UCAB Universidad Católica ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

JUEGO PARA DISPOSITIVOS MÓVILES ORIENTADO AL APRENDIZAJE DEL LENGUAJE MUSICAL.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN INFORMÁTICA

REALIZADO POR	AMORÍN MARTÍNEZ, Juan P.
	CERMEÑO SALCEDO, Lawrence
PROFESOR GUÍA	BENAL VERA, Roquefélix
FECHA	Octubre, 2014

UCAB Universidad Católica ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

JUEGO PARA DISPOSITIVOS MÓVILES ORIENTADO AL APRENDIZAJE DEL LENGUAJE MUSICAL.

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo, ha evaluado su contenido con el resultado: 16

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: **Omar Hernández**	Nombre: **Marcos Salazar**	Nombre: **Roquefélix Benal**

REALIZADO POR	AMORÍN MARTÍNEZ, Juan P.
	CERMEÑO SALCEDO, Lawrence
PROFESOR GUÍA	BENAL VERA, Roquefélix
FECHA	Octubre, 2014

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, Belkis que en paz descanse y Lorenzo, a mi hermano Kevin, a mi tío Franklin, a mi amada esposa Joreliz y a todas aquellas personas que de algún modo han sido la inspiración para seguir adelante.

Lawrence Anthony Cermeño Salcedo

Dedicado a todas aquellas personas que de alguna forma sienten pasión por la música, a aquellas que le han entregado parte de su vida y a mis profesores y compañeros músicos que me han acompañado por el maravilloso camino de la música.

Juan Pablo Amorín Martínez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios, por habernos dado la fortaleza espiritual que necesitamos para ser capaces alcanzar nuestras metas y lograrlas con éxito.

Agradecemos a nuestros padres, por brindarnos la oportunidad de estudiar la carrera que deseamos, en la universidad que soñamos, les agradecemos por querernos y motivarnos en todo momento, sin importar las circunstancias.

Agradecemos a nuestros amores, Joreliz y Donna, mujeres excepcionales que tuvimos la suerte de conseguir en nuestras vidas y la fortuna de que hayan decidido compartir la suya con nosotros, les agradecemos por apoyarnos de formas que no esperamos pero formas que nos llenan de fortalezas en momentos de debilidades.

Agradecemos a nuestros hermanos y demás familiares, por formar parte nuestra vida y enorgullecerse por nuestros logros conseguidos. Agradecemos a nuestros amigos, por mantenernos alegres en esos momentos donde necesitamos despejar la mente y retomar el aliento.

Agradecemos a nuestra Universidad Católica Andrés Bello, por medio de sus profesores nos brindaron los conocimientos y la experiencia necesaria que hicieron posible construir unos cimientos fuertes para nuestra vida profesional. Agradecemos especialmente a Roquefélix Benal por haber sido uno de los apoyos más importantes durante el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA ..... **i**
AGRADECIMIENTOS ..... **ii**
ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... **iii**
SINOPSIS ..... **vii**

INTRODUCCIÓN **1**
CAPÍTULO I **2**
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **2**
1.1 Planteamiento del problema 2
1.2 Objetivos 3
1.2.1 Objetivo General 3
1.2.2 Objetivos Específicos 3
1.3 Alcance 4
1.4 Limitaciones 4
1.5 Justificación 5
CAPÍTULO II **6**
MARCO TEÓRICO **6**
2.1 Música 6
2.1.1 El lenguaje musical 7
2.1.2 Modelos metodológicos en la enseñanza musical 8
2.1.3 Música e Informática 11
2.2 Aprendizaje 11
2.3 Videojuegos y Aprendizaje 12
2.3.1 Aprendizaje Basado en Juegos Digitales 12
2.3.2 Videojuegos como herramientas de aprendizaje 13
2.4 Dispositivos móviles como herramientas de aprendizaje 14
2.4.1 m-learning 15
2.5 Diseño de interfaces gráficas 16

2.6 Herramientas y tecnologías 17
2.6.1 Smartphone 17
2.6.2 Tablet 18
2.6.3 iOS 18
2.6.4 Android OS 19
2.6.5 Eclipse 19
2.6.6 XCode 19
2.6.7 Java 20
2.6.8 Objective-C 20
2.6.9 MySQL-Base de Datos 21
2.6.10 SQLite – Base de Datos 21
2.6.11 .NET Framework 21
2.6.12 REST 22
2.6.13 Arquitectura Cliente-Servidor 22
2.6.14 Minijuego 23
CAPÍTULO III 24
MARCO METODOLÓGICO 24
3.1 SCRUM 24
3.1.1 Roles 25
3.1.2 Eventos 25
3.1.3 Artefactos 26
3.2 Justificación 26
3.3 Plan de desarrollo 27
3.4 Metodología Experimental 28
CAPÍTULO IV 29
DESARROLLO 29
4.1 Sprint 0: selección y pruebas de los motores de videojuegos. Definición de los criterios para el diseño de interfaces de usuario. Definición de la estructura del videojuego 29
4.1.1 Planificación 29
4.1.2 Diseño 30

