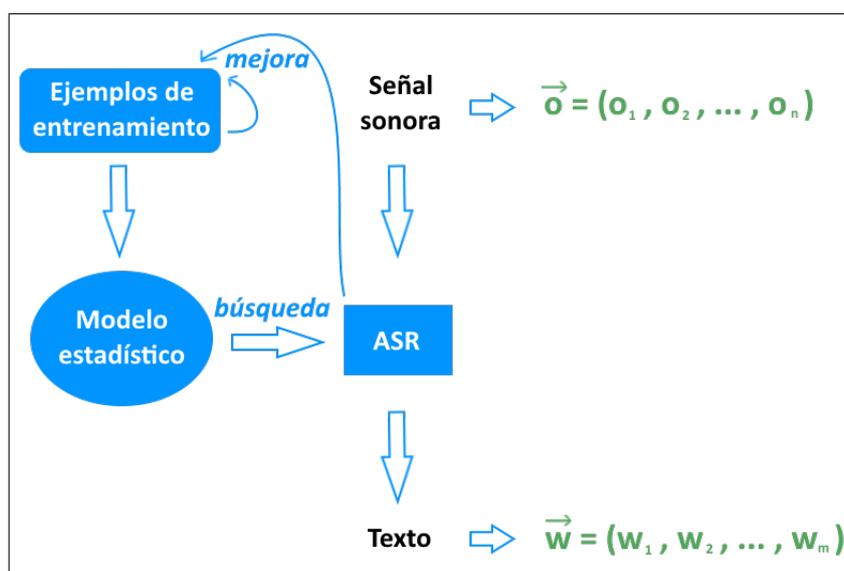


Figura 2.1: Proceso de reconocimiento del habla

El reconocimiento del habla es la conversión de la entrada hablada (señal sonora) del usuario en una secuencia de palabras (texto). Es semejante a los sistemas de reconocimiento de patrones, en los que se emplean modelos entrenados previamente, antes de poder ser usados para reconocer el habla. Estos modelos estadísticos se clasifican en:

1. *Acústicos*: modelan la representación sonora de las palabras. Son independientes de la tarea. Se utilizan Modelos de Markov.
2. *De lenguaje*: modelan cómo se combinan los modelos acústicos para formar frases con significado. Tienen una fuerte dependencia de la tarea. Se utilizan gramáticas o *n-gramas*.
3. *Lexicon*: diccionario de pronunciación según unas características determinadas (idioma, persona, región...).

Los anteriores modelos son entrenados con grandes cantidades de horas de voz y de transcripción de las mismas. Las señales de voz son etiquetadas con información adicional introducida por el investigador en función de sus objetivos y de su interpretación lingüística de los datos. Dicho etiquetado puede ser fonético, fonológico, prosódico, morfológico, sintáctico, semántico, pragmático o de la estructura del discurso.

En cuanto al proceso de reconocimiento del habla mostrado en la figura 2.1, la señal sonora, O , se puede dividir en varios (n) elementos :

$$O = o_1, o_2, \dots, o_n$$

Tras pasar por el reconocedor de voz, se deberá encontrar la secuencia de palabras:

$$W^* = w_1, w_2, \dots, w_m$$

para las cuales la probabilidad *a posteriori* $P(W|O)$ alcanza un máximo. Para ello se aplica la regla de Bayes:

$$W^* = \arg \max_W P(W|O) = \arg \max_W \frac{P(W)P(O|W)}{P(O)} \quad (2.1)$$

Al ser la observación O fija:

$$W^* = \arg \max_W P(W)P(O|W) \quad (2.2)$$

donde $P(W)$ es la probabilidad de la secuencia de palabras W , calculada mediante el modelo de lenguaje; y $P(O|W)$ es la probabilidad de que la secuencia de palabras W produzca una observación O , calculada mediante modelos acústicos.

Una vez aplicados los modelos estadísticos, se realiza una fase de búsqueda (decodificación), mediante el algoritmo de Viterbi o variantes. Esto es, se realiza una búsqueda de la secuencia de palabras más probable entre todas las posibles (más detalles del proceso en [30]).

2.3.1. Ejemplo práctico: Google ASR

La empresa Google ofrece una gran variedad de servicios en la actualidad (año 2016) gracias a los más de tres mil millones de usuarios [31] que utilizan su sistema.

Según explica Peter Norvig [32], director de Investigación de Google, en lo que concierne a su reconocedor de voz, se basa en el aprendizaje automático a partir de ejemplos, obtenidos del uso diario de sus aplicaciones más exitosas, como YouTube o el propio buscador de Google (con mandatos de voz). En los sistemas de hace años, había que sentarse y entrenar al sistema durante horas antes de que pudiera reconocer alguna palabra. Además dicho método sólo funcionaba para aquel que entrenó al sistema, sin tomar en cuenta otros acentos o maneras de pronunciar (ni tonos de voz). Es por eso que en lugar de depender de una persona hablando por un largo tiempo para entrenar al sistema, se apoya en una gran cantidad de gente diciendo muchas cosas. De este modo, son los usuarios los que están entrenando al sistema en conjunto.

A diferencia del servicio de traducción de texto automático, se pretende encontrar una relación directa entre una onda de sonido y un texto, y no entre dos vocablos o frases.

Según sigue explicando, son tres partes las que conforman su modelo de reconocimiento de voz. Primero, el modelo acústico que mapea todas las maneras posibles en que las ondas sonoras pueden formar fonemas, tales como 'ah', 'mm' o 'bah'. Es un proceso

difícil porque la acústica varía mucho dependiendo del sonido ambiental, el micrófono que se utilice, e incluso la manera de sujeción del dispositivo, el sexo y edad del locutor y los sonidos previos o posteriores a los que se quieren captar. Cabe destacar que según los acentos o dialectos de los idiomas existen versiones distintas de una misma palabra. No obstante, con bastantes ejemplos de habla, pueden modelar cuáles son las formas más probables para formar fonemas.

Después, estos fonemas se agrupan en su modelo léxico, un diccionario donde se indica cómo pronunciar todas las palabras de un idioma. Permite asociar varias maneras de pronunciación de la misma palabra y además tiene en cuenta cuáles son las más probables. Por ejemplo, para la palabra 'septiembre', acepta variantes como 'sep-ti-embre' y 'set-iembre', porque ambas son comunes.

Finalmente, las palabras se combinan en un modelo de lenguaje que indica qué palabras suelen aparecer antes o después de otras. Por ejemplo, dos sonidos similares como 'horas' y 'moras', se pueden confundir variando la velocidad o intensidad del habla, pero si se pronuncia previamente la frase 'pastel de...' el modelo de lenguaje determinará que 'moras' es la palabra correcta. Para realizar este proceso se necesitan cantidades ingentes de texto, y al tratarse de Google, no hay problemas para disponer del mismo. Sólo en la 'Búsqueda por voz', en 2011, pudieron entrenar al modelo con más de doscientos treinta mil millones de palabras incluidas en consultas reales hechas al buscador. Además, cuando el sistema no reconoce correctamente una frase y el usuario lo corrige, se produce un proceso de aprendizaje automático que mejora el modelo de lenguaje.

El procedimiento anterior se realiza de manera anónima, pero se ofrece a los usuarios la posibilidad de participar en un proceso más individualizado de aprendizaje automático. Éste comienza a aprender cómo la voz varía en relación a un modelo base (por ejemplo como por ejemplo algún acento marcado o una voz muy grave).

De cara a los desarrolladores de aplicaciones, Google ofrece un servicio de reconocimiento de voz con algunas limitaciones, como la no disponibilidad del audio grabado, ni el acceso al código fuente del reconocimiento para conocer sus modelos estadísticos. Su procedimiento consiste en lo siguiente. Primero se le envía una petición de reconocimiento de voz. Su propio sistema interactúa con el usuario, indicándole que comience a hablar. Una vez que detecta una gran pausa, da como finaliza la interacción. A través de internet envía el audio a sus servidores web. Los resultados del reconocimiento son enviados de nuevo en tiempo real. Dichos datos consisten en una lista de n-posibles resultados (como máximo cinco), junto a una puntuación de la probabilidad de acierto del reconocimiento, también llamada *gscore*. Por ejemplo, si un usuario intenta pronunciar la palabra inglesa *dance*, el resultado del reconocimiento puede ser el siguiente: ['dan-ce', 'Dance', 'danced', 'danse', 'dans'] 0.8956295847892761.

2.4. Síntesis de voz

La síntesis de voz consiste en el proceso de convertir un texto de entrada en voz, como si fuera un lector artificial. El acrónimo común es TTS (*Text-to-speech*).

Se aplica en diversos ámbitos: transporte, ascensores, accesibilidad (lectura) de documentos o de páginas web para invidentes, como instrumento de comunicación para

discapacitados, megafonía en lugares públicos, videojuegos, aprendizaje de idiomas..

Entre las características de un sistema TTS se busca potenciar la naturalidad, calidad, inteligibilidad, parecido a la voz original y la flexibilidad ante situaciones no previstas (texto técnico o diálogo real) o diferentes estilos habla.

Los sistemas actuales más famosos por su calidad son los de Loquendo (Nuance), Verbio, Ivona (Amazon), Samsung TTS, Google TTS... Al ser empresas privadas, no ofrecen muchos detalles de sus sistemas, salvo los parámetros básicos de funcionamiento, como la velocidad y la intensidad de la señal.

En la figura 2.2 se muestra un esquema básico de la arquitectura genérica de un TTS siguiendo el estándar ECESS (*Electrical and Computer Engineering Student Society*). De izquierda a derecha, el texto es la entrada o *input* del sistema. El primer módulo de la arquitectura es el de 'Análisis de texto', en el que se encuentran reglas y diccionarios del sintetizador de voz. Antes de pasar al segundo módulo se evalúan todas las frases, palabras, sílabas, fonemas, información sintáctica, acentos, pausas... En dicho segundo módulo se encuentran los modelos prosódicos que servirán para establecer el ritmo, entonación o intensidad al sonido resultante. Por último se encuentra la generación de la señal, donde gracias a los modelos acústicos, grabaciones y otros sistemas se genera la onda sonora deseada. Para conocer más detalles técnicos o específicos de los TTS, consultar [33].

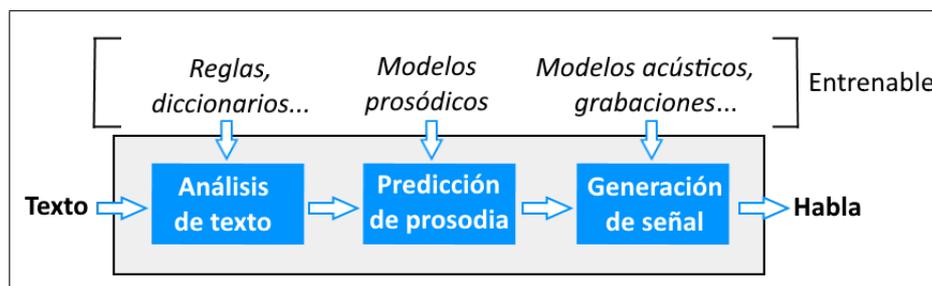


Figura 2.2: Arquitectura genérica de un sistema TTS según el estándar ECESS

En este proyecto se utiliza el sintetizador de voz de Google como opción por defecto (ya que es el que proporciona dicho sistema operativo de manera gratuita), pero el usuario es libre de escoger el que mejor se adapte a su dispositivo y siga el estándar Android.

2.5. Juegos serios

Un juego serio (*serious game* en inglés) [34] es aquel diseñado para un propósito principal distinto del de la pura diversión. Utiliza dinámicas y técnicas similares a las de los videojuegos o simulaciones para elaborar entornos de aprendizaje. No obstante, promueve la construcción de conocimiento y el desarrollo de capacidades en el usuario o jugador a partir de la exposición a diferentes situaciones, casos o problemas de manera atractiva y lúdica, en vez de la distracción, ocio y entretenimiento de los videojuegos.

Los juegos serios son a veces categorizados en el mismo nivel que la *gamificación*. Conviene diferenciar los términos. En la figura 2.3 (tomada de [13]) se explica de una manera

muy sencilla la cantidad de elementos de 'juego' en cada uno de ellos. Con la misma, se pretende dejar claro sus disimilitudes. En cuanto a la *gamificación*, es un elemento previo a los juegos, y consiste en incluir elementos de juegos en sistemas que no lo son. Sin embargo, para los juegos serios, ya son sistemas que inicialmente estuvieron pensados para el entretenimiento pero que poseen una finalidad pedagógica y educativa.

Game Thinking, Broken down by design goal.

	Game Thinking	Game Elements	Game Play	Just for Fun
Game Inspired Design				
Gamification				
Serious Game / Simulation				
Game				

Figura 2.3: Diferencias entre los términos relacionados con juego, extraída de [13]

Una gran recopilación de los actuales juegos serios que utilizan tecnología del habla para la mejora de la pronunciación de L2 se encuentra en [4] y algunos ejemplos específicos como la retención o mejora de lengua extranjera en [35] y [36].

2.6. Gamificación

La *gamificación* es un término anglosajón que S. Deterding definió como 'la utilización de dinámicas de juego en aquellos entornos ajenos al juego' [14]. Se aplica en muchas disciplinas, como la psicología, el ámbito empresarial o el entorno educativo.

Existen opiniones en contra de estas técnicas porque argumentan que no suponen una mejora en el ámbito educativo ni se ven como una herramienta que ayude a progresar el aprendizaje [37][38]. No obstante, aquellos que están a su favor ven como una gran oportunidad de mejorar la motivación, cooperación, esfuerzo y aprendizaje de las personas. Existen varios estudios recientes (ya que es un término novedoso en los últimos años) que intentan probar que realmente es aplicable al entorno educativo [39].

Según [40], existen tres grandes áreas donde interviene la *gamificación*: la cognitiva (gracias a la experimentación y descubrimiento permiten conectar varios factores en las

actividades y crear sistemas más complejos), la emocional (curiosidad, frustración, optimismo o competitividad) y la social (adoptar nuevos roles o identidades y establecer nuevas relaciones sociales). Además concluye que la *gamificación* no es la panacea para la educación. Hay que diseñar con mucho detalle los retos propuestos en aquellas áreas donde la *gamificación* pueda proveer el máximo valor posible y sea realmente útil.

Por último, a continuación se describen los aspectos más importantes a tener en cuenta de la *gamificación* extraídos de [41]. Serán tenidos en cuenta para su aplicación en el desarrollo de este proyecto.

1. Reglas de la *gamificación*: normas de funcionamiento para que los usuarios adquieran un compromiso para superar los retos propuestos. Las más destacadas son:
 - Puntos: utilizados para mejorar la fidelización de los usuarios con la tarea asignada.
 - *Rankings*: clasificación o comparación entre los usuarios que comparten similares características.
 - Niveles: derivan de los deportes (por ejemplo, alevín, infantil, cadete, juvenil) y permiten ver el progreso y clasificar a los usuarios.
 - Progresión: avanzar en la consecución de una tarea hasta el 100 %.
 - Colecciones: permiten al usuario comprobar los logros y recompensas adquiridas durante su interacción con el sistema.
2. Perfiles de jugadores: muy importante tener en cuenta los distintos tipos de jugadores del sistema, que se comportarán de variadas maneras con el mismo.
 - Triunfador: aquel que se desea conseguir logros y retos.
 - Social: aquel que prefiere interactuar con otros usuarios y establecer relaciones sociales.
 - Explorador: aquel que prefiere descubrir nuevos retos cada vez que interactúa con el sistema.
 - Competidor: aquel cuya única finalidad es demostrar su superioridad sobre los demás.
3. Dinámicas de juego de la *gamificación*: comprenden el conjunto de actividades llevadas a cabo en cada reto o dinámica del sistema. Influyen en la motivación, interés e implicación del usuario. Las que más destacan son las siguientes:
 - Recompensa: intenta despertar el interés del juego por el usuario.
 - Estatus: motiva en gran medida al usuario para la consecución y realización de la actividad en la que se encuentra.
 - Competición: atrae el interés del usuario. A veces no es bien vista en el ámbito educativo. Puede realizarse de manera individual, por parejas o en grupo.
 - Cooperativismo: es otra manera de competición, en la que un grupo quiere alcanzar un mismo fin.

- Solidaridad: relacionada con el cooperativismo. Es interesante porque se fomenta la ayuda e implicación entre usuarios, de una manera altruista.
4. Componentes de la *gamificación*: son partes esenciales de los sistemas que deseen adoptarla.
 - Logros: permiten visualizar la progresión de un alumno a lo largo de una actividad.
 - Avatares: representaciones gráficas del propio usuario.
 - Insignias: distintivos por la consecución de un objetivo específico.
 - Desbloques: permiten avanzar en la dinámica de las actividades.
 - Regalos: presentes tras la realización correcta de una actividad.
 5. Proceso de la *gamificación*: para establecer una correcta *gamificación* se debe tener en cuenta:
 - Viabilidad: valoración de si realmente es útil la *gamificación* en el sistema aplicado.
 - Objetivos: establecer las metas a alcanzar con su aplicación.
 - Motivación: conocer la predisposición del grupo objetivo de usuarios para los que está destinado el sistema *gamificado*.
 - Implementación: consideración de la relación existente entre la *gamificación* y el contenido que provee el sistema.
 - Resultados: evaluación de los resultados obtenidos tras el uso del sistema *gamificado* por parte de los usuarios.
 6. Finalidad de la *gamificación*: los objetivos marcados en la *gamificación* deben cubrir al menos:
 - Fidelización: el vínculo entre el usuario y el sistema al interactuar con el mismo con elementos de *gamificación*.
 - Motivación: evitar el aburrimiento o abandono temprano de la herramienta por parte de los usuarios.
 - Optimización: recompensar al usuario por tareas que sin los elementos de *gamificación* no serían recompensadas.
 7. Plataformas de la *gamificación*: existen varias soluciones para poder *gamificar* un sistema, sin tener que implementarlo desde cero.
 - *Openbadges*: plataforma gratuita de la Fundación Mozilla. Integra fácilmente elementos de *gamificación* en las páginas web. Enlace (última visita 02/02/16): <http://openbadges.org/>
 - *Google Play Games*: se utiliza tanto en juegos como en aplicaciones educativas. Es privativa de la empresa Google. Ofrece multiplataforma en varios sistemas operativos, es por ello. Enlace (última visita 02/02/16): <https://developers.google.com/games/services/>

- *Classdojo*: aplicación específica para la educación. Contiene elementos interesantes de *gamificación*. Enlace (última visita 02/02/16):
<https://www.classdojo.com/>
- *Badgeville*: plataforma privativa utilizada por todo tipos de ámbitos, no solo el educativo. Oferece análisis e informes personalizados de los resultados de la interacción de los usuarios en el sistema. Enlace (última visita 02/02/16):
<https://www.https://badgeville.com/>

2.7. Adaptación al usuario

Con el avance de la tecnología, los sistemas cada vez poseen más facilidades de aprender las conductas del usuario y realizar sugerencias personalizadas al mismo, adaptándose a su nivel específico de conocimiento. Para ello recopilan datos y extraen conclusiones del comportamiento de los usuarios con el sistema. El fin último es conseguir que el usuario se sienta cómodo y vea atractivo el sistema de aprendizaje. Existen varias maneras de conseguirlo, que se explican a continuación.

2.7.1. *Learning analytics*

El término *learning analytics* o analíticas de aprendizaje en el año 2000 es acuñado por Mitchel y Costello [42] en su investigación de las oportunidades que ofrecía el mercado internacional para productos educativos *on-line*. Tal y como define la Wikipedia [43], consiste en la medición, recopilación, análisis y presentación de datos sobre los estudiantes, sus contextos y las interacciones que allí se generan, con el fin de comprender el proceso de aprendizaje que se está desarrollando y optimizar los entornos en los que se produce.

Sobre la información recopilada se aplican procesos basados en la toma de decisiones, construcción de modelos, aprendizaje automático y minería de datos. Estos métodos ya eran aplicados a otras áreas anteriores a las analíticas de aprendizaje, por lo que la tecnología no es lo novedoso, sino la manera de inferir qué datos son los relevantes y y cómo capturarlos.

Pueden estar destinadas para varios fines:

- Una mejor toma de decisiones de gestión y de asignación de recursos.
- Poder prever aquellas tareas de fracaso antes de que ocurran, con los datos actuales de cada usuario.
- La adaptación y personalización individualizada a cada usuario según su nivel de conocimiento o progreso.
- La intervención, mediante avisos o recursos a los supervisores del sistema (pueden ser educadores) para que presten atención a los usuarios.
- Proveer a los usuarios una auto-gestión de su progreso mediante monitoreamiento de los datos.

- La presentación de los datos en informes u herramientas que lo faciliten.

En el contexto de este proyecto se utilizará para dos fines. El primero el de obtener datos concluyentes que indiquen si un usuario no nativo mejora su pronunciación de L2. Y el segundo si la herramienta es *usable* de cara al usuario. Esto es, si es eficaz, eficiente y satisface al mismo.

De cara a la integración en los sistemas, existen varias técnicas y herramientas a aplicar, que se explican en las siguientes secciones.

A. Ficheros de *log*

La primera técnica es la recopilación de datos en ficheros de texto. Estos datos intentarán modelar el comportamiento del usuario en el sistema de la mejor manera posible, ocupando normalmente grandes volúmenes de datos. También es clave la privacidad de los datos de los usuarios. Hay que intentar anonimizarlos y advertirles que sus acciones serán registradas en el sistema. Por último, una buena práctica es la encriptación de datos y el uso de conexiones seguras para la transmisión de los mismos.

Este método se puede llevar a cabo desde cero por los propios desarrolladores de los sistemas, ya que normalmente consiste en escribir eventos estructurados en ficheros de texto. Otra opción es utilizar algunas herramientas web que permitan adaptarse al sistema como [44] [45].

B. Analíticas de interacción

La segunda técnica para recopilar datos es registrar todos los eventos del sistema mediante lo que se denomina analíticas de interacción y así poder extraer estadísticas de uso.

Para ello se puede utilizar la herramienta Google Analytics [46]. Permite enviar eventos del sistema a través de internet y realizar informes automáticos del comportamiento de los usuarios en la aplicación (segmentación avanzada, personalización de gráficos e informes, dispositivos utilizados, etc.).

Es gratuita y de fácil instalación (sólo hay que acceder vía web). Además evita el tener que implementar todo el sistema de recopilación de datos. Pueden tener acceso a los informes aquellas personas autorizadas por el administrador del sistema, otorgando los privilegios necesarios para ello.

2.7.2. Métodos cualitativos

A. Observación

La observación es un método cualitativo que permite recopilar información subjetiva acerca del comportamiento del usuario con el sistema [47, pág. 377-392]. Esto es, la interacción de los usuarios con los elementos de la interfaz gráfica y su comportamiento ante los diferentes desafíos expuestos.

Puede cohibir a los participantes, por ello es necesario no interferir demasiado durante el proceso, es decir que se sientan tranquilos, y anotar los detalles relevantes que se

crean oportunos. Es importante que se realice en un contexto lo más parecido al final (en el caso de que no se realice sobre el propio contexto final) para poder extraer los datos más precisos posibles.

Es recomendable que se pueda grabar la sesión (audio y vídeo) para una posterior visualización de la misma. Siempre con el consentimiento del usuario.

Los detalles de las observaciones realizadas se describen en la sección 6.2.4.

B. Entrevistas

Las entrevistas [48] también son un método cualitativo que consisten en un proceso de comunicación realizado normalmente entre dos personas; en el que el entrevistador obtiene información del entrevistado de forma directa.

Pueden adoptar varias formas, desde una sesión informal hasta una charla en media calle, hasta llegar a una sesión de preguntas y respuestas debidamente estructurada y detallada. En este caso, es importante tener pensadas las preguntas a realizar acerca del sistema.

De cara a este proyecto, lo ideal sería realizar una entrevista semi-estructurada. Es aquella que se utiliza cuando ya se tiene claro aspectos que la observación ha permitido detectar sobre el objeto de investigación y que además permitan una mayor profundización. Con ello se consigue entender ciertas acciones "entre lo observado y la información recogida por otras fuentes (entrevistas anteriores, documentos, etc.), que pudieran crear problemas de relación si se intentaran esclarecer durante el estudio" [48, pág. 112-113].

Este método queda a expensas del tiempo y disponibilidad de los usuarios, por lo que no es esencial que se lleve a cabo.

C. Cuestionarios

En las pruebas realizadas con los usuarios se incluirán cuestionarios con preguntas acerca de la *usabilidad* y del grado de satisfacción con la herramienta, para una posterior evaluación de la misma. Con ellos se obtienen datos cualitativos y cuantitativos según las preguntas realizadas.

Existen herramientas gratuitas que facilitan la elaboración de los mismos. Un ejemplo es Google Forms [49]. Dicho servicio permite crear formularios de forma sencilla. Además permite su compartición de manera selectiva: habilitando sólo a ciertos correos electrónicos especificados o a las personas que reciban el enlace del formulario.

Además ofrece la posibilidad de generar gráficos sencillos de los resultados. Por último, permite descargar en diferentes formatos los resultados para poder ser manejados por otras herramientas estadísticas más complejas.

D. Focus group

El *focus group* [50] (en español grupo focal) es una manera de recopilar información necesaria para una investigación, consistente en reunir a un grupo no muy numeroso de personas (entre 4 y 12 personas) con el fin de entrevistarlas y generar una discusión en torno a un proyecto, idea, servicio o producto.

El modelador del *focus group* realiza preguntas y genera la discusión en torno al producto que se investiga, a la espera que los participantes aporten ideas interesantes acerca del tema. El moderador además intenta evitar que se desvíen de la pregunta lanzada.

La reunión suele llevarse a cabo en una amplia y cómoda sala, de modo que los participantes se sientan relajados y sus respuestas sean auténticas (es un factor muy importante). Suelen estar dispuestos en círculo, para poder interactuar con todas las personas. Esto es, se busca una participación proactiva y estimulante de los usuarios. Por ellos se suele realizar en un ambiente tranquilo (aunque algo informal).

La duración suele ser entre una y dos horas, nunca más porque provoca cansancio y no se obtienen buenos resultados. Al final se suele recompensar la participación de manera económica o con algún regalo.

Es muy recomendable que se pueda grabar la sesión para una posterior visualización, ya que no se suelen obtener todos los detalles en directo. Siempre con el consentimiento de los participantes.

2.8. Interfaces multimodales

La Interacción persona-computadora (HCI) [51] es un área multidisciplinar que surge a partir de 1980 y que abarca áreas como la Informática, la Inteligencia Artificial, las Ciencias Cognitivas, la Sociología, la Psicología y el Diseño. En HCI es importante entender el procesamiento de la información que realizan los humanos (arquitectura cognitiva, memoria, percepción, habilidades motoras...), cómo se estructura la acción de las personas, la naturaleza de su comunicación, así como sus requisitos y restricciones físicas y fisiológicas.

Por otra parte, la interacción puede ser vista como un diálogo entre un sistema y el usuario (formularios, menús, comandos, realidad virtual...). Es por ello que la interacción multimodal es una situación en la que se dota al usuario con múltiples modos de interactuar con el sistema. Además, en las interfaces multimodales se procesan de manera combinada dos o más modos de entrada de usuario (habla, gestos de rostro, movimientos corporales o de la cabeza, pulsaciones en la pantalla...) con un sistema de salida multimedia. Es decir, son nuevos tipos de interfaces que intentan reconocer formas de interacción que ocurren de forma natural entre personas, y para lo que deben incluir una o más tecnologías de reconocimiento (como la visión o el habla) [52]. Es decir, tienen por objetivo hacer que la comunicación con las máquinas sea más natural, eficiente y atractiva.

Es muy importante la adaptación personalizada al usuario. De la interacción multimodal se pueden extraer varias ventajas sobre otros sistemas unimodales o GUI.

- Flexibilidad ante diferentes situaciones para realizar tareas.
- Naturalidad y realismo. Es una cuestión de debate, porque no siempre es natural hablar con una máquina.
- Nuevos modos de interacción.
- Interfaz más atractiva que otros sistemas.
- Útil para personas con discapacidad.

- Más rápido y eficiente al aumentar el ancho de banda en el procesamiento de información.
- Robustez y reconocimiento de errores.

Además en estos sistemas suelen estar combinadas las entradas y salidas multimodales: aspectos visuales (texto, gráficos o animaciones, entre otros), audio (habla o sonidos), hápticos (táctiles), aromáticos o gustativos. Con ello, se mejora la eficiencia (se completan las tareas más rápido) y la gestión de errores, se aumenta la precisión en las tareas, se pueden adaptar a los usuarios de manera individualizada y se posee una mayor potencia expresiva [53].

2.9. Introducción a la arquitectura de Android

Debido a que se implementará una aplicación en el sistema operativo Android, como se indica en los requisitos no funcionales del sistema (ver tabla 4.2), se describen los detalles más importantes de su estructura básica en este apartado. En la figura 2.4 (tomada de [54]) se muestra un esquema por capas de la arquitectura Android.

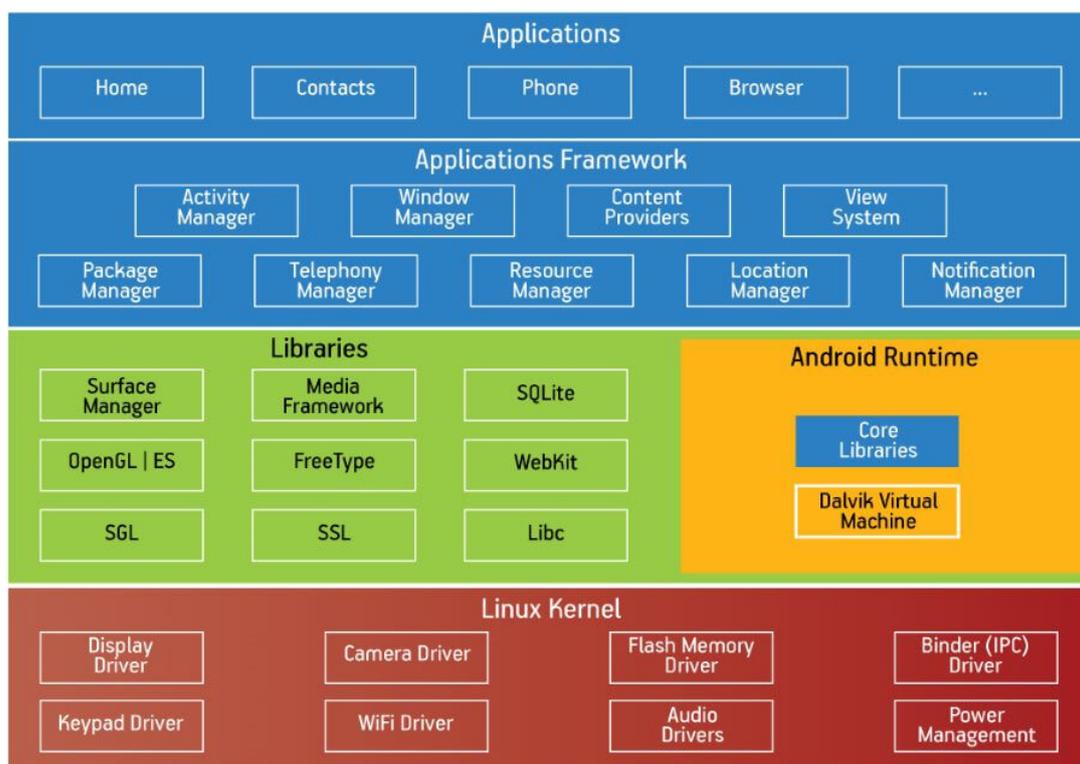


Figura 2.4: Arquitectura por capas de Android, extraída de [54]

Respecto a la primera capa (de abajo a arriba), Android utiliza como base el *kernel* de Linux. Pero sólo hace uso de algunas características del mismo, como los *drivers* de la

pantalla, de la cámara, de la memoria *flash*, del *Binder*, del teclado, del WIFI o de audio; además de la gestión de la energía del sistema. Gracias a él se comunica el *hardware* con el *software*. Esto sirve, en parte, para no depender de los fabricantes de cada dispositivo.

La segunda capa es la de las bibliotecas de funciones. Son aquellas nativas de Android, escritas en C o C++ y que poseen tareas específicas.

- *Surface manager*: gestión con la interacción a la pantalla.
- *Media Framework*: gestión multimedia de imágenes, audio y vídeo.
- *SQLite*: gestión de la bases de datos.
- *Webkit*: gestión de navegación web.
- *SGL*: gestión de gráficos 2D.
- *OpenGL*: gestión de gráficos 3D.
- *Freetype*: gestión de vectores e imágenes de la interfaz gráfica.

La tercera capa, *Android Runtime*, no es 100 % una capa en sí. Es el lugar donde se encuentra la máquina virtual Dalvik. Es una máquina virtual distinta a la JVM de Java, porque genera un *ByteCode* distinto (.dex). Además trabaja en entorno con restricción de memoria y procesador. Está optimizada para necesitar poca memoria. Se basa en registros en vez de en pilas aprovechando así el mejor rendimiento de los móviles con estos.

La cuarta capa es la denominada *Application Framework*, ofrece componentes básicos para la implementación de servicios en las aplicaciones.

Algunos de los componentes que ofrece son los siguientes.

- *Activity Manager*: gestiona las actividades de una aplicación y su ciclo de vida.
- *Windows Manager*: gestiona los elementos visuales de pantalla.
- *Content Provider*: gestiona la información entrante y saliente del sistema, compartida entre todos los elementos.
- *View*: Las vistas de elementos que son parte de la interfaz gráfica, como los mapas, cuadros de texto, etc.
- *Notification Manager*: gestiona las notificaciones.
- *PackageManger*: gestiona los paquetes y nos permite el uso de archivos en otros paquetes.
- *Telephony Manager*: gestiona lo que tiene que ver con la telefonía, llamadas, mensajes.
- *Resource Manager*: gestiona recursos de una aplicación, como sus ficheros XML, imágenes o audios.
- *Location Manager*: gestiona la posición geográfica y la localización.

- *Sensor Manager*: gestiona los sensores que tenga el dispositivo.
- *Cámara*: gestiona el acceso y control de la cámara.
- *Multimedia*: gestiona los elementos referentes a audio, vídeo y fotos.

La quinta y última capa se denomina *Applications*. En ella aparecen las aplicaciones por defecto de los dispositivos, que suelen ser registradas de fábrica por el proveedor del dispositivo. Por ejemplo: el gestor de correos, el gestor de mensajes, el navegador web o el mercado de aplicaciones. Además se integran las aplicaciones instaladas de fuentes externas.

Es por tanto, en esta última capa donde residirá la aplicación móvil desarrollada en este proyecto, que hará uso de los servicios ofrecidos por las capas inferiores.

Parte III

Proyecto *software*

Capítulo 3

Planificación

3.1. Introducción

En el presente capítulo se exponen los recursos disponibles, el calendario planificado, los hitos a alcanzar, los riesgos a tener en cuenta y los costes para el desarrollo del proyecto. Dado que se ha decidido llevar a cabo una metodología iterativa e incremental para realizar el desarrollo (ver 1.4), la planificación se divide en varias iteraciones donde se realizan todas las fases del desarrollo del proyecto.

3.2. Visión general del proyecto

El objetivo de este proyecto es desarrollar una herramienta tecnológica que ayude a mejorar la pronunciación de segunda lengua extranjera de personas no nativas. Para ello se pretende ofrecer una realimentación personalizada a cada una, para conseguir una mejora continua. Además se deberá aplicar técnicas de *gamificación* para incentivar a los usuarios. Por último, las actividades realizadas en la aplicación seguirán en gran parte el *Método de la Cardinalidad Nativa*. Se integrará todo lo comentado anteriormente en una aplicación móvil que se llamará TipTopTalk!

3.3. Recursos

Los recursos disponibles en el proyecto se clasifican en dos tipos:

- **Recursos humanos:** aquellas personas encargadas de realizar la investigación y el desarrollo del proyecto.
- **Recursos técnicos:** consisten en el material necesario para desarrollar las tareas asociadas al proyecto.

En cuanto a los recursos humanos presentes en el proyecto, se listan en la tabla 3.1. Los cuatro primeros pertenecen grupo de investigación ECA-SIMM (Entornos de Computación Avanzada y Sistemas de Interacción Multimodal) [17] de la Universidad de Valladolid (UVA). Los dos últimos son profesores que colaboran en la inclusión de distintas

lenguas en el proyecto. Además, participan indirectamente en el proyecto todos aquellos voluntarios para hacer pruebas de los prototipos.

Nombre	Rol en el proyecto
Cristian Tejedor García	Investigador (alumno)
David Escudero Mancebo	Investigador principal (tutor)
César González Ferreras	Investigador (tutor)
Valentín Cardeñoso Payo	Investigador (director grupo)
Enrique Cámara Arenas	Experto en inglés americano
Junming Yao	Experta en chino simplificado

Tabla 3.1: Recursos humanos del proyecto

Los recursos técnicos utilizados en el proyecto se listan en la tabla 3.2.

Recurso
Ordenador Acer Aspire XC705_W
Monitor Benq GL2250HM 21.5 HDMI
Samsung Galaxy Tab S - Tableta - 10.5
Dropbox (versión gratuita) [55]
Google Drive (web, versión gratuita) [56]
ShareLaTeX (web, versión gratuita) [57]
Eclipse Juno + ADT [58]
JSONLint validator (web) [59]
Visual Paradigm (versión comunidad) [60]
Tiny PNG (web) [61]

Tabla 3.2: Recursos técnicos del proyecto

3.4. Estimación temporal

En esta sección se detallan las distintas iteraciones del proyecto y su estimación temporal previa. De manera provisional y global se establece la misma, debido a que al seguir una metodología iterativa e incremental, se van refinando y ajustando los requisitos en cada iteración. Dicha estimación inicial está representada en la Tabla 3.3.

Además, en el anexo C se enumeran los distintos hitos (los de mayor relevancia) que han ido ocurriendo a lo largo del proyecto.

Por último, en el anexo H se detallan todos los acontecimientos del proyecto, desde su comienzo hasta su fin (siempre desde el punto de vista del alumno del TFM).

En la figura 3.1 se muestra el diagrama de Gantt del calendario estimado como primera aproximación. Se puede apreciar que las tres primeras iteraciones comienzan en paralelo. Después se integra con ellas la cuarta (Implementación del prototipo (1)). Hasta que a partir de la quinta, todas las iteraciones son secuenciales.

Iteración	Semanas	Periodo	%
Estudio del estado del arte	2	18/02/2015 - 04/03/2015	4,46
Análisis de requisitos	1	18/02/2015 - 25/02/2015	2,23
Diseño de bocetos (1)	1,2	18/02/2015 - 27/02/2015	2,68
Implementación del prototipo (1)	3	23/02/2015 - 17/03/2015	6,69
Despliegue del prototipo (1)	1	18/03/2015 - 27/03/2015	2,23
Mantenimiento de código fuente	6	28/03/2015 - 07/05/2015	13,38
<i>Focus group</i>	0.15	08/05/2015 - 08/05/2015	0,33
Análisis de los resultados (1)	0.5	09/05/2015 - 12/05/2015	1,12
Cambios tras primer prototipo	7	13/05/2015 - 30/06/2015	15,61
Revisión de requisitos	0,29	01/07/2015 - 02/07/2015	0,65
Diseño de bocetos (2)	2	03/07/2015 - 15/07/2015	4,46
Implementación del prototipo (2)	11	16/07/2015 - 01/10/2015	24,53
Despliegue del prototipo (2)	5,7	02/10/2015 - 15/11/2015	12,71
Test de <i>usabilidad</i> y aceptación	1	16/11/2015 - 23/11/2015	2,23
Análisis de los resultados (2)	1	24/11/2015 - 01/12/2015	2,23
Cambios tras segundo prototipo	2	02/12/2015 - 15/12/2015	4,46

Tabla 3.3: Estimación temporal del proyecto

3.5. Desviaciones

En cuanto a las desviaciones temporales del proyecto, cabe destacar la relativa a la exclusión de la biblioteca HTTP de Apache a partir del SDK de Android 6.0 [62]. Ello supuso un retraso de 4 días hábiles de trabajo en el proyecto. Además hubo otro problema antes del lanzamiento del segundo prototipo. La conexión de datos móviles en algunas compañías como Pepephone no permitían conexiones a FTP mediante puertos 21. Por ello se tuvo que cambiar el sistema de subida de ficheros de *log* a un servicio PHP que

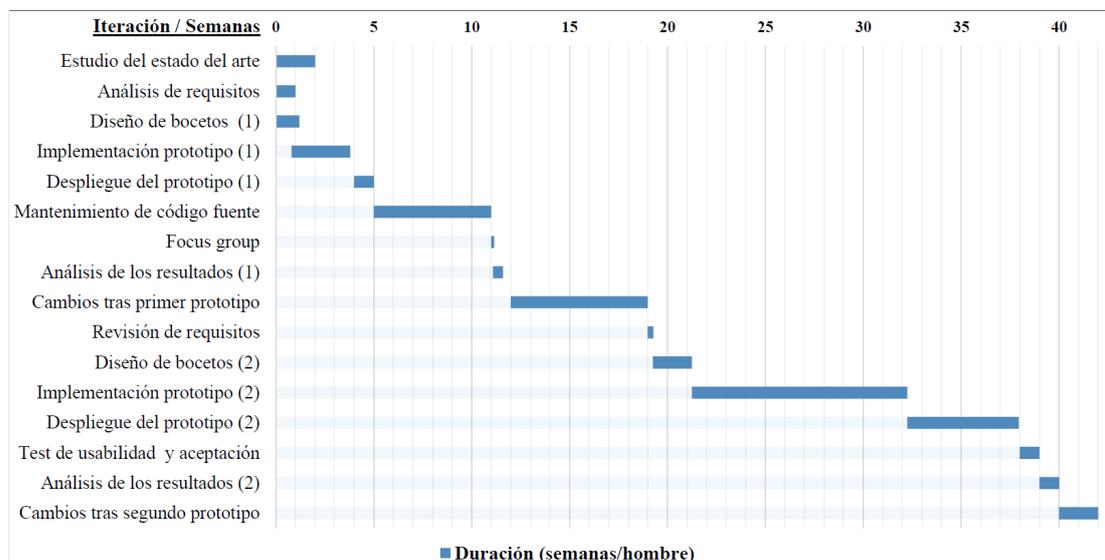


Figura 3.1: Diagrama de Gantt esperado en el proyecto

utiliza el puerto 80. Supuso un día hábil de retraso. A parte de ambas no ha habido ninguna más significativa. Esto es en parte, debido a que las iteraciones de la metodología seguida permitían establecer los requisitos al comienzo de cada una de ellas y a una gestión de riesgos adecuada. Con ello se conseguía una versión del producto, o prototipo, que se ajustaba a los requisitos de dicha planificación.

Como consecuencia, tras dos prototipos, se ha conseguido un producto, que cumple con los requisitos establecidos en cada una de las iteraciones, recogidos todos ellos en el capítulo 4.

Por último, para evitar que se produjeran desviaciones temporales, se decidió dejar como trabajo futuro alguna de las funcionalidades propuestas en primera instancia, por diversos motivos, que son explicados a continuación:

- Imágenes personalizadas de las palabras: inicialmente se pretendía que cada palabra mostrada en la aplicación tuviera una imagen personalizada, pero debido al gran número de palabras existente (más de dos mil), se decidió automatizar su obtención a través de internet.
- Modo multijugador: inicialmente se pensó en implementar un modo de juego multijugador, además de la de entrenamiento y la de 1 jugador. Por motivos de tiempo se decidió descartar esta opción.
- Listas personalizadas de palabras: inicialmente se pensó en que los propios usuarios pudieran crear y jugar con sus propias listas de palabras. Se decidió aplazar esta posibilidad en espera de una encuesta acerca de si les parecería bien esta posibilidad. Además de cara a obtener resultados, no era primordial esta característica.
- Diseño gráfico avanzado: inicialmente se pensó en contratar a un diseñador gráfico para que se encargara del diseño general de la aplicación y de las imágenes de las palabras. Por motivos de coste y tiempo se prescindió del mismo.

3.6. Costes del proyecto

En este apartado se detallan los costes del proyecto directamente relacionados con el desarrollo de la aplicación TipTopTalk!

Este proyecto ha sido parcialmente financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (proyecto SAMPLE VA145U14) y el Ministerio de Economía y Competitividad (proyecto TIN2014-59852-R).

Los recursos técnicos utilizados se listan en la tabla 3.4.

Concepto	Coste (IVA incluido)
Ordenador Acer Aspire XC705_W	670,04 €
Monitor Benq GL2250HM 21.5 HDMI	136,125 €
Samsung Galaxy Tab S - Tableta - 10.5	508,2 €
10x memorias USB Toshiba 16GB 2.0	45 €
Alquiler del aula trabajo [63] x10 meses	950 €
Licencia desarrollador Android	25 €
Total	2.334,365 €

Tabla 3.4: Costes del material del proyecto

Por otra parte, los costes del personal aproximados se muestran en la tabla 3.5. El contrato del desarrollador está basado en cuatro meses a tiempo parcial y en seis meses a tiempo completo con un sueldo mensual de un técnico especialista de 1333.33 €/mes a tiempo completo y 800 €/mes a tiempo parcial. El tiempo estimado de los tutores y expertos en el proyecto es de 75 horas a 80 €/hora.

Concepto	Coste (IVA incluido)
Contrato desarrollador de la aplicación	11.199,98 €
Tiempo dedicado por tutores y expertos	6.750,00 €
Total	17.949,98 €

Tabla 3.5: Costes del personal del proyecto

3.7. Gestión de riesgos

Un riesgo es cualquier acontecimiento presente y futuro que pueda afectar de forma negativa a un proyecto. Los responsables (o gestores) del proyecto deben ser capaces de anticiparse a los riesgos que puedan surgir teniendo en cuenta su posible impacto y desarrollar un plan de acción en caso de que ocurriese cualquiera de ellos.

Es por ello que el propósito de la gestión de riesgos es definir con antelación las acciones a tomar para gestionar aquellos que puedan surgir a lo largo del desarrollo del proyecto, ya que se considera que una buena gestión de riesgos es un factor a tener en cuenta en el ahorro de costes y la actuación en situaciones de índole negativa.

El proceso de gestión de riesgos está compuesto de las siguientes etapas:

- Identificación y análisis de riesgos.
- Plan de acciones y monitorización de riesgos.
- Mitigación de riesgos.

A continuación se describen los posibles riesgos contemplados a lo largo del proyecto junto a su plan de contingencia.

Riesgo 01	Abandono parcial o total de soporte de una herramienta utilizada
Probabilidad	Media, debido a que se procura elegir tecnologías de código libre y abierto, que lleven tras de sí una amplia comunidad de soporte.
Origen	Terceras partes.
Impacto	Alto. Retraso de tiempo debido al ajuste del sistema a la nueva herramienta.
Reducción/Supervisión	Inspección del estado actual del soporte al comienzo y fin de cada iteración.
Plan de contingencia	Búsqueda previa de, al menos, otra herramienta similar con la misma finalidad.

Tabla 3.6: Gestión del Riesgo 01

Riesgo 02	Carencia de conocimientos del alumno
Probabilidad	Media, debido a que es un proyecto es multidisciplinar y pueden surgir problemas en temas nunca explorados por el alumno.
Origen	Interno.
Impacto	Medio. Retraso de tiempo debido al ajuste del sistema a la nueva herramienta.
Reducción/Supervisión	Búsqueda de referencias bibliográficas y manuales al principio de cada iteración.
Plan de contingencia	Búsqueda de manuales, webs de soporte o ayuda dentro del propio grupo de investigación.

Tabla 3.7: Gestión del Riesgo 02

Riesgo 03	Desarrollo de interfaz no usable
Probabilidad	Baja, debido a que el alumno posee conocimientos de interfaz hombre-máquina.
Origen	Interno.
Impacto	Medio. Se deberá adaptar la interfaz desarrollada a una posterior.
Reducción/Supervisión	Encuestas y formularios acerca de la <i>usabilidad</i> del sistema.
Plan de contingencia	Aplicación de los cambios pertinentes tras el análisis de los resultados de <i>tests</i> de <i>usabilidad</i> .

Tabla 3.8: Gestión del Riesgo 03

Riesgo 04	Escasez de voluntarios para las pruebas
Probabilidad	Baja, debido a que se dispone de gran cantidad de contactos y público objetivo disponibles en la Universidad de Valladolid y centros relacionados.
Origen	Externo.
Impacto	Alto. Sin las pruebas no se podrán obtener resultados para que sean analizados.
Reducción/Supervisión	Regalar premios y ayudas para que aumente la motivación entre los posibles candidatos voluntarios y no decaiga su ánimo o disposición.
Plan de contingencia	Localizar varios grupos de personas dispuestos a realizar las pruebas, cuyo número supere el mínimo posible. Preparar regalos

Tabla 3.9: Gestión del Riesgo 04

Riesgo 05	Retraso de los diseños gráficos de la aplicación
Probabilidad	Alta, debido al gran número de palabras de la aplicación, cada una de las cuales lleva asociada una imagen.
Origen	Interno.
Impacto	Medio. La aplicación será menos agradable y puede que menos usable.
Reducción/Supervisión	Compartir diseños para cada palabra en varios idiomas. Realizar diseños simplistas.
Plan de contingencia	Automatizar la búsqueda de imágenes en la red, sin necesidad de crearlas desde cero.

Tabla 3.10: Gestión del Riesgo 05

Riesgo 06	Problemas en el servidor web
Probabilidad	Baja, debido a que el servidor web está configurado y dedicado exclusivamente al proyecto.
Origen	Interno.
Impacto	Alto. La aplicación será inaccesible.
Reducción/Supervisión	Servicio de restauración automática. Alarma y notificaciones en caso de fallo del sistema.
Plan de contingencia	Disponer un técnico que acceda al servidor. Disponer de fuentes de alimentación y demás material necesario de repuesto.

Tabla 3.11: Gestión del Riesgo 06

3.8. Monitorización de riesgos

En esta sección se detallan los efectos de los riesgos enumerados anteriormente tras la finalización del proyecto. En cada iteración del mismo se realizaba una revisión de los posibles riesgos del proyecto y en qué medida se han producido o podrían producirse, además de qué consecuencias conllevaron o conllevarían.