4.1.3 Desarrollo....31
4.1.4 Pruebas....32
4.2 Sprint 1. Desarrollo del minijuego de conocimiento general. Desarrollo del repositorio de datos local – Base de Datos....33
4.2.1 Planificación....33
4.2.2 Diseño....34
4.2.3 Desarrollo....36
4.3 Sprint 2. Desarrollo de la estructura por niveles para los minijuegos de lectura y escritura del lenguaje musical y reconocimiento auditivo. Desarrollo de los minijuegos de lectura del lenguaje musical....37
4.3.1 Planificación....38
4.3.2 Diseño....38
4.3.3 Desarrollo....41
4.4 Sprint 3. Desarrollo de los minijuegos de escritura del lenguaje musical....44
4.4.1 Planificación....44
4.4.2 Diseño....44
4.4.3 Desarrollo....45
4.5 Sprint 4. Desarrollo de los minijuegos de reconocimiento auditivo....46
4.5.1 Planificación....47
4.5.2 Diseño....47
4.5.3 Desarrollo....48
4.6 Sprint 5. Desarrollo del sistema de logros y bonificaciones. Desarrollo del sistema de ranking. Implementación de la autenticación y publicación a través de la API de Facebook....50
4.6.1 Planificación....50
4.6.2 Diseño....51
4.6.3 Desarrollo....52
4.7 Sprint 6. Desarrollo del repositorio de datos del servidor. Desarrollo del servicio web para la sincronización de datos de perfil del jugador y la sincronización del ranking de la aplicación. Desarrollo del módulo de sincronización de la aplicación....54
4.7.1 Planificación....54
4.7.2 Diseño....55

4.7.3 Desarrollo 56
4.8 Sprint 7. Pruebas funcionales de la aplicación. Evaluación del aprendizaje a través del uso de la aplicación. 56
4.8.1 Diseño del Plan de Pruebas 57
4.8.2 Ejecución 57
4.8.3 Evaluación del aprendizaje 58
CAPÍTULO V 59
RESULTADOS 59
5.1 Resultados obtenidos en el desarrollo del videojuego. 59
5.2 Resultados de la evaluación de aprendizaje 61
CAPÍTULO VI 62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 62
6.1 Conclusiones 62
6.2 Recomendaciones 64
BIBLIOGRAFIA 66
GLOSARIO 69

SINOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado describe el desarrollo de un videojuego para dispositivos móviles orientado a la enseñanza del lenguaje musical. Esta aplicación contiene un conjunto de minijuegos diseñados para cubrir, de forma general, cuatro áreas importantes de este tema de estudio, como lo son: la lectura, escritura, reconocimiento auditivo y conocimientos de cultura general.

A través del desarrollo de esta aplicación se pretende adaptar el método didáctico de enseñanza musical y los modelos activos de enseñanza en función de dos paradigmas actuales de enseñanza que involucran el uso de las tecnologías de la información como son el aprendizaje basado en juegos digitales y el m-learning. El primero se enfoca en el uso de los videojuegos como medio para el aprendizaje apoyado en un elemento motivacional intrínseco de estos, mientras el segundo se enfoca en el uso de dispositivos móviles, haciendo énfasis en la posibilidad de trasladar los contextos de aprendizaje al contexto del alumno.

El videojuego, desarrollado para las plataformas móviles iOS y Android, se presenta como una nueva herramienta informática para la enseñanza de los principios fundamentales de la música, proponiendo una combinación de aprendizaje y diversión, y agregando el componente intrínseco motivacional de los videojuegos.

Esta aplicación permite poner al alcance de todos, los medios necesarios para dar inicio al aprendizaje de la música, pero de una manera amena y divertida.

INTRODUCCIÓN

El lenguaje musical es definido como el estudio teórico-práctico de los elementos que conforman la lingüística musical para la lectura e interpretación de la música de forma comprensiva (Faubel et al, 2009).

Aunque diversos estudios han demostrado que el aprendizaje del lenguaje musical resulta beneficioso en el desarrollo de las actividades cognitivas del ser humano (Sustaeta y Domínguez, 2004), muy pocas aplicaciones informáticas han sido desarrolladas para dicho fin.

Actualmente, con los avances y la masificación de la tecnología móvil, esta se presenta como una herramienta efectiva en el desarrollo de procesos de aprendizaje ya que permite al aprendiz el traslado a su entorno de los elementos que conforman el contexto de aprendizaje (Sharples et al, 2005).

Dentro de las categorías de aplicaciones móviles existentes, los videojuegos han tenido un importante impacto como herramientas de aprendizaje, basando el uso de estos en sus características intrínsecas motivacionales, las cuales a su vez producen un aumento en la motivación del aprendiz (Begg et al. 2005).

El presente Trabajo Especial de Grado se enfoca en proveer una herramienta informática que permita al usuario aprender los conceptos básicos del lenguaje musical, basados en el modelo activo de Decroly aplicado a la enseñanza musical, y en base al Nivel I del Curso Completo de Teoría de la Música desarrollado por la profesora Vanessa Cordantonopulos (2002).

Se propone entonces un juego para dispositivos móviles conformado por un conjunto de minijuegos estructurados en niveles y a través de los cuales se pretende enseñar a un nivel básico los fundamentos de la lectura y escritura del lenguaje musical, así como el reconocimiento de patrones rítmicos y melódicos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La música es tan antigua como el hombre, sin embargo, su enseñanza ha estado limitada en su mayoría a aquellas personas que tienen acceso a un recinto dedicado para esta actividad, ya sea una escuela o un conservatorio.

Según Castro (2008), la música ha evolucionado a lo largo de la existencia humana y ha trascendido convirtiéndose en un mecanismo esencial para la comunicación y el lenguaje y reforzando las funciones cerebrales; siendo además un lenguaje universal que permite unir a las personas independientemente de su lugar en el mundo.

Actualmente, existen pocas aplicaciones orientadas al aprendizaje o desarrollo de las habilidades musicales y la mayoría de estas se desarrollaron para computadoras de escritorio, siendo muy poca su presencia en el campo de las aplicaciones para móviles.

Como indica Zambrano (2009), la aparición de los dispositivos móviles y la posibilidad de llevarlos consigo a todas partes ha dado pie a su utilización como herramienta de enseñanza y aprendizaje, conocido esto como m-learning.

Por otra parte, el uso de juegos en el proceso de enseñanza incrementa su popularidad paulatinamente. El objetivo del uso de videojuegos es incrementar la motivación del alumno lo cual es una de las claves del aprendizaje autónomo (Martínez, 2011).

Se propone entonces el desarrollo de un videojuego como herramienta para el aprendizaje de la música.

Aun cuando existen herramientas destinadas para tal fin, estas solo cubren tópicos y niveles muy básicos y específicos en el área. Es el caso, por

ejemplo, de la herramienta Microsoft Instrumentos Musicales, desarrollada por Microsoft en 1992, la cual permitía adentrarse al mundo de la música a través del conocimiento de los instrumentos y el análisis de obras musicales; o la herramienta Música Maestro desarrollada en 1999 por Ubisoft la cual se orientaba al aprendizaje de la ejecución de la flauta dulce, o la herramienta EarMaster desarrollada desde 1996 por Earmaster Apps, un poco más avanzada, que permite realizar entrenamiento auditivo teniendo ya conocimientos musicales avanzados, entre otras.

Con este videojuego, orientado a cualquier persona capaz de manipular un dispositivo móvil y con capacidad auditiva normal, se pretende cubrir un programa global que sirva de base tanto para aquellas personas que deseen iniciar estudios musicales así como para cualquier persona con interés en el área, permitiendo en cierta medida aprender tanto la escritura y lectura del lenguaje música así como el entrenamiento auditivo y rítmico además de conocimientos generales relacionados a la historia de la música, pero de una manera divertida y amena de forma que los usuarios se vean motivados a continuar con el aprendizaje a través de la aplicación.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar un juego para dispositivos móviles orientado al aprendizaje del lenguaje musical.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar los niveles y minijuegos para la aplicación móvil.
- Desarrollar las estructuras adecuadas para el almacenamiento de datos.
- Desarrollar el uso de API´s para la integración con redes sociales.
- Desarrollar un *web service* para el almacenamiento de perfiles de usuario y sincronización con el dispositivo móvil.

- Desarrollar una estrategia de bonificaciones y recompensas para los usuarios.
- Desarrollar un sistema de puntuaciones y *ranking*.

1.3 Alcance

- La aplicación tendrá 4 tipos de minijuegos que cubrirán los siguientes tópicos: lectura, escritura, entrenamiento auditivo y conocimientos de cultura general.
- El juego contará con un mapa de recorrido lineal que permitirá ir avanzando con un aumento progresivo de la dificultad a través de los distintos minijuegos.
- El juego permitirá la publicación de avances y puntuaciones a través de las redes sociales.
- La aplicación contará con una estrategia de bonificaciones a través de ranking y puntuaciones que permitirá a los usuarios obtener beneficios, durante el recorrido en el mapa.
- La herramienta contará con un *web service* basado en REST que permitirá a los usuarios la sincronización a través de su perfil con cualquier dispositivo móvil.

1.4 Limitaciones

- El juego contará con al menos 50 minijuegos que permitirán poner en práctica lo aprendido durante el transcurso de los niveles.
- El juego solo podrá ser utilizado en *smartphones* y *tablets* con sistema operativo iOS y Android.
- Solo se podrán publicar avances y puntuaciones de manera opcional a través de Facebook.
- El juego contará con 2 versiones: una para *smartphones* y una para *tablets*.

- La sincronización del usuario a partir del *web service* se realizará a través de *OAuth* utilizando para ello su perfil de Facebook.

1.5 Justificación

Motivado a la carencia de herramientas de software que comprendan todo lo que rodea los procesos de enseñanza y aprendizaje con respecto al ámbito de la música, se presenta la necesidad de realizar un proyecto que permita suplir este déficit, por medio de una forma didáctica e interactiva, características que se ajustan perfectamente a un aplicativo móvil de videojuego, que exponga de forma amigable y sencilla los fundamentos básicos de cuatro (4) áreas de estudio esenciales en un conservatorio musical: escritura, lectura, audición e historia.

Para cubrir esta necesidad se plantea desarrollar un juego para dispositivos Android y iOS, orientado al aprendizaje musical, estructurado en cuatro (4) áreas con un *pool* de minijuegos cada una, esto así, para generar la motivación de aprender mientras se está jugando, además se permitirá compartir a través de redes sociales las puntuaciones y logros obtenidos, funcionalidades que serán incentivos para el aprendizaje musical.

La implementación del juego se realizará en las dos (2) plataformas móviles más populares de la actualidad, con el fin de hacer más fácil su acceso y distribución entre todos los interesados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los conceptos que sustentan el desarrollo del proyecto. Se comienza explicando los conceptos básicos referentes al lenguaje musical, cuyo entendimiento se hace necesario para la comprensión de los objetivos del proyecto. Luego se explican los conceptos referentes al aprendizaje, modelos metodológicos de enseñanza, y aprendizaje basado en videojuegos y aplicaciones móviles, fundamentales para la comprensión de la naturaleza y estructura de la solución. Finalmente, se describen detalladamente las herramientas y tecnologías utilizadas para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación.