En cuanto al Riesgo 01 se han producido dos casos, ambos en el segundo prototipo de pruebas del sistema. El primer de ellos fue el relativo a la versión de compilación de la aplicación cliente en Android. A partir de la versión 6.0 ya no se da soporte a la biblioteca Apache HTTP [62]. Este cambio sucedió cuando el proyecto estaba a un 75 % de su finalización. Se tuvo que cambiar el código y retrasó cuatro días de trabajo la iteración correspondiente. El segundo fue el bloqueo del puerto 21 FTP por parte de ciertas compañías de telefonía en sus conexiones de datos. Se tuvo que cambiar el sistema de subida de ficheros a otro distinto que utilizara el puerto 80. Supuso un retraso de un día hábil.

El Riesgo 02 ha aparecido sobre todo en los primeros meses, debido a que se tuvo que realizar un gran trabajo inicial de estado del arte acerca de técnicas de mejora de la pronunciación y de tecnología existente relacionada con ello.

Respecto al Riesgo 03 cabe destacar que se obtuvieron recomendaciones y comentarios por parte de los usuarios que probaron los prototipos acerca de la interfaz y de cómo mejorarla.

El Riesgo 04 no se ha contemplado en el proyecto, debido a la gran participación de voluntarios. Además se les ha premiado con regalos su participación y ayuda.

En cuanto al Riesgo 05, se ha llevado a cabo el plan de contingencia para poder automatizar la tarea y no recurrir a recursos de tiempo y dinero que no eran posibles en ese momento. Por lo tanto, se implementó un *script* que obtuviera las imágenes de las palabras mediante el buscador web de Bing [64]. Los diseños generales de la aplicación móvil se han podido llevar a cabo en los plazos estimados sin problemas.

Por último, el Riesgo 06 estuvo presente durante dos días, justo al finalizar las pruebas del segundo prototipo. El servidor web tuvo problemas con la fuente de alimentación y estuvo inoperativo. Se tuvo que comprar y reemplazar por una nueva fuente de alimentación. Durante ese tiempo no se pudo acceder a la aplicación, ya que se ha diseñado de tal forma que si no está activo el servidor web no funcione. No tuvo impacto ya que la fase de despliegue de pruebas del segundo prototipo se había dado como finalizada.

Capítulo 4

Análisis

4.1. Introducción

En el presente capítulo se definen todos los requisitos del sistema propuesto. Además se presentan las restricciones del proyecto y se describen y modelan los casos de uso, junto a su análisis. También se incluye el modelo de dominio del sistema.

4.2. Requisitos

En esta sección se enumeran y describen los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto, dada su alta importancia de cara al desarrollo del mismo, y sobre todo del producto *software*, la aplicación móvil TipTopTalk! (sistema cliente) y del sistema servidor (web).

4.2.1. Requisitos funcionales

En la tabla 4.1 se listan los requisitos funcionales del sistema.

ID	Ver.	Nombre	Descripción	Prioridad
RF01	1.0	Obtención de datos de jugadores	El sistema obtendrá todos los datos de los jugadores desde la plataforma Google [65].	Alta
RF02	1.0	Visualización de datos de jugadores	El sistema permitirá a cada usuario ver sus propios datos relacionados con el sistema (ver RIN01).	Media
RF03	1.0	Selección de idioma	El sistema permitirá al usuario seleccionar el idioma correspondiente a un Desafío.	Media
RF04	1.0	Juego de Desafíos	El sistema permitirá al usuario jugar a los diferentes Desafíos.	Alta

RF05	1.0	Escucha de palabras	El sistema permitirá al usuario escuchar las palabras de los Desafíos que lo permitan.	Alta
RF06	1.0	Reconocimiento de palabras	El sistema reconocerá la voz del usuario de los Desafíos que lo permitan.	Alta
RF07	1.0	Estado del Desafío	El sistema permitirá al usuario visualizar el estado actual de un Desafío (ver RIN10).	Alta
RF08	1.0	Resultado del reconocimiento de una palabra	El sistema permitirá al usuario visualizar el resultado del reconocimiento de voz de las palabras en los Desafíos.	Alta
RF09	1.0	Selección de niveles de dificultad	El sistema permitirá a los usuarios elegir entre diferentes niveles de dificultad en cada Desafío (ver RIN09).	
RF10	1.0	Visualización de <i>rankings</i>	El sistema permitirá a los usuarios visualizar los diferentes <i>rankings</i> (ver RIN08).	Media
RF11	1.0	Inclusión de puntuaciones	El sistema proporcionará un sistema de puntuaciones en los Desafíos por modalidad de juego y dificultad.	Alta
RF12	1.0	Inclusión de Trofeos	El sistema incluirá diferentes tipos de Trofeos basados en las puntuaciones.	Media
RF13	1.0	Desbloqueo de Trofeos	El sistema motivará al jugador con eventos que desbloquean Trofeos concretos.	Media
RF14	1.0	Compartición de resultados	El sistema posibilitará la compartición de puntuaciones y Trofeos en las redes sociales.	Media
RF15	1.0	Recopilación de datos	El sistema recogerá datos sobre sus usuarios anónimamente para uso estadístico y la mejora del sistema.	Alta
RF16	1.0	Soporte al usuario	El sistema proporcionará al usuario un sistema de contacto directo con el usuario.	Media

Tabla 4.1: Requisitos funcionales del sistema

4.2.2. Requisitos no funcionales

En la tabla 4.2 se listan los requisitos no funcionales del sistema.

ID	Ver.	Nombre	Descripción	Import.
1. Propiedades del sistema				
1.1. Facilidad de Uso				
a) Instalación y administración				
RNF01	1.0	Instalación y configuración del sistema cliente	El sistema cliente facilitará su instalación y configuración de la manera más sencilla posible, de forma que los propios usuarios del sistema cliente sean capaces de realizarlas.	Crítica
RNF02	1.0	Instalación y configuración del sistema servidor	El sistema servidor facilitará su instalación y configuración de la manera más sencilla posible, de forma que los administradores sean capaces de realizarlas.	Crítica
RNF03	1.0	Actualización del sistema cliente	El sistema cliente facilitará la actualización del mismo, de forma que los propios usuarios del sistema cliente sean capaces de realizarla.	Deseable
1.2. Confiabilidad				
RNF04	1.0	Copias de seguridad de los <i>logs</i>	El sistema servidor realizará copias de respaldo con una frecuencia máxima de un día en un servidor externo a los usuarios.	Crítica
RNF05	1.0	Notificación de errores	El sistema servidor proporcionará la capacidad de acceder a los registros de errores producidos en los sistemas clientes de los usuarios.	Crítica
1.3. Rendimiento				
a) Capacidad				

RNF06	1.0	Capacidad de la base de datos	La base de datos del sistema servidor debería ser capaz de almacenar y tratar correctamente la información relativa de al menos tres idiomas.	Crítica
RNF07	1.0	Escalabilidad de la base de datos	La base de datos del sistema servidor debería ser capaz de aumentar el número de idiomas de manera sistemática.	Deseable
b) Tiempo de respuesta				
RNF08	1.0	Tiempo mínimo de reconocimiento automático del habla	El sistema cliente debería ser capaz de mostrar el resultado del reconocimiento del habla del usuario en menos de tres segundos con una conexión mínima de 100 kbps.	Crítica
RNF09	1.0	Tiempo mínimo de síntesis de voz	El sistema cliente debería ser capaz de reproducir el audio referente a palabras en los Desafíos del juego en menos de un segundo máximo de retraso.	Crítica
c) Reinicio				
RNF10	1.0	Auto-reinicio del sistema servidor	El sistema servidor será capaz de reiniciarse, en caso de que un error del propio sistema lo requiera, en menos de tres minutos.	Deseable
1.4. Soporte				
a) Plataforma				
RNF11	1.0	Acceso al sistema cliente	El sistema cliente será accesible a través de un dispositivo con Android 2.3.3. o superior.	Crítica

RNF12	1.0	Acceso al sistema servidor	El sistema en el servidor funcionará sobre distribuciones estándar Linux 2.6 o superior, derivadas de GNU/Linux o superiores; plataformas Windows Server 2008 r2 o superior o Mac OS X 10.6 o superior.	Crítica
RNF13	1.0	Formato de palabras	El sistema utilizará listas de palabras en JSON.	Crítica
RNF14	1.0	Plataforma Google	El sistema utilizará los servicios proporcionados por Google para el reconocimiento de voz, el servicio de juegos y las analíticas del sistema.	Crítica
b) Organización				
RNF15	1.0	Organización del sistema	La organización del sistema se llevará a cabo en tres niveles: I. La lógica de presentación y aplicación recaerá sobre un cliente grueso (aplicación móvil). II. La lógica de acceso al sistema y recopilación de estadísticas de uso recaerá sobre un servidor web de terceros (Google APIs). III. La lógica de almacenamiento de datos en <i>logs</i> recaerá sobre un servidor web propio.	Crítica
c) Localización				
RNF16	1.0	Idiomas de la interfaz	El sistema soportará como mínimo la localización en los idiomas inglés y castellano	Crítica
RNF17	1.0	Codificación del texto	El sistema soportará como mínimo la codificación UTF-8.	Crítica
1.5. Seguridad				

RNF18	1.0	Conexiones cliente-servidor	El sistema debería utilizar el estándar de Internet TLS/SSL definido por la IETF [66] para todas sus comunicaciones cliente-servidor.	Deseable
RNF19	1.0	Encriptación de palabras	Las listas de palabras en el sistema cliente estarán encriptadas.	Crítica
RNF20	1.0	Acceso a los <i>logs</i>	El acceso a los <i>logs</i> del sistema servidor sólo podrá llevarse a cabo por los administradores del mismo.	Crítica
2. Interfaces del sistema				
2.1. Accesibilidad, diseño y navegación				
RNF21	1.0	Diseño de interfaz adaptativo	Interfaz gráfica cumplirá con un diseño adaptativo para su visualización en cualquier dispositivo (sistemas de escritorio, sistemas móviles...).	Crítica
RNF22	1.0	Varias plataformas	La aplicación web debería ser multiplataforma	Deseable
RNF23	1.0	Accesibilidad	El sistema debería cumplir los requisitos mínimos de accesibilidad para Android.	Deseable
2.2. Interfaces con sistemas externos o dispositivos				
RNF24	1.0	Acceso a Google Voice Search	El sistema cliente se comunicará con la plataforma de Google Voice Search [67] a través de su API.	Crítica
RNF25	1.0	Acceso a Google Analytics	El sistema se comunicará con la plataforma de Google Analytics [46] a través de su API.	Crítica
RNF26	1.0	Acceso a Google Play Games	El sistema se comunicará con la plataforma de Google Play Games [68] a través de su API.	Crítica
3. Documentación del sistema				
RNF27	1.0	Acceso al manual de instalación	El sistema debería contar con un manual de instalación.	Crítica

RNF28	1.0	Acceso al manual de usuario	El sistema debería contar con un manual de usuario.	Crítica
-------	-----	-----------------------------	---	---------

Tabla 4.2: Requisitos no funcionales del sistema

4.2.3. Requisitos de información

En la tabla 4.3 se listan los requisitos funcionales del sistema.

ID	Ver.	Nombre	Descripción
RIN01	1.0	Datos de un usuario	El sistema tendrá acceso a los siguientes datos de un Usuario: nombre, <i>email</i> , nivel fonético y puntuación.
RIN02	1.0	Jerarquía del sistema	El sistema poseerá la siguiente granularidad: Modalidad, Modo, Categoría, Desafío, Ronda, Logro e Intento.
RIN03	1.0	Tipos de Modalidades	El sistema deberá clasificar las diferentes Modalidades: Entrenamiento, 1 jugador y Multijugador.
RIN04	1.0	Tipos de Modos	El sistema deberá clasificar los diferentes Modos: Exposición, Discriminación, Pronunciación y <i>Modo infinito</i> .
RIN05	1.0	Tipos de Categorías	El sistema deberá clasificar los Desafíos en al menos dos Categorías: Vocales y Consonantes.
RIN06	1.0	Tipos de Desafíos	El sistema deberá clasificar los diferentes Desafíos al menos por los fonemas de cada idioma.
RIN07	1.0	Tipos de Logros	El sistema deberá clasificar los diferentes Logros: Positivo: en Discriminación si acierta en un intento y en Pronunciación si acierta en máximo cinco intentos. Negativo: si no acierta en un intento y en Pronunciación si no acierta en máximo cinco intentos.
RIN08	1.0	Tipos de <i>rankings</i>	El sistema deberá clasificar, para cada idioma, los diferentes <i>rankings</i> : Puntos y Rondas.
RIN09	1.0	Tipos de dificultad	El sistema dispondrá de tres niveles de dificultad: difícil, normal y fácil.

RIN10	1.0	Estado de un Desafío	El sistema mostrará el estado actual de un desafío, en el que como mínimo: número de aciertos, número de fallos, palabra actual, número de ronda actual y número de ronda restante. Además, de manera opcional podrá mostrar un temporizador, y las opciones de avanzar de ronda, retroceder de ronda o salir del Desafío actual.
-------	-----	----------------------	---

Tabla 4.3: Requisitos no funcionales de información del sistema

4.3. Restricciones

En la tabla 4.4 se listan las restricciones del sistema, impuestas por la tecnología y los recursos disponibles.

ID	Ver.	Nombre	Descripción	Prioridad
RES01	1.0	Necesidad de un ASR en el dispositivo	El dispositivo móvil en el que se ejecutara la aplicación TipTopTalk! deberá disponer de al menos una aplicación de reconocimiento del habla. (ASR).	Alta
RES02	1.0	Necesidad de un TTS en el dispositivo	El sistema permitirá al usuario seleccionar el idioma correspondiente a un Desafío.	Alta
RES03	1.0	Necesidad de Google Play Services en el dispositivo	El dispositivo móvil en el que se ejecutara la aplicación TipTopTalk! deberá disponer de la última versión disponible la aplicación Google Play Services instalada.	Alta
RES04	1.0	Necesidad de Google Play Games en el dispositivo	El dispositivo móvil en el que se ejecutara la aplicación TipTopTalk! deberá disponer de la última versión disponible la aplicación Google Play Games instalada.	Alta
RES05	1.0	Necesidad de conexión a internet en el dispositivo	El dispositivo móvil en el que se ejecutara la aplicación TipTopTalk! deberá disponer de una conexión a internet.	Alta

RES06	1.0	Necesidad de una entrada de audio en el dispositivo	El dispositivo móvil en el que se ejecutara la aplicación TipTopTalk! deberá disponer de una entrada de audio.	Alta
RES07	1.0	Necesidad de una salida de audio en el dispositivo	El dispositivo móvil en el que se ejecutara la aplicación TipTopTalk! deberá disponer de una salida de audio.	Alta
RES08	1.0	Tipo de servidor web de recogida de datos	El servidor web donde se recogerán los datos deberá contar con Apache <i>server</i> 2.0 o superior [69] con soporte para PHP 4.1.0 o superior.	Alta

Tabla 4.4: Restricciones del sistema

4.4. Modelo de casos de uso

En las sucesivas secciones se detallarán los actores, casos de uso y diagramas de actividad relacionados.

4.4.1. Actores primarios

- **Usuario:** rol genérico que desempeña cualquier persona que utilice la aplicación cliente.

4.4.2. Actores secundarios

- **ServicioGoogleAnalytics:** sistema externo que provee los servicios de analíticas.
- **ServicioGooglePlayGames:** sistema externo que provee los servicios de juegos (elementos de *gamificación*).
- **SistemaASR:** sistema externo que reconoce la voz y proporciona datos de dicho reconocimiento.
- **SistemaMonitorización:** sistema externo (propio) que almacena los ficheros de *log* de la actividad de los usuarios. Es muy similar al servicio ofrecido por Google Analytics, pero más enfocado a recopilar dinámicas de comportamiento, en vez de simplemente eventos.
- **SistemaTTS:** sistema externo que provee de síntesis de voz.

4.4.3. Diagrama de casos de uso

En la figura 4.1 se muestra el diagrama de casos de uso del sistema. Éstos especifican la comunicación de los actores con el sistema y complementan la funcionalidad de la aplicación expresada en los requisitos funcionales.

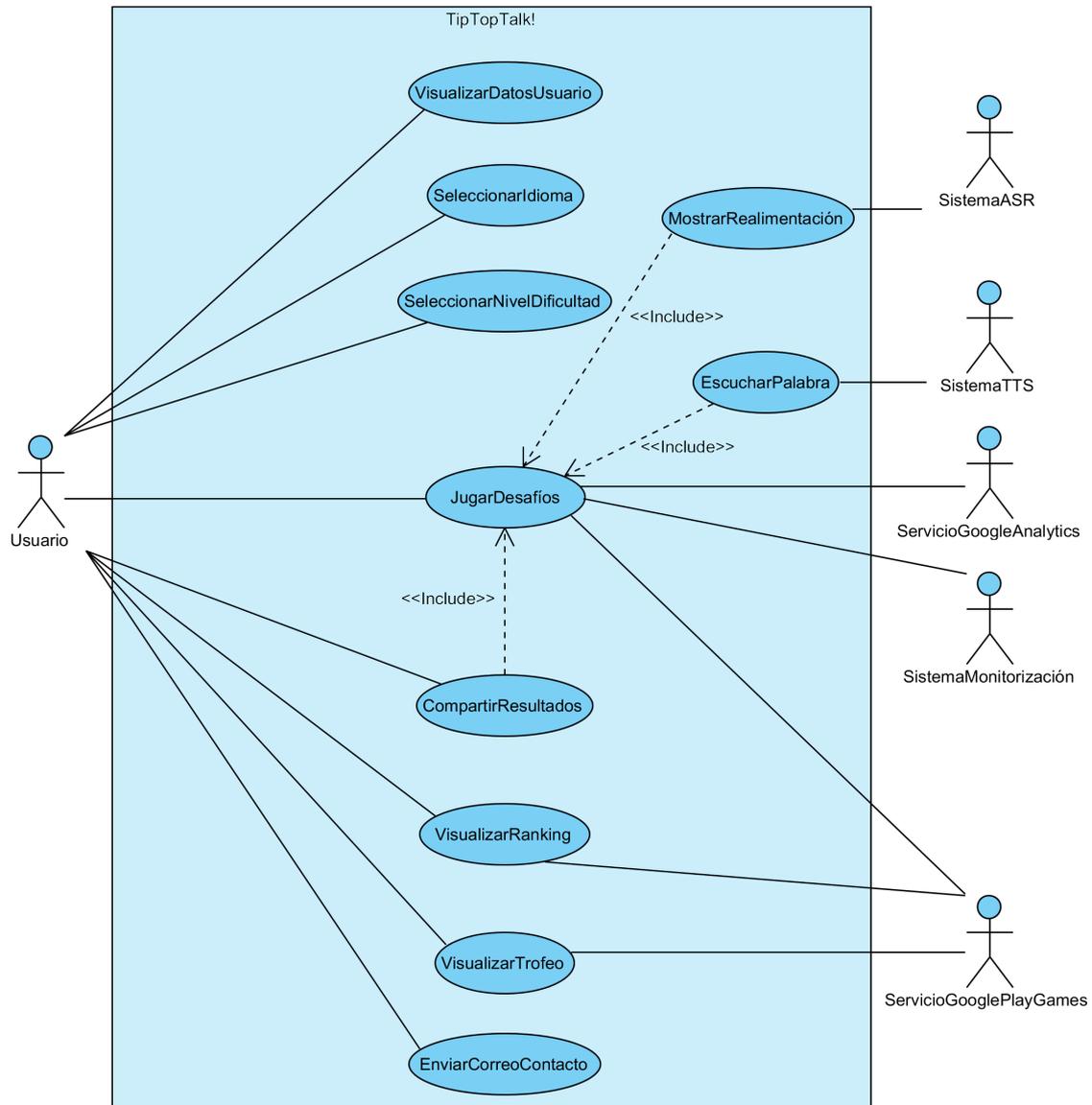


Figura 4.1: Diagrama de casos de uso

4.4.4. Matriz de requisitos / casos de uso

En la tabla 4.5 se muestra la correspondencia de los casos de uso y los requisitos funcionales.

Requisito	Caso de uso									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
RF01	X									
RF02	X									
RF03		X								
RF04				X	X	X				
RF05				X		X				
RF06				X	X					
RF07				X						
RF08				X	X					
RF09			X							
RF10								X		
RF11				X				X		
RF12									X	
RF13									X	
RF14							X			
RF15				X						
RF16										X

Tabla 4.5: Matriz de requisitos y casos de uso

4.4.5. Especificación de Casos de Uso de Análisis

En este apartado se describen los diez casos de uso del sistema expuestos en el apartado 4.4.3.

Caso de uso	CU01: VisualizarDatosUsuario
Versión	1.0
Dependencias	RF01 y RF02.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	Ninguno
Descripción	Un usuario desea visualizar sus datos en el sistema.
Precondiciones	1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet.
Flujo básico	1. El caso de uso comienza cuando el usuario indica 'Visualizar datos personales'. 2. El sistema muestra todos los datos personales asociados al usuario (ver RIN01). 3. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Ninguna
Flujo alternativo	Ninguno
Excepciones	Ninguna
Frecuencia	Alta

Tabla 4.6: Descripción del CU01

Caso de uso	CU02: SeleccionarIdioma
Versión	1.0
Dependencias	RF03.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	Ninguno
Descripción	Un usuario desea seleccionar el idioma de los Desafíos del sistema.
Precondiciones	1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet.
Flujo básico	1. El caso de uso comienza cuando el usuario indica 'Seleccionar idioma'. 2. El sistema muestra la lista de idiomas disponibles para los Desafíos. 3. El usuario selecciona el idioma que desea (ver EX01). 4. El sistema registra el cambio y se lo notifica al usuario. 5. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Idioma registrado en el sistema.
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. 1. Se avanza al paso 5 del flujo básico.
Excepciones	EX01. Datos incorrectos. 1. Se muestra un mensaje de advertencia al usuario. 2. Se retorna al paso 2 del flujo básico
Frecuencia	Alta

Tabla 4.7: Descripción del CU02

Caso de uso	CU03: SeleccionarNivelDificultad
Versión	1.0
Dependencias	RF09.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	Ninguno
Descripción	Un usuario desea seleccionar el nivel de dificultad de los Desafíos del sistema.
Precondiciones	1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet.
Flujo básico	1. El caso de uso comienza cuando el usuario indica 'Seleccionar nivel de dificultad'. 2. El sistema muestra la lista de niveles disponibles para los Desafíos. 3. El usuario selecciona el nivel de dificultad que desea (ver EX01). 4. El sistema registra el cambio y se lo notifica al usuario. 5. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Nivel de dificultad registrado en el sistema.
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. 1. Se avanza al paso 5 del flujo básico.
Excepciones	EX01. Datos incorrectos. 1. Se muestra un mensaje de advertencia al usuario. 2. Se retorna al paso 2 del flujo básico.
Frecuencia	Alta

Tabla 4.8: Descripción del CU03

Caso de uso	CU04: JugarDesafío
Versión	1.0
Dependencias	RF04, RF05, RF06, RF07, RF08, RF11 y RF15.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	ServicioGoogleAnalytics, ServicioMonitorización y ServicioGooglePlayGames
Descripción	Un usuario desea jugar un Desafío.
Precondiciones	1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet.
Flujo básico	1. El caso de uso comienza cuando el usuario indica 'Jugar un Desafío'. 2. El sistema muestra la lista de Modalidades disponibles 3. El usuario selecciona una Modalidad (ver EX01). 4. El sistema muestra una lista de Modos según la Modalidad indicada. 5. El usuario selecciona un Modo (ver EX01). 6. El sistema muestra una lista de Categorías asociadas al Modo indicado. 7. El usuario selecciona una Categoría (ver EX01). 8. El sistema muestra una lista de Desafíos asociados a la Categoría indicada. 9. El usuario selecciona un Desafío (ver EX01). 10. El sistema muestra las instrucciones de juego. 11. El usuario interactúa con el sistema según el Desafío (ver EX02). 12. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Ninguna
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. 1. Se avanza al paso 12 del flujo básico.
Excepciones	EX01. Datos incorrectos. 1. Se muestra un mensaje de advertencia al usuario. 2. Se retorna al paso 2 del flujo básico EX02. Desconexión de internet. 1. El sistema muestra al usuario una advertencia acerca del estado de la red. 2. El sistema se mantiene en el último estado antes de la desconexión.
Frecuencia	Alta

Tabla 4.9: Descripción del CU04

Caso de uso	CU05: MostrarRealimentación
Versión	1.0
Dependencias	RF04, RF06 y RF08.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	SistemaASR
Descripción	Un usuario desea pronunciar una palabra en un Desafío.
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet. 3. Estar jugando un desafío
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ejecuta el caso de uso JugarDesafío. 2. El usuario indica 'Reconocer voz'. 3. El SistemaASR comienza a grabar la voz. 4. El usuario habla. 5. El sistema graba la voz y la manda al ASR. 6. El SistemaASR devuelve los resultados del reconocimiento. 7. El sistema muestra los datos oportunos del reconocimiento. 8. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Ninguna
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. <ol style="list-style-type: none"> 1. Se avanza al paso 8 del flujo básico.
Excepciones	Ninguna
Frecuencia	Alta

Tabla 4.10: Descripción del CU05

Caso de uso	CU06: EscucharPalabra
Versión	1.0
Dependencias	RF04 y RF05.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	SistemaTTS
Descripción	Un usuario desea escuchar la síntesis de una palabra en un Desafío.
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet. 3. Estar jugando un desafío
Flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ejecuta el caso de uso JugarDesafío. 2. El usuario indica 'Sintetizar palabra'. 3. El SistemaTTS comienza a reproducirla. 4. El usuario escucha la síntesis. 5. El sistema finaliza la reproducción. 6. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Ninguna
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. <ol style="list-style-type: none"> 1. Se avanza al paso 6 del flujo básico.
Excepciones	Ninguna
Frecuencia	Alta

Tabla 4.11: Descripción del CU06

Caso de uso	CU07: CompartirResultados
Versión	1.0
Dependencias	RF14.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	Ninguno
Descripción	Un usuario desea compartir el resultado de un Desafío.
Precondiciones	1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet.
Flujo básico	1. Se ejecuta el Caso de Uso JugarDesafío. 2. El usuario indica 'Compartir resultados'. 3. El sistema muestra posibles aplicaciones de compartición. 4. El usuario elige la(s) que desea (ver EX01). 5. El sistema realiza la compartición de resultados. 6. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Resultado compartido.
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. 1. Se avanza al paso 6 del flujo básico.
Excepciones	EX01. Datos incorrectos. 1. Se muestra un mensaje de advertencia al usuario. 2. Se retorna al paso 2 del flujo básico.
Frecuencia	Alta

Tabla 4.12: Descripción del CU07

Caso de uso	CU08: VisualizarRanking
Versión	1.0
Dependencias	RF10 y RF11.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	ServicioGooglePlayGames
Descripción	Un usuario desea visualizar un <i>ranking</i> .
Precondiciones	1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet.
Flujo básico	1. El caso de uso comienza cuando el usuario indica 'Visualizar <i>Ranking</i> '. 2. El sistema muestra una lista de <i>rankings</i> disponibles ofrecida por ServicioGooglePlayGames. 3. El usuario selecciona aquel que desee visualizar (ver EX01). 4. El sistema muestra los datos relativos al <i>ranking</i> seleccionado. 5. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Ninguna
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. 1. Se avanza al paso 5 del flujo básico.
Excepciones	EX01. Datos incorrectos. 1. Se muestra un mensaje de advertencia al usuario. 2. Se retorna al paso 2 del flujo básico.
Frecuencia	Media

Tabla 4.13: Descripción del CU08

Caso de uso	CU09: Visualizar Trofeo
Versión	1.0
Dependencias	RF12 y RF13.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	ServicioGooglePlayGames
Descripción	Un usuario desea visualizar un Trofeo de su perfil.
Precondiciones	1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet.
Flujo básico	1. El caso de uso comienza cuando el usuario indica 'Visualizar Trofeo'. 2. El sistema muestra una lista de Trofeos asociados al usuario ofrecida por ServicioGooglePlayGames. 3. El usuario selecciona aquel que desee visualizar (ver EX01). 4. El sistema muestra los datos relativos al mismo. 5. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	Ninguna
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. 1. Se avanza al paso 5 del flujo básico.
Excepciones	EX01. Datos incorrectos. 1. Se muestra un mensaje de advertencia al usuario. 2. Se retorna al paso 2 del flujo básico.
Frecuencia	Baja

Tabla 4.14: Descripción del CU09

Caso de uso	CU10: EnviarCorreoContacto
Versión	1.0
Dependencias	RF16.
Actor principal	Usuario
Actor secundario	Ninguno
Descripción	Un usuario desea establecer contacto con el soporte del sistema.
Precondiciones	1. Estar autenticado en el sistema. 2. Estar conectado a internet.
Flujo básico	1. El caso de uso comienza cuando el usuario indica 'Contacto con el soporte'. 2. El sistema muestra formulario de contacto: título y contenido. 3. El usuario indica todos los campos del formulario. 4. El sistema comprueba que todos los campos han sido indicados y registra el mensaje (ver EX01). 5. El caso de uso finaliza.
Postcondiciones	El correo ha sido enviado al soporte del sistema.
Flujo alternativo	FA01. El usuario indica 'Cancelar' en algún instante. 1. Se avanza al paso 5 del flujo básico.
Excepciones	EX01. Datos incorrectos. 1. Se muestra un mensaje de advertencia al usuario. 2. Se retorna al paso 2 del flujo básico.
Frecuencia	Baja

Tabla 4.15: Descripción del CU10

4.5. Realización de casos de uso de Análisis

4.5.1. Modelo de dominio

En la figura 4.2 se muestra el modelo de dominio del sistema. Se reflejan las clases conceptuales significativas extraídas de los requisitos y casos de uso.

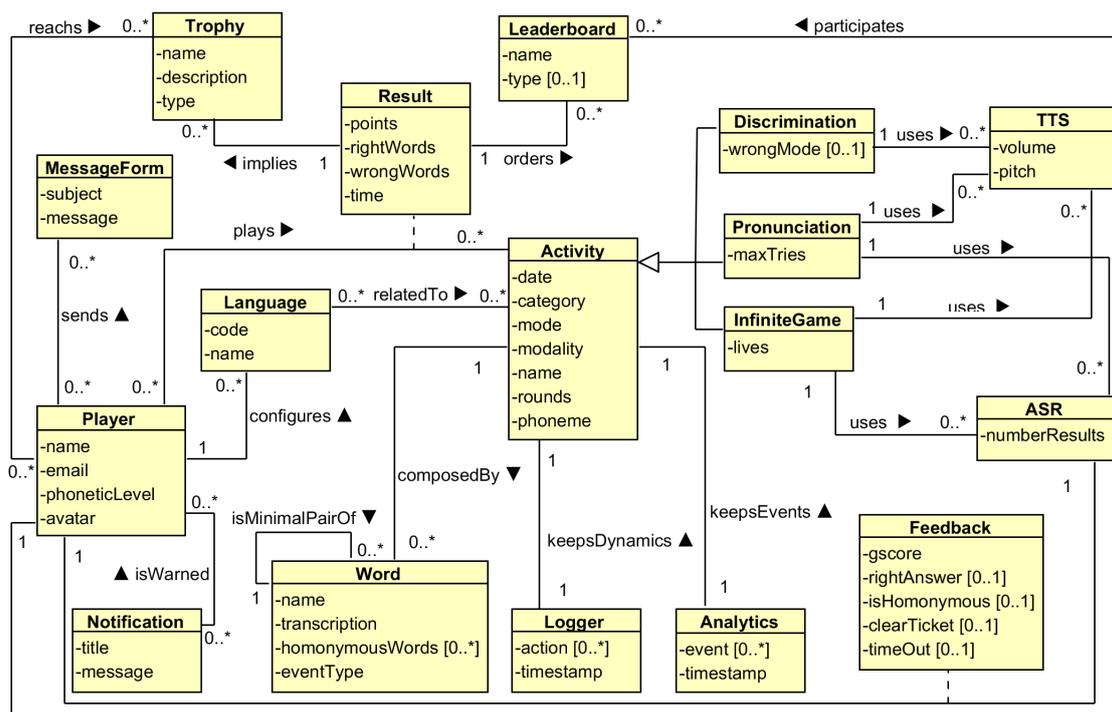


Figura 4.2: Modelo de dominio

A continuación se describen los elementos mostrados en la figura 4.2.

Clase: *Language*

- **Descripción:** clase que modela el idioma de un lenguaje o dialecto.
- **Responsabilidades:** modelar un lenguaje para que esté disponible para su elección en los Desafíos. Es establecido por los Jugadores.
- **Atributos:**
 - *code*: código estándar del idioma siguiendo la normativa BCP 47 (de RFC 4646) [70].
 - *name*: nombre del idioma.

Clase: *Notification*

- **Descripción:** clase que modela un mensaje emergente en el sistema.
- **Responsabilidades:** notificar al usuario acerca de un asunto mediante un mensaje.
- **Atributos:**
 - *title*: título del aviso.
 - *message*: contenido del mensaje del aviso.

Clase: *MessageForm*

- **Descripción:** clase que modela un formulario de contacto con el soporte del sistema.
- **Responsabilidades:** establecer contacto entre un usuario y el soporte de la aplicación.
- **Atributos:**
 - *subject*: título de la razón de contacto.
 - *message*: texto de la cuestión del mensaje de contacto.

Clase: *Player*

- **Descripción:** clase que modela a un Jugador (usuario) de la aplicación.
- **Responsabilidades:** representar a un Jugador de la aplicación. Permitir identificar a los usuarios cuando realizan Desafíos.
- **Atributos:**
 - *name*: nombre del usuario.
 - *email*: correo electrónico.
 - *phoneticLevel*: nivel fonético del usuario.
 - *avatar*: imagen de perfil del usuario.

Clase: *Trophy*

- **Descripción:** clase que modela un Trofeo conseguido por el usuario.
- **Responsabilidades:** representar a un Trofeo disponible tras superar algún Desafío.

■ Atributos:

- *name*: nombre del Trofeo.
- *description*: descripción del Trofeo.
- *type*: tipo de Trofeo.

Clase: *Result*

- **Descripción:** clase que modela el resultado de las dinámicas recogidas en los Desafíos.
- **Responsabilidades:** almacenar los resultados de un Desafío.
- **Atributos:**
 - *points*: número de puntos adquiridos en el Desafío.
 - *rightWords*: contador de número de aciertos del Desafío.
 - *wrongWords*: contador del número de fallos del Desafío.
 - *time*: tiempo dedicado a la finalización del Desafío.
 - *rounds*: ronda actual del Desafío.

Clase: *Leaderboard*

- **Descripción:** clase que modela un *ranking* en el sistema.
- **Responsabilidades:** clasificar a los usuarios del sistema según sus puntuaciones en los distintos Desafíos.
- **Atributos:**
 - *name*: nombre del *ranking*.
 - *type*: tipo del *ranking*. Puede ser 'por puntos' o 'por rondas'.

Clase: *Activity*

- **Descripción:** clase que modela una dinámica en los Desafíos.
- **Responsabilidades:** guiar al usuario durante un Desafío, proporcionándole la información necesaria.
- **Atributos:**
 - *date*: fecha de comienzo del Desafío.

- *category*: categoría asociada al Modo del Desafío.
- *mode*: Modo asociado a la Modalidad del Desafío.
- *modality*: Modalidad del Desafío.
- *name*: nombre del Desafío.
- *rounds*: número de rondas del Desafío.
- *phoneme*: fonema principal de la dinámica del Desafío.

Clase: *Word*

- **Descripción:** clase que modela una palabra en un desafío.
- **Responsabilidades:** representar todos los datos relativos a una palabra en un desafío. Tener relación con otras palabras que compongan un par mínimo.
- **Atributos:**
 - *name*: nombre de la palabra.
 - *transcription*: transcripción fonética de la palabra.
 - *gscore*: puntuación ofrecida por el reconocedor de voz, que indica la probabilidad de acierto de su reconocimiento del habla en ese intento.
 - *homonymousWords*: lista de palabras homónimas
 - *eventType*: tipo del evento relacionado con la palabra.

Clase: *Feedback*

- **Descripción:** clase que modela la realimentación ofrecida al usuario cuando se reconoce una palabra.
- **Responsabilidades:** almacenar el resultado del reconocimiento de una palabra. Ofrecer el resultado al usuario.
- **Atributos:**
 - *rightAnswer*: indica si la palabra fue intentada correctamente.
 - *isHomonymous*: indica si la palabra fue dada como válida por ser homónima con otra.
 - *clearTicket*: indica si se utilizó un *ticket* pasa-ronda en el intento de la palabra.
 - *timeOut*: indica si se terminó el tiempo en el intento de la palabra.

Clase: *Logger*

- **Descripción:** clase que modela el seguimiento de las dinámicas de los usuarios en el sistema.
- **Responsabilidades:** mantener el resultado de las acciones del usuario en el sistema.
- **Atributos:**
 - *action*: acción a registrar en el fichero de *log*.
 - *timestamp*: fecha exacta de la ocurrencia de la acción.

Clase: *Analytics*

- **Descripción:** clase que modela la recogida de eventos del sistema.
- **Responsabilidades:** Generar estadísticas de los eventos del sistema.
- **Atributos:**
 - *event*: evento ocurrido en el sistema.
 - *timestamp*: fecha exacta de la ocurrencia del evento.

Clase: *Discrimination*

- **Descripción:** clase que modela el Modo de Desafío 'Discrimination' del juego.
- **Responsabilidades:** establecer el Modo Discriminación como dinámica actual del Desafío.
- **Atributos:**
 - *wrongMode*: indica si se está jugando en 'modo inverso', es decir, seleccionar la palabra incorrecta.

Clase: *Pronunciation*

- **Descripción:** clase que modela el Modo de Desafío 'Pronunciation' del juego.
- **Responsabilidades:** establecer el Modo Pronunciación como dinámica actual del Desafío.
- **Atributos:**
 - *maxTries*: número máximo de intentos por palabra.

Clase: *InfiniteGame*

- **Descripción:** clase que modela el Modo de Desafío 'Modo Infinito' del juego.
- **Responsabilidades:** establecer el Modo Infinito como dinámica actual del Desafío.
- **Atributos:**
 - *lives*: número de 'Vidas' en el Desafío.

Clase: *TTS*

- **Descripción:** clase que modela el sintetizador de voz.
- **Responsabilidades:** sintetizar el texto indicado.
- **Atributos:**
 - *volume*: volumen de la síntesis.
 - *pitch*: intensidad de la síntesis.

Clase: *ASR*

- **Descripción:** clase que modela un configurador de reconocedor de voz.
- **Responsabilidades:** establecer las características necesarias para reconocer la voz de un usuario durante los desafíos.
- **Atributos:**
 - *numberResults*: número de resultados a recibir del reconocedor de voz.

4.5.2. Diagramas de actividad

En este apartado se representa el flujo de eventos entre las entidades del dominio reflejado en los diez casos de uso mediante sus diagramas de actividad.