2.1 Música

Según Castro (2008), la música ha estado presente a lo largo de la evolución del ser humano, teniendo presencia a nivel social, educativo, cultural, terapéutico, entre otros. La música es además importante y eficaz en el funcionamiento cerebral, siendo además una forma de comunicación.

Puede además servir como herramienta para fortalecer la creatividad, sensibilidad y el desarrollo intelectual, permitiendo el enriquecimiento de la personalidad y propiciando así la creación de un ser humano integral.

Como señalan Sustaeta y Domínguez (2004), el ámbito de la educación se ha ido ampliando con el uso de la tecnología y la educación musical no debe quedarse atrás. En el transcurso del tiempo, la tecnología ha aumentado su presencia en las aulas produciendo una transformación en el sistema educativo (Cabrera 2009).

2.1.1 El lenguaje musical

A continuación se presentarán una serie de conceptos musicales, fundamentales para la comprensión del lenguaje musical, los cuales son abordados más ampliamente en el libro Curso Completo de Teoría de la Música (Cordantonopulos, 2002):

- Música: es el arte de combinar los sonidos de manera sucesiva y simultánea y representa los sonidos en un sistema.
- Ritmo: se refiere a la producción de sonidos en el tiempo guiados por un pulso a intervalos constantes y regulares.
- Pentagrama: es un conjunto de cinco (5) líneas y cuatro (4) espacios donde se escriben las notas y demás signos musicales. En el Apéndice FI-27 se puede observar la representación del pentagrama y su estructura.
- Notas: se refieren a la representación de los sonidos en el pentagrama. En el Apéndice FI-28 puede observarse la representación de las notas musicales en el pentagrama.
- Clave: es el primer signo escrito en un pentagrama y según el cual reciben su nombre las notas. En el Apéndice FI-29 puede observarse la representación de la clave en el pentagrama.
- Figuras: son siete (7) y representan la duración del sonido en el tiempo. La duración de cada figura estará determinada por el pulso rítmico según el compás en la que se presente. En el Apéndice FI-30 pueden observarse los nombres de cada figura y su representación.
- Puntillo: es un punto que se coloca al lado derecho de la figura indicando que esta debe aumentar en la mitad de su valor original.
- Silencios: simbolizan la ausencia de sonido en el tiempo. Al igual que las figuras, la duración del silencio estará determinada por el pulso rítmico según el compás en el cual se presente. Cada silencio

corresponde a cada una de las siete (7) figuras musicales y su representación puede observarse en el Apéndice FI-30.

- Compases: dan orden a la música. Dividen al pentagrama en casillas con una cantidad determinada de pulsos o tiempos asignando la lógica rítmica. Cada compás de representa como una fracción, con el numerador representando el número de pulsos y el denominador representando la figura que llenará el tiempo de un pulso. La figura cuya duración completa la totalidad de tiempos de un compás se conoce como unidad de compás, mientras la que completa un único tiempo se conoce como unidad de tiempo. En el Apéndice FI-31 puede observarse la representación de un compás 4/4 y su estructura.

2.1.2 Modelos metodológicos en la enseñanza musical

A continuación se describirán los modelos metodológicos de enseñanza musical usados como referencia y que son adaptados en función de lograr la enseñanza del lenguaje musical a través de la solución propuesta.

2.1.2.1 El método en la enseñanza musical

En el ámbito de la historia de la enseñanza musical, la palabra método hace referencia a la enseñanza instrumental y del solfeo a través de la presentación de una serie de conceptos y ejercicios ordenados con una dificultad creciente. Este concepto plantea la comprensión de la materia desde un enfoque de tipo incremental, ya que cada elemento nuevo se agrega a los anteriores en función de construir elementos complejos. (Jorquera, 2004).

2.1.2.2 Los Modelos Didácticos

Según Pont (citado por Jorquera, 2004), los modelos didácticos son las herramientas utilizadas por profesores e investigadores para la

construcción del cuerpo de conocimiento relacionado a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estos modelos se caracterizan por:

- Simular la realidad o un aspecto concreto de la misma.
- Son tentativos.
- Deben ser adaptables.
- Son modificables y por tanto pueden ser optimizados.
- Pueden contribuir a organizar la acción tanto investigadora como de actuación en el aula.
- Son evaluables.
- Los modelos son producto de actividad científica o reflexión.

Según Jorquera (2010), los modelos de acción didáctica pueden clasificarse según las siguientes categorías:

- Modelos clásicos: centrados en el dialogo y las preguntas por parte del profesor y la ventaja de la interacción constante con este.
- Modelos activos: atribuyen una mayor importancia a la participación del alumno de manera que él mismo comprenda la materia realizando actividades creativas y destacándose en el descubrimiento.
- Modelos racional-tecnológicos: tienen su base en el cartesianismo y se basan en la pedagogía por objetivos. Se caracterizan por el análisis minucioso de la materia a enseñar y un procedimiento extremadamente sistemático.
- Modelos mediacionales: se basan en los procesos que intervienen entre estímulos y respuestas. Se toman en cuenta los procesos internos tanto del alumno como del profesor por lo que la actividad didáctica se genera de la interacción entre estos.
- Modelos contextuales: incluye los elementos de los modelos anteriores pero además incluye los factores contextuales sociales, culturales e institucionales.

A continuación se describen los modelos activos, los cuales forman la base del modelo metodológico de enseñanza adaptado al desarrollo de este proyecto.

2.1.2.3 Modelo Didáctico Activo

El modelo didáctico activo comenzó a ejercer influencia en las tendencias educativas a partir del siglo XIX y tiene como principio la participación activa del alumno en su propio aprendizaje (Jorquera, 2010).

Según Pont (citado por Jorquera, 2004), los modelos activos se basan en la experimentación a través de la acción aprovechando la espontaneidad y la curiosidad potenciándola a través del juego, el trabajo o el arte. Estos modelos promueven también la capacidad de autoformación y la posibilidad de gestionar de manera autónoma los intereses y motivaciones.

Uno de los modelos activos que continúa teniendo presencia y vigencia y que es referencia para la didáctica musical, es el modelo de Decroly. Según Jorquera (2004), este modelo presenta cuatro (4) niveles que en su conjunto conformarán la actividad didáctica:

- Nivel personal: hace referencia a la dimensión individual y social del alumno, y la relación de este con su entorno a partir de sus propias capacidades.
- Nivel generador: hace referencia a las necesidades del alumno, ya que estas serán las que guíen sus acciones y de las que se derivarán los centros de interés.
- Nivel de facilitación didáctica: se refiere al rol orientador del profesor, el cual establece las actividades y materiales a ser enseñados, en unidades didácticas globales.
- Nivel de actividad del alumno: se relaciona con cómo se genera la actividad didáctica a partir del juego y de la actividad espontánea.

2.1.3 Música e Informática

Actualmente se hace necesaria y es innegable la participación de la informática en el proceso de creación de la música. Este uso de la informática en el ámbito musical se conoce como informática musical (Uña, 2011). Gracias a las tecnologías de la informática, la comunicación e información musical se ha visto ampliada a través del tiempo, proporcionando nuevas herramientas y técnicas de trabajo inherentes al uso del computador. Hoy en día, herramientas como editores de partituras, secuenciadores y editores de audio, han permitido incluir la informática en la creación musical, tanto a nivel básico como a nivel profesional.

2.2 Aprendizaje

El aprendizaje es definido como un cambio en la conducta en una situación dada, producto de la experiencia. Sin embargo, la ocurrencia de la conducta en sí misma no es suficiente. Para que un cambio en la conducta sea considerado como aprendizaje, debe constatarse que este cambio ocurrió a través del tiempo y no de manera fortuita y que este cambio es permanente. Además, como la misma definición lo señala, el cambio debe ser producto de la experiencia del sujeto (Cañoto et al, 2011).

Es posible entonces determinar la existencia de aprendizaje en una o varias personas, en este caso, en referencia al cambio en el conocimiento adquirido respecto a la música, a través de los instrumentos diseñados para tal fin.

De esta manera, el cambio en la conducta vendría dado por un aumento en los conocimientos teóricos y prácticos producto de la experiencia en el uso de una herramienta de enseñanza, y el uso de estos conocimientos determinará en última instancia la existencia del aprendizaje.

2.3 Videojuegos y Aprendizaje

Uno de los métodos de mayor aceptación y con resultados plausibles en cuanto al aprendizaje ha sido el uso de videojuegos. Estos nos permiten el aprendizaje de pasos, reglas, niveles y movimientos (Cerna y Gonzales, 2010).

El videojuego se define como un software o aplicación que permite la manipulación de imágenes para simular juegos en un computador, televisor o dispositivo con los mandos apropiados (RAE, 2008).

Martínez (2011) señala que el uso de videojuegos como herramienta de enseñanza ha ido incrementándose paulatinamente, ya que estos permiten aumentar la motivación del aprendiz, lo cual es clave para el aprendizaje autónomo.

Los videojuegos están cambiando nuestra forma de pensar, pero estos no están diseñados para sustituir al salón de clases, sino para crear nuevas formas de aprendizaje bajo distintos contextos que permitan ampliar los conocimientos adquiridos a través del aprendizaje tradicional (Gee, 2005).

2.3.1 Aprendizaje Basado en Juegos Digitales

El Aprendizaje Basado en Juegos Digitales (DGBL, por sus siglas en inglés), hace referencia al uso de videojuegos en la educación utilizándolos como una manera de introducir contenidos del currículo académico (Begg et al, 2005).

DGBL es un paradigma de aprendizaje que, según Prensky (2006), se basa en dos premisas clave:

1. Los aprendices están cambiando de manera fundamentalmente importante. La introducción de la tecnología digital ha cambiado sustancialmente las formas de aprender y de pensar de las personas.

2. Los videojuegos pueden motivar a los estudiantes a aprender. Actualmente, las personas gastan una importante parte de su tiempo en el uso de videojuegos, por lo que estos pueden convertirse en una importante fuente de motivación para el aprendizaje.

A través del DGBL se trata de cautivar y enganchar al usuario para un propósito específico, el cual puede ser el aprendizaje de una nueva habilidad, o la comprensión de nuevas situaciones en diferentes contextos (Corti, 2006).

La diferencia principal entre el DGBL y el aprendizaje tradicional, según Prensky (2006), es que en este último la motivación proviene de factores externos, mientras que en el DGBL el aprendizaje es intrínseco al videojuego.