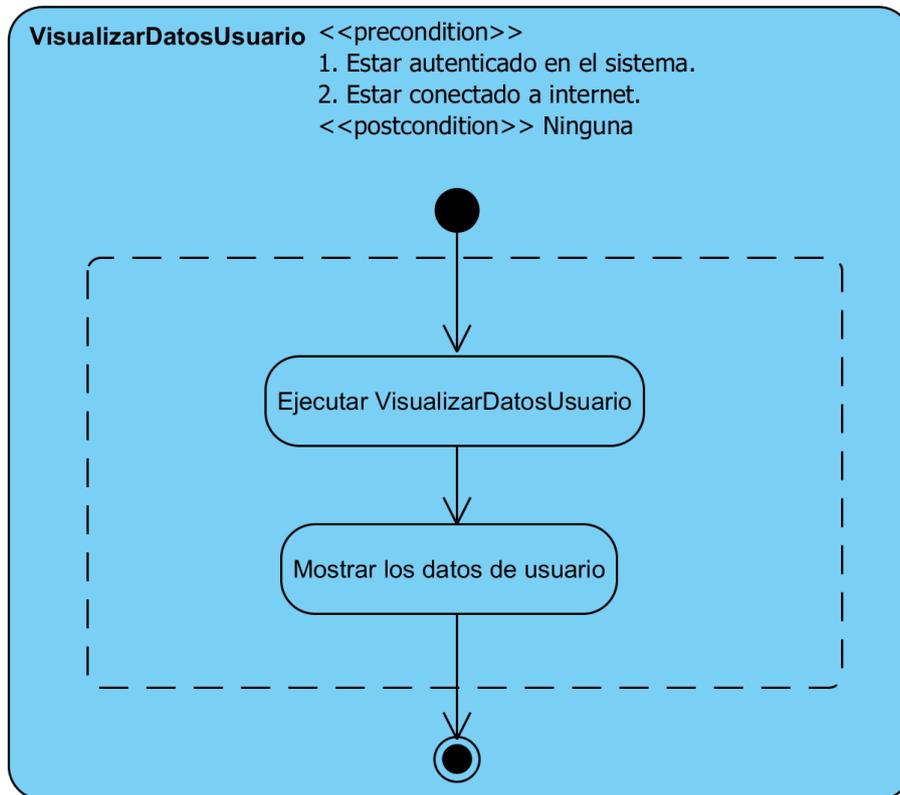


Figura 4.3: Diagrama de actividad del CU01

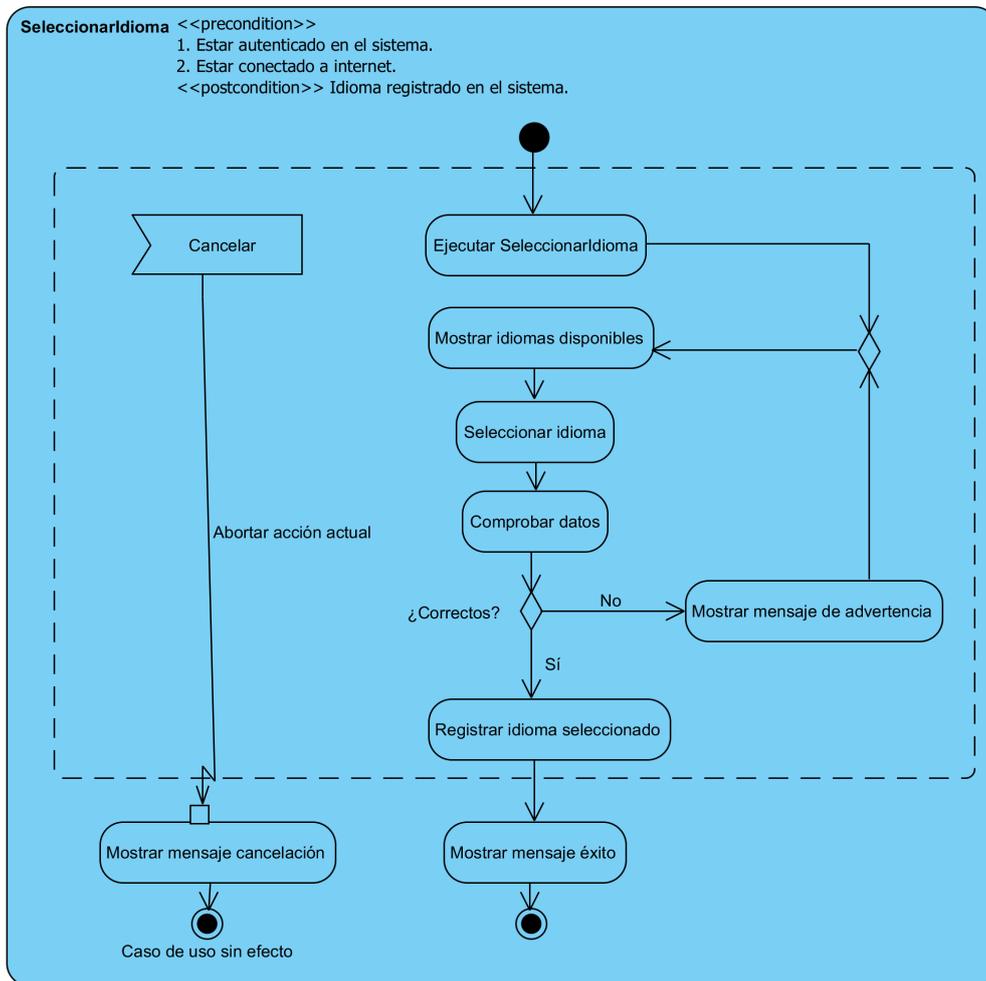


Figura 4.4: Diagrama de actividad del CU02

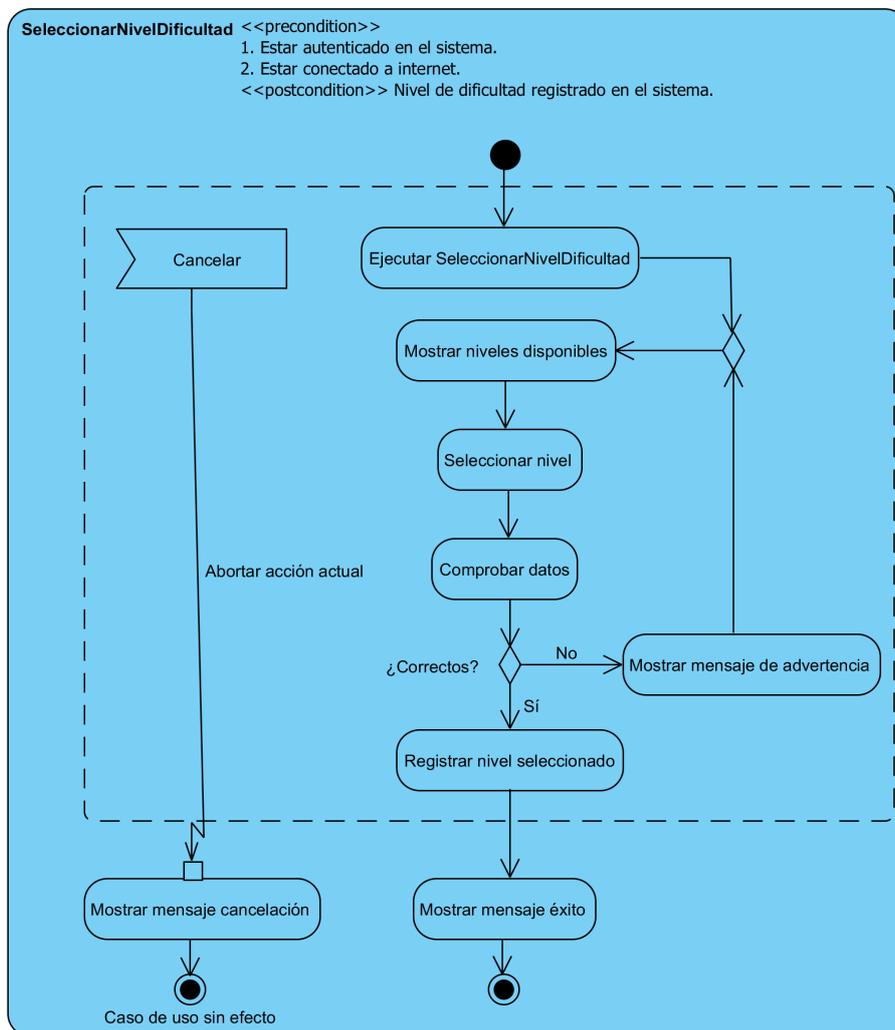


Figura 4.5: Diagrama de actividad del CU03

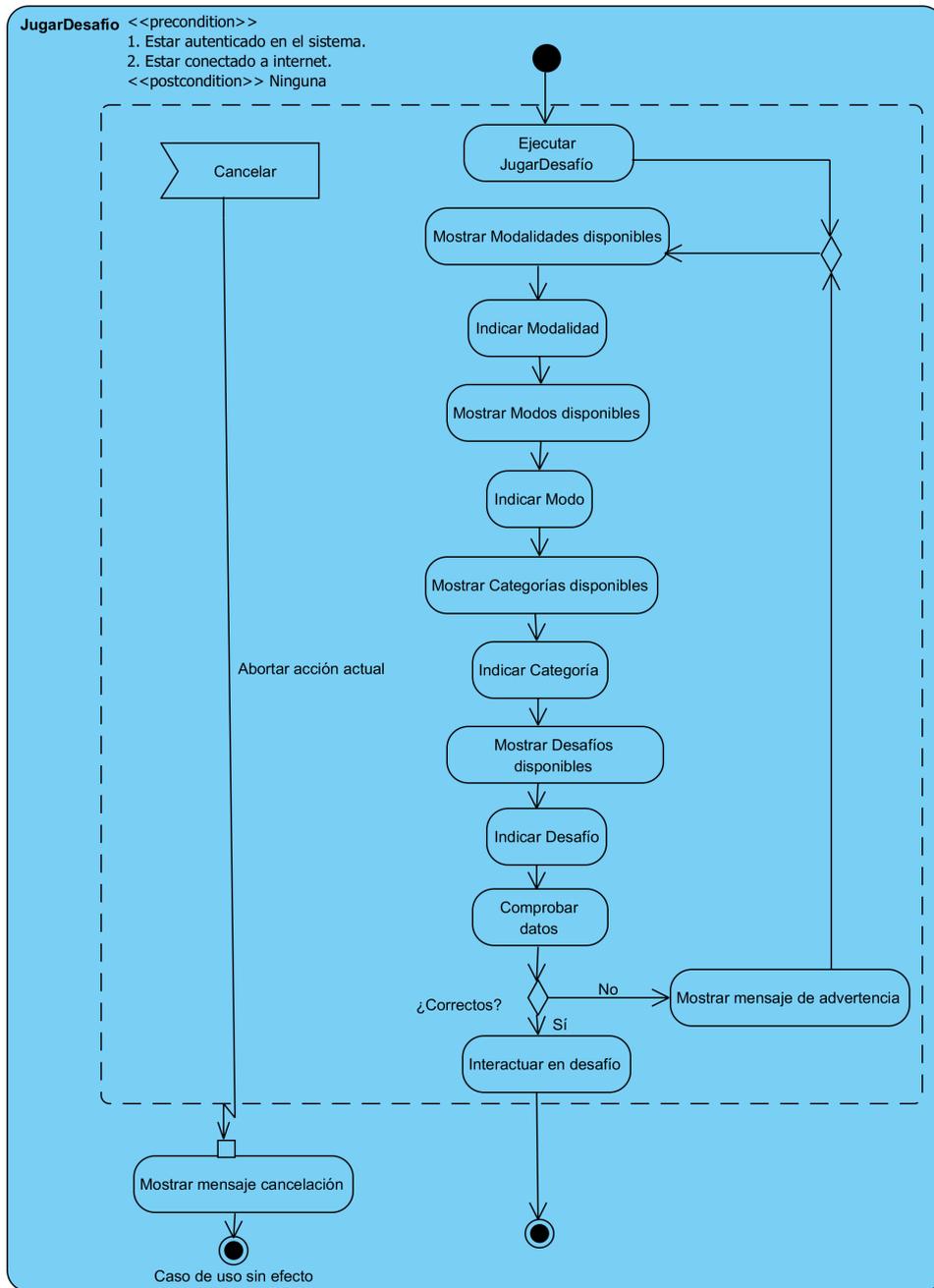


Figura 4.6: Diagrama de actividad del CU04

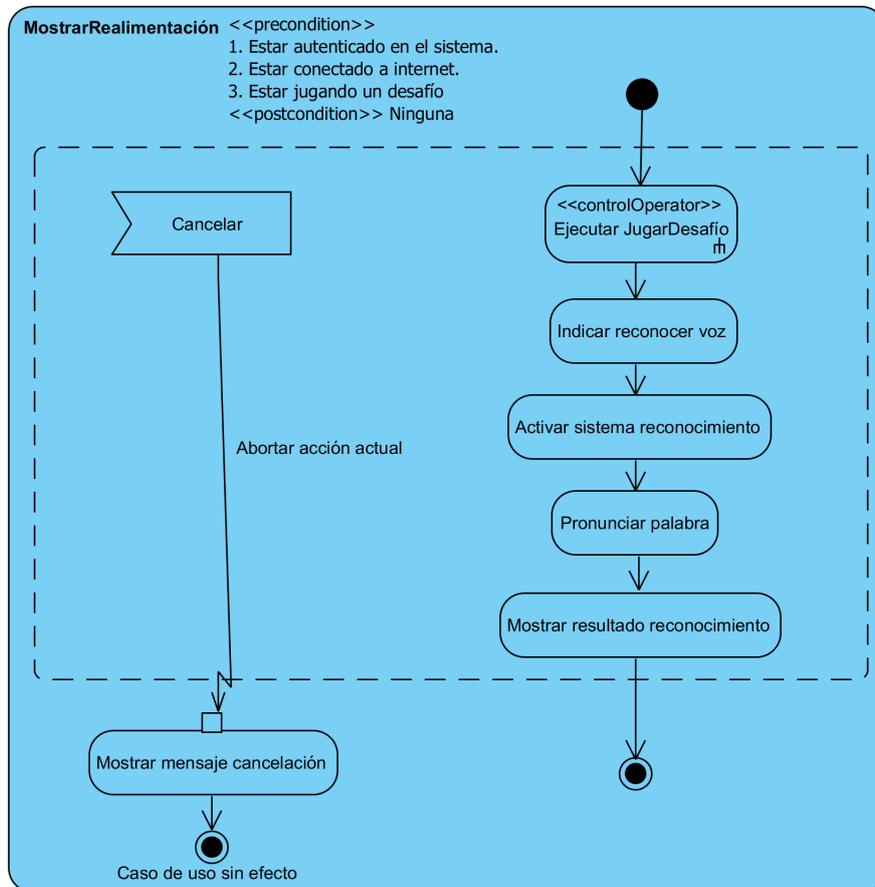


Figura 4.7: Diagrama de actividad del CU05

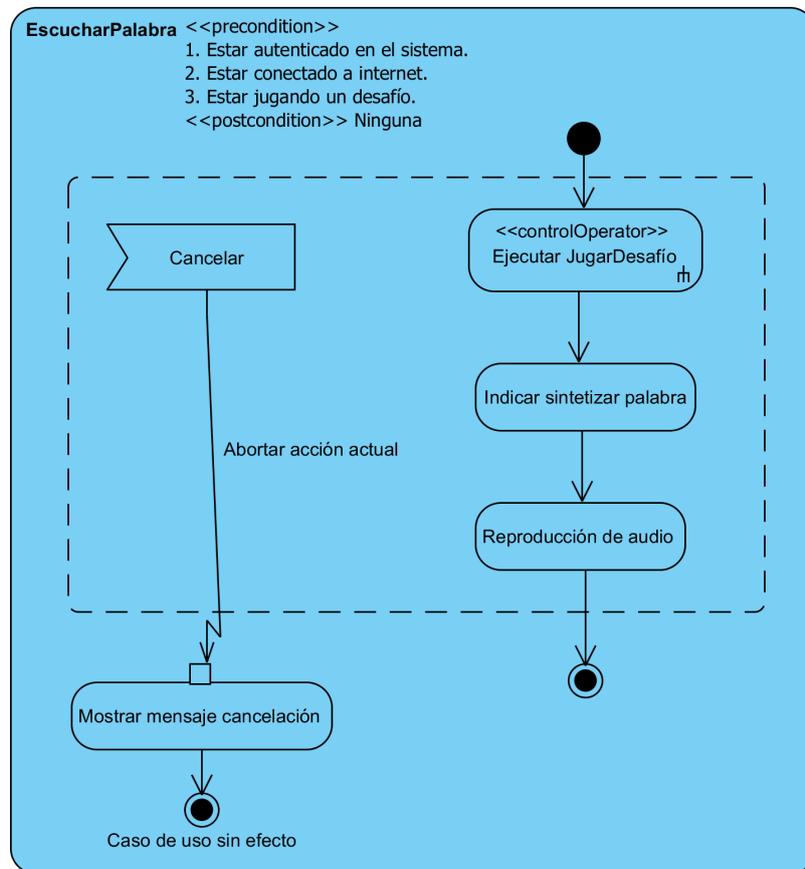


Figura 4.8: Diagrama de actividad del CU06

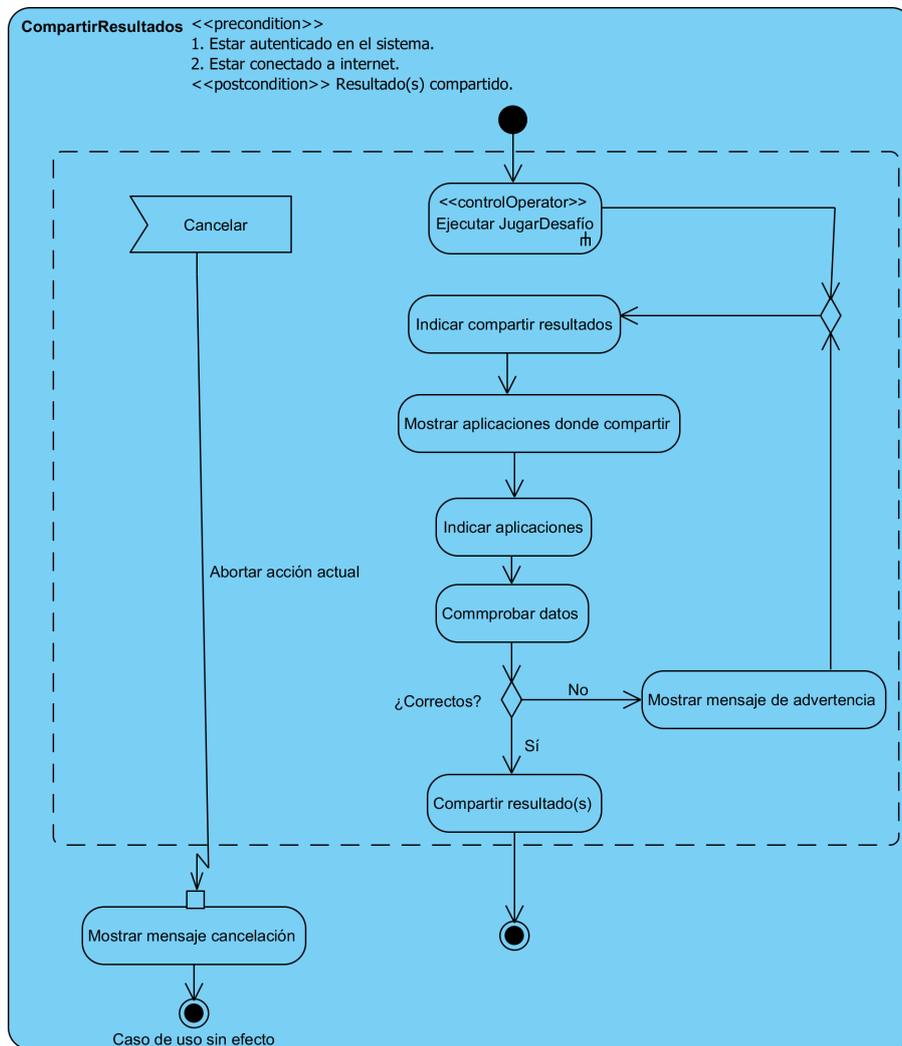


Figura 4.9: Diagrama de actividad del CU07

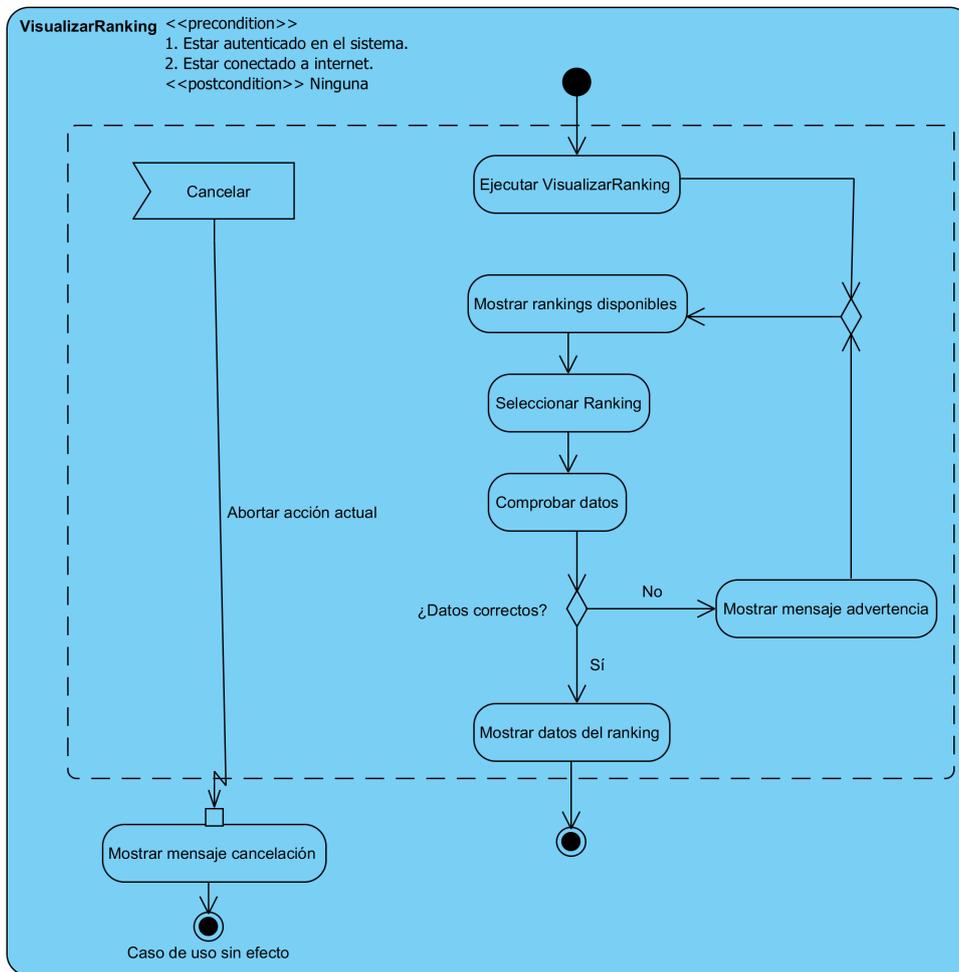


Figura 4.10: Diagrama de actividad del CU08

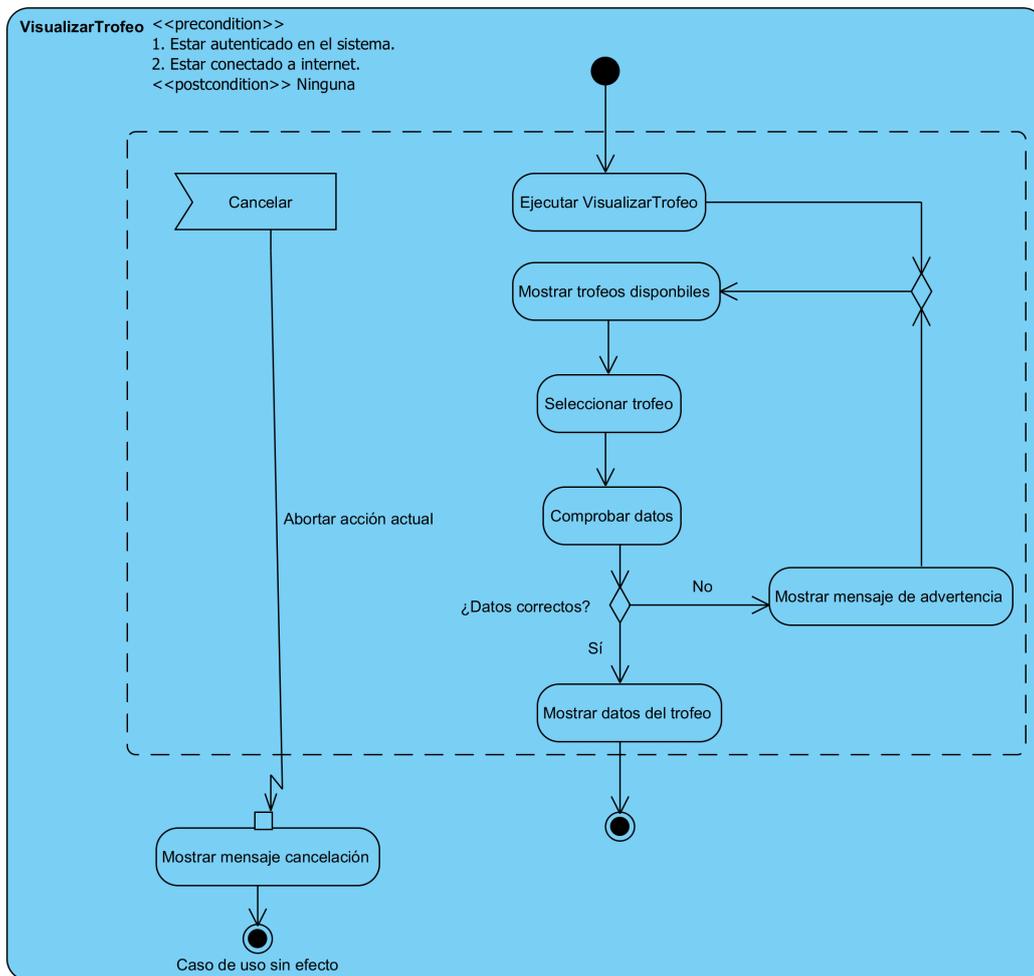


Figura 4.11: Diagrama de actividad del CU09

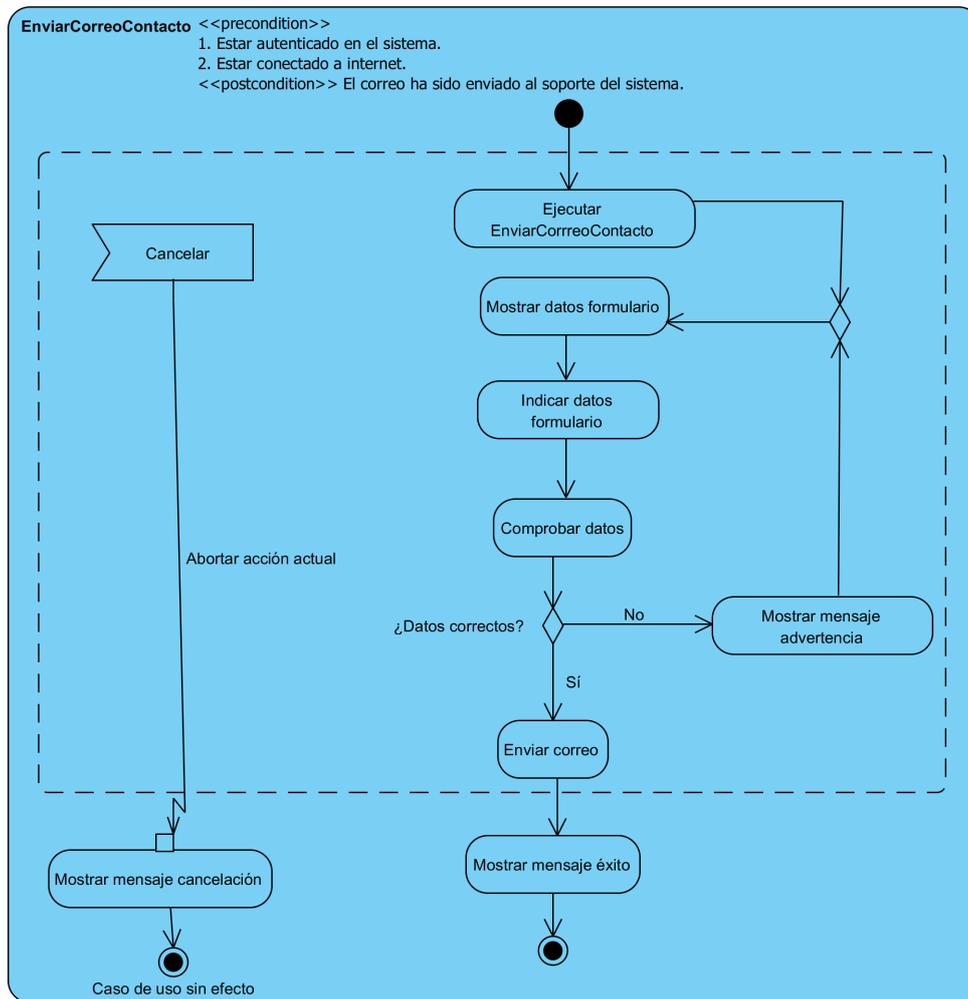


Figura 4.12: Diagrama de actividad del CU10

Capítulo 5

Arquitectura y diseño

5.1. Introducción

En el presente capítulo se detallan los aspectos de la arquitectura del sistema y del diseño gráfico de la interfaz visual del mismo. Es decir, se describen los patrones de diseño seguidos y las dinámicas implementadas en el proyecto, junto a los lenguajes de programación y la tecnología aplicada.

5.2. Primera aproximación al diseño

Como introducción a la dinámica general de la aplicación y el flujo de interacción en la misma, en la figura 5.1 se muestra el diagrama general de la arquitectura propuesta, en la que se encuentran los elementos que participan en la misma.

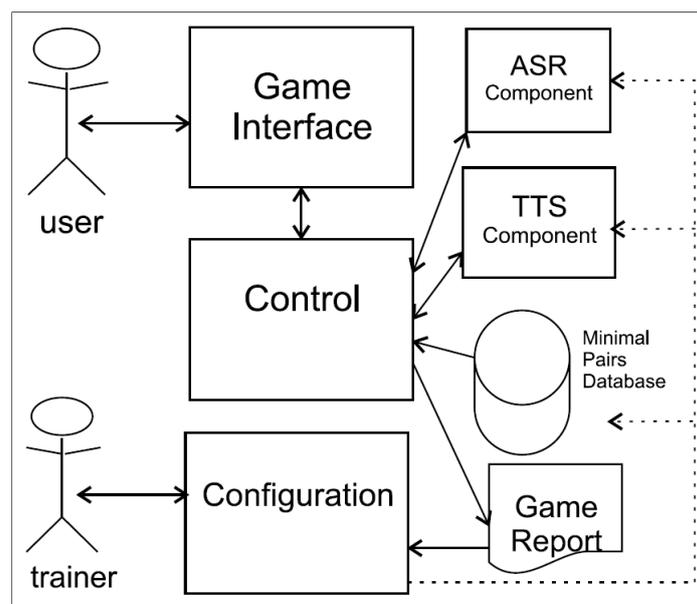


Figura 5.1: Diagrama general de arquitectura del sistema

El módulo principal, 'Control', incluye la lógica de negocio de la aplicación (la dinámica de entrenamiento y juego de todos los Modos explicados en la sección 5.6).

La base de datos 'Minimal Pairs Database' es utilizada por el módulo 'Control' para mostrar su contenido a los usuarios, 'User', mediante la interfaz general 'Game Interface', de acuerdo a la dinámica del Desafío del Modo de entrenamiento o juego seleccionado. Es configurada por los expertos en idiomas y metodologías de aprendizaje, 'Trainers', en cuanto a las listas de palabras e idiomas, ya que son el fundamento del sistema, por lo que la base de datos será diseñada de tal manera que se pueda continuar expandiendo su número de elementos sin límites.

Además, el módulo 'Control' hace uso del módulo del reconocimiento automático del habla, 'ASR'. Este módulo permite reconocer las palabras que el usuario ha dicho y convertirlas a texto (en los idiomas que soporte el ASR, varía según dispositivos). Con ello se consigue, con un alto nivel de precisión, el resultado del reconocimiento de voz. Por defecto, la gran mayoría de dispositivos cuentan con una aplicación interna (gratuita) que accede a un ASR (por ejemplo *Google recognition speech*, en este caso, requiere una conexión a internet). Por último, los idiomas requeridos por el sistema dependerá de la configuración de las palabras del mismo.

El componente 'TTS' (Text-To-Speech, sintetizador de voz) permite reproducir la palabra indicada (en el idioma correspondiente, varía según los disponibles en el dispositivo). Este módulo es una aplicación independiente que debe estar instalada en el dispositivo (por defecto, todos los dispositivos móviles suelen contar con una aplicación TTS gratuita del propio proveedor). Este módulo ayuda a los usuarios a escuchar las palabras de los Desafíos propuestas por los expertos.

El componente 'Configuration' contiene los parámetros de las metodologías pedagógicas y de juego establecidos por los expertos o 'Trainers'. Se comunica con los módulos mencionados anteriormente, es decir, el ASR, el TTS y la base de datos de palabras.

Por último, el módulo 'Game Report' permite recolectar información acerca de los eventos del sistema. Por ejemplo el número de fallos, aciertos, pulsaciones sobre elementos de la interfaz y la marca de tiempo de las acciones. Además incluye analíticas de uso. Con ello se pretende obtener realimentación para los desarrolladores de la aplicación, pudiendo encontrar mejoras y dificultades.

Para conocer más detalles, en la sección 5.6 se explica la mecánica del sistema y en el apéndice D se describe la interfaz visual y una guía de usuario.

5.3. Arquitectura propuesta de los sistemas cliente y servidor

En esta sección se pretende mostrar una visión general de la arquitectura del sistema propuesta, tanto del sistema cliente como del sistema servidor.

5.3.1. Arquitectura cliente

En primer lugar, en la figura 5.2 se expone la arquitectura lógica de la aplicación cliente.

Partiendo de la parte superior de la imagen, la primera de las tres capas es la denominada *Presentation*. Esta capa es la más cercana al usuario, ya que es la encargada de

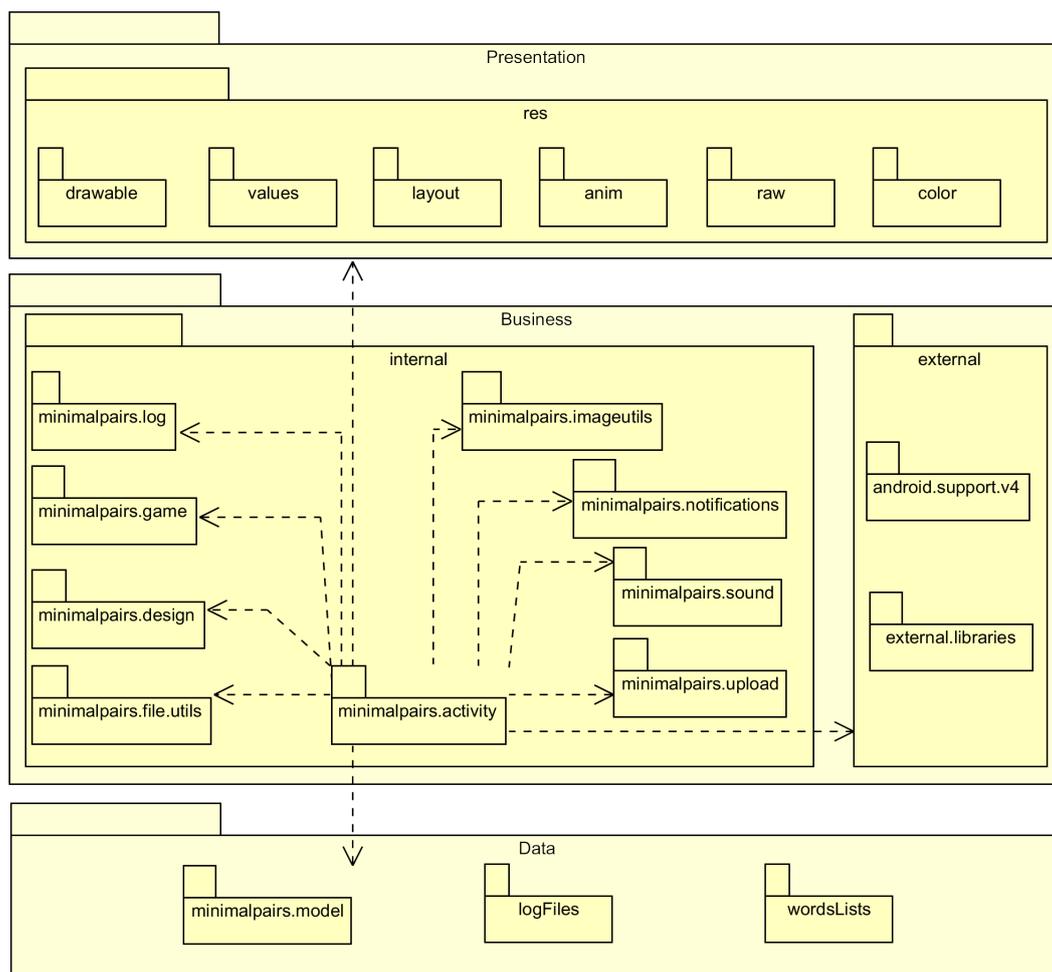


Figura 5.2: Diagrama de paquetes del sistema cliente

gestionar los elementos de la interfaz visual. Contiene un paquete principal, *res*, donde se encuentran los elementos básicos de una aplicación Android:

- *drawable*: elementos visuales de la interfaz gráfica (botones, desplegables...).
- *values*: unidades de medida de los elementos gráficos.
- *layout*: representan las pantallas de la aplicación (en XML).
- *anim*: representan las animaciones de la interfaz visual.
- *raw*: otros elementos como ficheros de audio o ficheros JSON.
- *color*: definen los colores de los elementos de la aplicación.

La segunda capa es la de la lógica de negocio o *Business*. En ella se encuentran varios paquetes divididos en dos tipos.

- *internal*: aquellos elementos propios de la aplicación.
 - *minimalpairs.activity*: es el paquete principal, el que gestiona los elementos de cada pantalla visual de la interfaz y su controlador de la lógica de negocio asociado.
 - *minimalpairs.game*: contiene los elementos de la *gamificación*.
 - *minimalpairs.log*: encargado de recopilar los datos obtenidos en los Desafíos.
 - *minimalpairs.imageutils*: contiene utilidades de procesamiento de imágenes.
 - *minimalpairs.notifications*: se encarga de la gestión de notificaciones en la aplicación.
 - *minimalpairs.upload*: contiene los ficheros necesarios para la conexión a través de internet.
 - *minimalpairs.sound*: contiene todas las clases relacionadas con la reproducción, síntesis y reconocimiento de audio.
 - *minimalpairs.model*: contiene todas las entidades de datos.
 - *minimalpairs.design*: contiene los elementos de la interfaz gráfica de la aplicación.
 - *minimalpairs.file.utils*: gestiona ficheros y su encriptación.
- *external*: aquellos elementos utilizados que no son propios.
 - *android.support.v4*: permite acceder a los elementos de Android.
 - *external.libraries*: contiene todas las bibliotecas externas utilizadas como apoyo en la aplicación.

La tercera y última capa es la de datos, o *Data*. Es accedida por el paquete *minimalpairs.activity*. En ella destacan tres paquetes:

- *minimalpairs.model*: modelan todas las entidades.
- *logFiles*: ficheros de texto que contienen acciones del usuario.
- *wordsLists*: ficheros que contienen las listas de palabras para los Desafíos.

5.3.2. Arquitectura servidor

El segundo componente del proyecto es el sistema servidor. Consiste en un servidor web con tres principales funcionalidades: almacenar los ficheros de *log*, alojar los diseños propios de las palabras y configurar el sistema de notificaciones *push*.

En la figura 5.3 se muestra la interacción entre el sistema cliente y servidor de este proyecto. A la izquierda de la misma se encuentran los dispositivos donde se instala la aplicación móvil (sistema cliente). A su derecha se encuentra un fichero de *log* donde se recopila los datos de los usuarios en los Desafíos. Junto a ellos se encuentran representados los mensajes *push*. Los sistemas clientes se comunican con el servidor web mediante

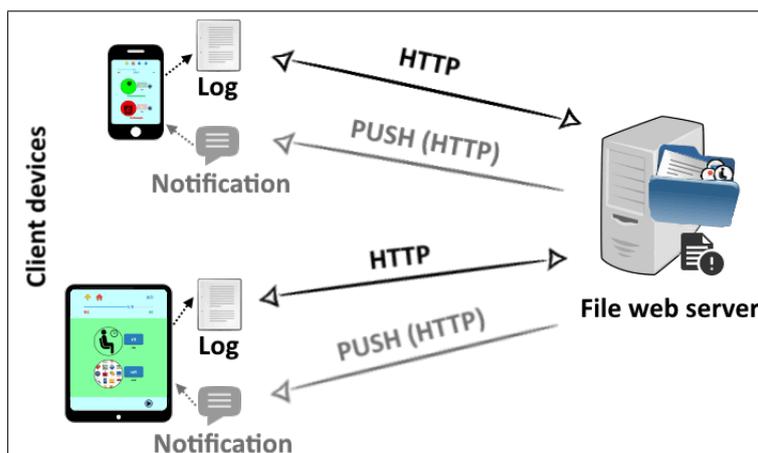


Figura 5.3: Interacción entre los sistemas cliente y servidor

HTTP. En dicho servidor se encuentran los diseños propios de las imágenes de las palabras, los ficheros de *log* mencionados anteriormente y el fichero de configuración de mensajes *push*.

La primera funcionalidad es la de recibir los ficheros de *log* de los sistemas clientes. En ellos se detalla una evolución temporal de la interacción con el sistema. Consiste en un sistema PHP de subida de ficheros. Cabe destacar que todos los datos son anónimos y que solamente se utiliza el correo electrónico como identificador de los usuarios. Los mantiene ordenados en directorios clasificados por usuarios. Para la autenticación se establecen unos parámetros básicos obligatorios en la conexión, como el correo electrónico o el formato del fichero de subida.

La segunda funcionalidad del sistema es enviar mensajes de notificación globales directos (*push messages*) a los usuarios. Dichos mensajes consisten en un título, un texto, una fecha de inicio, una fecha de fin y una URL de descarga, que se configuran en un fichero JSON del servidor (ver más detalles en la sección E.3).

La tercera y última funcionalidad es la de alojar imágenes con diseño propio de las palabras que se muestran en los sistemas clientes. No obstante, se puede hacer uso de imágenes libres de derechos y acceder directamente a su URL externa sin tener que alojarlas en el servidor. Esta técnica de no alojar los diseños en la aplicación móvil cliente permite no aumentar en gran medida el tamaño de la aplicación móvil debido al alto número de imágenes de la misma. Para ello se realiza un sistema de *caché* inteligente de aquellas imágenes que son mostradas en los Desafíos. El dispositivo mantiene en caché tantas imágenes como espacio disponible disponga.

5.4. Topología del sistema

En la figura 5.4 se muestra el diagrama de despliegue del sistema.

Comenzando de izquierda a derecha, 'UserAndroidDevice' representa un dispositivo con el sistema operativo Android, donde se instalará la aplicación móvil cliente desarrollada en este proyecto, en este caso denominada 'MinimalPairsApplication'.

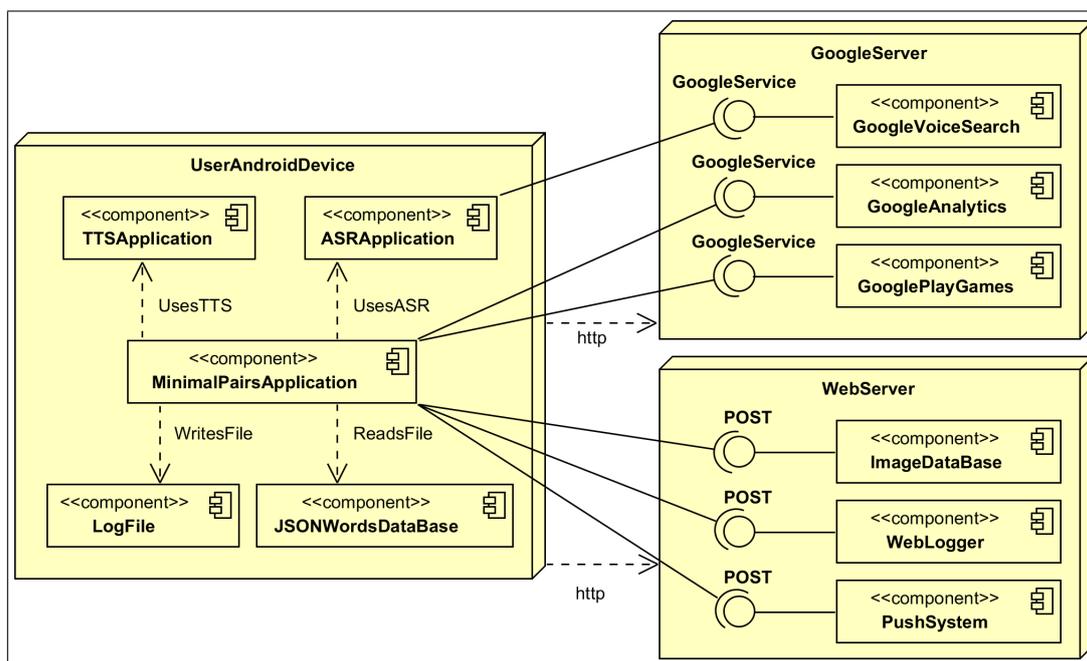


Figura 5.4: Diagrama de despliegue del sistema

Además dicho dispositivo cuenta con al menos una aplicación de síntesis de voz también instalada, 'TTSApplication'.

La aplicación de reconocimiento automático de voz, también en el propio dispositivo, 'ASRAApplication', se conectará a través de la red con 'GoogleVoiceSearch' (en el caso de utilizar el reconocedor de voz de Google) para obtener la realimentación de datos del reconocimiento, esto es, las palabras reconocidas o el *gscore*, un índice del tanto por ciento de confianza de resultados de su servicio de reconocimiento.

'JSONWordsDataBase' representa la base de datos local del dispositivo que incluye las listas de palabras clasificadas por idioma. Esta base de datos consiste en un conjunto de ficheros JSON encriptados. En un futuro podría aumentarse la seguridad y escalabilidad de las listas de palabras almacenándolas en un servidor web propio y realizando sincronizaciones dinámicas a través de la red.

El componente 'LogFile' es un fichero en el que se registra todas las estadísticas de los Modos de juego en la caché del dispositivo. Mientras no se haya actualizado en el servidor externo propio, 'WebLogger', no será eliminado del dispositivo cliente.

'UserAndroidDevice' se comunica a través de la red para obtener las imágenes o iconos de las palabras de la base de datos. Estas imágenes o iconos deberían ser libres de *copyright*, por lo que sería ideal obtenerlas de bancos de imágenes gratuitos.

Además se dispone de un servicio de notificaciones push, 'PushSystem', externo a la aplicación cliente, que sirve para enviar mensajes emergentes a los usuarios.

Por último, 'UserAndroidDevice' utiliza la API de Google de juegos, 'Google Play Games' [71] para realizar las peticiones relativas a la *gamificación*, esto es, los trofeos, los *rankings* y la identificación en la aplicación.

5.5. Modelo de datos de las listas de palabras

Se ha decidido utilizar la representación JSON [72] para el almacenamiento de las listas de palabras en la aplicación. Esto es debido a que es más fácil para gente no experta en informática poder realizar cambios en las listas que utilizar un sistema gestor de bases de datos.

En la figura 5.5 se muestra un esquema básico de la representación del contenido de los Desafíos del sistema.

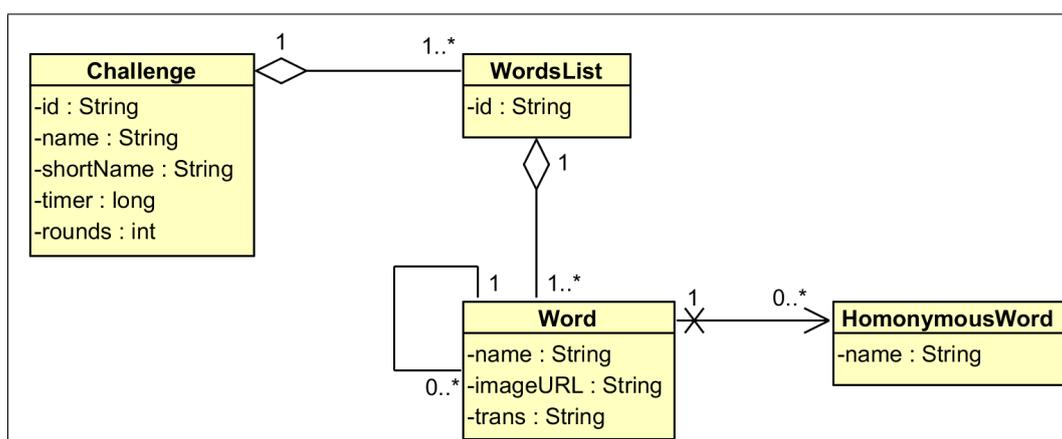


Figura 5.5: Modelo de datos de TipTopTalk!

Cada Desafío o 'Challenge' posee un identificador o 'id', además de un nombre ('name'), de un nombre corto ('short-name'), de un temporizador ('timer') y de un número de rondas máximo ('rounds'). A su vez, cada Desafío está compuesto de varias listas de palabras 'WordsList', cuyo único atributo es un identificador ('id'). Cada lista contiene varias palabras o 'Word'. Una palabra tiene un nombre ('name'), una dirección url ('url') y una transcripción fonética ('trans'). Además puede estar relacionada o no con otras (pares mínimos, tríos, etc.). Por último, cada palabra puede tener palabras homónimas ('HomonymousWord').

Dicho modelo es totalmente escalable a cualquier idioma y/o dialecto, ya que los Desafíos van incluidos en ficheros de texto JSON nombrados con la siguiente sintaxis: < categoría >_< código_idioma >.json

Por ejemplo: **vowel_en_us.json** pertenecería a la categoría 'vocales' para el idioma inglés americano.

5.6. Mecánica del sistema

En esta sección se explican, de manera resumida, todas las dinámicas implementadas en el sistema (tanto cliente como servidor). Para más información, leer la sección 6.3.2, donde se explican en profundidad los detalles más específicos de cada una. Por último, en el anexo D se especifica un manual de usuario con una guía básica de uso del sistema cliente.

Para comenzar, en la figura 5.6 se muestra un esquema básico de la dinámica general en el sistema cliente (aplicación móvil). A continuación, se detalla el mismo.

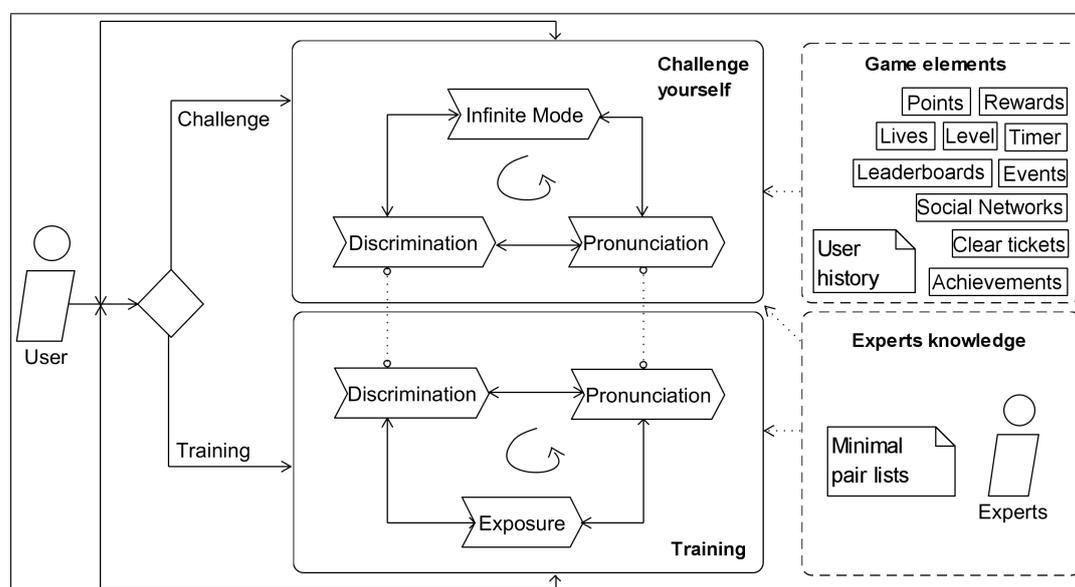


Figura 5.6: Diagrama de flujo del sistema cliente

En primer lugar, un usuario interactúa con la aplicación móvil (sistema cliente) mediante Desafíos, cuyo objetivo es el de obtener el máximo número de puntos posibles mientras va mejorando su pronunciación. Dichos Modos pertenecen a su vez a dos principales Modalidades: 'Training' y 'Challenge yourself'. La principal diferencia entre ambas es que en la segunda existen elementos de *gamificación*: puntuaciones, niveles, *rankings*, trofeos, logros, temporizadores de tiempo, recompensas, vidas, ayudas o interacción en redes y círculos sociales.

Además, en las dos Modalidades existen tres Modos con diferentes actividades. Comenzando por 'Training', el primer Modo es 'Exposure', donde los usuarios escuchan varias veces pares mínimos de palabras para poder darse cuenta de la mínima diferencia entre ellas. También tendrán la oportunidad de grabarse y comparar su voz con la síntesis de la misma. Una vez finalizado, se le recomendará al usuario avanzar al siguiente Modo, 'Discrimination'. La finalidad del mismo es mejorar la percepción de los fonemas cambiantes en los pares mínimos. Para ello se muestran las palabras del par mínimo y se reproduce inicialmente el sonido de una de ellas. El usuario deberá elegir la que cree que ha escuchado. Una vez finalizado, y según su resultado final, se le recomendará que avance al siguiente Modo 'Pronunciation' si obtuvo más aciertos que fallos, o al Modo previo si fue al contrario. En el dicho último Modo, 'Pronunciation', se pretende mejorar la producción de los fonemas mediante la pronunciación de las palabras. El sistema mostrará una realimentación positiva o negativa según los datos obtenidos por el reconocedor de voz. Se le permitirá un cierto número de intentos fallidos por cada palabra. Como en el anterior Modo, una vez finalizado, según el número de aciertos y fallos se le recomendará avanza al siguiente o al anterior.

En la segunda Modalidad, 'Challenge yourself' entra en escena la *gamificación* ante-

riormente comentada. Los usuarios obtendrán puntos según los aciertos que consigan y el nivel de dificultad, entre otros factores. Se recuerda que los detalles más específicos de estos Modos se pueden leer en la sección 6.3.2. Los dos primeros Modos, 'Discrimination' y 'Pronunciation' siguen la misma dinámica que sus homónimos en 'Training', pero con los elementos ya comentados de *gamificación*. Sin embargo, el tercer Modo, 'Infinite Mode', es una mezcla de los anteriores, y es el que más elementos de 'juego' posee. A grandes rasgos, consiste en llegar al mayor número de Rondas posible. Para ello se dispone de un número de Vidas inicial que irá disminuyendo a medida que se cometen fallos. Todos los resultados son recogidos mediante distintas maneras (ver sección 5.7) representadas en la figura como 'User history'.

Cabe destacar que se puede participar en tantos Desafíos en la primer modalidad como se quiera, pero en la segunda hay unas entradas diarias limitadas (por motivos de consecución de puntos). Por último, se indica que el conocimiento de expertos afecta a ambas Modalidades, aportando las listas de pares mínimos de palabras.

5.7. Recopilación de datos

5.7.1. Introducción

En la presente sección de este capítulo se detallan los métodos de captura de información relevante de los usuarios interactuando con el sistema, con el objetivo de poder mejorar la herramienta y dilucidar si es realmente útil en su principal objetivo, esto es, la mejora de la pronunciación.

5.7.2. Monitorización de acciones: *Learning analytics*

Se lleva a cabo un proceso de *Learning analytics* [43] de cara la extracción de conclusiones y la mejora de la herramienta, realizando un registro individual de acciones de los usuarios, es decir, su interacción completa con el sistema. Este proceso se realiza mediante dos técnicas, que son explicadas en las siguientes subsecciones.

A. Ficheros de Log

La primera técnica de cara a la monitorización de acciones de los usuarios en el sistema, consiste en almacenar hasta cincuenta y tres campos de información en formato JSON, recopilados automáticamente y enviados a través de internet a un servidor web externo (propio).

La mayoría de acciones son eventos del sistema junto a sus resultados, asociados a un tiempo específico. Con ello se consigue un seguimiento temporal del rendimiento del usuario.

Cada usuario está asociado un directorio en el que se almacenan ficheros *log*, organizados por fecha y plataforma de dispositivo. Los usuarios se identifican por su correo electrónico, ya que no se requieren otros datos personales. Todos sus ficheros se procesan de forma secuencial conjunta y como resultado se genera una secuencia de registros, cada

uno de los cuales tiene una serie de campos que se deben deducir de la estructura que se muestra en la figura 5.7.

Con los datos se pretende poder realizar distintos *tests* de hipótesis para obtener conclusiones relevantes y poder mejorar el sistema.

Se han agrupado los cincuenta y tres campos en trece entidades que relacionan los que tienen elementos en común. Se especifica el nombre y el tipo del campo, junto a una explicación del mismo si fuera necesario.

En la figura 5.7 se muestra un esquema básico de las entidades anteriormente mencionadas y los datos recopilados del *logger*. Surge, en gran parte, del modelo de dominio del sistema visto en la figura 4.2.

De izquierda a derecha, un jugador (Player) indica una Modalidad y un Modo (el 'Modo Infinito' posee unas características especiales). Tras ello estaría los datos del Desafío de dicha Modalidad y Modo, esto es, Trofeos y Eventos. Existen una gran variedad de eventos de los que se recogen datos específicos: los de discriminación, grabación, escucha, pronunciación, exposición o salida de la Ronda actual.

B. Analíticas de interacción

La segunda técnica para recopilar datos utilizada es la herramienta Google Analytics [46]. Permite enviar eventos del sistema a través de internet a su servicio web y realizar informes automáticos muy interesantes de la interacción de los usuarios con la aplicación.

En este proyecto se ha implementado un evento por cada acción del usuario en el sistema, con el objetivo de recopilar la máxima información posible. Es decir, cada vez que el usuario pulse sobre cualquier elemento de la interfaz gráfica se envía un evento al servidor de estadísticas.

5.7.3. Métodos cualitativos

En cuanto a los métodos cualitativos aplicados en este proyecto, expuestos en la sección 2.7.2 (observaciones, encuestas, *focus group*...) se detallarán en la descripción de las pruebas realizadas del capítulo 6.

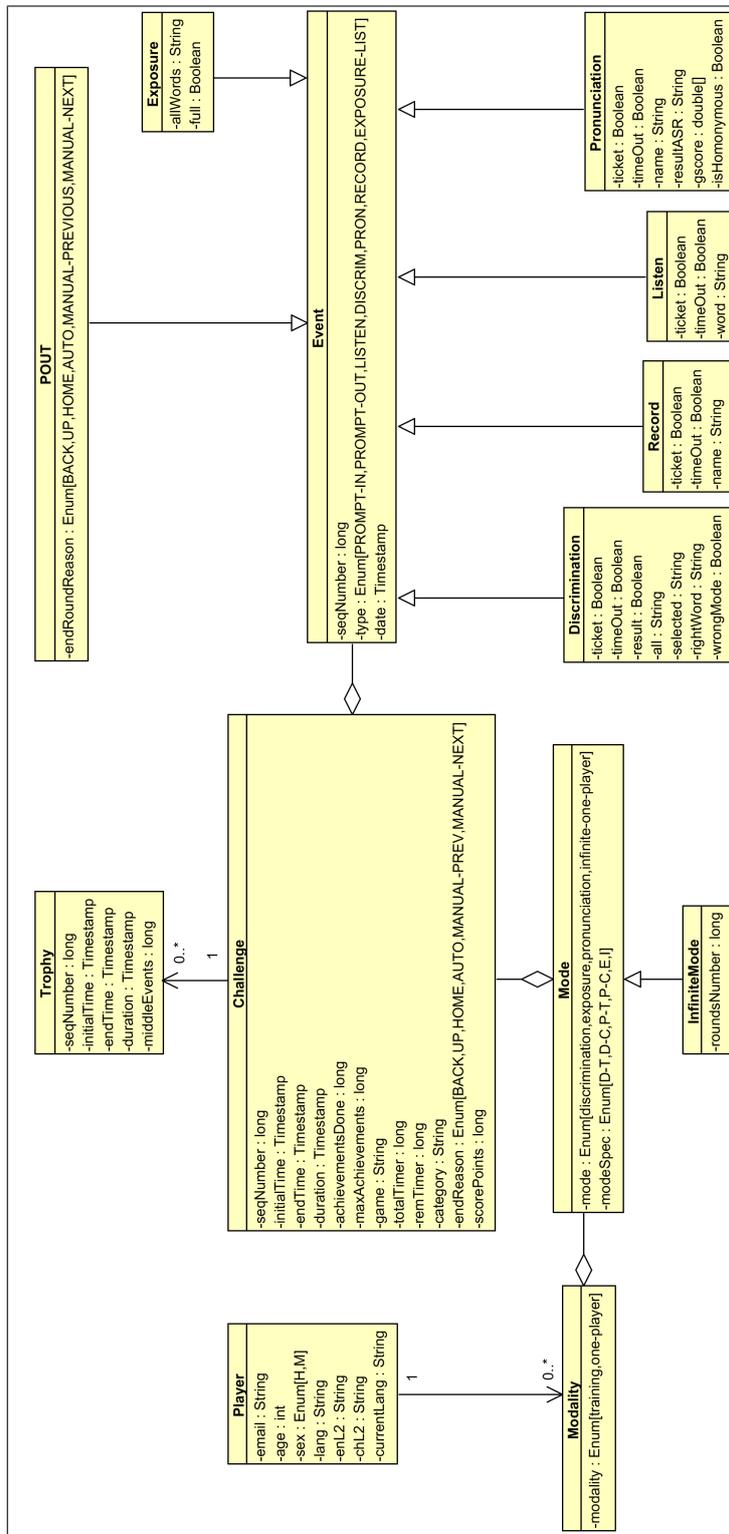


Figura 5.7: Modelo de recopilación de datos en el logger

Parte IV

Proyecto de investigación

Capítulo 6

Evaluación de prototipos

6.1. Introducción

Tras la implementación del sistema, se procede a su despliegue. En el presente capítulo se describe el contexto en el que se ha llevado a cabo el proyecto, desde los colaboradores hasta las pruebas del mismo. Además se exponen los resultados obtenidos en las mismas, las conclusiones y mejoras propuestas. También se hace mención a las publicaciones logradas.