2.3.2 Videojuegos como herramientas de aprendizaje

Tempranamente, en 1981, Malone (citado por Ritterfeld, 2005) señalaba tres factores clave de la motivación intrínseca de los videojuegos: reto, fantasía y curiosidad. El reto se construye a través de restricciones, reglas o comparación con los resultados de otros jugadores. La fantasía se refiere al involucramiento cognitivo y emocional que implica el uso del juego y la posibilidad de recrear situaciones que no son posibles en la vida real. La curiosidad se divide en curiosidad sensorial y curiosidad cognitiva, dependientes de la interfaz del juego y de la narrativa respectivamente.

Prensky (2006), señala que muchos de los videojuegos que se venden como herramientas de aprendizaje realmente no son videojuegos o tienen muy poco en común con juegos que logran atraer la atención de los usuarios, perdiendo su capacidad motivacional. Muchas veces, estos juegos sacrifican la diversión eliminando de esta manera uno de los más importantes elementos motivacionales.

Oblinger (2006), menciona cinco características que permiten utilizar los videojuegos como herramientas de aprendizaje:

1. Social: los videojuegos son ambientes sociales que incluso pueden llegar a involucrar comunidades de jugadores.
2. Investigación: al entrar al juego, el usuario recuerda lo aprendido para aplicarlo según se requiera.
3. Solución de problemas: Saber que técnicas o información utilizar en diversas situaciones permite mayor éxito en la solución de problemas.
4. Transferencia: los videojuegos requieren transferir experiencias de distintas situaciones y contextos de la vida diaria.
5. Experiencia: los juegos en sí mismos son una experiencia, y la experiencia propicia el aprendizaje. Para cada acción hay una reacción.

Sin embargo, uno de los principales problemas a la hora de diseñar videojuegos como herramientas de aprendizaje es que estos, a diferencia de los videojuegos orientados solo al entretenimiento, están limitados en función del contenido a enseñar ya preestablecido. El éxito del juego estará entonces en función del equilibrio que presente entre la experiencia de juego agradable y divertida, y el contenido propio establecido para la enseñanza, lo cual puede expresarse como un proceso bidimensional (Prensky, 2006).

2.4 Dispositivos móviles como herramientas de aprendizaje

A través de los años, el uso de dispositivos móviles ha ido aumentando exponencialmente, inundando el mercado con una gama de productos con diversas funcionalidades para todos los usuarios. Estos dispositivos pueden servir como soporte al proceso de enseñanza ya que permiten ser llevados a cualquier lugar permitiendo así una continuidad del aprendizaje en cualquier momento y lugar, lo cual se conoce como *m-learning* (Martínez, 2011).

2.4.1 m-learning

Este paradigma se basa en que las personas estamos en constante movimiento a través del tiempo y el espacio, y por lo tanto, sería posible que el aprendizaje pueda moverse junto con las personas a través de diferentes momentos y contextos (Sharples et al, 2005).

Sharples et al (2005), señalan seis hallazgos comunes en las investigaciones realizadas sobre m-learning:

- Es el aprendizaje lo que se mueve, no la tecnología: las personas pueden llevar el aprendizaje a cualquier contexto adaptando la tecnología disponible.
- El aprendizaje se solapa con otras actividades del día a día: el aprendizaje difícilmente puede ser separado de las actividades de la vida cotidiana. Incluso, algunas actividades del día a día implican la ocurrencia de aprendizaje.
- El aprendizaje se puede generar a partir de metas: el aprendizaje puede generarse de manera espontánea a partir de la necesidad de solucionar un problema para alcanzar una meta.
- El control del aprendizaje es distribuido: el foco de aprendizaje puede expandirse a través de las personas y las herramientas disponibles, más allá del salón de clases.
- El contexto de aprendizaje se construye a través de la interacción: el aprendizaje es una entidad dinámica que se construye a través de la interacción con otras personas y el contexto en que se presenta.
- El m-learning puede complementar y entrar en conflicto con la educación formal: las personas pueden expandir el espacio de aprendizaje, sin embargo, las herramientas de aprendizaje también podrían convertirse en distractores.

2.5 Diseño de interfaces gráficas

En cuanto a los criterios de diseño de interfaces gráficas, fueron consultados varios expertos en la materia, y en base a su criterio profesional y la bibliografía recomendada por los mismos, se decidió la utilización de las siguientes reglas y criterios:

- Reglas de oro de Shneiderman (citado por Luzardo, 2009):
  - Consistencia: en situaciones similares se deben requerir acciones consistentes para lograr que el usuario se familiarice con los procesos.
  - Accesos directos para usuarios entrenados y frecuentes: funciones que permitan reducir el número de interacciones e incrementar el ritmo de acción.
  - Retroalimentación informativa: para cada acción efectuada debe haber una retroalimentación al usuario.
  - Diálogos de diseño para producir el cierre: secuencias de acciones organizadas con principio, mitad y final.
  - Prevención de manejo de errores: si ocurre un error, el sistema debe ofrecer un manejo para el mismo.
  - Locus de control: los usuarios deben ser los iniciadores de la acción de manera que el sistema responda a sus acciones.

- Bloques Constructivos de diseño de interfaz visual (Vera, 2013).
  - Forma: deben usarse objetos basados en formas básicas tales como cuadrados, círculos, o triángulos.
  - Tamaño: los objetos de mayor tamaño permiten llamar más rápidamente la atención.
  - Valor: la luminosidad del objeto respecto al fondo influirá de forma notoria en la percepción del mismo.