El proyecto ha sido llevado a cabo desde el principio en el Grupo de investigación ECA-SIMM [17] de la Universidad de Valladolid. Sus datos de información son los siguientes.

- **Grupo de investigación:** Entornos de Computación Avanzada y Sistemas de Interacción Multimodal (ECA-SIMM).
- **Centro de trabajo:** Escuela de Ingeniería Informática, Edificio de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, Campus Miguel Delibes.
- **Dirección:** Paseo de Belén, número 15, 47011.
- **Localidad:** Valladolid.

El grupo de investigación reconocido ECA-SIMM desarrolla su labor en el Departamento de Informática de la Escuela de Ingeniería Informática de la Universidad de Valladolid.

El director del grupo es Valentín Cardeñoso Payo. Los demás miembros son David Escudero Mancebo, Cesar González Ferreras, Carlos Enrique Vivaracho Pascual y Juan Manuel Pascual Gaspar.

Sus tres principales líneas de investigación son las siguientes (obtenidas de [17]):

1. Tecnologías aplicadas al aprendizaje de idiomas
 - **Pronunciación Asistida por Ordenador:** Desarrollo de aplicaciones y métodos basados en tecnologías del habla dirigidos a mejorar la pronunciación de la lengua de estudiantes no nativos.

- Desarrollo de videojuegos educativos: Programación de soluciones específicas relacionadas con *serious games*.

2. Interacción Hombre Máquina

- Desarrollo de aplicaciones que emplean modelos de interacción sofisticados basados en paradigmas no convencionales como pueden ser los sistemas de diálogo, síntesis de voz, reconocimiento automático del habla.
- Desarrollo de aplicaciones para *smartphones* y *tablets*.
- Interacción hombre máquina y discapacidad: Programación de soluciones específicas relacionadas con *serious games*. Con atención en el desarrollo de soluciones *ad-hoc* para personas discapacitadas.
- Técnicas gráficas y realidad virtual: Desarrollo de simulaciones 3D de sistemas reales. Interacción virtual con agentes 3D.
- Tecnologías de habla y prosodia: Configuración de sistemas de conversión texto voz personalizados y/o adaptados. Trabajos en el ámbito de la prosodia computacional.

3. Biometría

- Técnicas de identificación y verificación de personas empleando medios electrónicos. Grabación de bases de datos biométricos.

6.2. Evaluación del primer prototipo

6.2.1. Introducción

En esta sección del capítulo se describe todo el proceso seguido para el desarrollo, pruebas e investigación del primer prototipo. Los resultados presentados fueron enviados para su revisión al congreso internacional SLaTE 2015, los cuales fueron aceptados y presentados en la comunicación del 4 y 5 de septiembre de 2015 en *Satellite Event of INTERSPEECH* (Leipzig, Alemania), en una presentación oral con póster. Un congreso al que asistió David E. en representación del grupo.

6.2.2. Herramienta desarrollada

Para las pruebas de este primer prototipo se desarrolló un juego serio en una aplicación Android en la que los usuarios deben interactuar con el sistema mediante las dinámicas que éste va sugiriendo. En este caso, el desafío que se proponía era la pronunciación de varias palabras que conformaban pares mínimos (se explica en la sección 6.2.4). La versión del código fuente era la 1.6.

Lo primero que se hizo, como se ha explicado en el capítulo 3, fue un análisis de requisitos con los miembros del proyecto. Tras ello se repartió el trabajo de la siguiente forma. Los expertos en idiomas se encargaron de proporcionar palabras en pares mínimos para la aplicación. Cristian se encargó de implementar el sistema, y los demás investigadores

buscaron contactos para encontrar voluntarios y prepararon las pruebas que se realizarían con ellos.

En cuanto a la herramienta desarrollada, en el mismo dispositivo donde se instala la aplicación se cuenta con una de síntesis de voz y otra de reconocimiento del habla. En este caso, se utilizaron las que provee gratuitamente Google. Se puede encontrar el ASR en la url <https://goo.gl/gMG0G3> y el TTS en la url <https://goo.gl/W3K4aL>. Para la síntesis, no hará falta una conexión a internet, ya que el audio es localmente generado. No obstante, para el reconocimiento del habla, la voz grabada será enviada a través de la red para recibir los resultados pertinentes.

Se dispone de una base de datos de palabras en JSON, las cuales conforman los pares mínimos. Están clasificadas por idiomas y tipos de listas.

Además se recopilan datos en el propio dispositivo en un fichero de bitácora o de *log* donde obtienen estadísticas y acciones de los usuarios que serán posteriormente analizadas para mejorar el sistema.

La aplicación se comunica a través de la red con un servidor de imágenes de las palabras. Además permite almacenarlas en la caché para hacer las consultas más rápidas en futuras interacciones.

En cuanto a la interfaz gráfica, en la figura 6.1 muestra un ejemplo de una Ronda de un Desafío de las pruebas realizadas.

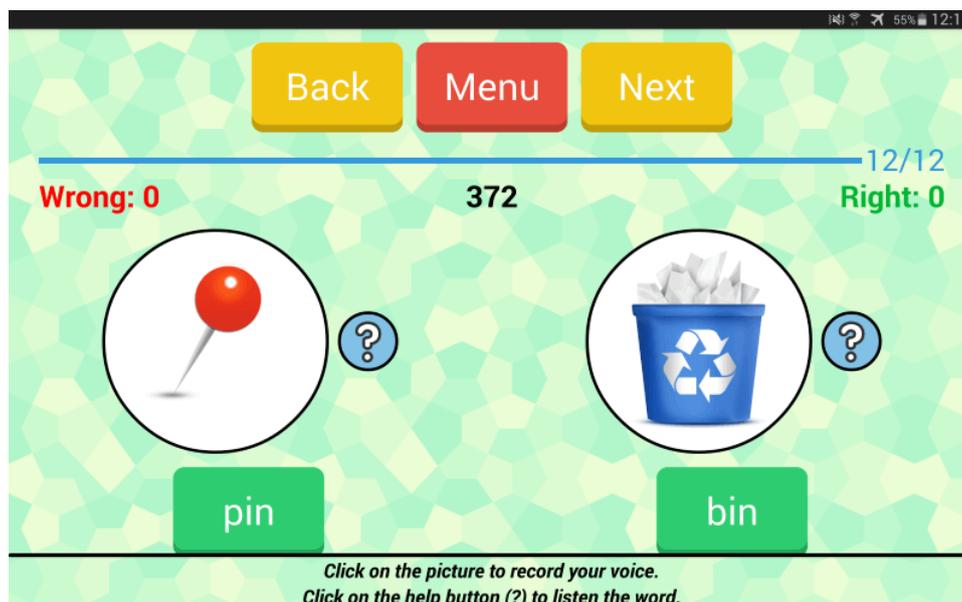


Figura 6.1: Interfaz gráfica al comienzo de una Ronda (primer prototipo)

Como se aprecia en la figura 6.1, los botones de la parte superior central permiten al usuario navegar libremente durante el Desafío, pudiendo retroceder o avanzar de Ronda o salir del mismo en cualquier momento. Justo debajo aparece una barra de estado que permite al usuario saber en qué Ronda se llega y cuántas le faltan para terminar. Tras la misma aparecen tres elementos, uno en la izquierda, que es el contador de fallos, otro en el medio, que es el tiempo restante del Desafío (en segundos), y por último, a la derecha

aparece el número de aciertos. En la parte central de la figura aparecen dos palabras, representadas por una imagen, un botón de una interrogación para sintetizar la palabra y debajo su representación ortográfica. Si el usuario pulsa sobre la palabra o la imagen comenzará a grabar su voz. Por último, en la parte inferior de la figura se encuentran las ayudas que explican el proceso del Desafío.

En la figura 6.2 se representa lo mismo que en la figura 6.1 pero tras haber interactuado el usuario con el sistema. En este caso, en lo que respecta a la primera palabra, *pin*, ha sido pronunciada correctamente, cambiando la interfaz visual a un color verde y bloqueando la posibilidad de volver a intentarlo. En el caso de la segunda palabra, ha sido intentada pronunciar bien cinco veces, pero sin éxito, y ha cambiado la interfaz a un color rojo indicando que ya no puede intentarse más veces.

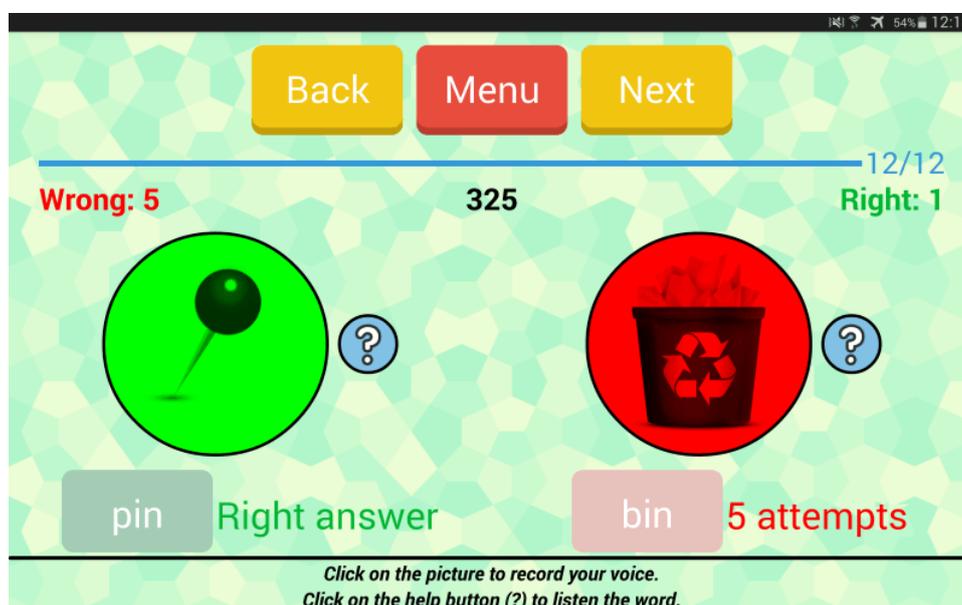


Figura 6.2: Interfaz gráfica al final de una Ronda (primer prototipo)

6.2.3. Usuarios objetivo

Se distinguen tres diferentes grupos de usuarios que se ofrecieron como voluntarios, de acuerdo *a priori* de su nivel de inglés americano:

- **Grupo A:** locutores nativos norte-americanos entre 18 y 26 años. La principal función del mismo es comprobar las limitaciones del sistema ASR. Son estudiantes de L2 castellano que acuden al Centro de Idiomas de la Universidad de Valladolid.
- **Grupo B:** locutores españoles del Grado en Filología Inglesa entre 18 y 26 años de la Universidad de Valladolid. Todos ellos han pasado por un curso específico de fonética inglesa americana, así que son *a priori* grandes expertos en pronunciación inglesa americana.

- **Grupo C:** estudiantes españoles del Grado en Ingeniería Informática entre 18 y 26 años de la Universidad de Valladolid. A pesar del hecho de que la mayoría tiene un nivel aceptable de conocimiento de inglés (B1 o B2 de Cambridge), no alcanzan el nivel *a priori* de los anteriores grupos.

Se espera que los locutores del Grupo A realicen las pruebas sin ningún fallo, los del grupo B algo peor que ellos, pero mejor que los del Grupo C. Todos los datos serán comparados posteriormente, ya que se realizan las mismas pruebas.

En la tabla 6.1 extraída de [73] se muestra la participación de los usuarios del sistema. Un total de 53 participantes (12 del Grupo A, 21 del Grupo B y 20 del Grupo C). Además se muestra el número de veces de intentos de pronunciación, de escuchas del TTS y del tiempo (en segundos) que les ha llevado realizar las pruebas.

Grupo	Locutores	# Intentos	# Escuchas	Tiempo (s)
A	12	372	35	2431
B	21	1033	400	6677
C	20	1094	606	7492
Total	53	2499	1041	16600

Tabla 6.1: Locutores en el primer prototipo, extraída de [73]

6.2.4. Pruebas realizadas

Las pruebas se llevaron a cabo del 18 al 27 de marzo de 2015 en el Centro de Idiomas de la Universidad de Valladolid para el Grupo A, en la Facultad de Filosofía y Letras de la misma universidad, para el Grupo B, y en la Escuela de Ingeniería Informática, también de la UVA, para el Grupo C (véase anexos C y H).

Se realizaron pruebas en entorno controlado para este primer prototipo. Se han utilizado métodos de evaluación objetivos y subjetivos. Por un lado, el propio sistema recopila datos automáticos de la interacción del jugador con el mismo (*learning analytics*). Por otro lado, se realizan observaciones por parte de un miembro del grupo de investigación que acompaña al sujetos de las pruebas. Todas las pruebas se realizaron presencialmente en una sala vacía en la que predominaba el silencio.

Primero se le introduce al usuario en el sistema, dándole las gracias por participar. Se le pregunta por su nombre y un correo de contacto. A continuación se le explica que sus datos serán recopilados anónimamente. Después se le explica la dinámica de las pruebas. Una vez que lo haya entendido y haya dado permiso para recopilar sus datos, se le presenta el dispositivo en una mesa (un *tablet* del grupo de investigación, véase la tabla 3.4) y se le deja comenzar. En este caso, es sólo un Desafío el que puede elegir, con aleatoriedad de aparición de los pares mínimos. Como se ha comentado antes, al ser un entorno controlado, el desafío siempre consistía en la pronunciación de 24 palabras en inglés inglés americano, que aparecen en Rondas de dos en dos. En total se tiene una lista de 20 pares mínimos (40 palabras en total) de los cuales aparecerán 12 pares aleatoriamente (ver tabla 6.2, parcialmente extraída de la tabla 1 de [73]). Se permitía un máximo de 5

intentos fallidos por palabra y un máximo de 7 minutos para realizar la prueba. Mientras el usuario interactúa con el sistema, un observador tomaba notas de su observación.

Número	Par mínimo	Trans. amplia
1	sock - suck	sɔːk - sʌk
2	dunce - dance	dʌnˈtʃ - dæns
3	mess - mass	mes - mæs
4	curse - course	kʰɜːs - kʰɔːs
5	were - where	wɜː - weə
6	will - wheel	wɪːl - wiːl
7	soot - suit	sʷʊtˈs - sʷuːtˈs
8	don - dawn	dɔːn - dɔːn
9	sit - set	sɪtˈs - setˈs
10	caper - caber	ˈkʰeɪpə - ˈkʰeɪbə
11	mat - mad	mætˈs - mədˈz
12	letch - ledge	letʃ - ledʒ
13	lose - loose	lʷʊz - lʷʊs
14	luff - love	lʌf - lʌv
15	read - wreath	ˈriːdˈz - riːð
16	waiter - wader	ˈweɪtə - ˈweɪdə
17	peck - peg	pʰekˈx - pʰeːgˈy
18	sue - zoo	sʷʊ - zʷʊ
19	sun - shun	sʌn - ʃʌn
20	when - Gwen	weːn - gweːn

Tabla 6.2: Lista de pares mínimos utilizados en el primer prototipo, extraída de [73]

6.2.5. Resultados

En cuanto a los resultados obtenidos, como se muestra en la tabla 6.3 extraída de [73], los mejores resultados fueron los de los usuarios del Grupo A. De manera resumida (los detalles se pueden ver en dicha publicación), los participantes del Grupo A, en menos intentos, tuvieron mayor número de aciertos y menor de fallos. Tras ellos, los resultados del Grupo B fueron ligeramente mejores que los del Grupo C (aunque estadísticamente significativos al 95 % de nivel de confianza). Destaca el número de aciertos de los Grupos A y B, son similares, pero para estos últimos hicieron falta más intentos.

Grupo	$\overline{Intentos}$	$\overline{Aciertos}$	\overline{Fallos}	$\overline{Aciertos/Intentos}(\%)$
A	31±7	21±4	10±6	69±17
B	49±14	18±3	31±15	41±15
C	55±9	15±4	40±10	28±10

Tabla 6.3: Resultados en el primer prototipo, extraídos de [73]

Debido a que los nativos presentaron ‘fallos’ de pronunciación en su propio idioma,

se realizó una estadística acerca de las palabras que más fallos ocasionaban. En la tabla 6.4 extraída de [73] se aprecia que había palabras como *wreathe* que eran 100 % irreconocibles por el ASR utilizado, o *luff* que casi llegaba al 100 % también. Con estos resultados se pudo concluir que los sistemas de reconocimiento no son perfectos, y que influyen factores como palabras aisladas, poco frecuentes de uso, ruido o incluso el micrófono utilizado.

	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
1	wreathe	100	luff	100	wreathe	100
2	luff	94	wreathe	100	luff	98
3	wader	73	letch	97	letch	98
4	soot	64	loose	90	wader	96
5	sock	58	wader	88	sock	96
6	caber	56	peck	84	soot	96
7	letch	50	sue	84	Gwen	89
8	mass	38	sock	83	shun	88
9	don	33	dunce	81	sue	86
10	mess	33	dawn	80	dawn	85
11	Gwen	31	soot	79	were	83
12	shun	30	Gwen	76	peg	83
13	were	20	were	72	peck	82
14	dunce	12	don	71	loose	81
15	mat	11	zoo	70	dunce	81

Tabla 6.4: Palabras no reconocidas por el ASR con más frecuencia en el primer prototipo, extraída de [73]

En la tabla 6.5 extraída de [73] se exponen los *gscore* obtenidos en cada pronunciación de las palabras en las pruebas. Se aprecia que son resultados estadísticamente significativos (*t-test* asimétrico con 95 % de nivel de confianza). Además en dicha tabla se puede apreciar que el tiempo utilizado por cada grupo evidencia claramente que los más rápidos son los nativos y los más lentos son los del Grupo C.

Grupo	<i>gscore</i>			Tiempo (s)
	Correcto	Incorrecto	Total	
A	0.70±0.3	0.59±0.3	0.67±0.3	203±66
B	0.65±0.3	0.59±0.3	0.61±0.3	318±82
C	0.58±0.3	0.55±0.3	0.56±0.3	375±54

Tabla 6.5: Resultados del *gscore* en el primer prototipo, extraída de [73]

En la tabla 6.6 extraída de [73] se muestra la relación de la posición del reconocimiento de la palabra correcta en la lista de resultados del reconocedor de voz utilizado en las pruebas. Es decir, al pronunciar una palabra, el reconocedor de voz proporciona una lista de hasta 5 palabras en orden de mayor a menor seguridad del propio reconocimiento. Por ejemplo, al pronunciar *bin*, el reconocedor puede devolver al sistema: *bean*, *beam*, *bin*, *dean* y *pin*, junto a un *gscore*. Entonces la posición será la tercera, y no se consideraría una

pronunciación perfecta para el ASR, ya que para él, la palabra *bean* sería la más cercana a la pronunciación realizada.

Grupo	Posición				
	1	2	3	4	5
A	63.6	18.8	8.4	6.8	2.4
B	51.8	21.8	13.7	10.6	2.1
C	47.3	23.8	13.8	9.7	5.4

Tabla 6.6: Distribución de la palabra correcta de la posición en la lista de candidatos del ASR, extraída de [73]

Por último, en la tabla 6.7 extraída de [73], se quiere dar una visión acerca del uso del TTS para ayudar en la pronunciación. En el caso del Grupo A, la escucha de una voz artificial no ayuda en la mejora de la pronunciación (columna *Tasa*). Pero también cabe decir que se utiliza muchos menos que en los demás grupos. Sin embargo, el uso del TTS en los grupos B y C muestra que ayuda a mejorar significativamente los aciertos en pronunciación.

Grupo	\overline{Veces}	Tasa	Pos.	Neg.
A	2±2	5.5	26.3	73.7
B	18±12	27.6	29.4	70.6
C	28±17	35.5	30.3	69.7

Tabla 6.7: Utilización del TTS en el primer prototipo, extraída de [73]

6.2.6. Conclusiones

Se pudo concluir que el uso de las herramientas TTS y ASR ayudan a poder evaluar el nivel de pronunciación de L2. Esto es, se ha podido probar que los resultados obtenidos en la aplicación están en correlación con el nivel de inglés americano que acreditaban los usuarios. Es decir, los nativos americanos tuvieron un mayor número de aciertos, en menos intentos y tiempo, que los estudiantes de filología inglesa, y éstos que los estudiantes de informática.

Por otra parte, una adecuada definición de las dinámicas de las actividades es esencial en el diseño de herramientas eficaces. Aun así, existen a día de hoy algunas limitaciones en los sistemas artificiales de síntesis y reconocimiento de voz. Por ejemplo las palabras pronunciadas *a priori* correctamente por nativos, pueden no ser reconocidas por el ASR (falso positivo) o al revés, palabras mal pronunciadas pueden ser dadas como buenas (falso positivo). Todo ello implica una mala realimentación para personas no nativas. Por ello hay que realizar pruebas previas con expertos o nativos para evitar, en este caso, palabras irreconocibles por el sistema utilizado.

Es por ello que el problema no es de calidad del propio ASR, sino de tarea para la que ha sido diseñado el utilizado. Nunca puede tener la misma calidad un ASR de propósito

general multi-idioma, multi-locutor e independiente de tarea que uno específico adaptado a la tarea, el locutor o el idioma. El problema del segundo es el coste de desarrollo del mismo y el alcance de su utilidad, que no motiva a compañías como Google, que tienen otros objetivos para la tecnología ASR. El problema de que se trate de código cerrado o abierto es importante pero no determinante, dado que existen sistemas de código abierto con los que poder construir este tipo de sistemas; es más el disponer de *corpus* anotados. Por ello cabe la posibilidad de recurrir a esfuerzos masivos para disponer de sistemas específicos estandarizados.

Además, se es consciente que puede haber sido pretencioso haber llamado juego serio a la aplicación de este primer prototipo, ya que apenas hay elementos que sugieran una dinámica de juego, como los contadores de aciertos y fallos y el temporizador. Por ello, no se debe subestimar la capacidad de la *gamificación* en futuras versiones para motivar a los usuarios y poder mejorar el sistema.

Por último, se ha constatado que el usuario necesita más realimentación para poder llegar a pronunciar bien una palabra que en principio no sabía. Por ello se implementarán nuevos ejercicios previos de exposición y discriminación que se adapten a las necesidades de los usuarios.

6.2.7. Focus group

Tras extraer los datos y las conclusiones comentadas en las anteriores secciones, se envió un correo electrónico a los usuarios invitándoles a asistir a un *focus group* para comentar los resultados y escuchar sus opiniones de cara a la mejora del sistema.

Dicha reunión tuvo lugar el día 8 de mayo de 2015 en un seminario de la Escuela de Ingeniería Informática, con una duración de dos horas. Asistieron 10 personas, que se sentaron alrededor de dos mesas formando un rectángulo, para que todos pudieran verse las caras. En la figura 6.3 se muestra una toma de la discusión en el mismo.



Figura 6.3: Reunión en el *focus group*

Toda la sesión fue grabada en vídeo, tras la autorización de los participantes, y además Cristian se encargó de anotar todas las observaciones de la reunión. Las notas toma-

das fueron las siguientes:

Interfaz:

- Mostrar el fonema visual cambiante además de la palabra.
- Mostrar todos los fonemas de la palabra.
- Temporizador automáticamente pausado en el reconocimiento.
- Poder pausar el juego con un botón de pausa.

Juego:

- Dos partes bien diferenciadas:
 1. Juego (*testeo*).
 2. Aprendizaje.
- *Rankings*.
- *Social game*: poder jugar *on-line* asincrónicamente.
- *Social game*: poder jugar en el mismo dispositivo físicamente por turnos.
- Tutorial de entrenamiento + forma de la boca en la pronunciación.
- Escuchar y discriminar cuál es la palabra.
- La discriminación y entrenamiento precios que sean opcionales.
- Frustración por utilización en un contexto (buscar un lugar adecuado).
- Niveles de dificultad con pares mínimos adaptados a ellos.
- Dividir el juego en:
 1. Pares mínimo para aprender.
 2. Palabras sueltos para jugar.

ASR:

- La forma de pronunciar como la máquina
- Poder escuchar al nativo y a ti mismo.
- Palabras individuales con un % de cuantas más veces las digas bien va aumentando hasta un 100 %. Además asociadas a colores (verde, amarillo y rojo).

- Evaluar frases enteras y no palabras.
- No sustituir a los profesores para evaluar a las personas, en todo caso, almacenar resultados y que el profesor decida siempre como última instancia.

El 80 % de los participantes utilizarían la aplicación sólo para aprender.

El 20 % de los participantes utilizarían la aplicación sólo para jugar.

El 100 % de los participantes utilizarían la aplicación para aprender jugando.

Al final del *focus group* se hizo entrega de un certificado de participación y un regalo de una memoria USB Toshiba 2.0 de 16GB (véase la tabla 3.4).

6.3. Evaluación del segundo prototipo

6.3.1. Introducción

En esta sección del capítulo se describe todo el proceso seguido para el desarrollo, pruebas e investigación del segundo prototipo. Los resultados presentados fueron enviados para su revisión al congreso internacional IFCASL2015, en la que fueron aceptados y presentados en la comunicación del mismo [74], del 5 al 6 de noviembre de 2015 en Hofgut Imsbach (Northern Saarland, Alemania). Asistieron Cristian T. y Valentín C. en una presentación oral con póster.

6.3.2. Herramienta desarrollada

Para este segundo prototipo, se decidió aumentar el número de idiomas disponibles a dos, añadiendo chino simplificado al que ya había, inglés americano. Con ello se quería probar que las mismas dinámicas eran válidas para la mejora de la pronunciación en los dos idiomas. Además el número de palabras elegidas aumentaron significativamente, de 40 iniciales a casi 2000 (sumando las de ambos idiomas).

Como en el primer prototipo, se desarrolló una aplicación móvil para el sistema operativo Android, y se utilizaron las mismas aplicaciones de TTS y de ASR (ver subsección 6.2.2). La diferencia radica en que se utilizaron otros medios para obtener analíticas de aprendizaje como *Google Analytics* y un renovado sistema de captura de información mediante ficheros de *log* en un servidor web propio.

En esta herramienta se aplican distintas dinámicas de juego (los Modos, ver anexo A para su definición) categorizadas en entrenamientos (Modalidad 'Training') o juego que incluyen elementos de *gamificación* (Modalidad 'Challenge yourself'). En estos últimos se obtienen puntos con los que se participa en *rankings* y se consiguen Trofeos, proporcionando a los usuarios motivación y competitividad a la vez que se les ayuda a progresar en su mejora de la pronunciación. Cada Modo dispone de varias Categorías para realizar una mejor división de los Desafíos que dispone. Estos últimos poseen un número de Rondas donde los usuarios deberán conseguir Logros. Por último, cada acción del sistema se denomina Evento. Para ayudar a entender mejor la nomenclatura anterior, se presenta una categorización del sistema en la figura 6.4.



Figura 6.4: Categorización del sistema

Además se aplicaron importantes cambios visuales comparando el resultado del primer prototipo con el segundo, como se mostrará a continuación. La versión del código fuente de esta versión era la 1.9.4. La interacción y la interfaz visual de la herramienta es explicada en los siguientes párrafos.

Tras acceder al menú principal de la aplicación, lo primero que realiza un usuario antes de comenzar un Desafío es elegir su Modo y Modalidad ('Exposure', 'Discrimination' y 'Pronunciation' en la Modalidad 'Training' o 'Discrimination', 'Pronunciation' e 'In-

finite Mode' en la Modalidad 'Challenge yourself') del mismo. Una vez indicados, elige el nivel de dificultad, y tras ello, el Desafío que desee. Entonces aparecen una serie de listas de palabras clasificadas por fonemas, en las cuales el usuario es libre de elegir la que desee. En la figura 6.5 se puede observar un ejemplo de ello.

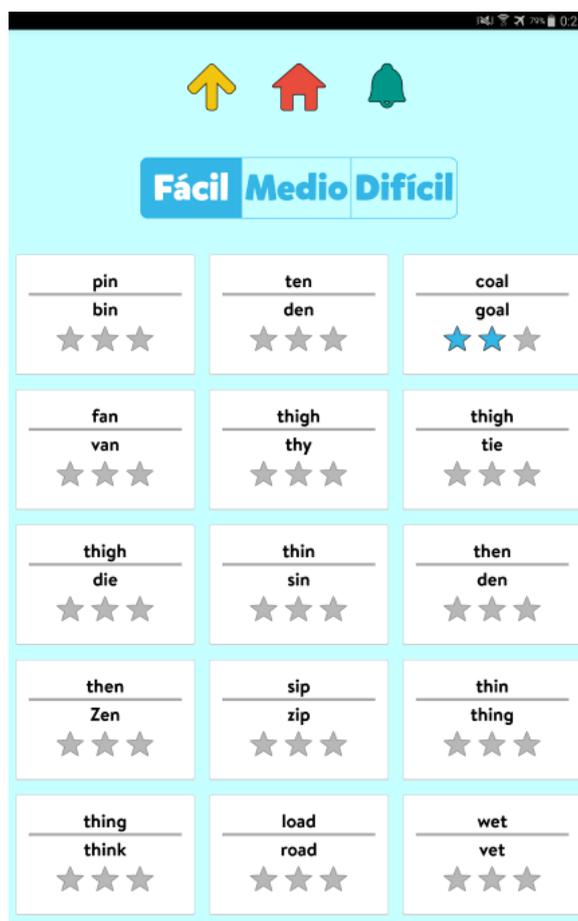


Figura 6.5: Elección de nivel de dificultad y de Desafío

Las listas tendrán asociadas una valoración final según haya sido la mejor interacción en ellas. Es decir, si un usuario realizó un Desafío perfecto (todo fueron aciertos) conseguirá la máxima puntuación (tres estrellas). Sin embargo, si obtuvo algún fallo, dos estrellas. Por último, una única estrella si obtuvo más fallos que aciertos. Inicialmente no tendrá marcada ninguna estrella si no ha intentado esa lista al menos una vez.

El primer Modo es el denominado 'Exposure', donde los usuarios son ayudados a familiarizarse con los sonidos de los fonemas mediante secuencias de pares mínimos que aparecen de manera aleatoria, seleccionados por un lingüista experto. Al comienzo de cada Ronda del Desafío las palabras son sintetizadas un máximo de cinco veces intercalando las palabras (pudiendo el usuario para la reproducción en cualquier momento). Tras ello, los usuarios deciden si continuar con el siguiente par mínimo, escuchar de nuevo las palabras o grabar su propia voz para comparar ambos sonidos. Este Modo está

disponible únicamente en la Modalidad 'Training'.

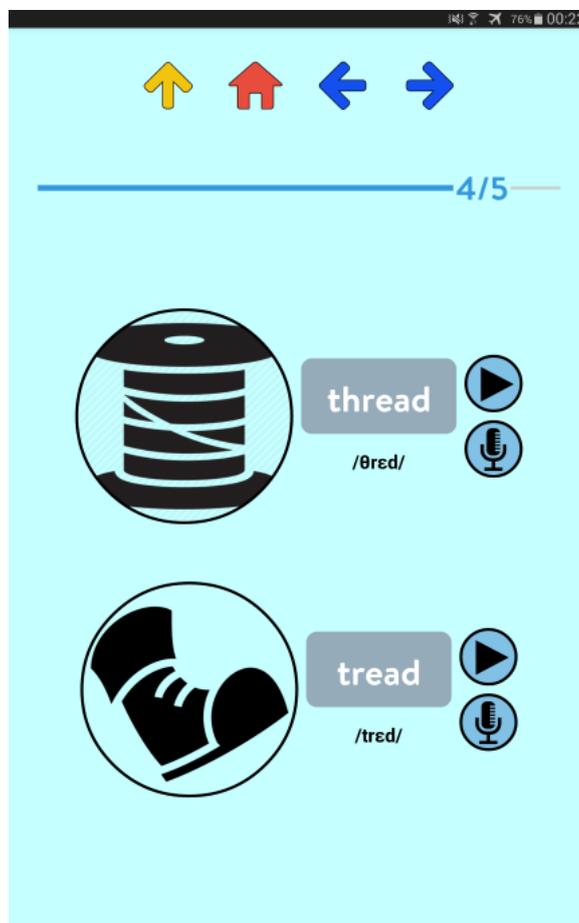


Figura 6.6: Modo *Exposure*

En la figura 6.6 se muestra la interfaz básica de una Ronda en el Modo de 'Exposure' de la Modalidad 'Training' tras haber sido sintetizadas las palabras inicialmente. En la parte superior se encuentra una barra de menú de opciones donde el usuario puede avanzar a la siguiente Ronda, retroceder o salir del Desafío (a la pantalla de selección de nivel de dificultad y Desafíos o al menú principal), siempre que quiera. Debajo de la misma hay una barra que indica el estado actual del Desafío. En la parte central de la imagen aparecen las imágenes de las palabras, junto a su transcripción ortográfica y fonética. Además aparecen dos iconos, para sintetizar y grabar la voz. En cuanto al comportamiento del usuario, se recopilan datos acerca de si ha permitido la reproducción automática inicial o no, el número de veces que ha sintetizado manualmente las palabras o el que se ha grabado la voz. Por último, las grabaciones de audio son almacenadas en el servidor de datos para la elaboración posterior de un *corpus*.

El segundo Modo es el de 'Discrimination', en el que los usuarios comprueban su habilidad de percepción entre los fonemas de los pares mínimos. En primer lugar escuchan el sonido de una de las palabras del par mínimo, y deben discernir cuál es. Una vez elegida, automáticamente aparece un nuevo par mínimo. Además la representación fonética está oculta en los mayores niveles de dificultad. Este Modo está disponible en 'Training' y en 'Challenge yourself'.

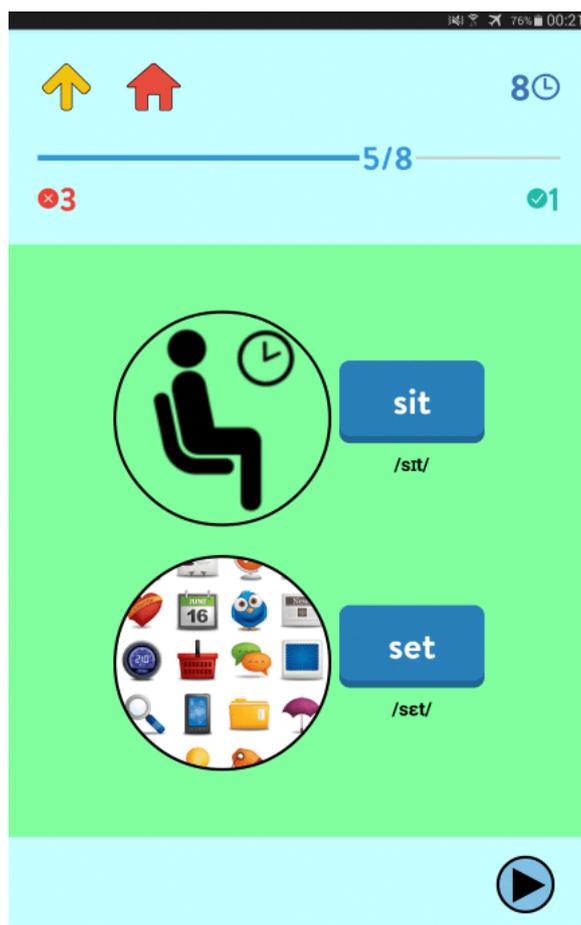


Figura 6.7: Modo *Discrimination*

En la figura 6.7 se muestra la interfaz básica de una Ronda en el Modo de 'Discrimination' de la Modalidad 'Challenge yourself'. A diferencia de 'Exposure', incluye nuevos elementos como un temporizador en la esquina superior derecha y un contador de fallos y de aciertos en los extremos debajo de la barra de estado. El color de fondo indica si se debe elegir la opción correcta (en caso de que sea verde), o la incorrecta (roja). Esto genera un debate de si realmente se prefiere las técnicas de habilidad de juego o el aprendizaje. Por último, en la esquina inferior derecha está un botón de volver a escuchar la palabra de la Ronda actual. Como en el anterior modo se recopilan datos de todos los eventos ocurridos en el Desafío, incluyendo como novedad respecto al anterior Modo si el usuario ha acertado o no.

En tercer lugar, en el Modo 'Pronunciation', los usuarios deben pronunciar las palabras del par mínimo correctamente. Para ello pueden escucharlas antes o después tantas veces como quieran de manera opcional y después se graban la voz pulsando sobre la palabra que desean. Una realimentación en tiempo real será mostrada por pantalla, en forma de mensaje. Si pronunció correctamente la palabra se bloquean los elementos de la interfaz referidos a la misma y se notifica al usuario; sin embargo, si no fue una correcta pronunciación, se muestra una lista de palabras candidatas similares a su pronunciación, junto con un cambio en la interfaz indicando que fue incorrecta. Se permiten hasta cinco fallos por palabra para evitar inferir en la frustración y el agotamiento.

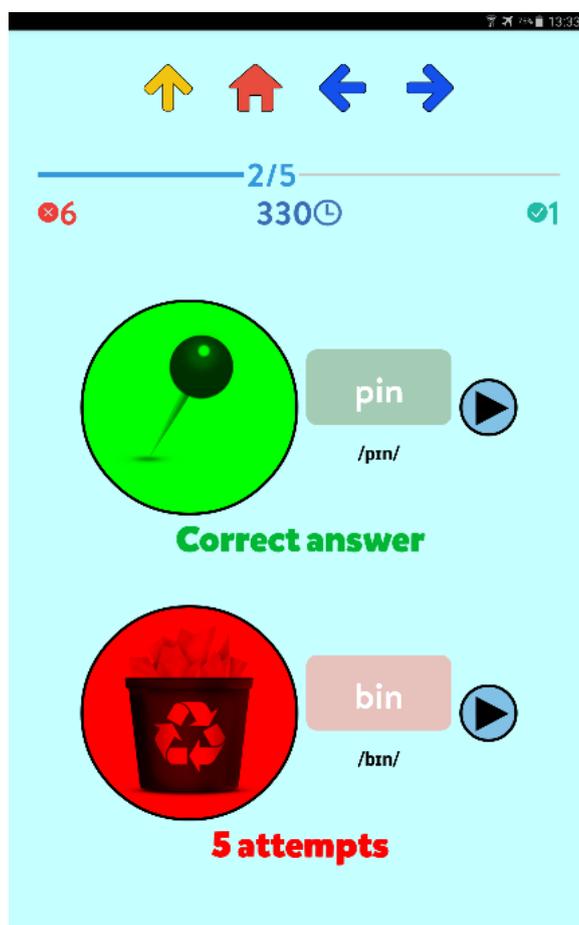


Figura 6.8: Modo *Pronunciation*

Según el nivel de dificultad se será más flexible o no de cara al resultado de la prueba. El usuario puede navegar libremente por todas las Rondas del Desafío con las flechas de navegación de la parte superior. En la figura 6.8 se muestra la interfaz básica de una Ronda en el Modo de 'Pronunciation' de la Modalidad 'Challenge yourself'. En este Modo predominan los elementos de realimentación al usuario. Como en el anterior Modo descrito, se recopilan los datos acerca de los eventos y resultados del mismo.

El último Modo, denominado 'Modo Infinito' en la Modalidad *Challenge yourself*. El objetivo es alcanzar el número más alto de Rondas posible. En cada Ronda aparecen aleatoriamente Desafíos de Discriminación o Pronunciación. Se comienza con un número finito de Vidas y de tiempo por Ronda acorde al nivel de dificultad elegido (mayor número de vidas y menor tiempo cuanto mayor sea el nivel de dificultad). El número de Vidas disminuye según vayan cometiendo fallos. Además, cuanto mayor sea el número de rondas, mayor dificultad aparece en el Desafío. Por ejemplo, pueden aparecer ocultas las representaciones ortográficas o fonéticas de las palabras, o puede estar limitado el número de escuchas de la palabra. Con el paso de Rondas los usuarios van adquiriendo más puntos y Vidas. Todos los detalles acerca del número de Vidas, de puntos y de Vidas se encuentran en detalle en el anexo D.

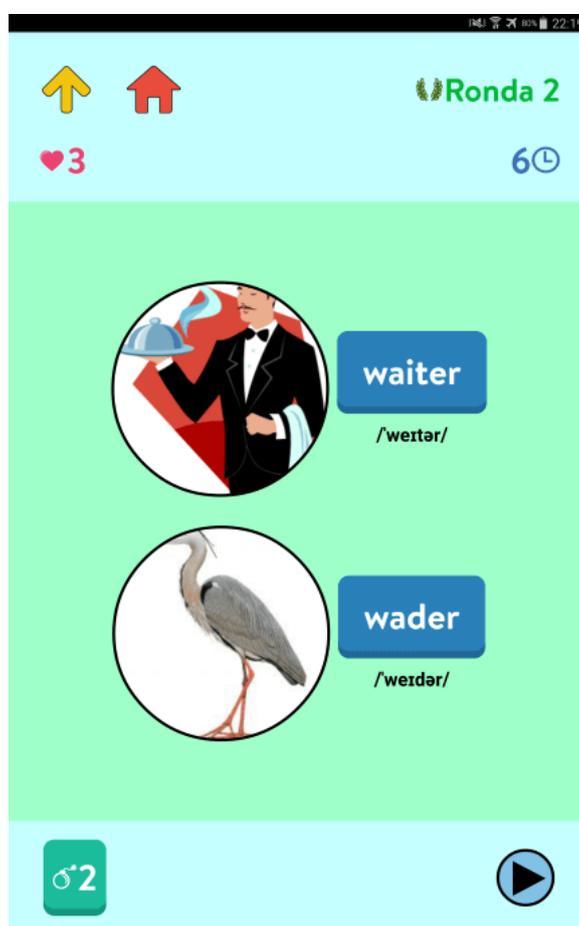


Figura 6.9: Modo *Infinite Mode*

En cuanto a la interfaz gráfica, en la figura 6.9 se muestra la interfaz básica de una Ronda en el 'Modo Infinito' de la Modalidad 'Challenge yourself'. Como elementos diferentes a los de los anteriores Modos, se muestra el número de Rondas alcanzado en la parte superior derecha. En la parte superior izquierda aparece el número de vidas restantes. Por último, aparece el número de *tickets* 'Pasa-rondas' disponibles en la esquina

inferior izquierda. Como en los anteriores Modos, se recopilan todos los datos posibles de la interacción con el sistema, añadiendo en este caso información sobre el número de Rondas, Vidas y *tickets* 'pasa-rondas'

Además, cabe destacar que la aplicación se adapta al usuario en función de sus respuestas correctas o incorrectas. Un nuevo Modo de entrenamiento o juego es sugerido basándose en el resultado de su Desafío actual. Por ejemplo, en el Modo 'Discrimination', si el usuario consigue todos los aciertos posibles, se le sugerirá el siguiente Modo, esto es, 'Pronunciation'. En caso contrario, si consigue muchos fallos, se le sugerirá un Modo anterior, como 'Exposure'.

Por último, para incentivar la motivación de los usuarios, se obtienen Trofeos según los puntos obtenidos a lo largo del juego. En la figura 6.9 se muestran algunos de ellos. Varían desde el idioma y la dificultad hasta el 'Nivel fonético' alcanzado.

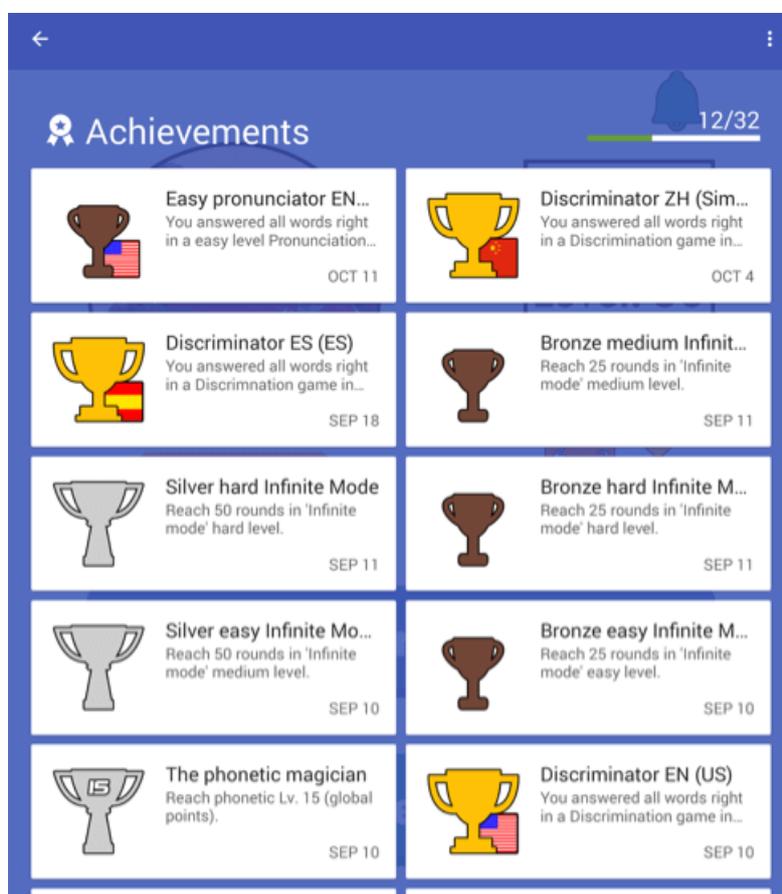


Figura 6.10: Ejemplo de trofeos de un usuario

Además participarán en varios *rankings* según el idioma y el Modo de Desafío ('por puntos' o 'por rondas', como se explica en el anexo D.5). En la figura 6.11 se muestra un *ranking* 'por puntos' global (es decir, incluye la puntuación de todos los idiomas).

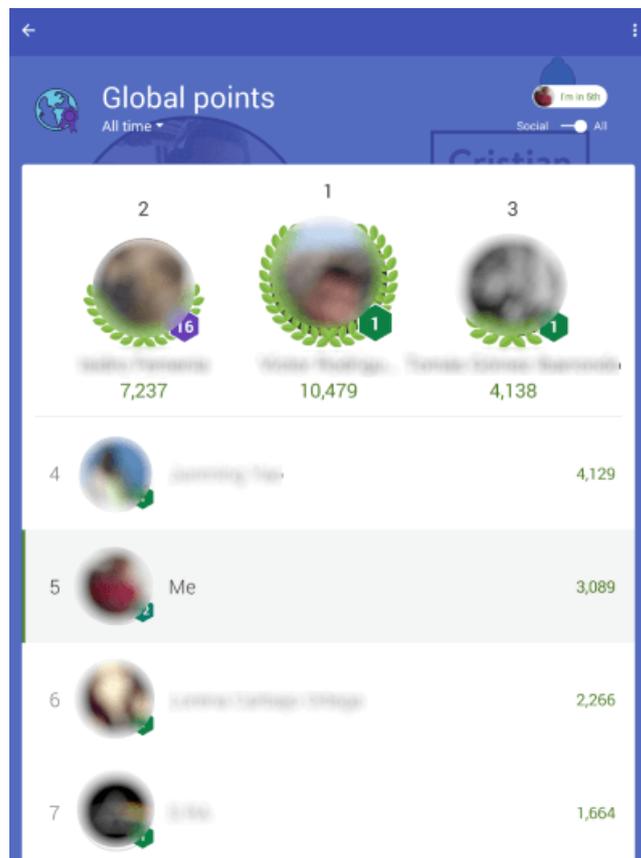


Figura 6.11: Ejemplo de un *ranking*

6.3.3. Usuarios objetivo

Se distinguen dos diferentes grupos de usuarios de acuerdo a su nivel de L1 y L2 que acreditaban:

1. **Grupo A:** locutores nativos ingleses y chinos de más de 8 años. Proviene del Centro de Idiomas de la Universidad de Valladolid y de los contactos de Junming Y. Utilizarán la herramienta en su propio idioma L1.
2. **Grupo B:** locutores nativos de español de más de 8 años. Poseen algún conocimiento de L2 en inglés y chino. Utilizarán la herramienta en el L2 que posean conocimiento.

Con esta distinción, *a priori* se espera que se obtengan mejores resultados los miembros del Grupo A que los del Grupo B.

6.3.4. Pruebas realizadas

Las pruebas se llevaron a cabo del 10 de octubre al 1 de noviembre de 2015 (véase anexos C y H). Esta vez cada usuario podía participar en el lugar que quisiera, ya que utiliza su propio dispositivo (entorno no controlado).

Para la captación de usuarios de este segundo prototipo, la dinámica era ligeramente distinta a la del primero. Primero se envió un correo electrónico preguntando por voluntarios para la aplicación a todos los voluntarios del primer prototipo, a contactos de Junming Y., de Enrique C, a alumnos del Centro de Idiomas y de la Escuela de Ingeniería Informática. Los que aceptaron, indicaron en un formulario *on-line* su correo, edad, sexo, L1, nivel de inglés americano y nivel de chino simplificado. Además daban su consentimiento para recopilar sus datos (de manera anónima) para extraer estadísticas relevantes de cara a la investigación. Tras ello recibían la aplicación por correo electrónico para poderla instalar en su propio dispositivo.

Se recopilaron datos de distintas maneras. Primero se registraban todas las acciones del usuario en un fichero de *log* diario que era enviado al servidor web propio (*learning analytics*). El principal objetivo de esta técnica es saber si el usuario ha mejorado su pronunciación a lo largo del tiempo. En cada desafío se guarda el nombre, su Categoría, el número de puntos conseguidos y la razón de finalización de cada Ronda. En cada una de ellas se registra una marca de tiempo de inicio y de fin. Es importante saber si los usuarios están mucho tiempo en cada pantalla del Desafío. Esto podría ser por el diseño de la interfaz o por la dificultad. Además se guardan todos los datos acerca de las palabras jugadas. Por ejemplo, en el modo *Pronunciation*, un fallo de pronunciación incluiría una lista de palabras reconocidas por el ASR junto a su *gscore* (un valor numérico proporcional a la probabilidad de acierto del sistema en el reconocimiento). Por último, este fichero es actualizado al servidor web al final de cada Desafío. También se envían las grabaciones de audio del Modo 'Exposure' para elaborar un *corpus* y poder analizarlas.

Por otra parte, se utilizó Google Analytics para recopilar todos los eventos ocurridos en el sistema, esto es, cualquier pulsación sobre algún elemento de la interfaz visual. Con ello se obtuvieron datos cuantitativos del número de veces que un elemento es pulsado, además de poder saber si era útil o no.

Cuando terminaron las pruebas se envió un cuestionario *on-line* con preguntas cuantitativas y cualitativas para conocer el grado de satisfacción con el sistema y la *usabilidad* del mismo.

Finalmente, los usuarios podían contactar con los miembros de este proyecto vía correo electrónico mediante un apartado específico en la propia aplicación.

Los resultados de estos métodos de recogida de datos se detallan a continuación.

6.3.5. Resultados

En primer lugar, al ser un experimento no controlado, se ha modelado el comportamiento del usuario en cuanto al número de Desafíos realizados por Modo, según el Desafío practicado en el Modo anterior.

Tal y como se aprecia en la figura 6.12, según el agregado por columnas, el Modo más practicado por los usuarios de manera libre es el de 'Discrimination' de 'Challenge yourself' (1791), seguido de 'Infinite Mode' (610) y de 'Pronunciation' (265), ambos también de 'Challenge yourself'. Por lo tanto, se puede concluir que son más practicados los Modos de 'Challenge yourself' (en los que interviene la *gamificación*), que los de entrenamiento 'Training'.

Modelado de usuario: Número de Desafíos por Modo								
Desafío actual*								
		M1*	M2*	M3*	M4*	M5*	M6*	
Desafío previo	M0	27	3	4	11	3	6	54
	M1	32	31	5	28	1	1	98
	M2	14	69	19	18	2	3	125
	M3	0	13	15	8	3	5	44
	M4	18	11	4	1627	53	59	1772
	M5	3	4	0	35	189	29	260
	M6	7	5	2	64	14	507	599
		101	136	49	1791	265	610	

Leyenda	
M0	Primer Modo accedido tras la instalación inicial.
M1	training exposure
M2	training discrimination
M3	training pronunciation
M4	challenge yourself discrimination
M5	challenge yourself pronunciation
M6	challenge yourself infinite_one_player
<Modo>	Se refiere al Modo del Desafío previo al actual.
<Modo>*	Con asterisco se refiere al Modo del Desafío actual.

Figura 6.12: Modelado de usuario del segundo prototipo

Por otra parte, en cuanto al Modo de Desafío actual partiendo del anterior, se puede observar que el Modo más practicado es el de 'Discrimination' de 'Challenge yourself' (1267), partiendo de otro Desafío del mismo Modo. La segunda opción más utilizada es la de 'Infinite Mode' de 'Challenge yourself' (507) tras otro Desafío en el mismo Modo. Esto quiere decir que los usuarios repiten partidas en ambos Desafíos al terminarlos. El tercer elemento que más destaca es el de 'Pronunciation' de 'Challenge yourself' (189) tras acabar un Desafío, de nuevo, del mismo Modo.

Por último, se puede apreciar que el primer Modo al que acceden libremente tras ins-

talar la aplicación es el de 'Exposure' de 'Training'. Esto puede ser debido a tres razones. La primera y la más lógica es que accedan al primer Modo que aparece en la aplicación. La segunda es que crean más conveniente practicar en los entrenamientos antes de ir a los Modos de puntos. Y la tercera es que hayan acabado allí de casualidad.

En segundo lugar, se ha querido categorizar los diferentes dispositivos utilizados por los usuarios, en cuanto al tamaño de los mismos para conocer sus preferencias de cara a la mejora de la *usabilidad* del sistema. Se clasifican en dos principales grupos: móviles, si poseen menos de 7 pulgadas, y *tablets*, a partir de 7 pulgadas. En la figura 6.13 se detalla el número de dispositivos utilizados y el porcentaje de sus categorías respecto al total. También se adjunta en el CD un fichero en formato *Excel* acerca de más datos de los dispositivos utilizados (marca del dispositivo, resolución de pantalla, número de sesiones, duración media de la sesión, visualizaciones de pantalla y número de pantallas por sesión. Siendo una sesión equivalente a la interacción de un usuario en el sistema desde que entra en a aplicación hasta que sale de la misma un periodo continuo de tiempo), extraídos de la herramienta Google Analytics (ver anexo I).

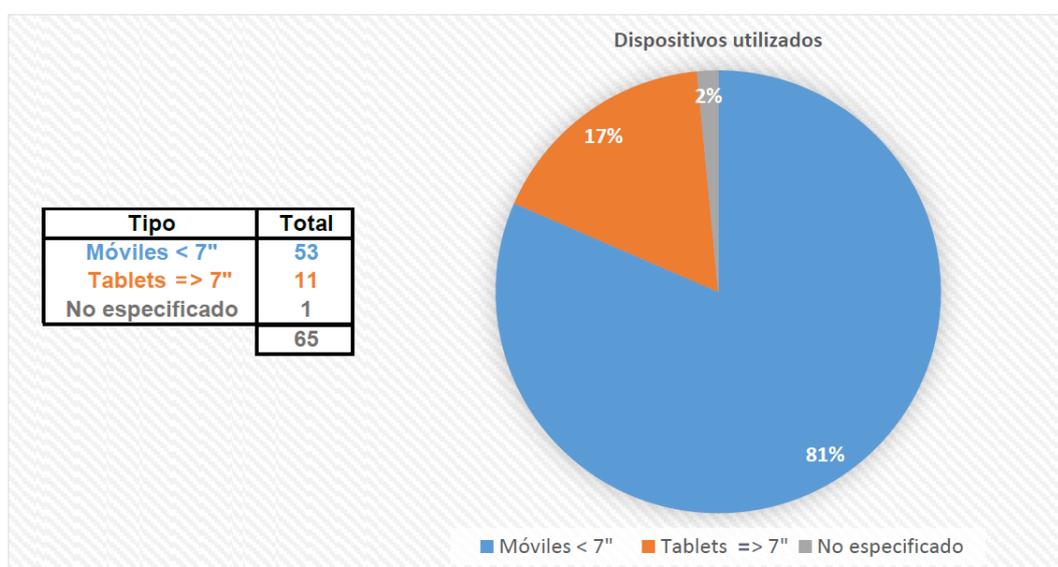


Figura 6.13: Clasificación por tamaño de los dispositivos del segundo prototipo

Por otra parte, se han podido extraer más de 70.000 eventos en menos de tres semanas de pruebas de los ficheros de *log* del sistema.

En la figura 6.14 se muestran los datos relativos a los locutores que han participado durante el periodo de pruebas y en qué Modos lo hicieron (Desafíos finalizados con éxito) clasificados por L2, L1 y sexo.

Como se puede observar, han participado personas españolas y chinas, y en los idiomas inglés americano y chino simplificado. En estas segundas pruebas no eran tan necesarios los nativos como en las pruebas del primer prototipo, ya que la herramienta desarrollada estaba más centrada en L2 que en L1 o comprobar que funcionara el ASR o TTS, como ya se hizo en la anterior versión.

Los datos mostrados corroboran los de la figura 6.12, 'Discrimination' es el modo más utilizado (más en 'Challenge yourself' que en 'Training'). Cabe destacar que en esta tabla no se encuentran los datos de aquellos Desafíos que no hayan finalizado con normalidad.

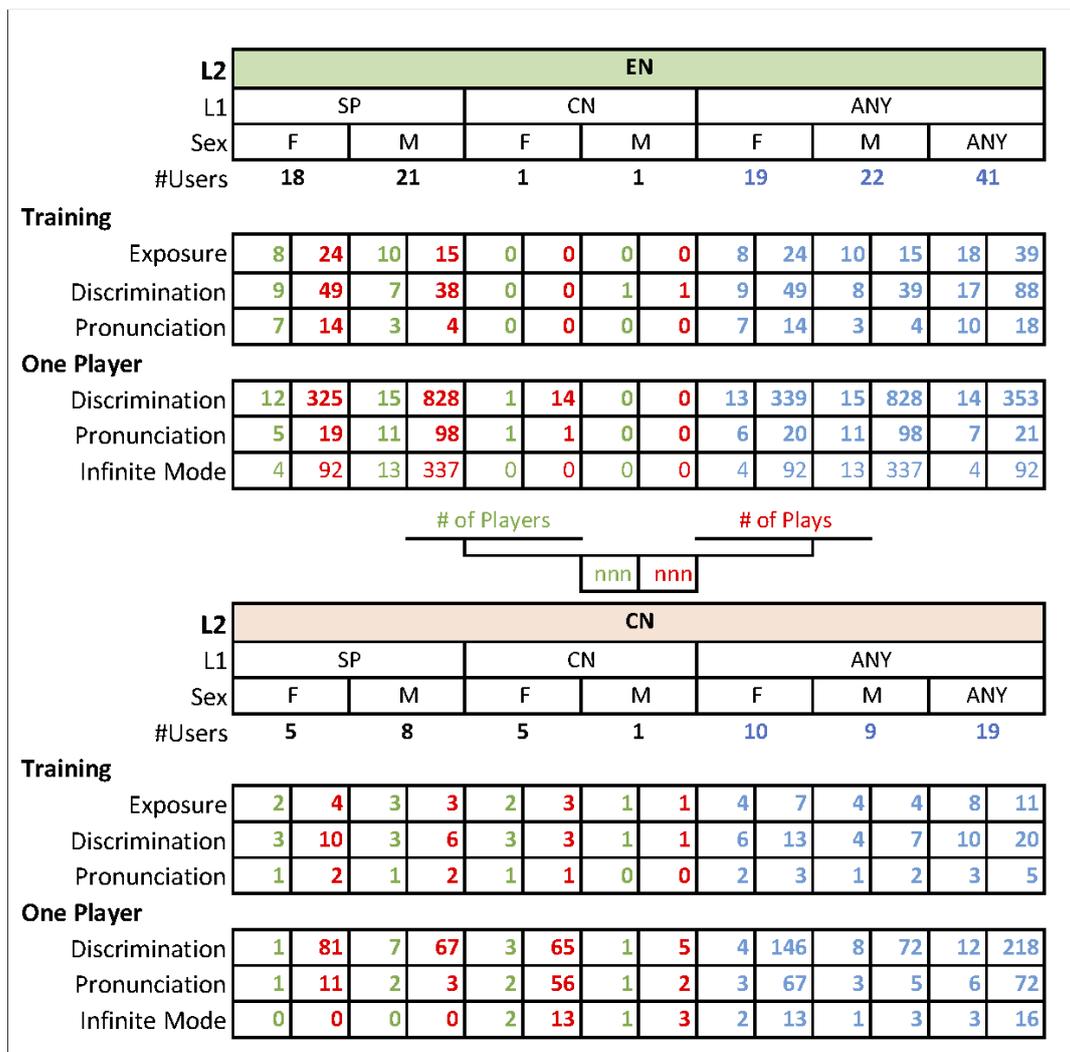


Figura 6.14: Participantes y Desafíos completados por cada uno en el segundo prototipo. L2: idioma utilizado por los usuarios en los Desafíos. L1: idioma nativo del usuario. EN: Inglés (USA). CN: Chino (simplificado). SP: Español. ANY: suma de los valores correspondientes a las mismas columnas a su izquierda. F: Mujer. M: Hombre.

Por otra parte, en la figura 6.15 se muestran los datos del porcentaje de aciertos en los Modos del sistema, también clasificados por L2, L1 y sexo. 43 locutores distintos han participado en pruebas en inglés americano y han obtenido al menos un acierto, mientras que 19 han hecho lo mismo en chino simplificado.

El Modo 'Pronunciation' es el que menor porcentaje de acierto tiene ya que es el Modo, *a priori* más difícil, donde el usuario puede intentar hasta cinco veces cada palabra. Los mejores resultados aparecen en el Modo 'Discrimination', tanto en 'Training' como en 'Challenge yourself', en ambos idiomas L2, y en 'Infinite Mode' en el chino simplificado. Por último, son mejores los resultados en la Modalidad de 'Challenge yourself' que los de 'Training'. Uno de los motivos podría ser la *gamificación* aplicada.

	L2 EN						
	L1 SP		CN		ANY		
	F	M	F	M	F	M	ANY
#Users	18	21	3	1	21	22	43
Training							
Discrimination	67,4%	65,9%	-	44,4%	67,4%	55,2%	59,2%
Pronunciation	42,7%	22,2%	-	-	42,7%	22,2%	32,5%
One Player							
Discrimination	75,3%	80,0%	82,3%	-	78,8%	80,0%	79,2%
Pronunciation	36,8%	35,0%	41,2%	-	39,0%	35,0%	37,7%
Infinite Mode	60,2%	62,5%	-	-	60,2%	62,5%	61,4%
	L2 CN						
	L1 SP		CN		ANY		
	F	M	F	M	F	M	ANY
#Users	5	8	5	1	10	9	19
Training							
Discrimination	60,0%	78,3%	70,8%	62,5%	65,4%	70,4%	67,9%
Pronunciation	45,9%	0,0%	75,0%	-	60,5%	0,0%	60,5%
One Player							
Discrimination	68,8%	70,4%	91,8%	33,3%	80,3%	51,9%	66,1%
Pronunciation	24,3%	39,3%	62,1%	-	43,2%	39,3%	41,9%
Infinite Mode	-	-	84,2%	66,7%	84,2%	66,7%	75,4%

Figura 6.15: Porcentaje de aciertos en el segundo prototipo. L2: idioma utilizado por los usuarios en los Desafíos. L1: idioma nativo del usuario. EN: Inglés (USA). CN: Chino (simplificado). SP: Español. ANY: suma de los valores correspondientes a las mismas columnas a su izquierda. F: Mujer. M: Hombre.

Por último, en la figura 6.16 se muestran los datos relativos al tiempo medio por Desafío (completo) en milisegundos, también clasificados por L2, L1 y sexo. El modo que más tiempo conlleva es el de 'Pronunciación', como era de suponer, ya que hay un mayor número de intentos por palabra que en los demás Modos. Además se aprecia que los locutores chinos han sido más rápidos que los españoles, en parte por su nivel de conocimiento de inglés.

De cara a mejorar la herramienta para futuras versiones, se podría realizar un análisis de aquellas listas de palabras en las que más hayan tardado en llevarse a cabo y buscar posibles razones (interfaz, dificultad) y mejoras.

L2		EN						
L1		SP		CN		ANY		
Sex		F	M	F	M	F	M	ANY
#Users		18	21	1	1	19	22	41
Training								
Exposure		94	97	0	0	47,00	48,50	47,75
Discrimination		34	39	0	29	17,00	34,00	25,50
Pronunciation		166	539	0	0	83,00	269,50	176,25
One Player								
Discrimination		31	456	36	0	33,50	228,00	130,75
Pronunciation		228	100	85	0	156,50	50,00	103,25
Infinite Mode		81	132	0	0	40,50	66,00	53,25
L2		CN						
L1		SP		CN		ANY		
Sex		F	M	F	M	F	M	ANY
#Users		5	8	5	1	10	9	19
Training								
Exposure		148	114	80	58	114,00	86,00	100,00
Discrimination		44	42	27	12	35,50	27,00	31,25
Pronunciation		103	23	30	0	66,50	11,50	39,00
One Player								
Discrimination		40	32	26	36	33,00	34,00	33,50
Pronunciation		223	252	107	17	165,00	134,50	149,75
Infinite Mode		0	0	119	108	59,50	54,00	56,75

Figura 6.16: Tiempo medio (ms) por Desafío en el segundo prototipo. L2: idioma utilizado por los usuarios en los Desafíos. L1: idioma nativo del usuario. EN: Inglés (USA). CN: Chino (simplificado). SP: Español. ANY: suma de los valores correspondientes a las mismas columnas a su izquierda. F: Mujer. M: Hombre.

En cuanto a la encuesta optativa de grado de satisfacción y *usabilidad* del sistema, se presentan los resultados obtenidos a continuación de aquellos usuarios que quisieron contestarla de manera voluntaria. En cada pregunta se indica el número de respuestas.

En la figura 6.17 se puede apreciar que algo más de la mitad (56.3 %) de encuestados no ha experimentado ningún problema en la interacción con la aplicación. Además otro 31.3 % apenas ha sufrido ninguna eventualidad fuera de lo común. Por lo tanto, se puede concluir que la interfaz no presenta dificultades a los usuarios.



Figura 6.17: Primera pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Además, en la figura 6.18 se puede apreciar que casi el 70 % siguieron sin dificultad las dinámicas de la aplicación. El otro 30 % tuvieron alguna dificultad mínima. Por lo tanto se puede concluir que se ha descrito bien el sistema de cara al usuario pero que puede mejorarse algo.



Figura 6.18: Segunda pregunta del cuestionario del segundo prototipo

En la figura 6.19 se puede apreciar que la mitad de los encuestados no han sufrido ningún problema para poder avanzar en las dinámicas sugeridas. Otro 25% tuvo algún problema mínimo y el 25% restante tuvo algún problema más. Por lo tanto, se debe mejorar la realimentación en las dinámicas al usuario.

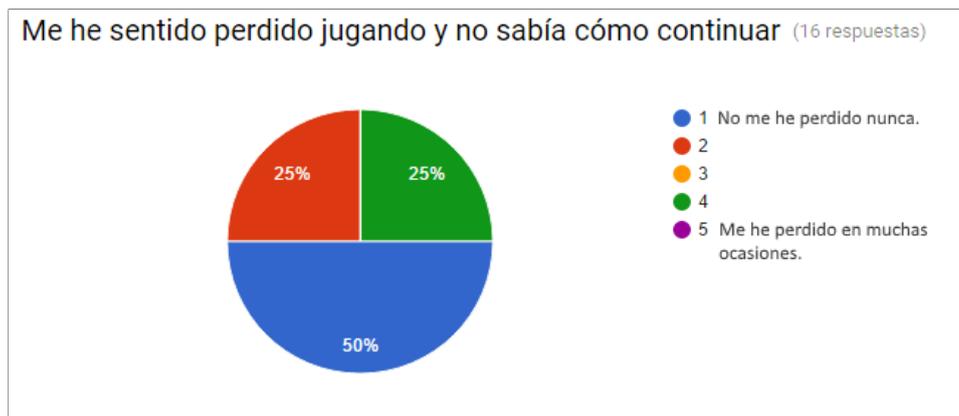


Figura 6.19: Tercera pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Por otra parte, de la figura 6.20 se puede concluir que el soporte del sistema es bastante apropiado para los usuarios, ya que un 37.5% lo considera perfecto, un 43.8% no lo hace por alguna mínima razón, y un 18.8% está aún más disconforme.



Figura 6.20: Cuarta pregunta del cuestionario del segundo prototipo

En la figura 6.21 se puede apreciar como casi un 70 % de los encuestados consideran que los controles y comandos de interacción del sistema son adecuados.



Figura 6.21: Quinta pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Además, en la figura 6.22 se expone que un 62.5% de los usuarios se han sentido cómodos utilizando la aplicación, y sumando el otro 25% que prácticamente también se han sentido totalmente cómodos, un 87% respaldan un alto grado de satisfacción con el sistema. Queda como línea futura conseguir que aumente en próximas versiones de la aplicación.

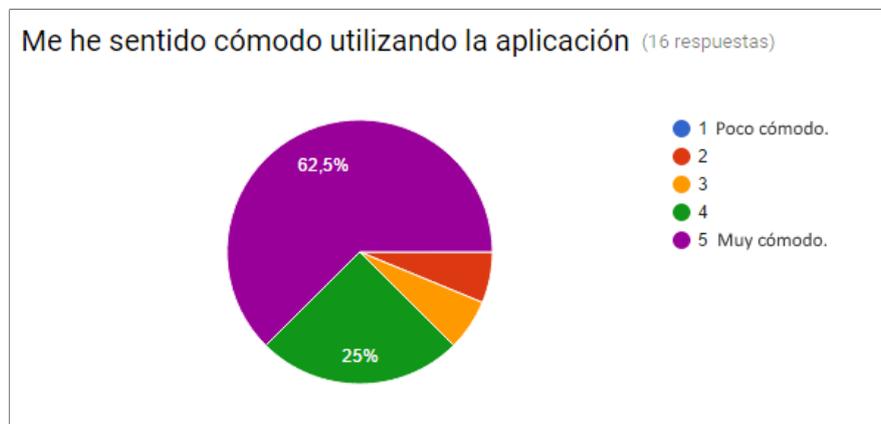


Figura 6.22: Sexta pregunta del cuestionario del segundo prototipo

En la figura 6.23 se puede apreciar que la mitad de encuestados no se ha sentido frustrado usando la aplicación. Después hay tres grupos parecidos alrededor del 15% que indican varios grados de frustración. Por lo tanto se concluye que hay que mejorar ligeramente este factor en futuras versiones de la aplicación.

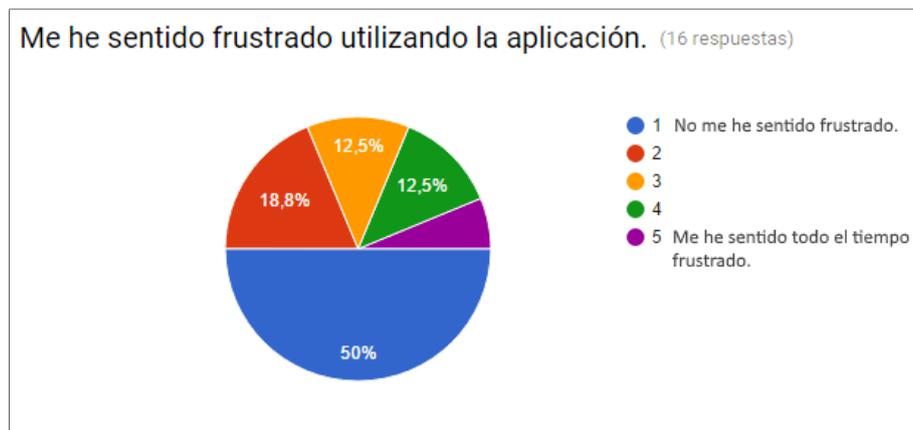


Figura 6.23: Séptima pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Por otra parte, en la figura 6.24 se puede apreciar que sólo al 50% de los encuestados les han parecido divertidos los Desafíos de juegos en la aplicación. Otro 25% no los consideran del todo divertidos, y otro 25% los consideran neutrales.



Figura 6.24: Octava pregunta del cuestionario del segundo prototipo

En la figura 6.25 queda constatado que casi un 94 % de los usuarios entendieron las dinámicas de los Desafíos propuestos, ya que no padecieron ninguna dificultad.

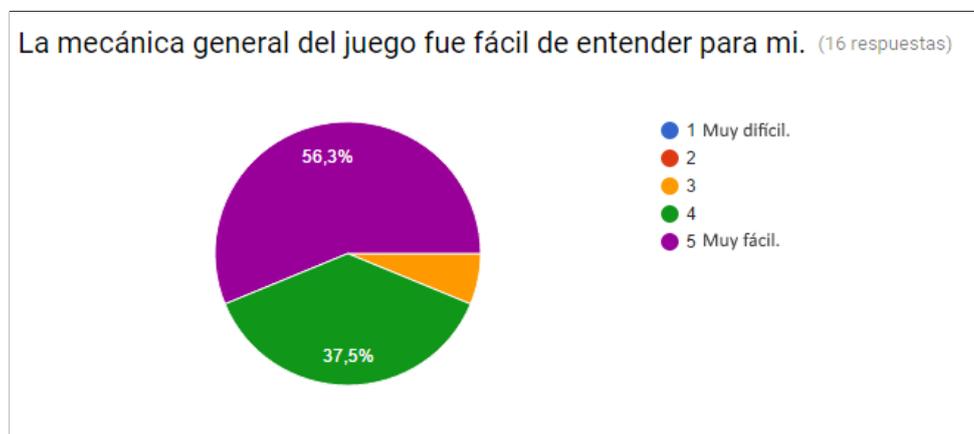


Figura 6.25: Novena pregunta del cuestionario del segundo prototipo

En la figura 6.26 destaca el Modo de entrenamiento 'Discrimination' como el más útil para casi la mitad de los usuarios. Después estaría 'Pronunciation', con más del doble de votos que el último, 'Exposure'.



Figura 6.26: Décima pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Además, en la figura 6.27 destaca el Modo de 'Challenge yourself', 'Infinite Mode' como el más útil para los usuarios. Los otros dos Modos posibles empatan en votación.



Figura 6.27: Undécima pregunta del cuestionario del segundo prototipo

En la figura 6.28 se presentó una pregunta subjetiva a los usuarios acerca de la posibilidad de cambiar algún Modo del sistema. Hubo variadas respuestas, y además se obtuvieron más respuestas vía correos electrónicos de contacto.

¿Cambiarías algún entrenamiento o juego? ¿De qué manera? (3 respuestas)

Todavía no.

Aunque no esté en tus manos, el modo pronunciación es MUY complicado. Para alguien que empiece, le quitará las ganas.

No utilizaría el tema de los colores verde y rojo en los entrenamientos, es un poco lioso.

Figura 6.28: Duodécima pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Por otra parte, en la figura 6.29 se hizo una pregunta directa acerca de si les gustaría a los usuarios crear sus propias listas de palabras. Se obtuvieron el mismo número de votos en 'sí, para entrenar de manera autodidacta' y en 'sí, para jugar con mis amigos'. Eso quiere decir que ambas posibilidades deberían estar presentes en próximas versiones de la aplicación, para poder llegar a ambos tipos de usuarios.

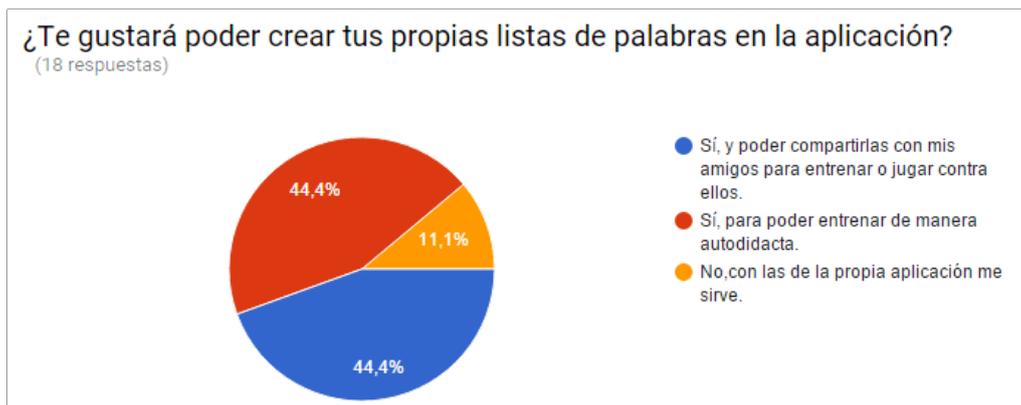


Figura 6.29: Decimotercera pregunta del cuestionario del segundo prototipo

En la figura 6.30 se puede constatar que un 83% de los usuarios han considerado adecuada la dificultad de las palabras del sistema. Un 11,1% la ha considerado fácil. Por lo tanto se está satisfecho por la adecuación de las palabras proporcionadas por parte de los expertos.



Figura 6.30: Decimocuarta pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Además, en la figura 6.31 se observa que casi al 80 % de los encuestados les gustaría poder jugar de manera *on-line* contra sus amigos. Una característica interesante a tener en cuenta para futuras versiones de la aplicación.



Figura 6.31: Decimoquinta pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Por último, en la figura 6.32 se puede apreciar que se preguntó al usuario si tenía alguna otra observación en el sistema. Las respuestas varían desde problemas con el *hardware* y *software*, con los elementos gráficos, y hasta temas pedagógicos.

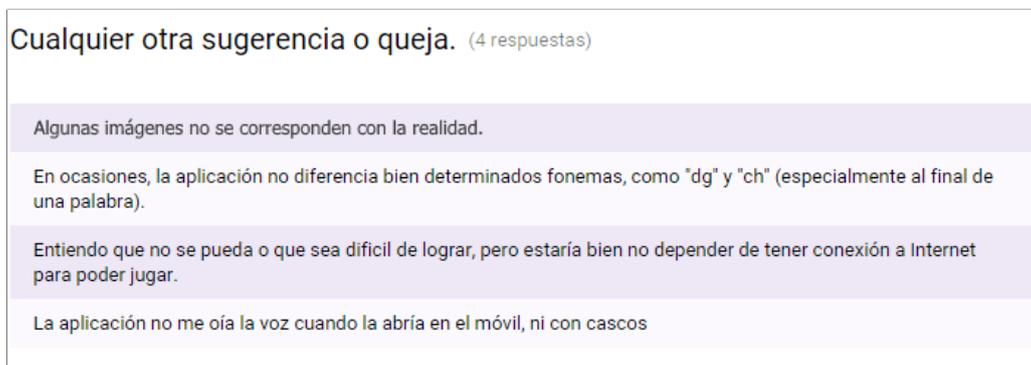


Figura 6.32: Decimosexta pregunta del cuestionario del segundo prototipo

Para finalizar, en cuanto a los correos electrónicos de soporte y ayuda, se obtuvieron varias interesantes propuestas por parte de los usuarios, los cuales se detallan a continuación.

“Con el dispositivo apaisado, las puntuaciones e imagen del perfil ocupan demasiado y solo permiten ver el primer botón del menú, por lo que hay que hacer *scroll* siempre que se quiere acceder a las otras opciones”.

“Al pulsar sobre cualquier trofeo, se pierde el título del logro por unos puntos suspensivos”.

“El modal ‘Consejo: En cada ronda escucharás las palabras cinco veces...’, desaparece al girar el móvil”.

“Al girar el móvil en la pantalla de ‘Finalización’, repite el sonido de éxito”.

“En la pantalla de ‘Finalización’, la tecla base del móvil de volver atrás está deshabilitada”.

“Cuando se falla en pronunciación, automáticamente escuchar la versión sintética”.

“Me gustaría que se ofreciera una traducción al idioma nativo de la palabra en idiomas como chino o japonés”.

“Frustra a la gente que se vean tantos fallos en pronunciación”.

“Me gustaría poder tener mis propias listas de palabras para practicarlas en cualquier momento”.

“Se podría compensar el uso diario de la aplicación mediante recompensas como puntos o Vidas”.

Las anteriores sugerencias son muy variadas, y tratan desde elementos de la interfaz visual, hasta otros elementos como la frustración o la mejora del sistema en cuanto a realimentación ofrecida al usuario. Serán tenidas en cuenta para futuras versiones de la aplicación.

6.3.6. Conclusiones

Primero, se pudo apreciar que predominaron dos Modos durante las pruebas libres de los usuarios: 'Discrimination' e 'Infinite Mode', ambos de 'Challenge yourself'. Con ello se deduce que los elementos de *gamificación* aplicados en este segundo prototipo han servido para mantener la intensidad, motivación e interés de los usuarios. También el factor de competitividad ha sido importante debido a la alta participación de algunos usuarios específicos, ya que se disputaron el primer puesto de los *rankings* hasta el último día de participación de las pruebas.

Otra conclusión que se puede extraer de los resultados es que predomina el uso de dispositivos móviles de pequeño tamaño. Por ello, la interfaz debe adaptarse a dicho tipo de dispositivo sin que el usuario experimente problemas de visualización. Fue un aspecto que se tuvo en cuenta antes de realizar las pruebas, y que se llevó a cabo invirtiendo un considerable número de horas de programación de la aplicación.

Por otra parte, de los ficheros de *log* se puede concluir que la estrategia de aprendizaje y mejora propuesta, proporciona un sistema que puede medir la mejora de la pronunciación de los locutores. Esto es debido a que el porcentaje de aciertos en nativos es superior al de no nativos en cualquiera de los Modos, y el tiempo medio de juego en los mismos es menor en los nativos que en los no nativos. De cara al futuro habría que clasificar los locutores en varios grupos según su nivel de conocimiento de L2 (inglés americano y chino simplificado), y así poder extraer conclusiones en cada uno de ellos. Por supuesto también influye la dificultad del fonema que se está practicando, por lo tanto un análisis más profundo es necesario de cara a obtener conclusiones más detalladas.

Además, la realimentación en tiempo real de la actividad del usuario en el sistema y su adaptación al usuario según su nivel de pronunciación mejora la experiencia y el grado de satisfacción de este último.

No obstante, existen dificultades a las que hacer frente debido a las limitaciones de los ASR. Por ejemplo la correcta pronunciación de palabras (incluso por nativos) puede ser rechazada por el sistema (falsos negativos) y al revés también (falsos positivos).

En cuanto a las preguntas realizadas en la encuesta de *usabilidad* y grado de satisfacción, se puede concluir que los usuarios no han experimentado grandes problemas interactuando con la aplicación, han considerado adecuadas las estrategias propuestas, tanto de entrenamiento como de juego, junto a las palabras dispuestas. También han sugerido que existen algunos fallos en el sistema que pueden ser corregidos, como las imágenes que representan las palabras, y otros que dependen de elementos externos al mismo como aplicaciones de terceros (conexión a internet del ASR) o al *hardware* (calidad de los micrófonos).

Por último, en cuanto a los correos electrónicos de contacto recibidos por parte de los usuarios, los han utilizado para enviar posibles mejoras de la aplicación y no para pedir ayuda, algo para lo que, *a priori*, estaba pensado.

Parte V

Modelo de negocio básico

Capítulo 7

Motivación del modelo de negocio

7.1. Introducción

El primer capítulo de la quinta parte de esta memoria consiste en una breve introducción hacia el interés por establecer un modelo de negocio del sistema y hacer referencia expresa a la participación en el Premio Prometeo 2015 [75]. En los dos siguientes capítulos se describirán los detalles de un modelo de negocio básico. Dicho modelo es sólo una propuesta inicial factible de materializarse en un futuro próximo.

En la actualidad, las aplicaciones móviles son una importante fuente de ingresos en el mundo empresarial, y se estima que en 2020 proporcionen más del doble de beneficio que en 2015 [76]. De cara a este proyecto, la posibilidad de comercializarlo supondría una fuente de ingresos con las que continuar con el mismo, esto es, costear el mantenimiento del sistema, poder contratar a nuevo personal para seguir mejorando las funcionalidades, añadir nuevas listas de palabras e idiomas, o incorporar nuevos Modos de juego y diseños gráficos de palabras.

Para ello es necesario es describir un modelo de negocio, con el que se busca generar ingresos y beneficios. Esta posibilidad fue una realidad gracias a las becas que se otorgaban a los ganadores del Premio Prometeo 2015, cuya recepción de candidaturas coincidió con el inicio de este proyecto (véase el apéndice F para detalle temporal de las actividades relacionadas con el Premio Prometeo). Los requisitos iniciales de dicho premio eran:

1. Debe tratarse de una nueva invención que suponga una novedad sustancial.
2. Debe implicar actividad inventiva.
3. Debe tener aplicación industrial.
4. Debe ser un proyecto encaminado a realizar nuevos desarrollos de *software*, programas de ordenador o aplicaciones para dispositivos móviles (excluidas las páginas web).

Los cuatro requisitos anteriores se cumplían con este proyecto. Además, el premio ofrecía cursos de formación y ayuda para elaborar un modelo de negocio, junto a la posibilidad de registro de propiedad intelectual del sistema de manera gratuita, fueron las razones que dieron lugar a la participación en el Premio Prometeo 2015.

7.2. Registro de propiedad intelectual

Con el registro de propiedad intelectual se prueba la autoría del proyecto, así como de los derechos de explotación que el autor se reserva o cede en favor de terceros. De cara al futuro, se podrían crear posibles acuerdos de expansión o cesión de derechos con alguna empresa interesada, por lo que es importante disponer de una certificación de la autoría. Además, al ser un proyecto innovador, en caso de cosechar un gran éxito, es posible que aparezcan sistemas similares que intenten imitarlo.

Por otra parte, el Premio Prometeo 2015 permitía dicho registro de manera gratuita al asociarlo a la Universidad de Valladolid mediante su Fundación General (FUNGE). Este hecho no era un impedimento ya que el grupo de investigación pertenece a la propia UVa, además de suponer un importante ahorro de dinero.

Por último, el mencionado registro formaría parte del modelo de negocio básico presentado en los próximos dos capítulos de esta memoria.

Capítulo 8

Análisis sectorial

8.1. Introducción

En el presente capítulo se pretende mostrar cómo afecta el entorno del proyecto al funcionamiento del mismo en cuanto a las posibles oportunidades de aumentar su beneficio.

Con el análisis sectorial se pretende [77]:

1. Conocer la estructura del sector en el que se mueve el proyecto, debido a que influirá en su rentabilidad y competencia.
2. Averiguar la relación que existe entre la intensidad de la competencia y la rentabilidad del proyecto, siendo ésta mayor cuanto menor sea la intensidad de la competencia.
3. Mejorar globalmente mediante la valoración de acciones comunes dentro de un sector.
4. Aumentar la dinámica respecto a los competidores, gracias a la anticipación en cuanto a tendencias del sector. Se consigue aprovechando las tendencias a nuestro favor. Por ejemplo, la tendencia actual de utilizar aplicaciones móviles en la enseñanza favorece a este proyecto.
5. Encontrar oportunidades de negocio en las debilidades de la competencia y en las necesidades de los clientes. Se trata por tanto de encontrar los 'vacíos de negocio' existentes. Se debe responder a ¿qué parte del mercado no está bien atendida por los competidores o nosotros con nuestros recursos podemos atender mejor?

En las siguientes secciones se detallan los aspectos más importantes del análisis sectorial relacionado con el proyecto.

8.2. Propuesta de valor

El *Business Model Canvas* [78] es un modelo de negocio inventado por Alexander Osterwalder [79] que describe cómo una organización crea, distribuye y añade valor. En la

figura 8.1 se presenta la propuesta de valor [80] del presente proyecto siguiendo el citado modelo. Se escoge y jerarquiza los elementos específicos del producto que son más valorados por la demanda, haciéndolos asequibles y replicables según las capacidades ofrecidas por el producto.

Socios Clave	Actividades Clave	Problema Identificado	Relación con los Clientes	Clientes
1. Expertos en idiomas 2. Diseñadores gráficos 3. Community manager 4. Centros de idiomas 5. Centros educativos 6. Mercados de aplicaciones 7. Sistemas de pago por clic en publicidad	1. Desarrollo de la aplicación 2. Incremento del número de idiomas 3. Incremento del número de palabras por idioma 4. Incremento de juegos y entrenamientos en la aplicación	1. Gran inversión de tiempo y dinero en clases presenciales 2. Desmotivación y abandono del estudio 3. Vergüenza en público 4. No se enseña la pronunciación en detalle.	1. Vía correo electrónico 2. A través de redes sociales 3. A través de la propia aplicación	1. Estudiantes de idiomas 2. Personas extranjeras que pretendan mejorar su pronunciación 3. Personas que jueguen por ocio o competitividad 4. Empresas interesadas en aparecer como publicidad en la aplicación
	Recursos Claves 1. Creatividad 2. Experiencia en diseño de aplicaciones móviles 3. Experiencia en redes sociales 4. Experiencia en enseñanza	Propuesta de Valor 1. Mejora de la pronunciación 2. Mejora de la discriminación 3. Feedback instantáneo de la pronunciación 4. Adaptación al usuario según su nivel 5. Pares mínimos de palabras 6. Escalabilidad de número de idiomas y dialectos y 7. Portabilidad 8. Gamificación 9. Comunidad social	Canales de comunicación y distribución 1. Mercados de aplicaciones 2. Centros de idiomas 3. Redes sociales 4. Página web propia	
	Estructura de Costes 1. Marketing y posicionamiento en redes sociales 2. Salario del equipo 3. Energía eléctrica 4. Mantenimiento equipos 5. Tarifas mercados de aplicaciones 6. Tarifas de publicidad		Fuente de Ingresos 1. Clics en publicidad en la versión gratuita 2. Compras integradas en la aplicación 3. Descargas de la versión de pago 4. Empresas que aparecen como publicidad en la aplicación.	

Figura 8.1: *Business Model Canvas* del proyecto

8.3. Análisis de la demanda

Una vez desarrollada la aplicación, inicialmente estará disponible en todos los países del mundo accesibles a través de Google Play (cuyo sistema operativo es Android). Después, con el tiempo, se irían implementando sus respectivas versiones para iOS y Windows Phone, y se publicarían posteriormente.

Esta decisión inicial de desarrollo en Android viene fundamentada por la cuota de mercado actual de dispositivos móviles. Según el último informe de IDC [81], Android es el sistema operativo líder con un 82,8% de cuota de mercado. Mientras que iOS no alcanza el 14%. Dicha comparativa se puede apreciar con más detalle en las figuras 8.2 y 8.3 (ambas obtenidas de [81]).

Todo el sistema de la *gamificación* y del *social gaming* se lleva a cabo por la plataforma Google Play Games [71]. Desde hace poco más de un año (finales de 2013), Google Play Games se convierte en aplicación, siendo un servicio mucho más completo que la API que era hasta entonces, convirtiéndose en el Game Center que estaba siendo reclamado

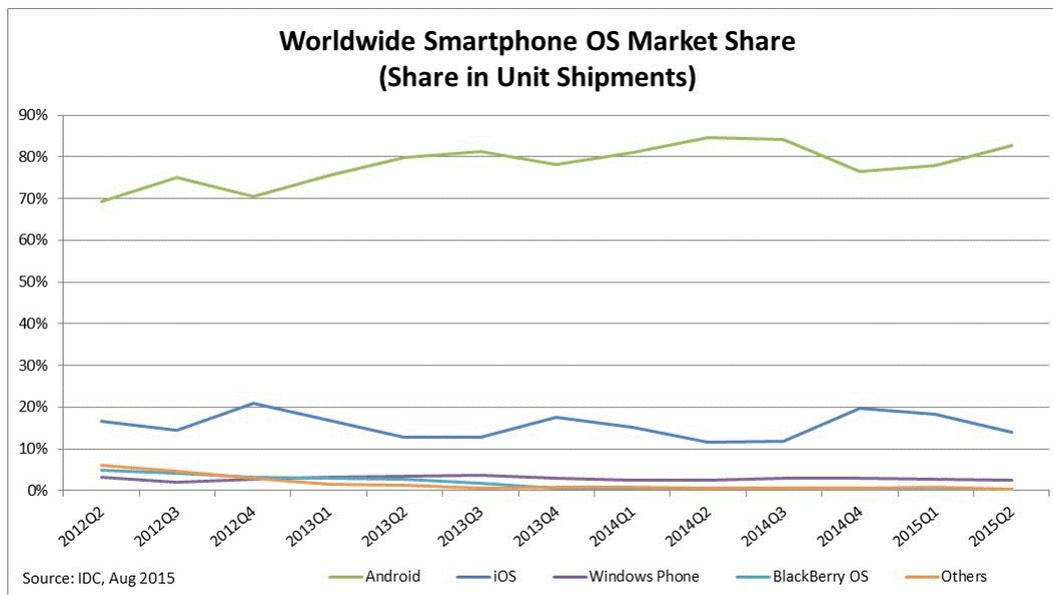


Figura 8.2: Gráfica de la cuota de mercado de dispositivos móviles según el sistema operativo, extraída de [81]

Período	Android	iOS	Windows Phone	BlackBerry OS	Otros
2015Q2	82.8%	13.9%	2.6%	0.3%	0.4%
2014Q2	84.8%	11.6%	2.5%	0.5%	0.7%
2013Q2	79.8%	12.9%	3.4%	2.8%	1.2%
2012Q2	69.3%	16.6%	3.1%	4.9%	6.1%

Figura 8.3: Datos sobre la cuota de mercado de dispositivos móviles según el sistema operativo, extraída de [81]

y del que se había quedado a medio camino en la presentación durante el Google I/O de 2012. Actualmente (2015) ya ofrece la posibilidad de partidas multijugador en tiempo real, o programación de eventos y retos temporales.

Con esta actualización, Google Play Games ha mejorado el ecosistema alrededor de los juegos de Android (con compatibilidad con iOS y Windows Phone), completándolo con un servicio con clasificaciones globales con funciones sociales, logros y *rankings*, además del guardado de datos en la nube y el multijugador que ya estaba disponible cuando liberaron la API.

En esta aplicación de Google se posee una sección con los juegos que se tienen sincronizados con el servicio, los logros que tenemos desbloqueados y por desbloquear, y

clasificaciones en las que nos podemos ver en un *ranking* con los amigos de Google Play o con el resto de usuarios que utilizan la aplicación globalmente. Además muestra en qué percentil se sitúan nuestras puntuaciones en los juegos a nivel público, lo que sin duda será un aditivo para aquellos que se aburran de batir una y otra vez sus puntos. Es decir, todos los juegos que integren Google Play Games estarán conectado bajo la misma plataforma.

Google Play Games se encuentra disponible en la propia tienda de aplicaciones de Google Play, y es compatible con la casi totalidad de dispositivos Android, ya que puede ser instalado con desde Android 2.2 (Froyo) en adelante.

8.4. Análisis FODA

El análisis FODA [82] es una herramienta clásica para evaluar la situación estratégica de una empresa u organización y definir cursos de acción sobre la base de un diagnóstico tanto interno como externo.

La siglas FODA (o DAFO), son un acróstico de 'Fortalezas' (factores críticos positivos con los que se cuenta), Oportunidades, (aspectos positivos que podemos aprovechar utilizando las fortalezas), 'Debilidades', (factores críticos negativos que se deben reducir o eliminar) y 'Amenazas', (aspectos negativos externos que podrían obstaculizar el logro de los objetivos). Dichos aspectos se describen a continuación en detalle.

- **Fortalezas:** son las capacidades especiales con que cuenta la empresa o entidad, y que le permite tener una posición privilegiada frente a la competencia. Es decir, los recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.
- **Oportunidades:** son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.
- **Debilidades:** son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.
- **Amenazas:** son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atender incluso contra la permanencia de la organización.

En relación a este proyecto, TipTopTalk!, se listan todos los elementos de un análisis FODA.

Fortalezas

- Registro de propiedad intelectual.
- Disponibilidad instantánea (ahorro de tiempo).
- Ahorro de dinero.

- Mejora de la pronunciación.
- Mejora de la discriminación.
- Realimentación instantánea del resultado de sus acciones.
- Adaptación al usuario según su nivel.
- *Gamificación*.
- Portabilidad.
- Escalabilidad.

Oportunidades

- Utilización de redes sociales (*social game*).
- Adquisición de la aplicación por nuevas personas gracias al “boca en boca”.
- Inclusión en asignaturas de centros educativos.
- Adición de nuevos idiomas y dialectos.
- Adición de nuevas palabras.
- Despliegue en nuevas plataformas móviles.

Debilidades

- Dependencia de un reconocedor de voz externo.
- Dependencia de un sintetizador de voz externo.
- Pocos ingresos iniciales (ya que se esperan exponenciales).
- Diseño de imágenes por cada palabra de la aplicación.

Amenazas

- Aplicaciones de la competencia más completas (no enfocadas a la pronunciación).

8.5. Posibles socios

El elenco de posibles socios que colaboren en el proyecto se puede desglosar en:

1. **Centros de idiomas y academias de cualquier parte del mundo:** aquellos centros donde se enseñen idiomas y quieran hacer hincapié en la pronunciación o quieran que sus alumnos la practiquen por su cuenta. La herramienta es muy útil para poder comprobar si los alumnos mejoran en su pronunciación a lo largo del tiempo. Se puede utilizar tanto dentro como fuera del aula. Además servirá como apoyo al método de enseñanza de los profesores.
2. **Escuelas, institutos y universidades de cualquier parte del mundo:** al igual que en los centros de idiomas y academias, serán útiles para la ayuda docente y la autoevaluación del alumno como complemento a su estudio de lenguas.
3. **Empresas con reconocedor de voz propio:** aquellas empresas que quieran que la gente utilice su aplicación de reconocimiento de voz para la aplicación aportarán un capital al proyecto. La aplicación podrá sugerir dicha herramienta, o incluso, llevarla integrada en sí misma.
4. **Empresas con sintetizador de voz propio:** aquellas empresas que quieran que la gente utilice su aplicación de síntesis de voz para la aplicación aportarán un capital al proyecto. La aplicación podrá sugerir dicha herramienta, o incluso, llevarla integrada en sí misma.
5. **Empresas que quieran publicitarse:** todas aquellas empresas que quieran aparecer en la versión gratuita de la aplicación aportarán un capital al proyecto. Este método es muy importante, ya que ambas partes resultan beneficiadas del mismo.

8.6. Posibles productos competidores y/o sustitutivos

Los posibles productos competidores o sustitutivos son aquellos presentes en las diferentes tiendas de aplicaciones, o aquellos que aparecerán en las mismas, fruto de la competencia y avance del mercado. También se incluirían aquellos de otras plataformas no móviles (web o escritorio) con similares características, pero no competirían directamente con esta aplicación.

Por ello se pretende llevar a cabo el registro la aplicación de este proyecto, para evitar las copias, la difusión no autorizada del contenido o el posible lucro por parte de terceros por el trabajo realizado en esta aplicación.