- Tono: el color debe usarse con juicio de manera que no se abrume al usuario y que al mismo tiempo sea estético.
- Orientación: la orientación del objeto debe usarse como refuerzo visual.
- Textura: hace referencia a la textura visual. Elementos rugosos o con ranuras pueden ser arrastrados y elementos con sombra pueden ser pisados.
- Posición: se deben alinear los elementos de arriba abajo y de izquierda a derecha en función de sus importancia.

Se definieron también los siguientes principios de diseño:

- Crear jerarquías a través de las propiedades visuales de los objetos: se pueden agrupar objetos en función de sus propiedades.
- Establecimiento de una estructura visual: la utilización de tablas y grillas permiten mantener una organización sistemática de los elementos.
- Uso de imágenes consistentes y adecuadas al contexto: los íconos e imágenes deben presentarse de manera consistente en función del contexto de la aplicación.
- Integración entre estilo y función: las consideraciones estéticas no deben interferir con la funcionalidad de los elementos de la interfaz.
- Evitar el ruido visual: no se debe sobrecargar la interfaz con exceso de imágenes o información que distraiga del objetivo principal.

2.6 Herramientas y tecnologías

2.6.1 Smartphone

El *smartphone* (teléfono inteligente en español) es un teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil y con la capacidad de llevar a cabo funciones propias de una computadora integrando además las

funciones propias de un teléfono móvil convencional (Castillo y Fernández, 2014).

Estos dispositivos pueden conectarse a través de internet por Wi-Fi, una red GSM o *Bluetooth* y entre sus funciones se encuentran el envío y almacenamiento de correo electrónico, mensajería, administración de contactos, navegación por internet, juegos interactivos y la posibilidad de instalar y ejecutar aplicaciones.

2.6.2 Tablet

Una *tablet* (tableta en español), es un dispositivo móvil que cuenta con las funciones de una computadora en la que el teclado es sustituido por una pantalla táctil a través de la cual se lleva a cabo la interacción por parte usuario (Custodia et al, 2014).

Estos dispositivos suelen ser de mayor tamaño que un *Smartphone* o una PDA y, al igual que estos, pueden conectarse a internet a través de Wi-Fi y en algunos casos a través de redes GSM. También a través de estos es posible la navegación por internet, envío y almacenamiento de correo electrónico, reproducción de archivos multimedia, gestión de eventos a través de calendario, y descarga e instalación de aplicaciones.

2.6.3 iOS

iOS es el sistema operativo desarrollado por Apple para ser ejecutado en sus dispositivos móviles iPod, iPhone y iPad. Este sistema operativo gestiona el uso del hardware del dispositivo y provee las tecnologías necesarias para la ejecución de aplicaciones nativas (Apple Inc., 2014).

Las aplicaciones para iOS deben ser desarrolladas utilizando el *iOS Software Development Kit* (SDK, por sus siglas en inglés) el cual contiene las herramientas necesarias para desarrollar, instalar, ejecutar y probar aplicaciones nativas en dispositivos móviles fabricados por Apple (Apple Inc., 2014).

2.6.4 Android OS

Android OS es un sistema operativo y una plataforma móvil basada en la versión 2.6 del *kernel* de Linux y actualmente desarrollado por Google bajo el nombre *Android Open Source Project* (Proyecto en Código Abierto Android, por sus siglas), que puede ser usado de forma gratuita tanto con fines comerciales como particulares. Es un sistema de código abierto, lo que otorga a los fabricantes de dispositivos la flexibilidad de adaptarlo a sus fines, y que permite a cualquier desarrollador la creación de aplicaciones y que estas sean compartidas de forma libre (Zechner y Green, 2012).

Las aplicaciones para Android se desarrollan utilizando el *kit* para desarrollo de software (SDK, por sus siglas en inglés) el cual se compone de un conjunto de herramientas y librerías que permiten desarrollar, compilar, depurar y empaquetar aplicaciones para Android OS (Zechner y Green, 2012).

2.6.5 Eclipse

Eclipse es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) desarrollado en Java y de código abierto, el cual integra un conjunto de herramientas y paquetes de software denominados *plugins*, los cuales permiten desarrollar software en la mayoría de los lenguajes de programación existentes. Este entorno de desarrollo puede ser utilizado en cualquier plataforma capaz de ejecutar una máquina virtual de Java (Eclipse Foundation, 2014).

2.6.6 XCode

Xcode es un entorno de desarrollo integrado el cual se utiliza para desarrollar aplicaciones para dispositivos fabricados por Apple y provee todas las herramientas para gestionar el flujo de trabajo del desarrollo de las mismas. Este entorno de desarrollo permite desarrollar aplicaciones en el lenguaje Objective-C y entre sus características se encuentra la edición

asistida de código, construcción de interfaces a través de herramientas de diseño, depuración integrada, pruebas e integración continua, control de versiones, documentación integrada y distribución de aplicaciones (Apple Inc., 2014).

2.6.7 Java

Java es un lenguaje de programación desarrollado por Sun Microsystems (absorbida actualmente por Oracle), el cual permite desarrollar aplicaciones utilizando los conceptos propios del paradigma de programación orientada a objetos, tales como objeto, clase, métodos, herencia, encapsulamiento, polimorfismo, entre otros. Este lenguaje se presenta como una evolución del lenguaje C++, promoviendo la escritura de código seguro a través de la eliminación del manejo de apuntadores y la gestión dinámica de memoria (López, 2007).