En la figura 8.4 se presenta una comparativa de aplicaciones disponibles en Google Play con una temática muy similar a la de este proyecto, es decir, la mejora de la pronunciación y el uso de pares mínimos. Están enfocadas a la teoría y no hacia la motivación mediante técnicas de *gamificación*. Además la mayoría sólo son para el idioma inglés, y poseen poca variedad de recursos.

	Nombre	Logo	Enlace
1.	MinimalPairs		https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobilelearninginc.minimalpairs
2.	English Pronunciation		https://play.google.com/store/apps/details?id=com.study.english.pronunciation
3.	ToPhonetics - Free		https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mu_sonic.tophonetics2.freemium
4.	Phonemic Chart		https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.unik.phonemic
5.	Pronunroid – IPA pronunciation		https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hoardingsinc.pronunroid
6.	English Pronunciation		https://play.google.com/store/apps/details?id=test.example.ee1
7.	Kangtastic English		https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appsbyhannah.pronunciation
8.	English Speaking Rules Demo		https://play.google.com/store/apps/details?id=com.topoflearning.free.apps.english.pronunciation.conversation.flashcards.download
9.	Accent perfect		https://play.google.com/store/apps/details?id=accent.perfect.free

Figura 8.4: Aplicaciones similares a este proyecto en Google Play

Capítulo 9

Plan de *marketing*

9.1. Introducción

En el presente capítulo se muestra una breve aproximación de las posibles políticas de explotación comercial de la aplicación TipTopTalk! propuestas en el premio Prometeo 2015.

9.2. Política del producto

TipTopTalk! es una aplicación móvil que se distribuirá *on-line* a través de los mercados oficiales de aplicaciones: Google Play en el caso de Android, App Store en el caso de iOS, y Windows Store en el caso de Windows Phone.

9.3. Política de precio

En cuanto a su precio y distribución, de manera orientativa, se ha establecido que la forma de llevarlo a cabo será la publicación global de dos versiones de la aplicación, una gratuita y otra de pago, en todos aquellos países y mercados en los que sea posible, de dos diferentes maneras:

1. Una versión gratuita de la aplicación en la que:
 - Aparezca publicidad en los menús de la misma (por ejemplo se podría utilizar sistemas de monetización como Google AdSense, o utilizar publicidad de socios colaboradores, con *banners* identificativos de los mismos). Con ello se podrá obtener ingresos por clic en la misma.
 - Se proporcionen 3 *tickets* 'pasa-ronda' como bonificación.
 - Se limita como máximo a dos listas de palabras personalizadas y si se quiere ampliar a infinitas se deberá pagar 1.99* euros.
 - Se puedan realizar compras integradas de mejoras y otro tipo de elementos de desbloqueo (ver explicación de este tema más abajo).

- Las actualizaciones de la aplicación serán gratuitas.
2. Una versión de pago (3.99* euros por su compra) de la aplicación en la que:
- No aparezca publicidad.
 - Se posea de 1 minuto extra con bonificación en los juegos con tiempo.
 - Se proporcionen 20 *tickets* 'pasa-ronda' como bonificación.
 - Se puedan añadir tantas listas de palabras personalizadas como se quiera.
 - Se puedan realizar compras integradas de mejoras y otro tipo de elementos de desbloqueo (ver explicación más abajo).
 - Las actualizaciones de la aplicación serán gratuitas.

La mayoría de las aplicaciones con más taquilleras son gratuitas. Esto puede llegar a ser posible gracias a que las aplicaciones son gratis para descargar y utilizar, pero ofrecen compras integradas que cuestan dinero real. Desde comprar niveles adicionales, a vidas, monedas virtuales... Lo que se puede comprar es todo un mundo, muy variado. Todo dependerá de la imaginación. Esta forma de monetización es la denominada Freemium. Aunque siempre se intenta evitar la frustración de los usuarios generando compras atractivas y que no imposibiliten el avance en el uso de la aplicación sin su adquisición.

Las compras integradas de Google Play o *In-app billing* es un API que permite a los desarrolladores poder realizar cobros dentro de las aplicaciones en el sistema operativo Android, esto abre un abanico de posibilidades como por ejemplo, realizar pagos para suscripciones de contenido de periódicos o desbloquear nuevos niveles de pago en los juegos, entre otras opciones.

Tal y como ocurre en la venta de aplicaciones, el desarrollador establece el precio de suscripción y Google Play se encarga de gestionar la transacción.

Los usuarios podrán gestionar sus suscripciones desde la opción 'Mis aplicaciones' en Google Play y además recibirán un correo electrónico cada vez que haya una nueva actualización de contenido para las aplicaciones en las que estén suscritos. Por lo tanto estarán avisados en todo momento de todas sus compras.

En lo que a esta aplicación respecta, tal y como se ha referenciado antes, en ambas versiones a lanzar al mercado se contará con una tienda de compras integradas de objetos que proporcionen ayuda en los distintos modos de juego de la aplicación:

- 1 minuto extra (para siempre) en los juegos con tiempo: 4.99* euros.
- 3 minutos extra (para siempre) en los juegos con tiempo: 9.99* euros.
- 10 segundos extra en el 'Modo infinito - discriminación' y 1 minuto extra en el 'Modo infinito - pronunciación' (para siempre): 4.99* euros.
- 20 segundos extra en el 'Modo infinito - discriminación' y 2 minutos extra en el 'Modo infinito - pronunciación' (para siempre): 9.99* euros.
- Sin límite de tiempo (para siempre) en cualquier juego con tiempo: 29.99* euros.
- 1 vida extra en el modo infinito (para siempre): 9.99* euros.

- 2 vidas extra en el modo infinito (para siempre): 14.99* euros.
- 5 vidas extra en el modo infinito (para siempre): 24.99* euros.
- 3 *tickets* 'pasa-ronda' (gastables) en el 'Modo infinito': 0.99* euros.
- 5 *tickets* 'pasa-ronda' (gastables) en el 'Modo infinito': 2.99* euros.
- 15 *tickets* 'pasa-ronda' (gastables) en el 'Modo infinito': 4.99* euros.
- 30 *tickets* 'pasa-ronda' (gastables) en el 'Modo infinito': 8.99* euros.
- 100 *tickets* 'pasa-ronda' (gastables) en el 'Modo infinito': 19.99* euros.
- 200 *tickets* 'pasa-ronda' (gastables) en el 'Modo infinito': 35.99* euros.

* Nota: los precios son estimados gracias a los que existen en aplicaciones móviles en el mercado.

9.4. Política del distribución

Solamente se distribuirá la aplicación mediante los mercados oficiales de aplicaciones: Google Play en el caso de Android, App Store en el caso de iOS, y Windows Store en el caso de Windows Phone.

9.5. Política del comunicación

Mediante un *Community Manager* se posicionará la aplicación en redes sociales: Twitter, Facebook, Instagram, etc. Además se mantendrá una página web donde se publicarán novedades relativas a la aplicación.

Se lanzarán campañas de publicidad de mayor a menor medida a lo largo del tiempo en lugares de promoción como Google Adsense.

Habrà un contacto mediante correo electrónico de soporte, para sugerencias y ayuda al usuario.

Desde la propia aplicación también habrá un apartado de contacto con el usuario mediante el envío de mensajes (en su defecto correos electrónicos).

Parte VI

Conclusiones

Capítulo 10

Conclusiones y líneas futuras

10.1. Conclusiones

En el presente y último capítulo de esta memoria se sintetizan las principales ideas del trabajo realizado. Además, se abordan las líneas futuras con las que se puede continuar con el mismo.

A lo largo de este proyecto se han llevado a cabo varias fases iterativas que han permitido desarrollar prototipos incrementales del sistema. Ha sido un proyecto multidisciplinar porque las áreas que se han cubierto, además de la Informática (Interacción Multimodal Hombre-Máquina e Ingeniería del *Software*), han sido la Filología, Lingüística, Pedagogía, *Marketing* y Empresa. Uno de los mayores retos de este tipo de proyectos ha sido la coordinación y comunicación de todos los miembros de trabajo. En lo que concierne a este proyecto, han colaborado diversas personas de las áreas anteriormente mencionadas.

Se ha desarrollado una herramienta que permitiera la mejora de la pronunciación de lengua extranjera de personas no nativas, utilizando diversas tecnologías del habla, como reconocedores de voz o de síntesis de audio. Se implementó una aplicación móvil basada en un juego serio con listas de pares mínimos. Por una parte han aplicado las ventajas del uso de juegos serios en entornos pedagógicos, y por otro, las de la *gamificación* en el aprendizaje. La gran variedad de público objetivo hizo que se tuviera cuidado en aspectos de *usabilidad* en la interfaz de usuario y en la realimentación ofrecida al mismo, durante su interacción con el sistema. Además, se recopilaron de varias maneras todos los resultados de las actividades propuestas para obtener analíticas de aprendizaje y poder extraer conclusiones; mediante un servidor web propio y utilizando la herramienta *Google Analytics*.

Se pudo comprobar que los TTS y ASR ayudan a la mejora de pronunciación de lengua extranjera gracias a la práctica continuada con los mismos. Además se pudo corroborar que cuando menor era el nivel de conocimiento del idioma mayor ayuda ofrecían.

Los elementos de *gamificación* incorporados resultaron útiles de cara a la motivación y persistencia de los usuarios, contribuyendo a evitar así el aburrimiento y abandono temprano. El grado de satisfacción fue alto según las encuestas y valoraciones del sistema. Por otra parte, la competitividad fue un factor que influyó a varios usuarios. Es por ello que se ha seguido siempre una línea igualitaria en cuanto a ser una aplicación educativa

y a la vez un juego, bajo el lema 'aprender jugando'.

Se presentaron dos publicaciones cada una relativa a sendos prototipos en los que se realizaron pruebas. En la primera de ellas el objetivo era demostrar que diversas actividades apoyadas con la tecnología actual del habla sirven para poder evaluar el nivel de la pronunciación de L2 en personas no nativas. En la segunda se demostró que una buena realimentación en el entrenamiento de la pronunciación de L2 en personas no nativas es necesaria para poder mejorar, porque llega un momento en el que no hay avances, por lo que la *gamificación* no basta. Además se observó un efecto cansancio por parte de los usuarios a partir de cierto momento.

Sin embargo, la tecnología anteriormente mencionada existente no es perfecta, y presenta varios problemas. El primero es la calidad del sintetizador de voz. En este proyecto se le permitía al usuario elegir qué aplicación TTS utilizar para escuchar las palabras (por defecto el de Google). La voz sintética no siempre es de buena calidad, y por ello suele ser mejor tener grabaciones de voces nativas (pero incrementaría los costes del proyecto). En cuanto a los reconocedores de voz, aunque la tecnología ASR empleada en este sistema proporciona resultados razonables para asegurar una adecuada *usabilidad* del juego, el hecho de que sea una tecnología diseñada de reconocimiento de propósito general orientada a aplicaciones de dictado vocal independiente de usuario y de idioma hace que adolezca de limitaciones a la hora de distinguir con precisión palabras fonéticamente muy próximas, que difícilmente van a aparecer cercanas en contextos de uso similares.

No existe una puesta en común o estándar para establecer los parámetros del reconocimiento de voz, y cada sistema aplica los suyos propios. Es cierto que como ventajas estarían una práctica más intensiva de la pronunciación, una realimentación inmediata y un contexto sin ansiedad (ya que pueden utilizarse en cualquier lugar); pero como desventaja principal está la realimentación errónea: falsos positivos y negativos. Además, al ser privativos, suelen tener restricciones de uso como no poder alterar los parámetros del reconocimiento o el acceso a la grabación del usuario. También influyen elementos externos como el dispositivo utilizado, el ruido del ambiente o la calidad del sonido capturado por el micrófono. Con el paso del tiempo los sistemas se adaptan a estas dificultades cada vez mejor.

10.2. Líneas futuras

Tras la finalización del proyecto, se proponen posibles nuevas líneas de continuación del mismo. La primera sería como producto comercial, esto es, como aplicación móvil en el mercado de aplicaciones; y la segunda, como investigación en el campo de la mejora de la pronunciación y realimentación ofrecida al usuario.

Como ya se ha indicado en el capítulo 6, los datos recopilados son susceptibles de ser analizados y presentados en diversas publicaciones. Por lo tanto, en el futuro se seguirían publicando aquellos resultados más relevantes en diversas vías:

- Interacción Persona-Computador: se tratarán temas de interfaz de usuario, *usabilidad* y tiempos de respuesta. Además entrarían en esta categoría las herramientas CAPT y los juegos serios.

- Filología y Pedagogía: se abarcarán temas acerca de la metodología utilizada para la mejora de la pronunciación, se analizarán aquellos fonemas que más dificultades han generado o con los que los usuarios han presentado más mejoras a lo largo del tiempo, entre otros.

Como trabajo futuro en la aplicación móvil desarrollada se podrían aplicar diversos cambios, desde sugerencias propuestas por los usuarios a mejoras del sistema derivadas de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas. Por ejemplo, para categorizar el nivel de conocimiento en varios grupos de un idioma por parte de los usuarios, se debería realizar una prueba inicial propia en el sistema que permitiera distinguirlos. La síntesis de voz utilizada en las pruebas ha sido artificial. Otra opción sería la voz natural grabada de un nativo, pero como inconveniente habría que disponer de financiación y tiempo para conseguir las grabaciones de todas las palabras (por idioma) del sistema. También cabría la posibilidad de poder ofrecer la traducción de las palabras al idioma nativo del usuario. Además se implementaría un modo multi-jugador *on-line* donde los propios usuarios se retasen.

Tras la puesta en marcha y extracción de datos del segundo prototipo, se pudo concluir que la información obtenida era muy heterogénea, por lo que la siguiente fase sería un experimento controlado más específico con todas las funcionalidades disponibles en el sistema, realizando un tratamiento *pre-post* de dichas pruebas.

Además del ya mencionado Premio Prometeo 2015 como fuente de financiación y de registro de propiedad intelectual, se deben continuar buscando nuevas maneras de subvencionar o sufragar los costes de seguir con el proyecto, tanto para su mejora como para su mantenimiento. Con estas colaboraciones se aumentarían el número de idiomas y de dinámicas del mismo. Por ello una opción es buscar empresas que quieran ser socias, incluyendo por ejemplo, sus logotipos o anuncios de publicidad en la propia aplicación. Otra vía es la de colaboración en proyectos entre universidades nacionales o internacionales, ya sean convenios de colaboración o más ambiciosos como por ejemplo el programa Horizonte 2020 – TIC (Horizonte 2020).

Para finalizar, este proyecto puede ayudar a comenzar una tesis doctoral, ya que se ha visto que los temas de realimentación individualizada en la mejora de la pronunciación o la *gamificación* en juegos serios, pueden derivar en el diseño de un sistema experto en el que se llevaría a cabo un análisis de referencia del comportamiento del usuario en tiempo real para adaptarse al mismo. Como posibles fuentes de financiación de dicha tesis existen diversas becas y contratos predoctorales de Formación del Profesorado Universitario (FPU) expedidas por el Ministerio de Educación o las Ayudas de contratos predoctorales de personal investigador de la Junta de Castilla y León y de la Universidad de Valladolid.

Apéndices

Apéndice A

Glosario

- **Categoría (*Category*):** división estructural de los Desafíos de un lenguaje o dialecto. Por ejemplo existen las Categorías de 'Vocal' y 'Consonante' (entre otras) en el idioma inglés americano. O las categorías 'Monosílabos' y 'Disílabos' (entre otras) en el idioma chino simplificado.
- **Challenge yourself (Ponte a prueba):** segunda Modalidad del sistema, en la que intervienen elementos de *gamificación*. Los Modos disponibles en la misma son: 'Discrimination', 'Pronunciation' e 'Infinite Mode'.
- **Desafío (*Challenge*):** juego o partida básica de un usuario en el sistema, basada en pares mínimos. Según la Categoría, Modo y Modalidad elegidas tendrá unas pruebas específicas (véase el anexo D).
- **Evento (*Event*):** unidad atómica mínima en la aplicación, esto es, una pulsación sobre cualquier elemento de la interfaz visual con funcionalidad y resultado.
- **Intento (*Attempt*):** cada una de las tentativas en los Desafíos para conseguir un Logro. Por ejemplo en el Modo 'Discrimination' existe un sólo Intento y en 'Pronunciation', cinco como máximo.
- **Logro (*Achievement*):** se refiere a la finalización (correcta o incorrecta) de una acción en cualquier Desafío del sistema. Por ejemplo en Modo 'Discrimination' sería la elección de la palabra correcta (o incorrecta si se está en el 'wrong mode').
- **Modalidad (*Modality*):** división principal de los Modos del sistema. Existen tres: 'Training', 'Challenge yourself' y 'Multiplayer'.
- **Modo (*Mode*):** define las pruebas del Desafío. Puede ser 'Exposure', 'Discrimination', 'Pronunciation' o 'Infinite Mode'.
- **Modo Infinito (*Infinite Mode*):** Modo de 'Challenge yourself' que permite jugar al usuario tantas Rondas como pueda hasta agotar su número de Vidas restantes. Mezcla las dinámicas de 'Discrimination' y 'Pronunciation' de manera aleatoria. Además según se vaya avanzando en el número de Rondas, mayor dificultad.

- **Nivel fonético (*Phonetic level*):** método aplicado como elemento de la *gamificación* de poder valorar el nivel del usuario respecto a sus puntos conseguidos en los Desafíos.
- **Ronda (*Round*):** cada una de las pantallas en un Desafío. Marca el número de pruebas de un Desafío.
- ***Ticket 'pasa-ronda' (Clear ticket)*:** elemento de ayuda al usuario para poder conseguir un Logro de manera positiva en una acción de un Desafío.
- **Trofeo (*Trophy*):** ítem desbloqueable a lo largo de los Desafíos. Existen distintos según el tipo de Desafío, el idioma y el nivel de dificultad.
- ***Training (Entrenamiento)*:** primera Modalidad del sistema, en el que no intervienen elementos de *gamificación*. Los Modos disponibles en él son: 'Exposure', 'Discrimination' y 'Pronunciation'.
- **Vidas (*Lives*):** cada uno de los intentos erróneos restantes en Modo Infinito para continuar jugando en el mismo.
- ***Wrong mode (Modo inverso)*:** indica que se debe elegir la palabra incorrecta en el Modo *Discriminación*. Visualmente aparece un fondo rojo con parpadeo indicándolo.

Apéndice B

Acrónimos

- **ADT:** *Android Development Tools.*
- **ASR:** *Automatic Speech Recognition.*
- **CAPT:** *Computer-Assisted Pronunciation Teaching.*
- **CD:** *Compact disc.*
- **CU:** Caso de uso.
- **DAFO:** Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.
- **ECA-SIMM:** Entornos de Computación Avanzada y Sistemas de Interacción Multimodal
- **ECESS:** *Electrical and Computer Engineering Student Society.*
- **EII:** Escuela de Ingeniería Informática.
- **FUNGE:** Fundación General de la Universidad de Valladolid.
- **GUI:** *Graphical user interface.*
- **HCI:** *Human-Computer Interaction.*
- **HTTP:** *Hypertext Transfer Protocol.*
- **HTTPS:** *Hypertext Transfer Protocol Secure.*
- **JSON:** *JavaScript Object Notation.*
- **kbps:** kilobit por segundo.
- **L1:** Lengua materna.
- **L2:** Segunda lengua.
- **MB:** Megabits.

- **RAH:** Reconocimiento automático del habla.
- **RAM:** *Random Access Memory*.
- **RF:** Requisito funcional.
- **RIN:** Requisito no funcional de información.
- **RNF:** Requisito no funcional.
- **TFM:** Trabajo Fin de Máster.
- **TIC:** Tecnologías de la información y la Comunicación.
- **TLS/SSL:** *Transport Layer Security / Secure Sockets Layer*.
- **TTS:** *Text-To-Speech*.
- **UAB:** *Universitat Autònoma de Barcelona*.
- **UBU:** Universidad de Burgos.
- **UML:** *Unified Modeling Language*.
- **URL:** *Uniform Resource Locator*.
- **USA:** Estados Unidos.
- **UVa:** Universidad de Valladolid.
- **XML:** *eXtensible Markup Language*.

Apéndice C

Hitos del proyecto

En la tabla C.1 se describen los principales hitos del proyecto junto a la versión del código fuente del sistema.

Fecha	Descripción	Versión
18/02/2015	Comienzo de desarrollo de la aplicación (diseño de <i>mockups</i> (versión 1) e implementación del código fuente).	0.1-ALPHA
17/03/2015	Versión de la aplicación para las pruebas terminada.	0.2-BETA
18/03/2015	Comienzo de pruebas de la aplicación con usuarios reales.	1.0-INITIAL 1.1 1.2
27/03/2015	Finalización de pruebas de la aplicación del primer prototipo.	1.3 1.4 1.5 1.6
17/04/2015	Envío del <i>paper</i> a SLaTE 2015 para aprobación/denegación.	
08/05/2015	<i>Focus Group</i> : 8 personas, junto a Cristian T. y David E.	1.7 1.8
15/05/2015	Preparación de la documentación a aportar para el premio Prometeo 2015.	
22/05/2015	Envío de solicitud al programa Prometeo 2015 (documentación y <i>mockups</i> versión 2).	
04/06/2015	Resolución Prometeo 2015: ganador.	
05/06/2015	Resolución SLaTE 2015: aceptados.	
20/06/2015	Envío del <i>camera-ready</i> a SLaTE 2015.	
26/06/2015	Presentación de Enrique de su propuesta para la convocatoria de Humanidades Digitales 2016.	
01/07/2015	Aceptación póster SLaTE 2015.	
01/07/2015	Comienzo Cristian T. trabajo en ECA-SIMM.	
02/07/2015	Reunión 'puesta al día' del trabajo de investigación con David E. y Cristian T.	

07/07/2015	Reunión con Jumming X. para que pruebe la aplicación con sus palabras chinas.	
09/07/2015	Cena de verano del grupo de investigación.	
14/07/2015	Reunión pasado, presente y futuro del proyecto con David E., César G., Enrique C. y Cristian T.	
14/07/2015	Envío de solicitud al programa Campus Emprendedor 2015.	
21/07/2015	Congreso Internacional AEPE, asistencia de David E.	
23/07/2015	Reunión con empresas para presentarlas el proyecto.	
04/09/2015	Congreso SLaTE 2015, asistencia de David E.	
06/09/2015	Congreso InterSpeech 2015, asiste David E.	
05/09/2015	Presentación del póster del proyecto en SLaTE 2015, asistencia de David E.	1.9 1.9.1
15/09/2015	Reunión 'muestra de avance del verano' del trabajo de investigación con David E., César G., Enrique C., Valentín C., Junming y Cristian T.	
16/09/2015	[Reunión PROMETEO] 1º WS Idea Empresarial	
17/09/2015	Primera reunión 'cambios en la interfaz' de la aplicación con Valentín C. y Cristian T.	
17/09/2015	Envío del <i>paper</i> a IFCASL 2015 para aprobación/denegación.	
23/09/2015	Segunda reunión 'cambios en la interfaz' de la la aplicación con Valentín C. y Cristian T.	
24/09/2015	Resolución IFCASL 2015: aceptados.	
30/09/2015	Entrega documentación Prometeo y registro de propiedad intelectual del prototipo.	
30/09/2015	[Reunión PROMETEO] 2º WS Propiedad Industrial e Industrial	1.9.2
02/10/2015	Tercera reunión 'preparación para el despliegue para las pruebas' de la aplicación con Valentín C. y Cristian T.	
05/10/2015	[Reunión PROMETEO] 3º WS Propuesta de valor.	
07/10/2015	[Reunión PROMETEO] 4º WS Plan de negocios.	1.9.3
09/10/2015	Cuarta reunión 'preparación para el despliegue para las pruebas' del trabajo de investigación con Valentín C. y Cristian T.	
09/10/2015	Finalización de implementación de la aplicación para pruebas (segunda vez que se realizan las pruebas).	
10/10/2015	Comienzo de pruebas de la aplicación con usuarios reales.	1.9.4
14/10/2015	[Reunión PROMETEO] 5º WS Estudio de mercado.	
18/10/2015	Fecha máxima prototipo Prometeo.	

21/10/2015	[Reunión PROMETEO] 6º WS Comunicación y negociación.	
21/10/2015	Grabación vídeo spot de la aplicación Prometeo 2015	
24/10/2015	Envío del abstract a LREC2016.	
28/10/2015	[Reunión PROMETEO] 7º WS Estrategia y Marketing.	
29/10/2015	Reunión con Valentín previa al <i>workshop</i> de IFCASL.	
30/10/2015	Cierre del CEBT Ibérico Prometeo 2015 (León)	
01/11/2015	Finalización de pruebas de la aplicación del segundo prototipo	
03/11/2015	Reunión con Lourdes y Amaia para proponer ideas de colaboración. Reunión con Cristiane para proponer ideas de colaboración.	
04/11/2015	Workshop de IFCASL (hasta al 07/11/2015).	
09/11/2015	Reunión con Valentín C. y César G. para la preparación del índice de la memoria del TFM.	
10/11/2015	Reunión con David E. y César G. para la preparación del índice de la memoria del TFM.	1.9.5
24/11/2015	Reunión pasado, presente y futuro del proyecto con David E., César G. y Cristian T.	
01/12/2015	Reunión con David E. y César G. para la discusión de los datos obtenidos. Análisis de datos extraídos de los <i>loggers</i> y encuesta para una nueva futura reunión.	
10/12/2015	Primera reunión con los profesores de Brasil para colaboración (David E. y Cristian T.).	
14/12/2015	Envío del <i>abstract</i> a NewSouns2016.	
15/12/2015	Cena de invierno del grupo de investigación. Envío del <i>abstract</i> a MERCORSUR2016.	

Tabla C.1: Hitos del proyecto

Apéndice D

Manual de usuario

D.1. Introducción

A continuación se describe una guía básica del sistema para el usuario, detallando todos los elementos de la interfaz y la interacción con el mismo.

En la figura D.1 se muestra el menú principal de la aplicación. En la parte superior de la misma aparece el nombre del usuario que ha iniciado sesión junto a su 'Nivel Fonético' alcanzado en el juego (suma de puntos adquiridos en cada acierto de los modos de 'Challenge yourself' y de 'Multiplayer'). Después aparece una lista de elementos, que serán los denominados 'Modalidades' de la aplicación. Cada uno de ellas será explicada a continuación.



Figura D.1: Menú principal de la aplicación

D.2. Módulo *Training*

En este Módulo de la aplicación se pueden llevar a cabo cuatro tareas, además de la elección de idioma de los juegos de entrenamiento. En la figura D.2 (primera imagen) se muestra el menú de modos de juego del módulo junto a la elección de idioma.

Los idiomas disponibles (segunda imagen de la figura D.2) aparecerán en función de que haya palabras de ese idioma en la base de datos de la aplicación y además el dispositivo donde esté la aplicación admita el TTS y ASR en ese idioma (si alguna condición no es soportada, ese idioma no sería mostrado). En la figura D.2 se muestra en la segunda imagen la posible elección de idioma. Cabe destacar que el idioma también puede ser especificado según sus dialectos. Por ejemplo, el idioma inglés es distinto en América (US) que en Reino Unido (UK) o en Australia (AU).

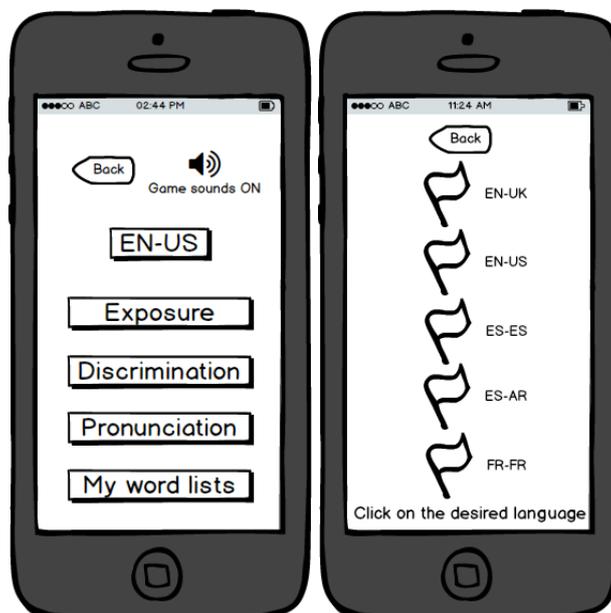


Figura D.2: Modos de entrenamiento y elección de idioma

D.2.1. Modo *Exposure*

En la figura D.3 se muestra los pasos a seguir en el modo de entrenamiento 'Exposure'. Primero aparece una lista de categorías de los juegos disponibles a escoger. Una vez elegida, aparecerán sus correspondientes juegos. Éstos varían en función de los fonemas del idioma, de la dificultad de las palabras y de las listas personalizadas existentes.

Se elige uno de los juegos y comienza dicho modo entrenamiento, que consiste en la escucha de las palabras seis veces durante cinco rondas de palabras distintas. Además se podrá grabar la propia voz para comparar ambos sonidos.

Cuando acabe la reproducción automática se permitirá escuchar manualmente aquella palabra que se indique pulsando el botón de altavoz (y si se ha grabado la propia voz también se escuchará) o continuar a la siguiente pareja. En la interfaz visual aparece una



Figura D.3: Modo de entrenamiento 'Exposure'

barra de progreso que indica la posición actual en el juego.

Una vez acabada la lista de palabras aparecerá la barra de progreso completada junto a la opción de elegir otro modo de entrenamiento o salir al menú principal. Destacar que este modo de entrenamiento no posee cuenta atrás de tiempo.

Al finalizar, la aplicación recomendará al usuario que pruebe el modo de entrenamiento 'Discrimination'.

D.2.2. Modo *Discrimination*

En la figura D.4 se muestra los pasos a seguir en el modo de juego 'Discrimination'. Como en el modo 'Exposure' primero se selecciona la categoría y después el juego en cuestión.



Figura D.4: Modo de entrenamiento 'Discrimination'

Tras ello el entrenamiento da comienzo. Primero hay que escuchar el sonido correspondiente a una de las palabras y el usuario deberá adivinar cuál es. Si acierta la palabra y la imagen serán cambiadas a color verde, y si falla a color rojo. A partir de la tercera

ronda (inclusive) existe un 50 % de posibilidad de que haya que elegir la opción incorrecta (para dar mayor dinamismo al entrenamiento). Cuando finalicen todas las rondas de palabras aparecerá el resultado total y la posibilidad de compartirlo en las redes sociales, elegir otro juego o volver al menú principal.

Además en este modo de entrenamiento, la aplicación será capaz de recomendar al usuario si comete muchos fallos que pruebe el modo de 'Exposure', o al modo 'Pronunciation', si logra puntuaciones muy altas.

Destacar que este modo de entrenamiento no posee cuenta atrás de tiempo.

D.2.3. Modo *Pronunciation*

En la figura D.5 se muestra los pasos a seguir en el modo de entrenamiento 'Pronunciation'. Tras elegir la categoría y el juego, se selecciona el nivel de dificultad, el cual varía en el número de palabras obtenidas de la aplicación del reconocimiento de voz (ASR). Por ejemplo, en nivel fácil, al pronunciar una palabra, el audio de la voz del usuario es analizado por el ASR, devolviendo éste hasta cinco palabras que se aproximen a la voz (en nivel medio serán tres y en nivel difícil, una). Si entre esas palabras está la palabra que el usuario debe pronunciar, la respuesta será dada como válida. Además en nivel difícil, la transcripción fonética de las palabras estará oculta. Una vez elegido el nivel de dificultad, se elige el juego del entrenamiento (normalmente varían según los fonemas de la lengua).

Después dará comienzo el juego elegido. Aparecerán los pares de palabras correspondientes al mismo. El usuario deberá pulsar en cada una y pronunciarla correctamente. En caso de acertar, aparecerá un mensaje de retroalimentación al usuario indicándolo. En caso de no pronunciar correctamente se mostrará la lista de palabras que el ASR ha reconocido (cinco en nivel fácil, tres en nivel medio y una en nivel difícil). Se establecerá un máximo de cinco intentos por palabra en este modo. Además aparece un botón de ayuda que permitirá reproducir la palabra asociada. También se podrá avanzar o retroceder siempre que se quiera. Por último se mostrará el número de aciertos y fallos, junto a la posibilidad de compartir los resultados o elegir otro juego.

Además en este modo de entrenamiento, la aplicación será capaz de recomendar al usuario, si comete muchos fallos que pruebe el modo de 'Discrimination', o al modo 'Challenge yourself' si logra puntuaciones muy altas. Destacar que este modo de entrenamiento no posee cuenta atrás.

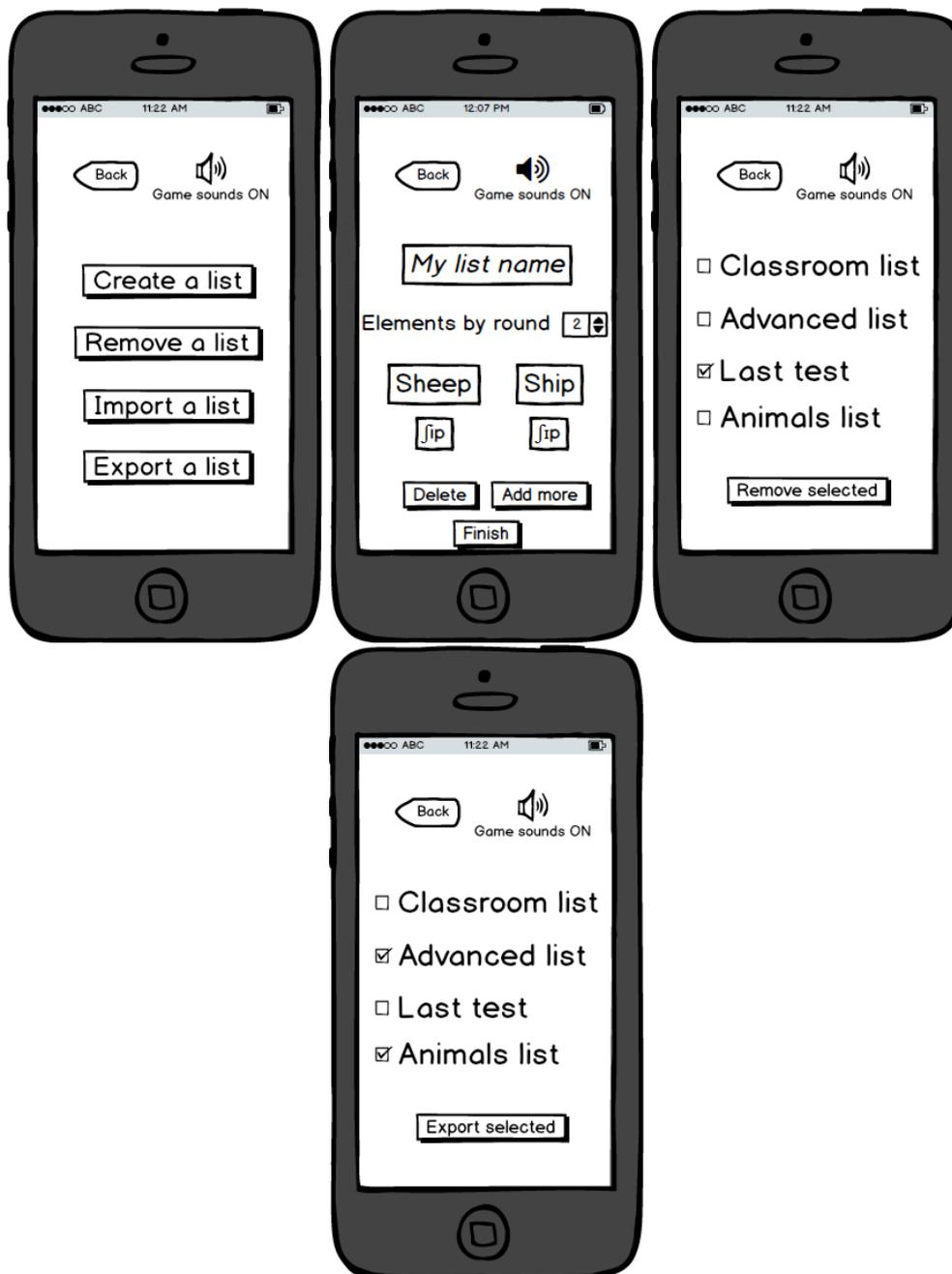


Figura D.5: Modo de entrenamiento 'Pronunciation'

La última opción, 'My Lists', permite gestionar listas personalizadas de palabras figura D.6. En la primera opción de crear listas, se introducirá el nombre de la lista junto al número de elementos por ronda (dos sería equivalente a un par mínimo), y la lista de palabras. Después se irán añadiendo tantas palabras como se quiera. Esta opción estará limitada a dos listas como máximo por usuario en la versión gratuita. Si se quisieran crear

más listas se podrá eliminar la limitación pagando una extensión dentro de la propia aplicación o con la versión de pago (en la versión de pago de la aplicación esta limitación no existe). La segunda y tercera opciones consisten en eliminar y exportar listas. Ambas funcionan de la misma manera: se selecciona(n) la(s) lista(s) deseadas y se acepta la función. La última opción es la de seleccionar ficheros del dispositivo que contengan listas previamente exportadas. Esta función es muy útil para poder compartir listas de palabras, entre, por ejemplo, un profesor y sus alumnos.

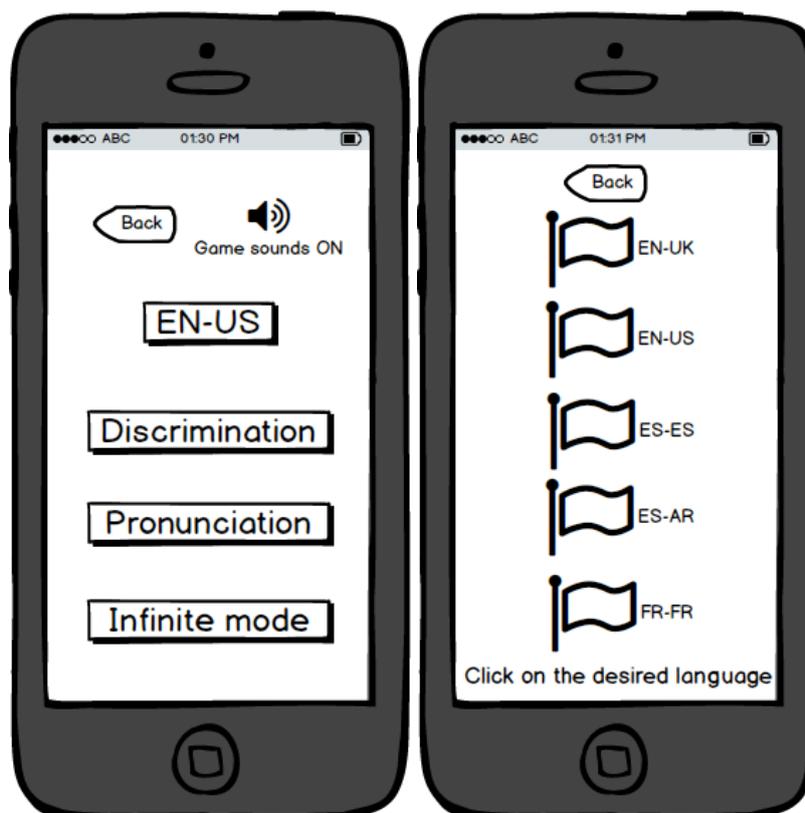


Figura D.6: Gestión de listas de palabras

D.3. Módulo *Challenge yourself*

En la figura D.7 (primera imagen) se muestran las opciones disponibles en el módulo de 'Challenge yourself'. Como parte de la gamificación de la aplicación, cada juego de las categorías incluidas en los dos primeros módulos, 'Discrimination' y 'Pronunciation' se podrá jugar como máximo dos veces al día, y el tercero, 'Infinite mode', se podrá jugar cinco veces diarias.

En la segunda imagen de la figura D.7 se muestra la elección de idioma para este modo. Los idiomas disponibles aparecerán en función de que haya palabras de ese idioma en la base de datos de la aplicación y además el dispositivo donde esté la aplicación admita el TTS y ASR en ese idioma (si alguna condición no es soportada, ese idioma no

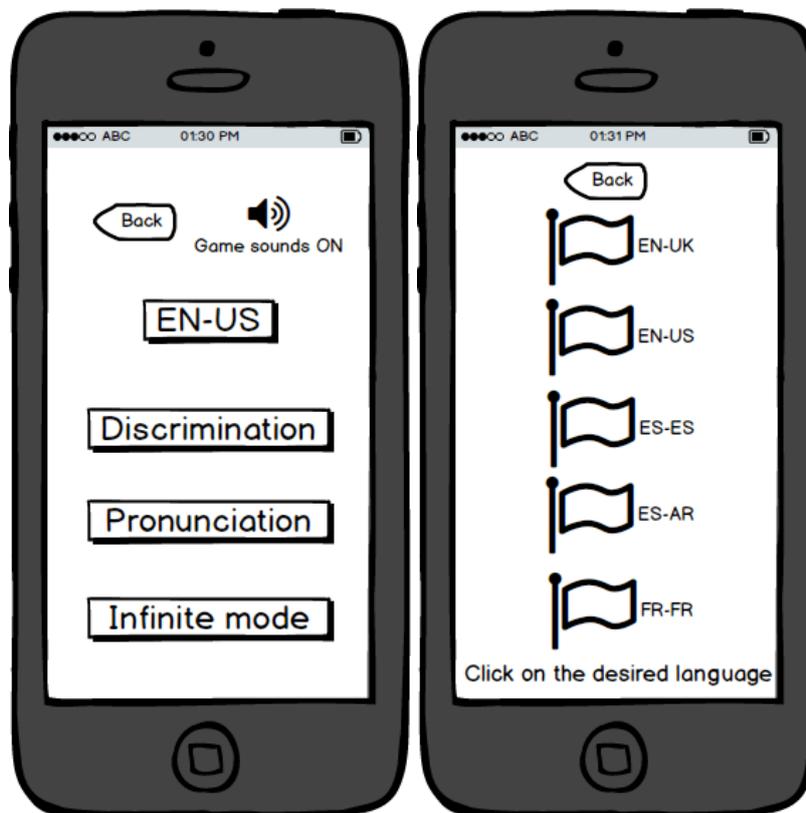


Figura D.7: Opciones de juego en 'Challenge yourself' y elección de idioma

sería mostrado). Al igual que en el modo 'Training', el idioma también puede ser especificado según sus dialectos. Por ejemplo, el idioma inglés es distinto en América (US) que en Reino Unido (UK) o en Australia (AU).

D.3.1. Modo *Discrimination*

El primer Modo de juego de 'Challenge yourself' es el de 'Discrimination'. Como se puede observar en la figura D.8, primero se selecciona la categoría del juego y después el juego en cuestión. Se comienza con la primera ronda de palabras, en la que se escuchará un sonido y se deberá seleccionar la palabra cuya escritura ortográfica corresponde. En la parte superior aparecerá una barra indicando la ronda actual y el tiempo restante para poder responder. Además aparecerá el contador de aciertos y de fallos de la partida. Al igual que en el entrenamiento, hay un 50% de posibilidad de que haya que indicar la opción incorrecta para otorgar un mayor dinamismo a la prueba.

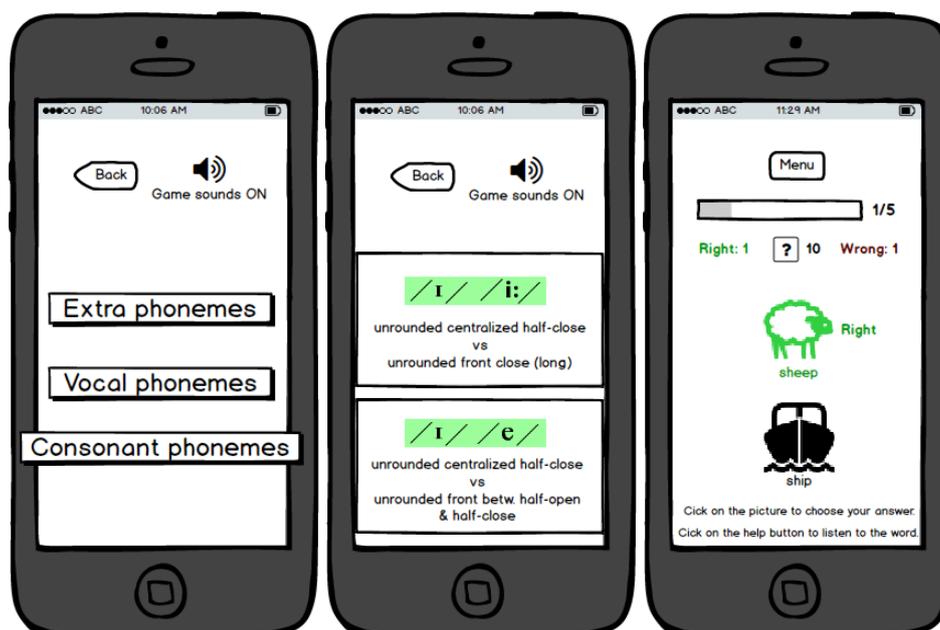


Figura D.8: Modo de juego 'Discrimination' en 'Challenge yourself'

Las características de ese modo de juego son las siguientes:

1. Máximo de 8 rondas: 16 palabras.
2. No se puede ir hacia atrás ni hacia delante.
3. Tiempo: 10 segundos por ronda (se indicará fallo si se pasa el tiempo).
4. Acierto:
 - 2 puntos (ranking del idioma y *ranking* global, de 'puntos' ambos).
 - 1 punto si escucha más de una vez la palabra.
5. Intentos por ronda: 1 (fallo si se equivoca o se pasa el tiempo máximo).
6. Todas las rondas con acierto: 4 puntos extra (ranking del idioma y *ranking* global, de 'puntos' ambos).

Al finalizar la partida, como se puede apreciar en la figura D.9, aparecerá en la parte superior el marcador de aciertos y fallos. Además aparecerá un mensaje indicando los puntos conseguidos válidos para el *ranking* global y el *ranking* asociado al idioma elegido.

En la parte inferior se pueden observar tres botones que permiten, compartir resultados, elegir otro juego y volver al menú principal, respectivamente.

En la segunda imagen de la D.9 se puede ver las opciones disponibles para compartir los resultados.



Figura D.9: Finalización del modo de juego 'Discrimination' en 'Challenge yourself'

D.3.2. Modo *Pronunciation*

En la figura D.10 se muestra el flujo de interacción del modo 'Pronunciation'. Primero se elige la categoría, después el nivel de dificultad, y por último, el juego en cuestión. En este caso es la misma dinámica que el apartado de 'Pronunciation' del módulo de entrenamiento pero añadiéndole un contador de tiempo total a todas las rondas. Al acabar de jugar aparecerán los resultados. El juego termina una vez haya terminado el tiempo o se hayan completado todas las palabras.

Las características de ese modo de juego son las siguientes:

- Máximo de 5 rondas: 10 palabras.
- Se puede elegir nivel de dificultad 'Fácil, Medio o Difícil'.
- Se puede avanzar hacia adelante y hacia atrás.
- Tiempo por juego: 7 minutos en total.
- Acierto (ranking del idioma y *ranking* global, de 'puntos' ambos):
 - Fácil: 2 puntos (1 punto si se escucha al menos una vez la palabra o se tiene al menos 1 fallo).
 - Medio: 4 puntos (2 puntos si se escucha al menos una vez la palabra o se tiene al menos 1 fallo).

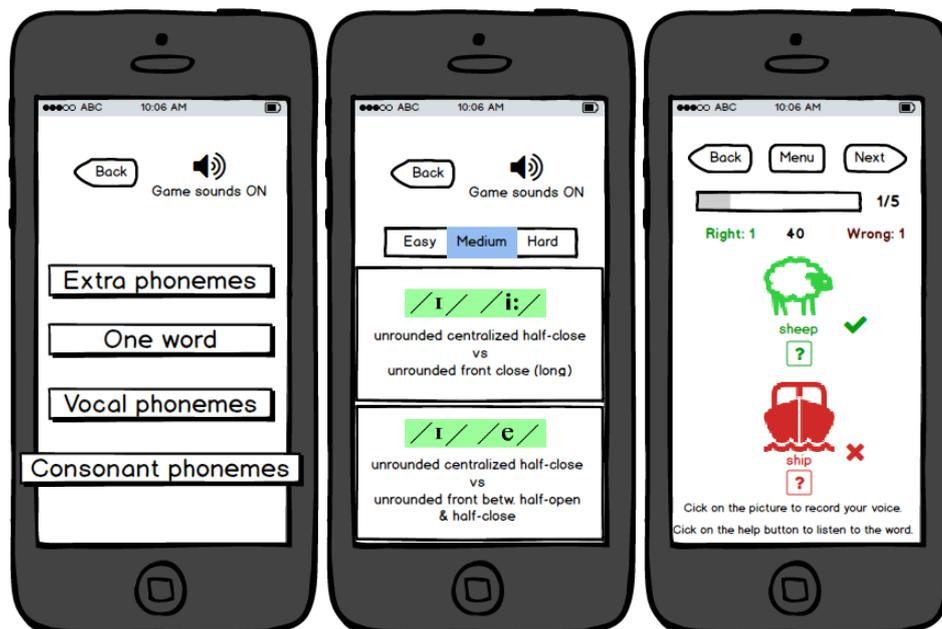


Figura D.10: Modo de juego 'Pronunciation' en 'Challenge yourself'

- Difícil: 6 puntos (3 puntos si se escucha al menos una vez la palabra o se tiene al menos 1 fallo).
- Todas las palabras acertadas sin ningún fallo (ranking del idioma y *ranking* global, de 'puntos' ambos):
 - Fácil: 10 puntos extra al total.
 - Medio: 20 puntos extra al total.
 - Difícil: 30 puntos extra al total.
 - Máximo número de intentos por palabra: 5 (se convertirá en fallo).

Al finalizar la partida, como se puede apreciar en la figura D.11, aparecerá en la parte superior el marcador de aciertos y fallos. También aparecerá el tiempo restante final. Además aparecerá un mensaje indicando los puntos conseguidos válidos para el *ranking* global y el *ranking* asociado al idioma elegido.

En la parte inferior se pueden observar tres botones que permiten, compartir resultados, elegir otro juego y volver al menú principal, respectivamente.

En la segunda imagen de la figura D.11 se puede ver las opciones disponibles para compartir los resultados.

D.3.3. Modo *Infinite game*

El tercer y último Modo de juego, 'Infinite game', pretende intentar motivar e incentivar a los usuarios a pronunciar y discriminar tantas palabras como puedan hasta agotar



Figura D.11: Finalización del modo de juego 'Pronunciación' en 'Challenge yourself'

un número de intentos o 'vidas', apareciendo las mismas de manera aleatoria en forma de pares, tríos, etc. en discriminación, y una sola palabra por ronda en pronunciación.

El usuario puede escuchar la palabra o saltársela pulsando sobre la opción 'Clear'. Esta opción estará disponible mientras se tengan suficientes objetos de este tipo. La aplicación proporcionará tres *tickets* 'pasa-ronda' por defecto a todos los usuarios. En la tienda de la aplicación 'Shop' se podrán comprar más. El juego termina cuando se hayan agotado los intentos relativos al nivel. En nivel fácil se dispondrá de tres fallos máximo. En nivel medio de seis, y en nivel difícil de diez intentos.

Además de los *rankings* habituales este juego contará con un *ranking* específico de número máximo de rondas alcanzadas. En la figura D.12 se muestra un ejemplo de dicho modo de juego.

Las características de ese modo de juego son las siguientes:

- Rondas infinitas mientras permanezca al menos una 'vida'.
- Aleatoriamente aparecen rondas de 'discriminación' o de 'pronunciación' de todos los juegos disponibles de todas las categorías en el idioma indicado.
- Se puede elegir 'Fácil, Medio o Difícil'.
 - Nivel fácil: tres 'vidas' iniciales.
 - Nivel medio: cinco 'vidas' iniciales.

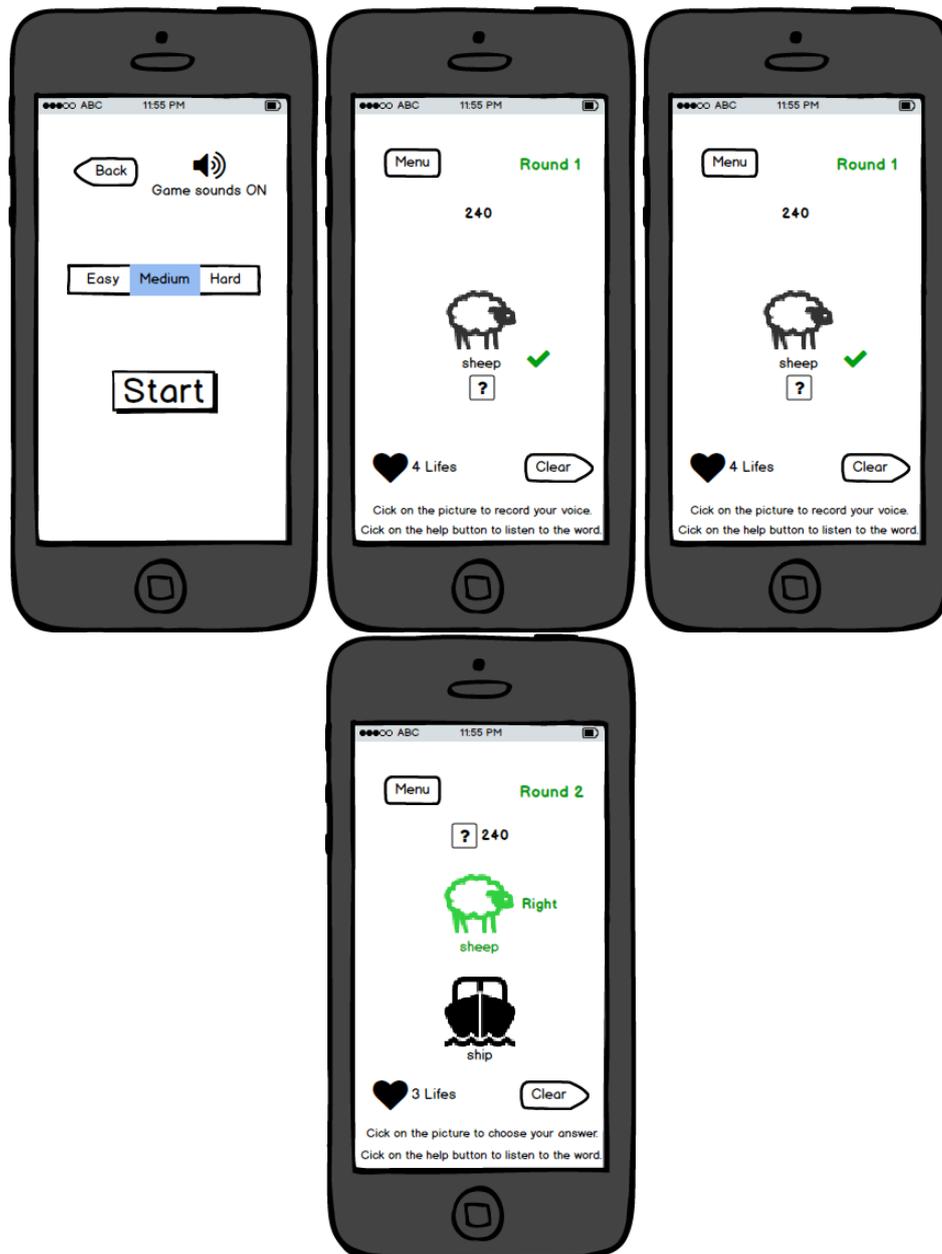


Figura D.12: Modo de juego 'Infinite game' en 'Challenge yourself'

- Nivel difícil: siete 'vidas' iniciales.
- No se puede ir hacia atrás ni hacia adelante.
- Vida extra, según el nivel:
 - Fácil: cada 10 rondas.
 - Medio: cada 8 rondas.

- Difícil: cada 5 rondas.
 - Si es ronda de 'discriminación': un fallo implica restar una vida.
 - Si es ronda de 'pronunciación': cada intento fallido implica restar una vida.
 - Máximo número de intentos por palabra en 'pronunciación': infinitos (afectarán a las vidas).
 - Siguiendo ronda (ranking del idioma y *ranking* global, de 'rondas' ambos):
 - Fácil: 2 puntos*.
 - Medio: 4 puntos*.
 - Difícil: 6 puntos*.
- * Se obtendrá la mitad de puntos si escucha más de una vez la palabra en modo 'discriminación' o 'pronunciación'.
- Cada 10 rondas:
 - Fácil: $2 \times [\text{Veces}10\text{Rondas}]$ puntos extra al total.
 - Medio: $5 \times [\text{Veces}10\text{Rondas}]$ puntos extra al total.
 - Difícil: $10 \times [\text{Veces}10\text{Rondas}]$ puntos extra al total.
 - Tiempo inicial: 10 segundos si es ronda de 'discriminación', 60 segundos si es ronda de 'pronunciación'.
 - Cada 10 rondas se aumenta la dificultad disminuyendo el tiempo:
 - Discriminación: $\text{Tiempo} - [\text{Veces}10\text{Rondas}]$ (hasta 3 segundos).
 - Pronunciación: $\text{Tiempo} - 10 \times [\text{Veces}10\text{Rondas}]$ (hasta 10 segundos).
 - A partir de la ronda 10 no se muestra el símbolo de transcripción fonética.
 - A partir de la ronda 10, en el modo 'pronunciación' hay un 50 % (20: 75 % y 30 en adelante: 90 %, donde se incluye también el botón del altavoz oculto) de posibilidad de que no aparezca la escritura de la palabra y se oiga la misma una vez. Entonces el jugador deberá pronunciarla solo con esa escucha y la imagen.
 - A partir de la ronda 20, en el modo 'discriminación' hay un 50 % (20: 75 % y 30 en adelante: 90 %) de posibilidad de que no aparezca el altavoz y de que haya que elegir la palabra errónea.
 - Puntos del *ranking* del idioma y del *ranking* del global.

Al finalizar la partida, como se puede apreciar en la figura D.13, aparecerá en la parte superior el número de ronda logrado, válido para el *ranking* de rondas del idioma correspondiente y el global. Además aparecerá un mensaje indicando los puntos conseguidos válidos para el *ranking* global y el *ranking* asociado al idioma elegido.

En la parte inferior se pueden observar tres botones que permiten, compartir resultados, elegir otro juego y volver al menú principal, respectivamente.

En la segunda imagen de la figura D.13 se puede ver las opciones disponibles para compartir los resultados.



Figura D.13: Modo de juego 'Infinite game' en 'Challenge yourself'

D.4. Módulo *Multiplayer*

En la figura D.14 (primera imagen) se muestran las opciones disponibles en el módulo de 'Multiplayer'. Como parte de la gamificación de la aplicación, cada juego de las categorías incluidas en los dos primeros módulos, 'Discrimination' y 'Pronunciation' se podrá jugar como máximo dos veces al día, y el tercero, 'Challenge', se podrá jugar cinco veces diarias.

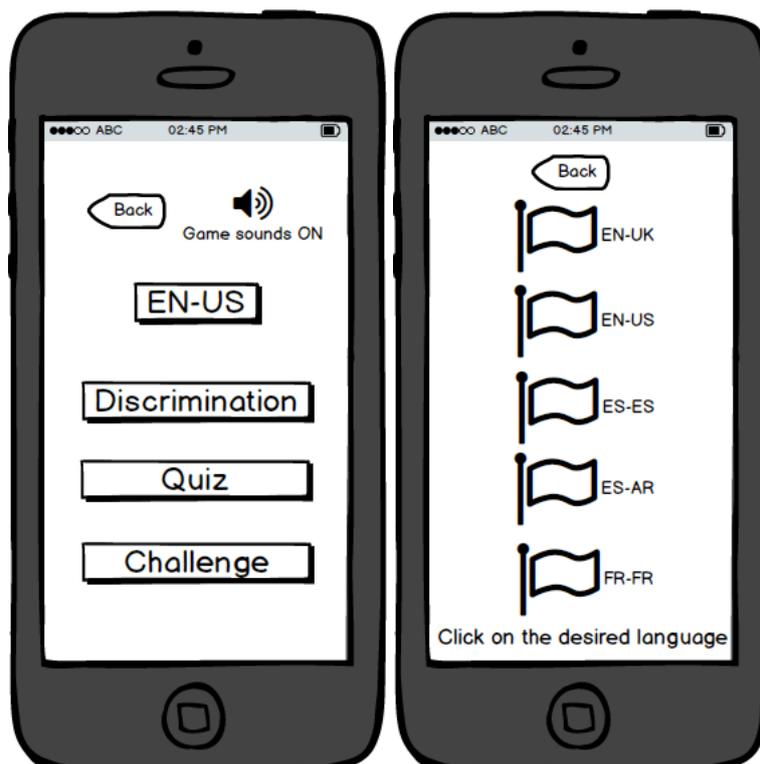


Figura D.14: Opciones de juego en 'Multiplayer' y elección de idioma

En la segunda imagen de la figura D.7 se muestra la elección de idioma para este modo. Los idiomas disponibles aparecerán en función de que haya palabras de ese idioma en la base de datos de la aplicación y además el dispositivo donde esté la aplicación admita el TTS y ASR en ese idioma (si alguna condición no es soportada, ese idioma no sería mostrado). Al igual que en el modo 'Training', el idioma también puede ser especificado según sus dialectos. Por ejemplo, el idioma inglés es distinto en América (US) que en Reino Unido (UK) o en Australia (AU).

D.4.1. Modo *Discrimination*

El primer juego de 'Multiplayer' es el de 'Discrimination'. Como se puede observar en la figura D.15, primero se selecciona la categoría del juego y después el juego en cuestión. El siguiente paso es indicar el oponente entre la lista de amigos. Tras ello, se comienza con la primera ronda de palabras, en la que se escuchará un sonido y se deberá seleccionar la

palabra cuya escritura ortográfica corresponde. En la parte superior aparecerá una barra indicando la ronda actual y el tiempo restante para poder responder. Además aparecerá el contador de aciertos y de fallos de la partida. Al igual que en el entrenamiento, hay un 50 % de posibilidad de que haya que indicar la opción incorrecta para otorgar un mayor dinamismo a la prueba.



Figura D.15: Modo de juego 'Discrimination' en 'Multiplayer'

Las características de ese modo de juego son las siguientes:

- 10 rondas: 20 palabras.

- No se puede ir hacia atrás ni hacia delante.
- Tiempo: 10 segundos por ronda (se indicará fallo si se pasa el tiempo).
- Acierto:
 - 2 puntos (ranking del idioma y *ranking* global, de 'puntos' ambos).
 - 1 punto si escucha más de una vez la palabra.
- Intentos por ronda: 1 (fallo si se equivoca o se pasa el tiempo máximo).
- Todas las rondas con acierto: 4 puntos extra (ranking del idioma y *ranking* global, de 'puntos' ambos).

Al finalizar la partida, como se puede apreciar en la figura D.16, aparecerá en la parte superior el marcador de aciertos y fallos de cada jugador. Además aparecerá un mensaje indicando los puntos conseguidos válidos para el *ranking* global y el *ranking* asociado al idioma elegido.

En la parte inferior se pueden observar tres botones que permiten, compartir resultados, elegir otro juego y volver al menú principal, respectivamente.

En la segunda imagen de la figura D.16 se puede ver las opciones disponibles para compartir los resultados.

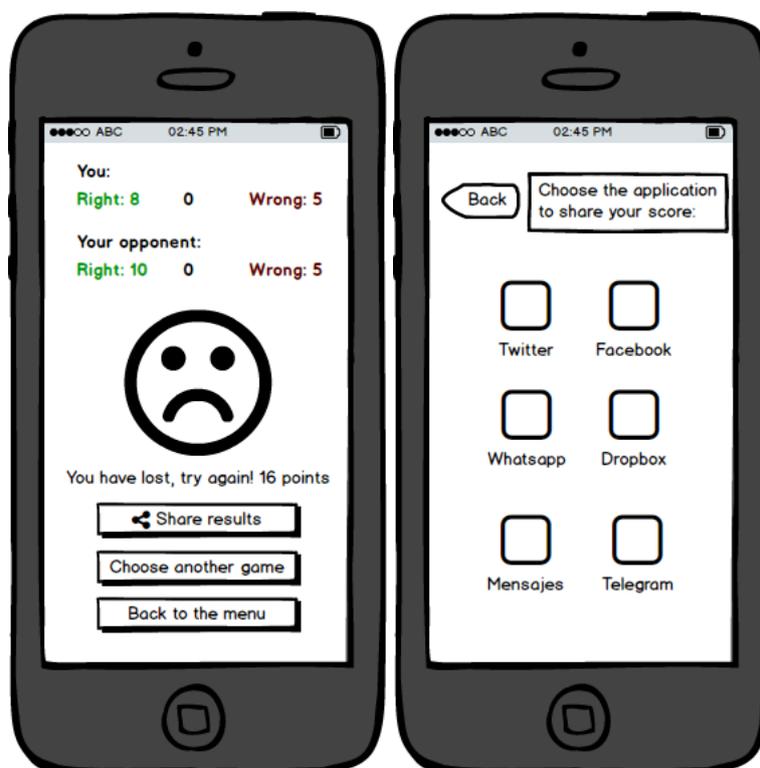


Figura D.16: Finalización del modo de juego 'Discrimination' en 'Multiplayer'

D.4.2. Modo *Pronunciation*

En la figura D.17 se muestra el flujo de interacción del modo 'Pronunciation'. Primero se elige la categoría, el nivel de dificultad y el juego en cuestión. El siguiente paso es indicar el oponente entre la lista de amigos. En este caso es la misma dinámica que el apartado de 'Pronunciation' del módulo de 'Challenge yourself'. Al acabar de jugar aparecerán los resultados. El juego termina una vez haya terminado el tiempo o se hayan completado todas las palabras.

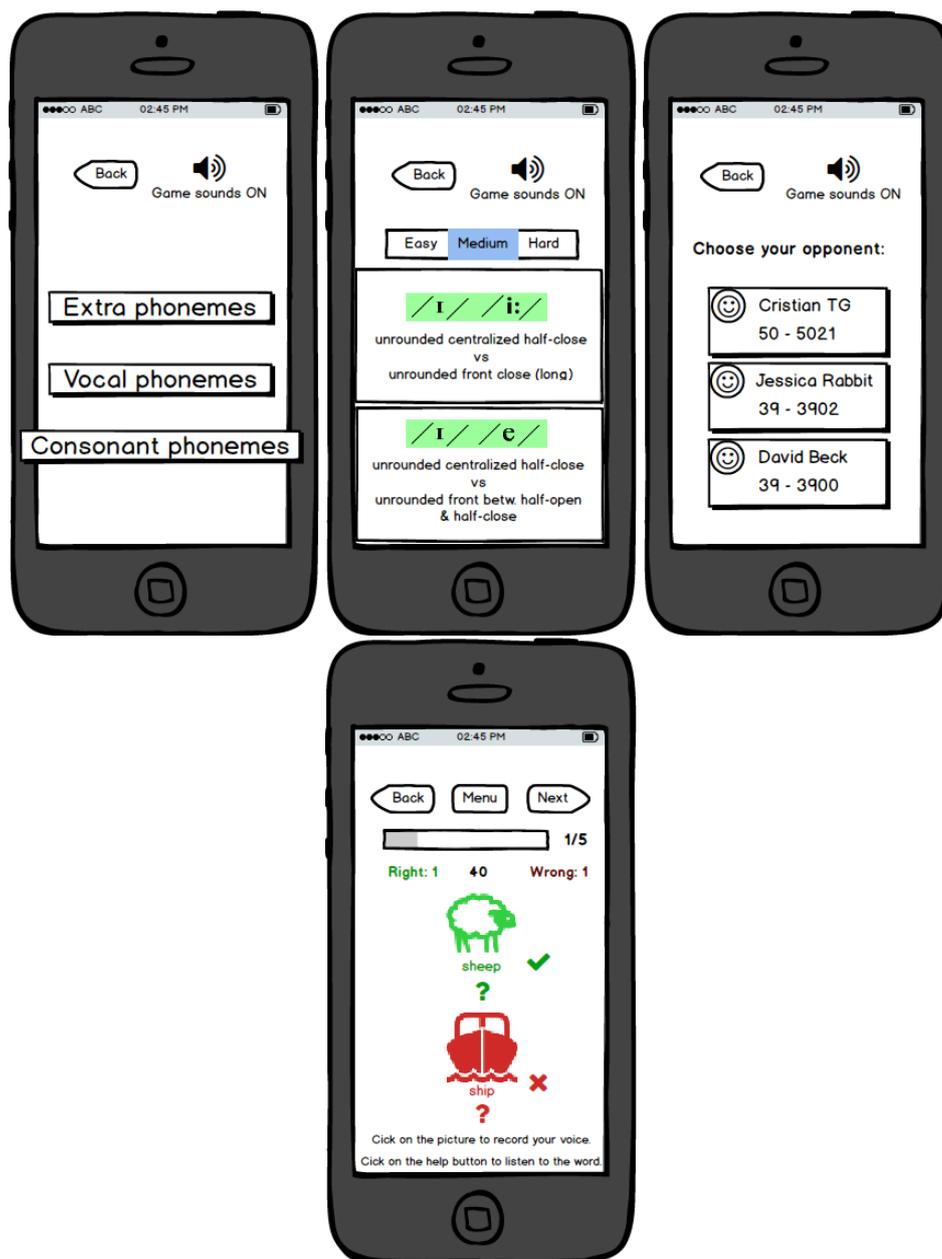


Figura D.17: Modo de juego 'Pronunciation' en 'Multiplayer'

Las características de ese modo de juego son las siguientes:

- 5 rondas: 10 palabras.
- Se puede elegir nivel de dificultad 'Fácil, Medio o Difícil'.
- Se puede avanzar hacia adelante y hacia atrás.
- Tiempo por juego: 7 minutos en total.
- Acierto (ranking del idioma y *ranking* global, de 'puntos' ambos):
 - Fácil: 2 puntos (1 punto si se escucha al menos una vez la palabra o se tiene al menos 1 fallo).
 - Medio: 4 puntos (2 puntos si se escucha al menos una vez la palabra o se tiene al menos 1 fallo).
 - Difícil: 6 puntos (3 puntos si se escucha al menos una vez la palabra o se tiene al menos 1 fallo).
- Todas las palabras acertadas sin ningún fallo (ranking del idioma y *ranking* global, de 'puntos' ambos):
 - Fácil: 10 puntos extra al total.
 - Medio: 20 puntos extra al total.
 - Difícil: 30 puntos extra al total.

Máximo número de intentos por palabra: 5 (se convertirá en fallo).

Al finalizar la partida, como se puede apreciar en la figura D.18, aparecerá en la parte superior el marcador de aciertos y fallos. También aparecerá el tiempo restante final. Además aparecerá un mensaje indicando los puntos conseguidos válidos para el *ranking* global y el *ranking* asociado al idioma elegido. En la parte inferior se pueden observar tres botones que permiten, compartir resultados, elegir otro juego y volver al menú principal, respectivamente. En la segunda imagen de la figura D.18 se puede ver las opciones disponibles para compartir los resultados.

D.4.3. Modo *Challenge*

El tercer y último juego, 'Challenge', pretende intentar motivar e incentivar a los usuarios a retarse entre ellos, a pronunciar y discriminar tantas palabras como puedan hasta agotar un número de intentos o 'vidas', apareciendo palabras aleatorias en forma de pares, tríos, etc. en discriminación, y una sola palabra por ronda en pronunciación.

El usuario puede escuchar la palabra o saltársela pulsando sobre 'Clear'. Esta opción estará disponible mientras se tengan suficientes objetos de este tipo. La aplicación proporcionará tres *tickets* 'pasa-ronda' por defecto a todos los usuarios. En la tienda de la aplicación 'Shop' se podrán comprar más. El juego termina cuando se hayan agotado los intentos relativos al nivel. En nivel fácil se dispondrá de tres fallos máximo. En nivel medio de seis, y en nivel difícil de diez intentos.

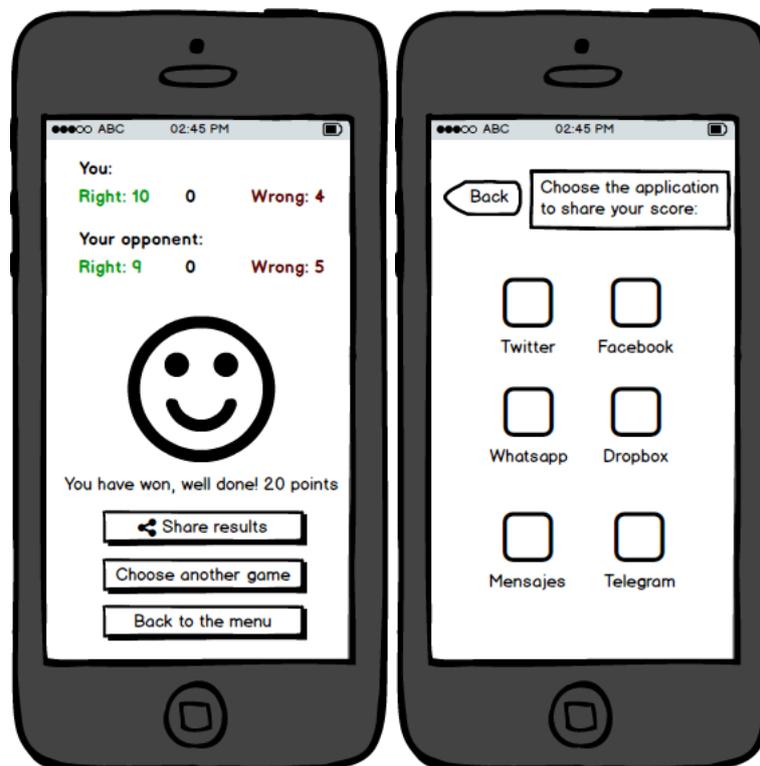


Figura D.18: Finalización del modo de juego 'Pronunciation' en 'Multiplayer'

Además de los *rankings* habituales este juego contará con un *ranking* específico de número máximo de rondas. En la figura D.19 se muestra un ejemplo de dicho modo de juego.

Las características de ese modo de juego son las siguientes:

- Rondas infinitas mientras permanezca al menos una 'vida'.
- Aleatoriamente aparecen rondas de 'discriminación' o de 'pronunciación' de todos los juegos disponibles de todas las categorías en el idioma indicado.
- Se puede elegir 'Fácil, Medio o Difícil'.
 - Nivel fácil: tres 'vidas' iniciales.
 - Nivel medio: cinco 'vidas' iniciales.
 - Nivel difícil: siete 'vidas' iniciales.
- No se puede ir hacia atrás ni hacia adelante.
- Vida extra, según el nivel:
 - Fácil: cada 10 rondas.
 - Medio: cada 8 rondas.

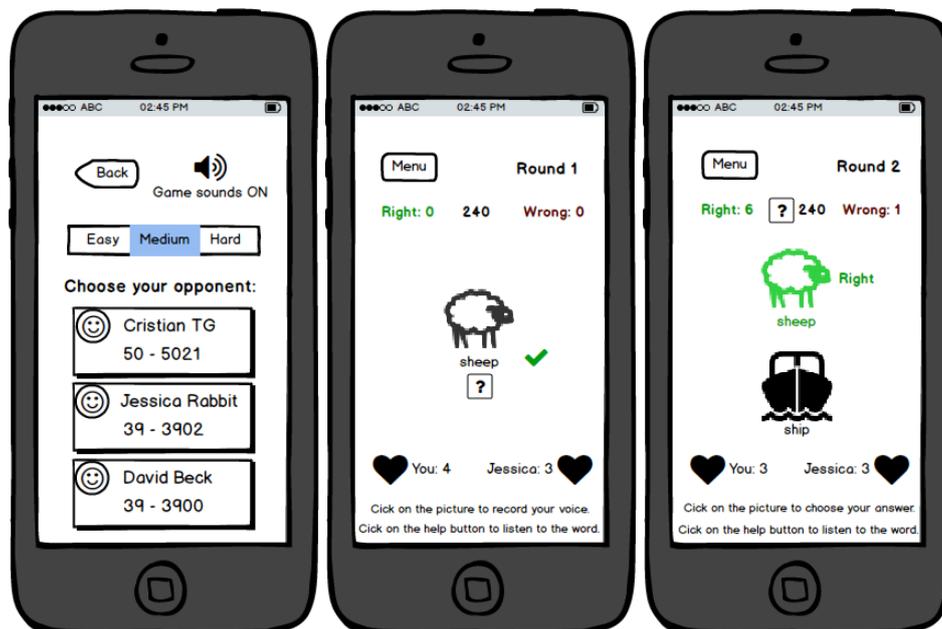


Figura D.19: Modo de juego 'Challenge' en 'Multiplayer'

- Difícil: cada 5 rondas.
 - Si es ronda de 'discriminación': un fallo implica restar una vida.
 - Si es ronda de 'pronunciación': cada intento fallido implica restar una vida.
 - Máximo número de intentos por palabra en 'pronunciación': infinitos (afectarán a las vidas).
 - Siguiendo ronda (*ranking* del idioma y *ranking* global, de 'rondas' ambos):
 - Fácil: 2 puntos*.
 - Medio: 4 puntos*.
 - Difícil: 6 puntos*.
- * Se obtendrá la mitad de puntos si escucha más de una vez la palabra en modo 'discriminación' o 'pronunciación'.
- Cada 10 rondas:
 - Fácil: $2 \times [\text{Veces}10\text{Rondas}]$ puntos extra al total.
 - Medio: $5 \times [\text{Veces}10\text{Rondas}]$ puntos extra al total.
 - Difícil: $10 \times [\text{Veces}10\text{Rondas}]$ puntos extra al total.
 - Tiempo inicial: 10 segundos si es ronda de 'discriminación', 60 segundos si es ronda de 'pronunciación'.

- Cada 10 rondas se aumenta la dificultad disminuyendo el tiempo:
 - Discriminación: Tiempo- [Veces10Rondas] (hasta 3 segundos).
 - Pronunciación: Tiempo-10*[Veces10Rondas] (hasta 10 segundos).
- A partir de la ronda 10 no se muestra el símbolo de transcripción fonética.
- A partir de la ronda 10, en el modo 'pronunciación' hay un 50 % (20: 75 % y 30 en adelante: 90 %, donde se incluye también el botón del altavoz oculto) de posibilidad de que no aparezca la escritura de la palabra y se oiga la misma una vez. Entonces el jugador deberá pronunciarla solo con esa escucha y la imagen.
- A partir de la ronda 20, en el modo 'discriminación' hay un 50 % (20: 75 % y 30 en adelante: 90 %) de posibilidad de que no aparezca el altavoz y de que haya que elegir la palabra errónea.
- Puntos del *ranking* del idioma y del *ranking* del global.

Al finalizar la partida, como se puede apreciar en la figura D.20, aparecerá en la parte superior el número de ronda logrado por cada jugador, válido para el *ranking* de rondas del idioma correspondiente y el global; junto al número de Además aparecerá un mensaje indicando los puntos conseguidos válidos para el *ranking* global y el *ranking* asociado al idioma elegido.

En la parte inferior se pueden observar tres botones que permiten, compartir resultados, elegir otro juego y volver al menú principal, respectivamente.

En la segunda imagen de la figura D.20 se puede ver las opciones disponibles para compartir los resultados.

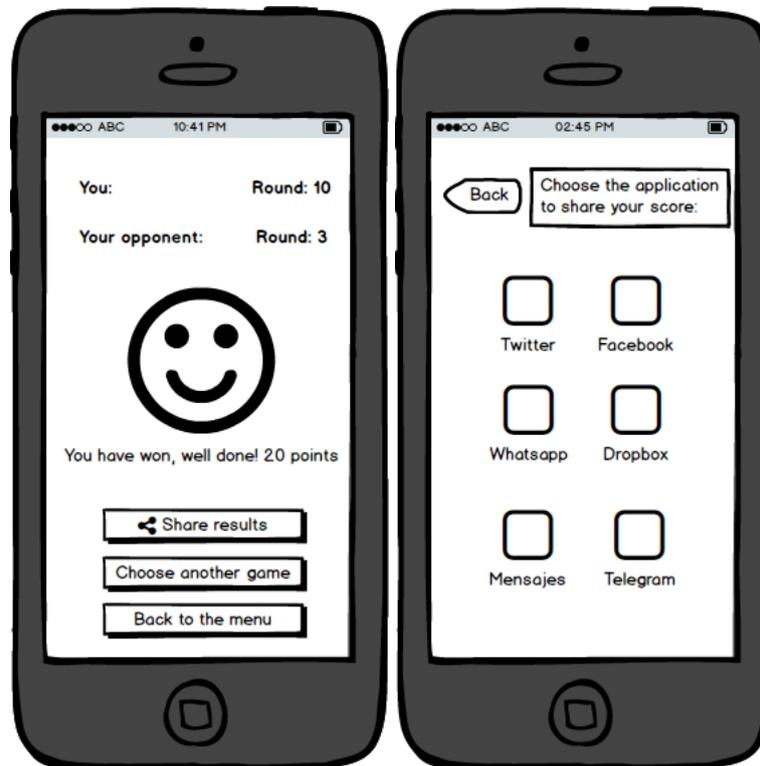


Figura D.20: Finalización del modo de juego 'Challenge' en 'Multiplayer'

D.5. Rankings

La cuarta opción del menú (sentido descendente) 'Leaderboard', como se puede apreciar en la figura D.1, permitirá visualizar los diferentes tipos de *rankings* de la aplicación.

Los *rankings* muestran en orden descendente a los usuarios según los puntos o rondas alcanzadas en los modos de juego de 'Challenge yourself' y 'Multiplayer'.

En la figura D.21 se muestra la pantalla de selección de *ranking* tras elegir dicha opción en menú principal.

Primero se debe elegir el lenguaje, si es global (daría igual el lenguaje) o si es uno en concreto. Después se selecciona el tipo del ranking, por puntos o por rondas. En este caso se ha seleccionado: 'Global' y 'Por rondas' (segunda imagen) y 'Por puntos' (tercera imagen).

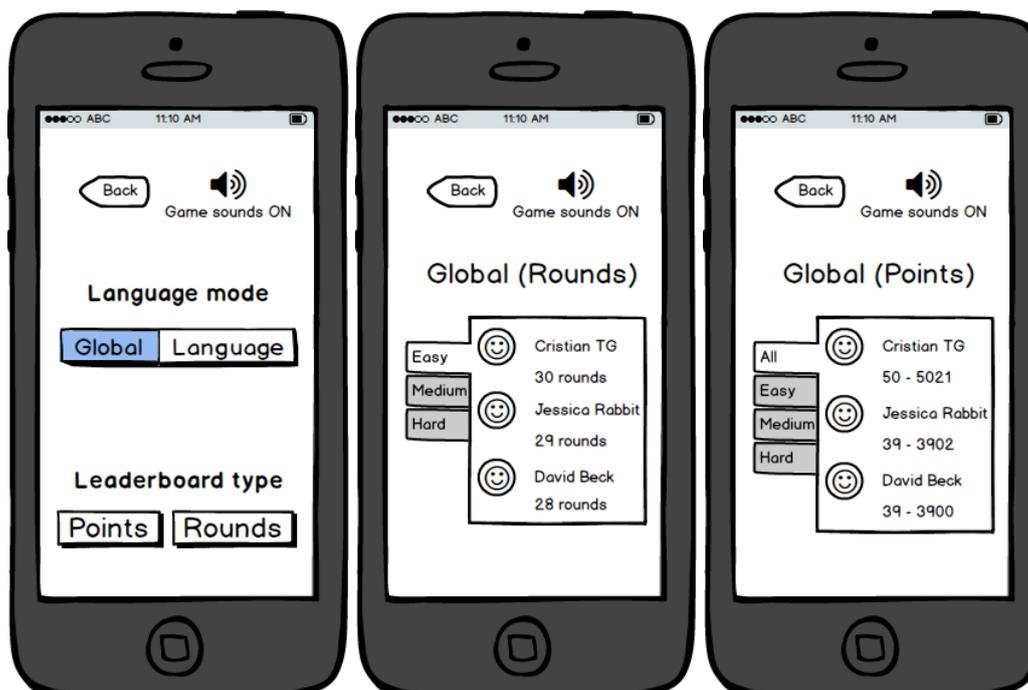


Figura D.21: Ejemplo de elección de un *ranking* de rondas y puntos global

En la figura D.22 se muestra un ejemplo de elección, 'Lenguaje', inglés de USA y 'Por rondas' (segunda imagen) y 'Por puntos' (tercera imagen).

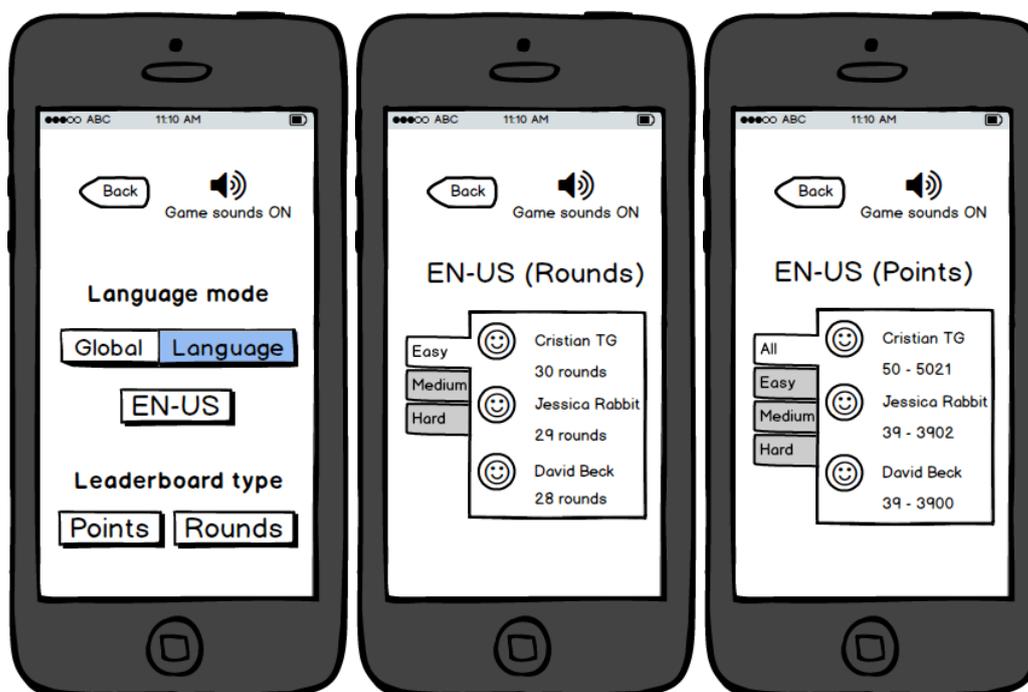


Figura D.22: Ejemplo de elección de un *ranking* de rondas y puntos global

D.6. Tienda de compras integradas

La última opción del menú principal es la tienda de compras integradas o 'Shop'. En la figura D.23 se muestra un boceto de qué contendría este apartado.

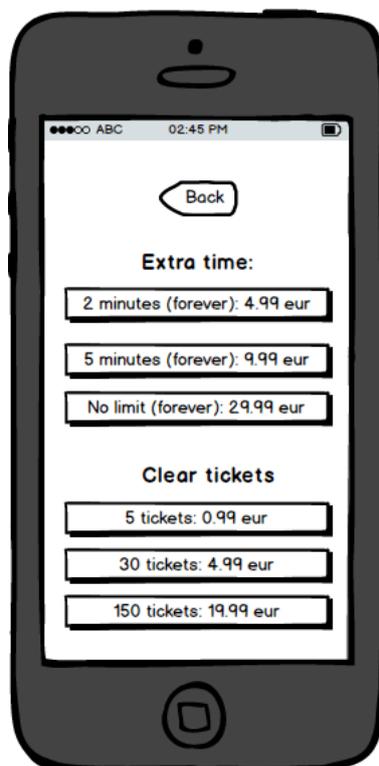


Figura D.23: Tienda de compras integradas

Como se puede observar en la figura D.23, aparecen varias opciones disponibles en la tienda como mejoras de tiempo (para cualquier juego de 'Challenge yourself' y 'Multiplayer') y de *tickets* 'pasa-ronda' (para el Modo Infinito o Challenge). Dichas mejoras pretenden ayudar a los jugadores en los diferentes modos, de manera que les sea más sencillo acertar.

Al ser un boceto, las opciones disponibles sean aún más, y por supuesto, los precios son totalmente orientativos, nunca definitivos. Además, en vez de pagar dinero por las mejoras se podría intercambiar por algún tipo de recompensa como gemas o puntos de experiencia.

D.7. Perfil de usuario

Si se pulsa sobre la imagen del perfil de usuario del menú principal aparecerán los datos relativos al mismo, como se muestran en la figura D.24.

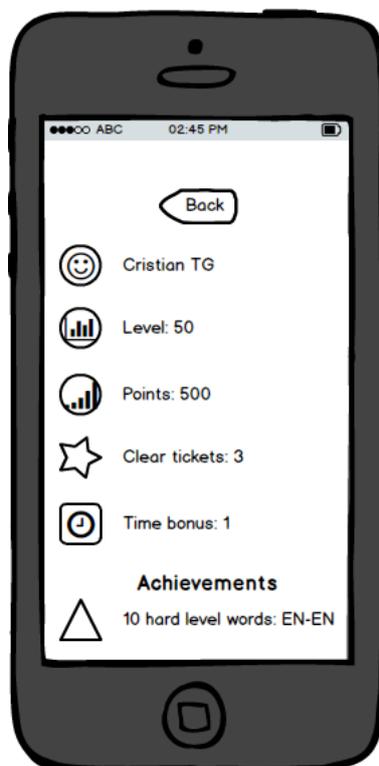


Figura D.24: Perfil de usuario

Los datos que aparecen en este apartado son: el nombre de usuario, el nivel fonético obtenido gracias a los puntos totales mostrados posteriormente, el número de *tickets* 'pasa-ronda' restantes y los posibles *bonus* de tiempo. También aparecerían los logros conseguidos por el usuario.

Cabe destacar que esta aproximación inicial es sólo un boceto, y que algunos de estos elementos pueden variar o cambiar de lugar en la implementación final.

Apéndice E

Manual de instalación y despliegue

E.1. Introducción

A continuación se describe una guía detallada de la instalación y despliegue del sistema cliente (aplicación móvil) y servidor (aplicación web) del proyecto TipTopTalk!

E.2. Instalación y despliegue del sistema cliente

Como requisitos para poder instalar la aplicación será indispensable:

1. Dispositivo con Android 2.3.3 o superior.
2. Dispositivo con 3 MB de espacio en disco libre (recomendado 100 MB por motivos de grabaciones de audio, *caché* de imágenes y registros de acciones de la aplicación).
3. Dispositivo con conexión a internet.
4. Dispositivo con salida de audio.
5. Dispositivo con entrada de audio.
6. Dispositivo con la última versión disponible de Google Play Services instalada, enlace: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.gms>
7. Dispositivo con la última versión disponible de Google Play Games instalada, enlace: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.play.games>
8. Al menos una aplicación de síntesis de voz en el propio dispositivo. Nota: la mayoría de dispositivos poseen la de Google de fábrica. Si no, se puede adquirir gratuitamente en el siguiente enlace: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.tts>

9. Al menos una aplicación de reconocimiento de voz en el propio dispositivo. La mayoría de dispositivos poseen la de Google de fábrica. Si no, se puede adquirir gratuitamente en el siguiente enlace: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.googlequicksearchbox>

Por otra parte, para poder instalar la aplicación TipTopTalk! en un dispositivo Android se deberán seguir los siguientes pasos.

1. Pulsar sobre el fichero .apk de la aplicación (el fichero se encuentra en el CD adjunto en */bin/cliente/TipTopTalk!.apk*). Para ello, se debe haber copiado el fichero en algún directorio del sistema de archivos del dispositivo. En la figura E.1 se muestra un ejemplo de ello.
2. Aparecerá un mensaje advirtiendo acerca de instalar aplicaciones de orígenes distintos a Google Play (mercado de aplicaciones oficial). En la segunda imagen de la figura E.1 se muestra un ejemplo de ello.
3. El siguiente paso es seguir las instrucciones de instalación de una aplicación (revisión de permisos) y pulsar sobre 'Instalar'. En la tercera imagen de la figura E.1 se muestra un ejemplo de ello.
4. Por último, para iniciar la aplicación simplemente se debe pulsar sobre su icono. En la cuarta imagen de la figura E.1 se muestra un ejemplo de ello (icono en la parte central superior).

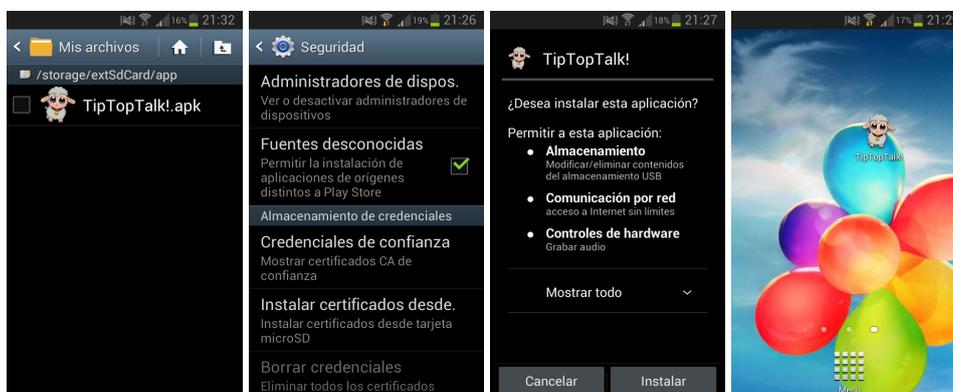


Figura E.1: Pasos de instalación de la aplicación Android

E.3. Instalación y despliegue del sistema servidor

En cuanto al sistema servidor, se deberá disponer un servidor web Apache *server* 2.0 o superior [69] con soporte para PHP 4.1.0 o superior. Además se debe tener en cuenta que según el número de usuarios los requisitos del *hardware* aumentarán, como la memoria RAM o la capacidad de disco.

Se deben seguir los siguientes pasos para la configuración inicial del mismo.

1. Se deberá copiar el fichero *upload.php* (disponible en el CD adjunto en */bin/servidor/upload.php*) en un directorio del servidor web que sea accesible desde el exterior. En la línea 5 de dicho fichero se deberá indicar la ruta del directorio donde se guardarán los ficheros de *log* de los usuarios en el servidor.

```
$dir_subida = '/home/cristian/private_uploads/';
```

2. Una vez establecido, se deberá indicar la URL del servidor web en el código fuente de la aplicación móvil TipTopTalk! Debido a que el código fuente está protegido por registro de propiedad intelectual no puede especificarse en este documento dónde exactamente (contactar con los responsables de este proyecto para más detalles).
3. Se deberá copiar el fichero *notifications.json* (disponible en el CD adjunto en */bin/servidor/notifications.json*) en un directorio del servidor web que sea accesible desde el exterior. Se podrá configurar tantos mensajes *push* como se desee siguiendo la estructura del mismo (ver sección 5.3.2 para más detalles).
4. Una vez copiado y pegado dicho fichero, se deberá indicar la URL del servidor web en el código fuente de la aplicación móvil TipTopTalk! Debido a que el código fuente está protegido por registro de propiedad intelectual no puede especificarse en este documento dónde exactamente (contactar con los responsables de este proyecto para más detalles).
5. En cuanto a las analíticas de usuario, basta con tener una cuenta de Google Analytics [46] y crear una nueva propiedad. Para ello desde la página principal de Google Analytics, ir a 'Administrador', 'Nueva Propiedad', y elegir 'Aplicación móvil'. En la figura E.2 se muestra este paso.
6. Tras el anterior paso se obtiene un código que se deberá indicar en el código fuente de la aplicación móvil TipTopTalk! De nuevo, debido a que el código fuente está protegido por registro de propiedad intelectual no puede especificarse en este documento dónde exactamente (contactar con los responsables de este proyecto para más detalles). En la figura E.3 se muestra dónde obtener el código de asociación de la plataforma con la aplicación. Se marca con una flecha el lugar exacto donde aparece dicho código.

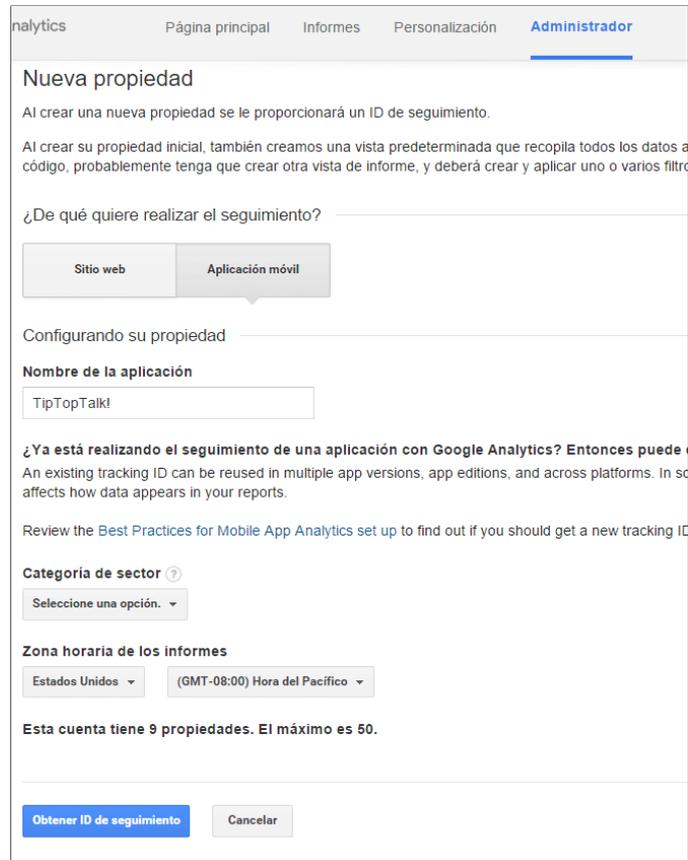


Figura E.2: Creación de una nueva propiedad en Google Analytics



Figura E.3: Obtención del ID de seguimiento en Google Analytics

Apéndice F

Premio Prometeo 2015

F.1. Introducción

En el presente anexo se detallan todas las actividades vinculadas a la consecución del premio Prometeo 2015 en relación con este proyecto. Primero se describe la entrega inicial, después la entrega final, las actividades formativas realizadas y los actos de clausura del premio. Por último se muestra el impacto en los medios digitales del proyecto relacionado

F.2. Entrega inicial

La Fundación General de la Universidad de Valladolid (FUNGE) puso en marcha la edición 2015 del programa PROMETEO para el desarrollo de prototipos orientados al mercado [75].

De cara a este proyecto era interesante ya que ayudaba a proteger intelectualmente el mismo, costeando todo lo necesario para su proceso. Además dotaba de una bolsa económica para el proyecto. De cara a la captación de público y de posibles empresas colaboradoras también era muy atractivo.

Tal y como indican en la convocatoria, *'Esta actuación se encuadra en el Plan TCUE 2015-2017, y ha sido seleccionada en el marco de un programa operativo cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y la Junta de Castilla y León.'*

Participan las Universidades de Aveiro, Beira Interior e Coimbra, el CEC (Conselho Empresarial do Centro), la Fundación General de la Universidad de León y la Empresa, la Fundación General de la Universidad de Salamanca, la Fundación General de la Universidad de Valladolid y la Universidad Pontificia de Salamanca.

Del 4 al 22 de mayo de 2015 debía entregarse una memoria que incluyera los siguientes apartados:

- Título del prototipo y autor(es) del mismo
- Objetivos
- Aspectos innovadores

- Aplicación comercial (describir los posibles sectores de aplicación de la tecnología y las alternativas existentes actualmente en el mercado)
- Posibilidad de materializar el prototipo, indicando los recursos técnicos necesarios y la previsión de costes para el desarrollo del prototipo
- Motivación e interés hacia la protección y la comercialización del prototipo desarrollado
- Descripción técnica

Una vez entregada se esperó a su resolución, que fue el 4 de abril. Aceptaron el proyecto como ganador (ver más información en [75]).

F.3. Entrega final

A partir de la aceptación, se tuvo que preparar un prototipo funcional y una memoria final que incluyera los siguientes apartados:

- Empresa
- Resumen Ejecutivo
- Análisis Sectorial y del Entorno
- Análisis del Mercado
- Análisis Estratégico
- Plan de Marketing
- Plan de Organización y de Recursos Humanos
- Plan de Producción y Operaciones
- Plan Económico-Financiero

Junto al prototipo y a la memoria final, se debía preparar una memoria para el registro de propiedad intelectual.

Todos los anteriores elementos se entregaron el día 30 de septiembre de 2015.

F.4. Actividades formativas

Ya se ha comentado la interacción multidisciplinar con personas de otros ámbitos fuera de la Informática, como puede ser la Enseñanza, Pedagogía, Marketing y Publicidad.

En lo que respecta a este premio Prometeo 2015, proporcionó una serie de cursos y tutorías *mentoring* para poder obtener una base de conocimiento de cara a la posible explotación comercial de la aplicación complementaria a alguna de las asignaturas anteriormente citadas en relación con empresas, *marketing* y publicidad.

En la tabla F.1 se listan las sesiones a las que se asistió. Las sesiones eran de 10:00 a 14:00 horas en el Palacio de Congresos Conde Ansúrez (Calle Real de Burgos s/n, 47011 Valladolid).

Número	Sesión	Fecha
1	Idea Empresarial	16/09/2015
2	Propiedad Industrial e Intelectual	30/09/2015
3	Propuesta de valor	05/10/2015
4	Plan de negocios	07/10/2015
5	Estudio de mercado	14/10/2015
6	WS Comunicación y negociación	21/10/2015
7	WS Estrategia y Marketing	28/10/2015

Tabla F.1: Sesiones formativas del Premio Prometeo 2015

Gracias a dichas sesiones formativas se pudo completar los apartados relacionados con las mismas del informe final.

F.5. Clausura en León

El viernes 30 de noviembre de 10:00 a 14:00 horas en el Paraninfo del Centro de Idiomas de la Universidad de León se asistió al evento de cierre del CEBT Ibérico 2015. En dicho evento los alumnos de las distintas universidades de Castilla y León que participaban en el CEBT, presentaron sus proyectos ante la audiencia.

En cuanto a este proyecto, se presentó el mismo a los asistentes mediante unas diapositivas que se incluyen en el apéndice G.

A título personal, fue una gran experiencia ya que se pudo conocer otros proyectos, cada uno distinto al anterior, y se pudo obtener contactos de cara a posibles colaboraciones.

F.6. Rueda de prensa final

El día 3 de febrero a las 12:00 horas se llevó a cabo la rueda de prensa del Premio Prometeo 2015, en la que asistió el rector de la Universidad de Valladolid, D. Daniel Miguel San José, en la Sala de Prensa de la Universidad de Valladolid, ubicada en el palacio de Santa Cruz.

La dinámica de la misma fue la siguiente:

- Presentación del Rector de la Universidad de Valladolid y Presidente de la Fundación General
- Presentación del Presidente de la FUESCYL
- Vídeo explicativo de los diferentes prototipos: <https://www.youtube.com/watch?v=2nCBheeMdsU> (última visita el 3 de marzo de 2016)

F.7. Repercusión en la prensa

Este proyecto ha sido noticia en diversos medios informativos, los cuales se citan a continuación. La primera fue en el Norte de Castilla (ver figura F.1):



Figura F.1: Extracto de la noticia del Norte de Castilla

Ver noticia completa (última visita el 8 de marzo de 2016):

<http://www.elnortedecastilla.es/valladolid/201602/04/alumnos-desarrollan-patentes-20160204120401.html>

En el periódico digital de la Agencia Iberoamericana Para La Difusión De La Ciencia Y La Tecnología (ver figura F.2):



Figura F.2: Extracto de la noticia del DIYCT

Ver noticia completa (última visita el 8 de marzo de 2016):

<http://www.dicyt.com/noticias/un-total-de-18-proyectos-innovadores-realizados-por-alumnos-de-la-uva-reciben-los-premios-prometeo>

En la web de la EII de la UVa (ver figura F.3):



Dos graduados de nuestra Escuela ganan una Beca Prometeo

PUBLICADO 5 FEBRERO, 2016

96 visitas |  |  Twittear

Los proyectos de **Cristian Tejedor García** y **David Marciel Pariente** han sido seleccionados dentro del programa de becas Prometeo para la protección de resultados de proyectos y/o prototipos de alumnos de la Universidad de Valladolid.

Figura F.3: Extracto de la noticia de la EII

Ver noticia completa (última visita el 8 de marzo de 2016):

<https://www.inf.uva.es/2016/02/05/dos-graduados-de-nuestra-escuela-ganan-una-beca-prometeo/>

En la web de la UVa (ver figura F.4):



COMUNICACIÓN

La UVa presenta los proyectos ganadores de las becas Prometeo

Esta iniciativa tiene como principal objetivo proteger los proyectos de fin de carrera, fin de máster y tesis doctorales de los universitarios

La Universidad de Valladolid presentó el pasado miércoles, 3 de febrero, los proyectos seleccionados dentro del programa de becas Prometeo para la protección de resultados de proyectos y/o prototipos de alumnos de la Universidad de Valladolid. El acto tuvo lugar en la sala de prensa del Palacio de Santa Cruz y en él estuvieron presentes el rector de la Universidad de Valladolid, Daniel Miguel San José; el secretario general de la Consejería de Educación de la Junta, Juan Casado, y la directora de innovación de la Fundación General de la UVa, Yolanda Calvo.

[05/02/2016] febrero 2016
Gabinete de Comunicación UVa /Valladolid 

Figura F.4: Extracto de la noticia de la UVa

Ver noticia completa (última visita el 8 de marzo de 2016):

<http://comunicacion.uva.es/export/sites/comunicacion/efe5d950-cbe7-11e5-b312-d59857eb090a/>

En el periódico digital Desde Soria (ver figura F.5):



Figura F.5: Extracto de la noticia de Desde Soria

Ver noticia completa (última visita el 8 de marzo de 2016):

<http://www.desdesoria.es/?p=176144>

Por último, en el Diario de Valladolid (ver figura F.6):

La 'app' que vence a la gramática

Un ingeniero informático de la UVA desarrolla una herramienta para mejorar la pronunciación multilingüe / Aplica técnicas de puntos, trofeos y clasificaciones para incentivar a los usuarios y crear una comunidad propia.

Figura F.6: Extracto de la noticia del Diario de Valladolid

Ver noticia completa (última visita el 8 de marzo de 2016):

http://www.diariodevalladolid.es/noticias/innovadores/app-vence-gramatica_45032.html

Apéndice G

Diapositivas comerciales

A continuación se exponen las diapositivas del acto de clausura del CEBT I. 2015.



Figura G.1: Diapositivas comerciales - Parte 1



Figura G.2: Diapositivas comerciales - Parte 2

Apéndice H

Cuaderno de bitácora

En la tabla H.1 se describe toda la implicación diaria del alumno del TFM en el proyecto.

Fecha	Horas	Descripción.
18/02/2015	4	Comienzo de desarrollo de la aplicación móvil (Versión 0.1-APHA). Diseño de <i>mockups</i> de la interfaz gráfica.
19/02/2015	4	Diseño de <i>mockups</i> de la interfaz gráfica.
20/02/2015	4	Diseño de <i>mockups</i> de la interfaz gráfica.
23/02/2015	3	Diseño de <i>mockups</i> de la interfaz gráfica. Estructura inicial del código fuente. <i>Layouts</i> en XML de los prototipos.
24/02/2015	4	<i>Layouts</i> en XML de los prototipos.
25/02/2015	4	<i>Layouts</i> en XML de los prototipos. Primer <i>commit</i> en Bitbucket del código fuente.
26/02/2015	3	<i>Layouts</i> en XML de los prototipos.
27/02/2015	4	Finalización de los <i>layouts</i> en XML de los prototipos.
02/03/2015	4	Funcionalidades básicas de avanzar entre <i>layouts</i> (sin lógica de negocio).
03/03/2015	4	Funcionalidades básicas de avanzar entre <i>layouts</i> (sin lógica de negocio).
04/03/2015	4	Imágenes en PNG de la aplicación. Quitado el control del botón de retroceso en la actividad de menú. Mejora de los <i>strings</i> en castellano e inglés americano.
05/03/2015	4	Sonidos para el juego. <i>Strings</i> en español e inglés. Síntesis de audio.
06/03/2015	3	Preferencias del idioma de juego. Cambiados caracteres UTF-8 (incompleto) de la mayoría de ficheros. Incluidas librerías de carga asíncrona de imágenes Picasso y OkHttp (mockwebserver).

09/03/2015	4	Color del botón 'menú' en rojo, asimilándose al de 'salir'. Mensajes Snackbar en elección de categoría y tipo de juego. Barra de progreso en el juego (librería). Añadido README de la aplicación. Se inicializa el TTS al principio para que tarde menos en cargar. Sólo se establece el nivel de dificultad una vez.
10/03/2015	4	Al pulsar 'desactivar sonidos', se desactiva el sonido (sin sonar) y viceversa. Snackbar permanente en elección de categoría y juego. Corregido fallo de comparación de palabras (en minúsculas). Modo de reconocimiento: <i>web search</i> : es mejor para palabras sueltas.
11/03/2015	3	Cambiado icono de la aplicación. Cambiado porcentaje en la barra de estado del juego. Más palabras en inglés americano. Mejorado el sistema de internacionalización (se permiten incluir sufijos en los códigos de idioma). Mejorado Javadoc general.
12/03/2015	3	Comprobados posibles 'nullpointer' en MenuActivity. Mejoras gráficas en 480p. Optimización de inicialización del TTS. En caso de utilizar el TTS si no ha cargado aún se muestra al usuario un mensaje pidiéndole que espere.
13/03/2015	3	Mejorado aún más el rendimiento de inicialización de TTS (ahora se realiza en el menú principal) con un Singleton. Arreglado el problema de versiones anteriores a API 16 setBackground. Durante los juegos si se pulsa dos veces el botón de 'atrás' se sale del juego. Cambiadas las palabras de inglés británico a inglés estadounidense.
16/03/2015	4	Mejoras de código (errores de versiones antiguas de Android con bibliotecas de diseño corregidos). Mejoras gráficas generales. Proguard especificado aún más para que no haya problemas de serialización.
17/03/2015	3	Versión de la aplicación para las pruebas terminada. Añadido <i>log</i> (en JSON) de los resultados de los juegos. Mejora de rendimiento (tiempo) en código general. Mejoras gráficas generales.
18/03/2015	4	Comienzo de pruebas de la aplicación con usuarios reales. Nueva lista de palabras para las pruebas (18/03/15) con sus imágenes. Contador de tiempo a 7 minutos (420 segundos). Limitado el número de fallos a 5 por palabra. Aumentado el tamaño de los juegos a 12 pares. Añadida categoría 'Extra' en los juegos.

19/03/2015	3	Se cancela el temporizador para evitar loops de fin de juego. Si se sobrepasa el límite de fallos de una palabra de la pareja y se aciertan las demás se avanza automáticamente a la siguiente. Cambiada la categoría de pruebas al inicio de la pantalla.
20/03/2015	3	Corregido <i>bug</i> de auto-acabado de juegos (looping). Mejoras gráficas generales. Se deshabilita la imagen (visualmente) cuando ya se ha acertado o se ha fallado el número máximo de veces.
23/03/2015	4	Mejorado texto de ayuda de juego en inglés. Mejorada apariencia de la barra de progreso. Nueva versión del Manifest. Al volver atrás en la primera 'pareja' de los juegos en vez de ir a elegir tipo de juego, se vuelva a elegir categoría de juego.
24/03/2015	4	Imágenes redondeadas con borde que cambia de color al pulsar sobre ellas. Nueva versión de la librería Picasso. Mejora gráfica del listado de juegos de una categoría. Elementos gráficos que faltaban del anterior <i>commit</i> . Mejorado el tamaño de las imágenes de los juegos en 480dp. Mejorado el aspecto de las listas de elección de juegos.
25/03/2015	4	El número de pruebas por juegos se establece dinámicamente desde el JSON. Velocidad 'normal' de reproducción de audio para evitar posibles problemas de pronunciación (pronunciar más larga o corta la palabra de lo que debiera). Nueva lista de palabras para pruebas.
26/03/2015	4	Mejora gráfica (gradiente) de los elementos previa carga de imágenes o en error de carga. Mejora gráfica de centrado de elementos de los juegos. Cambiada la estructura del JSON, ahora es más dinámico (se puede elegir el número de palabras por juego (y no por categoría).
27/03/2015	4	Finalización de pruebas de la aplicación con usuarios reales. Imágenes nuevas de los tipos de juegos. Mejoras de eficiencia en el juego. <i>Javadoc</i> completado. Corrección de <i>strings</i> . Mejoras gráficas para versiones de 480dp y 600dp.
13/04/2015	4	Mantenimiento realizado días previos: mejoras de accesibilidad en las imágenes del juego. Nuevas URLs de imágenes de algunas palabras. Mejoras gráficas en 480dp. Tipografía en los elementos del juego (botones y texto general). Corregido pequeño <i>bug</i> en dispositivos de procesador lento, no hace falta parar el TTS para crear uno nuevo (tardaba unos 4-5 segundos y bloqueaba la pantalla). Diseño de 'tarjetas' visuales en elección de juegos. Preparación del <i>paper</i> a SLATE 2015.

14/04/2015	4	Mejoras gráficas generales. Corrección de <i>strings</i> . Preparación del paper a SLaTE 2015.
15/04/2015	4	Optimización de código fuente. Corrección de <i>strings</i> . Preparación del paper a SLaTE 2015.
16/04/2015	3	Quitado 'bold' de los elementos que lo tenían ya que con el tipo de letra no tiene efecto. Preparación del paper a SLaTE 2015.
17/04/2015	4	Preparación del paper a SLaTE 2015. Envío del paper a SLaTE 2015 para aprobación/denegación.
20/04/2015	3	Envío de solicitudes para la participación en el <i>Focus Group</i> . Preparación del <i>Focus Group</i> .
21/04/2015	2	Preparación del <i>Focus Group</i> .
07/05/2015	3	Preparación del <i>Focus Group</i> .
08/05/2015	4	<i>Focus Group</i> : 8 personas, además de Cristian T. y David E.
11/05/2015	2	Análisis de los comentarios del <i>Focus Group</i> .
12/05/2015	3	Análisis de los comentarios del <i>Focus Group</i> .
15/05/2015	3	Preparación de la documentación a aportar para el premio Prometeo 2015.
18/05/2015	3	Preparación de la documentación a aportar para el premio Prometeo 2015.
19/05/2015	3	Preparación de la documentación a aportar para el premio Prometeo 2015.
20/05/2015	3	Preparación de la documentación a aportar para el premio Prometeo 2015.
21/05/2015	3	Preparación de la documentación a aportar para el premio Prometeo 2015.
22/05/2015	3	Envío de solicitud al programa Prometeo 2015 (documentación y <i>mockups</i> versión 2).
04/06/2015	0	Resolución Prometeo 2015: ganador.
05/06/2015	0	Resolución SLaTE 2015: aceptados.
20/06/2015	2	Envío del camera-ready a SLaTE 2015.
26/06/2015	2	Presentación de Enrique de su propuesta para la convocatoria de Humanidades Digitales 2016.
01/07/2015	7,5	Instalación del software necesario para las prácticas en el ordenador del trabajo. Desarrollo de la aplicación (Versión 1.9). Aceptación del póster Slate 2015.
02/07/2015	7,5	Reunión para elaboración de una hoja de ruta con David E. (duración 1 hora). Prueba de un juego con <i>Ranking</i> y <i>login/logout</i> con Google Play Games. Nuevo campo de transcripción fonética a las palabras. Ejemplos de chino y español con transcripciones fonéticas.

03/07/2015	7,5	Pasada lista de palabras de prueba de chino de Junming. Nuevo campo opcional de ASR (cuando sea distinto del código TTS). Obligación de conexión a internet. Imagen de la prueba de chino. Imagen por defecto en juegos sin imagen. No se permite jugar a juegos que no tengan el TTS con el idioma especificado.
06/07/2015	7,5	No se permite elegir un juego en un idioma del que no se disponga TTS en el dispositivo. Búsqueda de pares mínimo en inglés, español y chino. Búsqueda de servicios de transcripción fonética. Diapositivas de la presentación del 08/07/15. Transcripción fonética de todas las palabras de los juegos actuales.
07/07/2015	7,5	Reunión con Junming. 38 palabras (19 pares) del juego de chino de Junming. Doble patrón <i>observer</i> para la correcta visualización de la configuración del TTS antes de poder jugar una partida. Imagen de 'fruta' cambiada por otra accesible en internet. Bitácora activado por defecto. Primer idioma del juego si no está establecido por el usuario. Letra de la transcripción fonética por defecto (para que no haya cambios de caracteres).
08/07/2015	7,5	Documento Progreso de la aplicación a fecha 08/07/15. Comprobación de idioma de ASR para poder jugar a un juego de ese idioma.
09/07/2015	7,5	Se permite entrar al menú de la aplicación sin internet. Terminar documento de Progreso de la aplicación a fecha 08/07/15.
10/07/2015	7,5	Añadida comprobación de ASR nulo en el dispositivo. Añadida comprobación de punto asiático al final del reconocedor (se elimina). Documentación Premio Parque Científico. Corregidos problemas con reconocedor chino.
13/07/2015	7,5	Añadido nuevo campo (opcional) de palabras con misma escritura para una misma pronunciación. Quitado el punto asiático en el <i>Logger</i> . Cambiado el tamaño de letra de los mensajes por defecto de salir de los juegos.
14/07/2015	7,5	Mejorado aspecto de diálogos (tamaño de letra más grandes) de la aplicación. Reunión Progreso de la aplicación a fecha 08/07/15 (duración 3 horas) con David E., César G., Enrique C. y Cristian T. Puesta en marcha del nuevo <i>tablet</i> comprado en el trabajo.
15/07/2015	7,5	Lista de palabras en inglés completa de TedPower. Documentación de prácticas en empresa. Diapositivas de presentación de la aplicación a empresas el día 23 de julio.

16/07/2015	7,5	Lista de palabras en inglés completa de TedPower con transcripción fonética y urls de imágenes. Búsqueda de información de aplicaciones de adaptación al usuario. Revisión de <i>mockups</i> para el prototipo.
17/07/2015	7,5	Color de fondo de las imágenes de los juegos sin gradiente por problemas en dispositivos de diferentes tamaños Revisión de diapositivas de presentación de la aplicación a empresas el día 23.
20/07/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de entrenamiento (versión 3). Incluido: ECA-SIMM. Universidad de Valladolid, en el texto inicial de carga de la aplicación.
21/07/2015	7,5	Corrección frases en inglés de la aplicación. Preparada listas de palabras en español, inglés y chino para la reunión con empresas del día 23. Implementado código del menú de entrenamiento (sin acabar). Textos de la aplicación en chino. Mejorados los <i>mockups</i> de 'Training'.
22/07/2015	7,5	Búsqueda en internet de fundas para la tableta de desarrollo. Mejorado código (más reutilizable) del parseador del <i>Logger</i> de la aplicación. Revisión de diapositivas para la reunión con empresas del día 23. Implementado código del menú de entrenamiento (sin acabar).
23/07/2015	7,5	Reunión de tres horas y media con empresas interesadas en el proyecto. Revisión de la documentación y bocetaje del módulo de entrenamiento. Corrección de textos de la aplicación en chino.
24/07/2015	7,5	Actualización automática de la interfaz visual cuando se configura un nuevo ASR y TTS. Descripción de los <i>mockups</i> actualizada.
27/07/2015	7,5	Diseño de los 'layout' de los tres modos de 'Training'.
28/07/2015	7,5	Añadidas imágenes de altavoz y de micrófono. Textos de las ayudas en los juegos corregidos. Implementada lógica de negocio del modo de entrenamiento Exposure (sin terminar).
29/07/2015	7,5	Implementada lógica de negocio del modo de entrenamiento Exposure (faltan retoques visuales).
30/07/2015	7,5	Añadido al nombre de los ficheros de las grabaciones de audio el prefijo del código del idioma. Limitada la grabación de audio a cinco segundos. Mejora visual del mensaje de grabación. Mejorada calidad de audio de las grabaciones. Mejoras gráficas en los diálogos.

31/07/2015	7,5	Implementada lógica de negocio del modo de entrenamiento 'Discrimination'. Se permite compartir resultados en redes sociales. Implementada lógica de negocio del modo de entrenamiento 'Quiz'. Implementado <i>Logger</i> para los tres modos de entrenamiento. Mejoras generales del diseño visual.
03/08/2015	7,5	Mejorada la aleatoriedad en la discriminación de palabras. En 3 o más palabras corregida visualización correcta de todos los elementos.
04/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de 1 jugador (versión 3), sin terminar.
05/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de 1 jugador (versión 3), sin terminar.
06/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de 1 jugador (versión 3), sin terminar.
07/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de <i>rankings</i> (versión 3).
10/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de tienda (versión 3). Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de perfil de usuario (versión 3).
11/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de Multi-jugador (versión 3), sin terminar.
12/08/2015	7,5	Descripción de los modos de juego de '1 jugador'. Creados 8 <i>rankings</i> para el modo '1 jugador'.
13/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de Multi-jugador (versión 3), sin terminar.
14/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de Multi-jugador (versión 3), sin terminar.
17/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de Multi-jugador (versión 3).
18/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de Multi-jugador (versión 3), sin terminar.
19/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de Multi-jugador (versión 3), sin terminar.
20/08/2015	7,5	Diseño y documentación de <i>mockups</i> del módulo de Multi-jugador (versión 3).
21/08/2015	7,5	Revisión general de todos los <i>mockups</i> de la aplicación (I).
24/08/2015	7,5	Revisión general de todos los <i>mockups</i> de la aplicación (II).
25/08/2015	7,5	Corregido modo de discriminación con más de dos palabras. Sólo se reproduce una vez la palabra correcta en el modo de discriminación. Textos acordes a los cambios.
26/08/2015	7,5	Mejorada aleatoriedad de la discriminación (se comprueba hasta 20 veces si todos los índices son los mismos).

27/08/2015	7,5	Corregidos diseños y documentación de módulo de 1 jugador (versión 3).
28/08/2015	7,5	Corregidos diseños y documentación de módulo de 1 jugador (versión 3).
31/08/2015	7,5	Completada lógica de negocio de 'discriminación' para el modo de '1 jugador' (a falta de integrar la biblioteca de Google Play Games). Completada lógica de negocio de 'pronunciación' para el modo de '1 jugador' (a falta de integrar la biblioteca de Google Play Games).
01/09/2015	7,5	Corregido pequeño <i>bug</i> de puntuación en modo 'Discriminación'. Implementada la interfaz visual de los modos de 'Discriminación' y de 'Quiz' en 'Infinite mode' de '1 Jugador'.
02/09/2015	7,5	Finalizado el modo 'Infinite mode' en '1 jugador' (a falta de permitir 'saltar rondas', disponible cuando esté la tienda de compras integradas).
03/09/2015	7,5	Recomendaciones tras los modos de entrenamiento (sin terminar). Mejora visual en el modo 'Training', Exposure: no se permite pulsar sobre ninguna imagen hasta acabar la secuencia o pararla. Mejora visual en el modo 'Training', Exposure: botón 'siguiente' con animación al acabar la secuencia de escucha.
04/09/2015	7,5	Finalizadas las recomendaciones tras los entrenamientos. Deshabilitadas opciones de 'Multiplayer' y de 'Shop' hasta que no sean desarrolladas. Iconos visuales añadidos y optimizados los anteriores. Bloqueo de palabra en modo 'Discriminación' de 'Infinite mode' de '1 Player' cuando se acaben todas las vidas. Corregidos ciertos <i>bugs</i> de lógica en el modo 'Infinite mode' de '1 Player'. Corregidos ciertos <i>bugs</i> de lógica en el modo 'Discrimination' de '1 Player'.
07/09/2015	7,5	Finalización de la versión 1.9.1 de la aplicación: Implementados los <i>rankings</i> en los 3 modos de '1 Player'. Inclusión de la biblioteca BaseGameUtils en el proyecto y referencia a la biblioteca GooglePlayServices. Mejoras gráficas en los 3 modos de '1 Player'. Dificultad progresiva en el modo 'Infinite mode' de '1 Player'. Pantalla de 'Perfil de usuario' en el Menú principal. Dos nuevas listas de palabras en español de España. Mejoras visuales generales.
08/09/2015	7,5	Mejoras gráficas generales. Comienzo de la versión 1.9.2 de la aplicación. Implementado sistema de logros en el juego. Diseño de logros.

09/09/2015	7,5	Búsqueda de revistas de JCR relacionadas con HCI y <i>Computer learning</i> . Búsqueda de documentación para eventos y misiones de Google Play Games. Documentación del proyecto para el premio Prometeo.
10/09/2015	7,5	Documentación del proyecto para el premio Prometeo. Diapositivas para la reunión del día 15. Mejoras de <i>usabilidad</i> de la aplicación.
11/09/2015	7,5	Documentación del proyecto para el premio Prometeo. Diapositivas para la reunión del día 15.
14/09/2015	7,5	Mejoras gráficas generales de <i>usabilidad</i> (ver <i>commits</i> del código fuente para más detalles). Documentación del proyecto para el premio Prometeo.
15/09/2015	7,5	Reunión con Valentín, David, César, Enrique y Junming. Desarrollo de ideas para el workshop IFCASL. Documentación del proyecto para el premio Prometeo. No se permite pulsar sobre iconos de <i>rankings</i> y logros sin estar conectado.
16/09/2015	7,5	Reunión presencial Premio Prometeo - WS Idea Empresarial. Cambiado Exposure por 'Exposure' en todos los apartados de la aplicación. Añadida opción (de momento siempre 3 tickets pasa-rondas) en 'Modo Infinito'.
17/09/2015	7,5	Primera reunión entre Valentín C. y Cristian T. acerca del <i>abstract</i> de IFCASL y de posibles cambios en la interfaz de la aplicación. Redacción del <i>abstract</i> de IFCASL. Documentación del proyecto para el premio Prometeo. Mejorado aspecto del botón de 'pasa-rondas'.
18/09/2015	7,5	Aplicados cambios visuales de la interfaz gráfica sugeridos por Valentín C. Búsqueda del estado del arte de aplicaciones similares.
21/09/2015	7,5	Documentación del proyecto para el premio Prometeo.
22/09/2015	7,5	Preparación del <i>Logger</i> y el servidor de alojamiento de los ficheros FTP. Documentación del proyecto para el premio Prometeo.
23/09/2015	7,5	Creados dos usuarios distintos para la subida de ficheros al servidor FTP del <i>Logger</i> . Segunda reunión entre Valentín C. y Cristian T. para la consolidación de cambios de la interfaz visual. Documentación del proyecto para el premio Prometeo.
24/09/2015	7,5	Documentación del proyecto para el premio Prometeo. Aplicados cambios visuales de la interfaz gráfica sugeridos por Valentín C.
25/09/2015	7,5	Documentación del proyecto para el premio Prometeo. Aplicados cambios visuales de la interfaz gráfica sugeridos por Valentín C.

28/09/2015	7,5	Aplicados cambios visuales de la interfaz gráfica sugeridos por Valentín C. (ver <i>commits</i> del código fuente para más detalles). Documentación del proyecto para el premio Prometeo.
29/09/2015	7,5	Aplicados cambios visuales de la interfaz gráfica sugeridos por Valentín C. y César G. (ver <i>commits</i> del código fuente para más detalles).
30/09/2015	7,5	Reunión presencial Premio Prometeo - WS Propiedad Industrial e I. Entrega documentación premio Prometeo 2015. Versión de la aplicación adaptada para distribuir como pruebas. Creada encuesta en Google Docs.
01/10/2015	7,5	Completada la encuesta de Google Docs. Pequeños retoques de la aplicación para distribuir en las pruebas. Investigación del cumplimiento legal de recopilación de datos.
02/10/2015	7,5	Primera lista de palabras en chino (100 pares). Tercera reunión previa al despliegue de la aplicación para las pruebas entre Valentín C. y Cristian T.
05/10/2015	7,5	Reunión presencial Premio Prometeo - WS Propuesta de valor. Aplicados cambios visuales de la interfaz gráfica sugeridos por Valentín C. Preparada la aplicación de cara al lanzamiento de pruebas (sin terminar).
06/10/2015	7,5	Preparación de la aplicación para su lanzamiento de pruebas (ver <i>commits</i> del código fuente para más detalles).
07/10/2015	7,5	Reunión presencial Premio Prometeo - WS Plan de negocios. Preparación de la aplicación para su lanzamiento de pruebas (ver <i>commits</i> del código fuente para más detalles).
08/10/2015	7,5	Revisión de fallos y corrección de textos y palabras de la aplicación, previa al lanzamiento de pruebas.
09/10/2015	7,5	Preparación para el lanzamiento de la aplicación del día siguiente. Nuevo método de subida de ficheros de <i>log</i> y de audio: <i>PHP server</i> . Cuarta reunión para al despliegue de la aplicación para las pruebas entre Valentín C. y Cristian T.
13/10/2015	7,5	Se muestran los puntos acumulados en el menú principal. Corregidas listas de palabras chinas. Traducciones de la <i>gamificación</i> a chino. Corregido pequeño <i>bug</i> de envío de analítica de sonido al cambio de pantalla.
14/10/2015	7,5	Reunión presencial Premio Prometeo - WS Estudio de mercado. Promoción y expansión de la aplicación por varias comunidades de estudiantes. Traducciones a chino de todas las características de <i>gamificación</i> .
15/10/2015	7,5	Preparación del vídeo promocional y diapositivas de la aplicación.

16/10/2015	7,5	Preparada encuesta a inglés. Preparación del vídeo promocional y diapositivas de la aplicación.
19/10/2015	7,5	Correcciones de frases de <i>gamificación</i> en chino. Preparación del vídeo promocional y diapositivas de la aplicación.
20/10/2015	7,5	Reunión con un posible candidato a ser el diseñador gráfico de la aplicación. Preparación del vídeo promocional y diapositivas de la aplicación.
21/10/2015	7,5	Reunión presencial Premio Prometeo - WS Comunicación y negociación. Grabación del video promocional de TipTop-Talk.
22/10/2015	7,5	Redacción de la memoria final del Premio Prometeo.
23/10/2015	7,5	Redacción de la memoria final del Premio Prometeo.
26/10/2015	7,5	Redacción de la memoria final del Premio Prometeo.
27/10/2015	7,5	Redacción de la memoria final del Premio Prometeo.
28/10/2015	7,5	Reunión presencial Premio Prometeo - WS Estrategia y Marketing. Redacción de la memoria final del Premio Prometeo.
29/10/2015	7,5	Reunión con Valentín previa al workshop de IFCASL. Redacción de la memoria final del Premio Prometeo. Preparación de diapositivas para IFCASL2015.
03/11/2015	7,5	Reunión con Lourdes y Amaia para proponer ideas de colaboración. Reunión con Cristiane para proponer ideas de colaboración. Implementación del parseador del <i>Logger</i> . Diapositivas para asistir al workshop IFCASL2015.
04/11/2015	7,5	Asistencia al workshop IFCASL2015.
05/11/2015	7,5	Asistencia al workshop IFCASL2015.
06/11/2015	7,5	Asistencia al workshop IFCASL2015.
09/11/2015	7,5	Reunión con Valentín C. y César G. para la preparación del índice de la memoria del TFM. Recopilación de datos interesantes de la asistencia a IFCASL. Preparación de los documentos necesarios para la beca de doctorado de la UVa.
10/11/2015	7,5	Reunión con David E. y César G. para la preparación del índice de la memoria del TFM (2). Preparación de los documentos necesarios para la beca de doctorado de la UVa. Búsqueda de plantillas \LaTeX para el TFM.
11/11/2015	7,5	Preparación de los documentos necesarios para la beca de doctorado de la Uva. Búsqueda de plantillas \LaTeX para el TFM.
12/11/2015	7,5	Búsqueda de plantillas \LaTeX para el TFM.
13/11/2015	7,5	Documentación del TFM: estructura general de la memoria.
16/11/2015	7,5	Palabras corregidas de chino simplificado gracias a Junming: monosílabos 'initials'. Corregido <i>bug</i> (eliminado el par) del par <i>peas-peas</i> en la lista 'thin-sin'.

17/11/2015	7,5	Añadidos homónimos de varias palabras. Corregidos errores ortográficos en inglés. Cambiada imagen de la palabra 'bicker' que significa 'disputa'.
18/11/2015	7,5	Reunión Premio Prometeo previa a la Rueda de Prensa final. Desarrollo de la aplicación: Puesto: 'Nivel fonético' en el recuadro del menú principal. Al final de una partida, si se consiguen menos estrellas, no se quita el mejor resultado. Quitado el beep al pulsar reproducir palabra en modo infinito (discriminación). Botón de ver <i>rankings</i> en el menú final de una partida en Ponte a prueba. Añadidas las tres últimas personas para las pruebas (nuevo idioma base: 'Portuguese'). Añadidos <i>rankings</i> para portugués de Portugal. Añadidos <i>rankings</i> para portugués de Brasil. Añadidos logros para portugués de Portugal. Añadidos logros para portugués de Brasil. Añadida lista de palabras en portugués de Brasil y de Portugal. Puesto el campo <i>homonymous</i> en la pronunciación de palabras. Imágenes de <i>rankings</i> y logros de portugués y de brasileño.
19/11/2015	7,5	Búsqueda de revistas de JCR relacionadas con HCI y <i>Computer learning</i> . Preparación de los documentos necesarios para la beca de doctorado de la UVa.
20/11/2015	7,5	Preparación de los documentos necesarios para la beca de doctorado de la UVa. Preparación de la documentación de la reunión del día 24.
23/11/2015	7,5	Preparación de los documentos necesarios para la beca de doctorado de la UVa. Preparación de la documentación de la reunión del día 24.
24/11/2015	7,5	Reunión pasado, presente y futuro del proyecto con David E., César G. y Cristian T. Entrega de la beca de doctorado de la UVa.
25/11/2015	7,5	Análisis de datos recogidos de IFCASL.
26/11/2015	7,5	Análisis de datos recogidos de IFCASL.
27/11/2015	7,5	Análisis de datos recogidos de IFCASL.
30/11/2015	7,5	Análisis de datos de la tabla de Modelado de Usuario. Análisis de datos extraídos de los <i>Loggers</i> y encuesta.
01/12/2015	7,5	Reunión con David E. y César G. para la discusión de los datos obtenidos. Análisis de datos extraídos de los <i>Loggers</i> y encuesta para una nueva futura reunión.
02/12/2015	7,5	Traducción de los textos de <i>gamificación</i> de portugués de Portugal y Brasil a chino. Voluntario en el evento de Hour of Code.
03/12/2015	7,5	Extracción de datos por eventos. Análisis de dispositivos de los usuarios.

09/12/2015	7,5	Inclusión de nuevas palabras en chino simplificado. Preparación documentación beca FPU.
10/12/2015	7,5	Reunión con los profesores de Brasil para colaboración MERCORSUR2016. Preparación documentación beca FPU.
11/12/2015	7,5	Envío de documentación beca FPU. Análisis de datos extraídos. Preparación del <i>abstract</i> MERCORSUR2016 para la colaboración con los profesores de Brasil. Preparación del <i>abstract</i> NewSounds2016.
14/12/2015	7,5	Preparación del <i>abstract</i> MERCORSUR2016 para la colaboración con los profesores de Brasil. Envío del <i>abstract</i> a NewSounds2016.
15/12/2015	7,5	Preparación del <i>abstract</i> MERCORSUR2016 para la colaboración con los profesores de Brasil (2). Envío del <i>abstract</i> a MERCORSUR2016.
Total horas	1016	

Tabla H.1: Cuaderno de bitácora del proyecto

Apéndice I

Contenido del CD

Los diferentes directorios y su contenido del CD adjunto se describen a continuación.

- **/bin/**: ficheros ejecutables del sistema.
 - cliente/
 - *TipTopTalk!.apk*: aplicación Android ejecutable.
 - servidor/
 - *upload.php*: fichero de recogida de datos en el servidor web.
 - *notifications.json*: fichero que configura los mensajes *push* en el servidor web.
- **/doc/**: documentación del TFM.
 - *CTG_TFM_1516.pdf*: fichero de la memoria del TFM.
 - *dispositivos.xlsx*: datos de los dispositivos que realizaron las pruebas del segundo prototipo.

Bibliografía

- [1] A. McFarlane, A. Sparrowhawk, and Y. Heald, "Report on the educational use of games. teem (teachers evaluating educational multimedia)," *Cambridge*, 2002.
- [2] F. Ehsani and E. Knodt, "Speech technology in computer-aided language learning: Strengths and limitations of a new call paradigm," *Language Learning & Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 45–60, 1998.
- [3] M. Eskenazi, "An overview of spoken language technology for education," *Speech Communication*, vol. 51, no. 10, pp. 832–844, 2009.
- [4] D. Escudero-Mancebo and M. Carranza, "Nuevas propuestas tecnológicas para la práctica y evaluación de la pronunciación del español como lengua extranjera," *Actas del I Congreso de la Asociación Europea de Profesores de Español*, Burgos, 2015.
- [5] Z. Handley, "Is text-to-speech synthesis ready for use in computer-assisted language learning?" *Speech Communication*, vol. 51, no. 10, pp. 906–919, 2009.
- [6] A. Neri, C. Cucchiaroni, and H. Strik, "Automatic speech recognition for second language learning: How and why it actually works," *Proc. ICPhS*, pp. 1157–1160, 2003.
- [7] I. McGraw and S. Seneff, "Immersive second language acquisition in narrow domains: a prototype island dialogue system," in *SLaTE*, pp. 84–87, 2007.
- [8] S. W. Campbell and Y. J. Park, "Social implications of mobile telephony: The rise of personal communication society," *Sociology Compass*, vol. 2, no. 2, pp. 371–387, 2008.
- [9] F. Lys, "The development of advanced learner oral proficiency using ipads," *Language Learning and Technology*, vol. 17, no. 2, pp. 94–116, 2013.
- [10] B. Pellom, "Rosetta stone reflex: Toward improving english conversation fluency in asia," in *Proceedings of the International Symposium on Automatic Detection of Errors in Pronunciation Training*, pp. 1–20, 2013.
- [11] Y. Levy, "Comparing dropouts and persistence in e-learning courses," *Computers & education*, vol. 48, no. 2, pp. 185–204, 2007.
- [12] Gamification. Last visited: 2016-01-03. [Online]. Available: <https://badgeville.com/wiki/Gamification>

- [13] A. Marczewski, "Game thinking – differences between gamification & games," *Gamified UK Blog*, 2013, last visited: 2016-01-08. [Online]. Available: <http://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games/>
- [14] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "From game design elements to gamefulness: defining gamification," in *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. ACM, 2011, pp. 9–15, last visited: 2016-01-08. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2181040>
- [15] M. Celce-Murcia, D. M. Brinton, and J. M. Goodwin, *Teaching pronunciation: A reference for teachers of English to speakers of other languages*. Cambridge University Press, 1996.
- [16] E. Cámara-Arenas, *Native Cardinality: on teaching American English vowels to Spanish students*. S. de Publicaciones de la Universidad de Valladolid, 2012.
- [17] Entornos de Computación Avanzada y Sistemas de Interacción Multimodal. Last visited: 2016-02-08. [Online]. Available: <http://goo.gl/HkiXb4>
- [18] B. V. Koen, *Definition of the Engineering Method*. ASEE Publications, Suite 200, 11 Dupont Circle, Washington, DC 20036 (\$7.00)., 1985. [Online]. Available: <http://eric.ed.gov/?id=ED276572>
- [19] Which Life Cycle Is Best for Your Project? Last visited: 2016-01-05. [Online]. Available: <https://www.projectsart.co.uk/which-life-cycle-is-best-for-your-project.php>
- [20] A. Cockburn, "Using both incremental and iterative development. software engineering technology," *Software Engineering Technology*, pp. 27–30, 2008.
- [21] Cycosys is a leading provider of software development services and innovative IT solutions. Last visited: 2016-01-05. [Online]. Available: <http://cyclosys.com/Practices/MethodologiesFramework>
- [22] M. Swain, "Communicative competence: Some roles of comprehensible input and comprehensible output in its development," *Gass, S. & Madden, C. (Eds.), Input in Second Language Acquisition*, pp. 235–256, 1985, New York: Newbury House.
- [23] Comprehensible output. Last visited: 2016-01-03. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Comprehensible_output
- [24] Fonética y fonología. Last visited: 2016-01-05. [Online]. Available: http://liceu.uab.es/~joaquim/phonetics/fon_def_ambits/fonetica_fonologia.html
- [25] Fonologia da língua portuguesa – Wikipédia, a enciclopédia livre. Last visited: 2016-01-07. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Fonologia_da_l%C3%ADngua_portuguesa#Pares_m.C3.ADnimos

- [26] Minimal pairs - Ted Power. Last visited: 2016-01-07. [Online]. Available: <http://tedpower.co.uk/minimal.html>
- [27] Minimal pairs for English RP. Last visited: 2016-01-07. [Online]. Available: <http://myweb.tiscali.co.uk/wordscape/wordlist/minimal.html>
- [28] Fryer - Minimal Pair Card Game for Improving Pronunciation and Listening (TESL/TEFL). Last visited: 2016-01-05. [Online]. Available: <http://iteslj.org/Lessons/Fryer-MinimalPairs.html>
- [29] Reconocimiento del habla - Wikipedia, la enciclopedia libre. Last visited: 2016-02-03. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento_del_habla
- [30] X. Huang, A. Acero, and H.-W. Hon, *Spoken Language Processing: A Guide to Theory, Algorithm and System Development*. Prentice Hall, 2001.
- [31] Google+ Growth. Last visited: 2016-02-02. [Online]. Available: <http://plus.miernicki.com/>
- [32] Esto es Google: Una mirada dentro de la tecnología de reconocimiento de voz de Google. Last visited: 2016-03-03. [Online]. Available: http://tecnologiayproductosgoogle.blogspot.com.es/2011/11/una-mirada-dentro-de-la-tecnologia-de_23.html
- [33] P. Taylor, *Text-to-speech synthesis*. Cambridge University Press, 2009, last visited: 2016-02-02. [Online]. Available: http://svr-www.eng.cam.ac.uk/~pat40/ttsbook_draft_2.pdf
- [34] Serious game - Wikipedia, the free encyclopedia. Last visited: 2016-03-03. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Serious_game
- [35] D. F. Jeremy Ludwig, K. Bardovi-Harlig, and D. Stringer. (2009) Serious Games for Second Language Retention. Last visited: 2016-01-07. [Online]. Available: <http://www.indiana.edu/~dsls/publications/StringerSeriousGames.pdf>
- [36] W. Trooster, G. Visschedijk, E. Opdrins, G. Corbalan, S. L. Goei, and A. Tichelhoven, *A study on the effectiveness of the game LINGO Online, a serious game for English pronunciation*. Proceedings Asia-Europe Symposium on simulation and serious games, 2014.
- [37] G. Zichermann. Gamification has issues, but they aren't the ones everyone focuses on. Last visited: 2016-01-03. [Online]. Available: <http://radar.oreilly.com/2011/06/gamification-criticism-overjustification-ownership-addiction.html>
- [38] M. John. Gamification is dead, long live games for learning. Last visited: 2016-01-03. [Online]. Available: <http://techcrunch.com/2014/10/05/gamification-is-dead-long-live-games-for-learning/>
- [39] J. Hamari, J. Koivisto, and H. Sarsa, "Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification," in *System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on*. IEEE, 2014, pp. 3025–3034.

- [40] J. J. Lee and J. Hammer, "Gamification in education: What, how, why bother?" *Academic Exchange Quarterly*, vol. 15, no. 2, p. 146, 2011.
- [41] Gamificación: 7 claves para entender qué es y cómo funciona. Last visited: 2016-01-04. [Online]. Available: <http://justificaturespuesta.com/gamificacion-7-claves-para-entender-que-es-y-como-funciona/>
- [42] J. Mitchel and S. Costello, "I internationale-vet market research report: A report on international market research for australian vet online products and services," *Sydney, New South Wales: John Mitchell & Associates*, p. 60, 2000.
- [43] Learning analytics - Wikipedia, the free encyclopedia. Last visited: 2016-02-15. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_analytics
- [44] xapi inside - Activity Tracking xAPI is the extended version of the Experience API. Last visited: 2016-02-02. [Online]. Available: <https://xapi-insi.de/>
- [45] Moclog English - Monitoring Online Courses with Logfiles. Last visited: 2016-02-02. [Online]. Available: <http://moclog.ch/>
- [46] Sitio web oficial de Google Analytics: Analítica web e informes – Google Analytics. Last visited: 2016-01-08. [Online]. Available: <https://www.google.es/intl/es/analytics/>
- [47] N. K. Denzin and Y. S. Lincoln, *Handbook of qualitative research*, N. K. Denzin and Y. S. Lincoln, Eds. Sage Publications, Inc, 1994, vol. xii.
- [48] B. Munarriz, *Técnicas y métodos en Investigación cualitativa*. Universidade da Coruña, 1992. [Online]. Available: <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/8533>
- [49] Formularios de Google: crea y analiza encuestas de forma gratuita. Last visited: 2016-01-03. [Online]. Available: <https://www.google.es/intl/es/forms/about/>
- [50] Focus group - wikipedia, the free encyclopedia. Last visited: 2016-02-17. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Focus_group
- [51] Human Computer Interaction - brief intro. Last visited: 2016-01-07. [Online]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/human-computer-interaction-brief-intro>
- [52] S. Oviatt and P. Cohen, "Perceptual user interfaces: multimodal interfaces that process what comes naturally," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 3, pp. 45–53, 2000.
- [53] N. Sarter, "Multimodal information presentation: Design guidance and research challenges," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 36, no. 5, pp. 439–445, 2006.
- [54] Fast-paced Introduction to Android Internals. Last visited: 2016-01-10. [Online]. Available: <http://www.slideshare.net/hamiltont/fastpaced-introduction-to-android-internals>

- [55] Dropbox - Iniciar sesión. Last visited: 2016-02-07. [Online]. Available: <https://www.dropbox.com/>
- [56] Google Drive, almacenamiento en la nube, copias de seguridad de fotos, documentos y mucho más. Last visited: 2016-02-06. [Online]. Available: <https://www.google.es/intl/es/drive/>
- [57] Sharelatex, the Online LaTeX Editor. Last visited: 2016-02-08. [Online]. Available: <https://es.sharelatex.com/>
- [58] Eclipse.org - Juno Simultaneous Release. Last visited: 2016-01-03. [Online]. Available: <https://eclipse.org/juno/>
- [59] JSONLint - The JSON Validator. Last visited: 2016-01-03. [Online]. Available: <http://jsonlint.com/>
- [60] Download Visual Paradigm Community Edition. Last visited: 2016-01-03. [Online]. Available: <http://www.visual-paradigm.com/download/community.jsp>
- [61] Tiny png - Compress PNG images while preserving transparency. Last visited: 2016-02-09. [Online]. Available: <https://tinypng.com/>
- [62] Android 6.0 changes | Android Developers. Last visited: 2016-01-08. [Online]. Available: <http://developer.android.com/intl/es/about/versions/marshmallow/android-6.0-changes.html>
- [63] Precios Coworking Café Valladolid - Espacio de trabajo, alquiler de salas y despachos. Last visited: 2016-03-03. [Online]. Available: <http://www.coworkingcafe.es/tarifas-espacios-coworking-valladolid/>
- [64] Bing, búsqueda de imágenes. Last visited: 2016-02-09. [Online]. Available: <https://www.bing.com/?scope=images>
- [65] Acerca de Google. Last visited: 2016-01-08. [Online]. Available: <https://www.google.es/intl/es/about/>
- [66] Internet engineering task force (IETF). Last visited: 2016-01-08. [Online]. Available: <https://www.ietf.org/>
- [67] Funciones de los servicios de juegos de Google Play - Ayuda de Developer Console. Last visited: 2016-01-08. [Online]. Available: <https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/2990418?hl=es>
- [68] The Google app – Voice Search, Answers and Assistance. Last visited: 2016-01-08. [Online]. Available: <https://www.google.com/search/about/>
- [69] Welcome! - the Apache HTTP Server Project. Last visited: 2016-02-09. [Online]. Available: <https://httpd.apache.org/>
- [70] rfc4646. Last visited: 2016-02-03. [Online]. Available: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4646.txt>

- [71] Play Games Services - Google Developers. Last visited: 2016-01-09. [Online]. Available: <https://developers.google.com/games/services/>
- [72] Json web oficial en castellano. Last visited: 2016-02-03. [Online]. Available: <http://www.json.org/json-es.html>
- [73] D. Escudero-Mancebo, E. Cámara-Arenas, C. Tejedor-García, C. González-Ferreras, and V. Cardenoso-Payo, "Implementation and test of a serious game based on minimal pairs for pronunciation training," *SLaTE-2015*, pp. 125–130, 2015.
- [74] C. Tejedor-García, V. Cardenoso-Payo, E. Cámara-Arenas, C. González-Ferreras, and D. Escudero-Mancebo, "Playing around minimal pairs to improve pronunciation training," *IFCASL*, 2015.
- [75] Programa PROMETEO - Fundación General Universidad de Valladolid. Last visited: 2016-03-03. [Online]. Available: <http://funge.uva.es/innovacion/tcue/programa-prometeo/>
- [76] Worldwide mobile app revenues 2020 - Statistics. Last visited: 2016-02-02. [Online]. Available: <http://www.statista.com/statistics/269025/worldwide-mobile-app-revenue-forecast/>
- [77] Curso gratis de Estrategia Empresarial Básico - El Análisis Sectorial. Last visited: 2016-02-03. [Online]. Available: <http://www.aulafacil.com/cursos/120760/empresa/estrategia/estrategia-empresarial-basico/el-analisis-sectorial>
- [78] Business Model Canvas - Wikipedia, the free encyclopedia. Last visited: 2016-02-03. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Business_Model_Canvas
- [79] Alex Osterwalder. Last visited: 2016-02-07. [Online]. Available: <http://alexosterwalder.com/>
- [80] Value proposition - Wikipedia, the free encyclopedia. Last visited: 2016-02-06. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Value_proposition
- [81] Idc, Smartphone OS Market Share 2015, 2014, 2013, and 2012. Last visited: 2016-02-08. [Online]. Available: <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>
- [82] SWOT analysis - Wikipedia, the free encyclopedia. Last visited: 2016-02-03. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/SWOT_analysis