Los programas desarrollados con Java son multiplataforma ya que una vez compilados, estos pueden ejecutarse en cualquier computador a través de una herramienta conocida como máquina virtual (Deitel y Deitel, 2004).

2.6.8 Objective-C

Objective-C es el lenguaje desarrollado por StepStone y NEXTSTEP y luego adoptado por Apple para el desarrollo de aplicaciones para iOS y Mac OS X, basado en el lenguaje C pero capacitado para el desarrollo orientado a objetos y una ejecución dinámica. Objective-C provee todas las características del lenguaje C y añade la sintaxis para la definición de clases y métodos (Apple Inc., 2014).

Objective-C es un lenguaje compilado el cual utiliza el compilador GNU gcc, y aunque se encuentra liberado bajo licencia GPL, solo puede ser compilado a través del compilador provisto con el sistema operativo Mac OS X (Clair, 2010).

2.6.9 MySQL-Base de Datos

Es un software gestor de bases de datos relacionales de código abierto desarrollado por MySQL AB y que actualmente pertenece a Oracle Corporation. Utiliza el lenguaje SQL (Structured Query Languaje) para la realización de consultas y transacciones en bases de datos relacionales (DuBois, 2009).

Elmasri y Navathe (2007) definen una base de datos como una colección de datos relacionados que se pueden almacenar y que tienen un significado implícito. Además, estos datos deben representar algún aspecto del mundo real, ser lógicamente coherentes con un significado inherente y tener un propósito específico.

2.6.10 SQLite – Base de Datos

SQLite es un paquete de software de dominio público, el cual provee un sistema manejador de base de datos. El lite que forma parte de su nombre hace referencia a su ligereza en cuanto a complejidad de configuración y uso de recursos. (Kreibich, 2010)

A diferencia de la mayoría de manejadores de base de datos, SQLite no requiere que se ejecute un proceso de servidor, sino que accede directamente a los archivos a través de librerías, lo cual reduce el proceso de configuración facilitando la creación de instancias de base de datos. Otra característica importante de SQLite es que puede ser integrada como parte de una aplicación como una librería particular.

2.6.11 .NET Framework

El *framework* .NET es una plataforma desarrollada por Microsoft y conformada por un conjunto de herramientas, lenguajes y tecnologías, las cuales proporcionan un ambiente para el desarrollo de aplicaciones *web.* La ejecución de estas aplicaciones en el servidor es dependiente de la plataforma, debiendo ser ejecutadas en un servidor IIS (*Internet Information*

Services, por sus siglas), mientras que las máquinas clientes pueden ejecutar la aplicación desde cualquier navegador *web* (Bath, 2008).

NET framework proporciona un ambiente de programación orientado a objetos y con la capacidad de ejecutar aplicaciones de manera local o remota, minimizar los conflictos entre versiones de la aplicación, promover la ejecución segura del código y proveer consistencia entre varios tipos de aplicaciones (Microsoft, 2014).

2.6.12 REST

REST (Representational State Transfer) es una arquitectura para el diseño de sistemas *web* definido por Roy Fielding a mediados del año 2000 y que está relacionado al protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol) aunque no de forma estricta (Pivotal Software, 2014).

Las aplicaciones basadas en REST, conocidas como aplicaciones RESTfull, deben seguir los siguientes principios:

- Fácil comprensión de la estructura de directorios a través de los identificadores de recursos.
- Representación de los objetos o atributos a través de JSON (JavaScript Object Notation) o XML (eXtensible Markup Language).
- Envío de mensajes a través del uso explícito de los métodos de HTTP.
- El servidor no debe guardar el estado de la interacción con el cliente.

2.6.13 Arquitectura Cliente-Servidor

Según Somerville (2006), es un modelo de sistema en el que este se organiza en función de un conjunto de servicios y sus servidores asociados, así como un conjunto de clientes que consumen dichos servicios.

Según el mismo autor, los principales componentes de este modelo son:

- Un conjunto de servidores que ofrecen servicios a otros subsistemas.

- Un conjunto de clientes que llaman a los servicios ofrecidos por los servidores y que suelen ser subsistemas en sí mismos.
- Una red que permite a los clientes el acceso a los servicios.

La ventaja principal de este modelo de arquitectura, es la capacidad de distribuir el procesamiento, haciendo un uso efectivo de los sistemas en red con procesadores distribuidos.

2.6.14 Minijuego

Según Baños et al (2013), los minijuegos son aquellos videojuegos de tamaño reducido, entendiéndose reducido como de corta duración y con una tarea específica, que se centran en un único concepto o habilidad concreta y que tienen como finalidad profundizar en el conocimiento del concepto y el dominio de la habilidad.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describirán los aspectos metodológicos que guiaron la realización de este Trabajo Especial de Grado. El ciclo de vida del proyecto estuvo guiado por los principios de la metodología ágil Scrum. Esta metodología permite abordar problemas complejos de manera adaptativa con el máximo valor productivo posible a través del desarrollo iterativo e incremental, y un mayor control de riesgos y predicción de tiempos (Schwaber y Sutherland, 2014). Adicionalmente, se presentan los fundamentos metodológicos del diseño experimental llevado a cabo para evaluar la ocurrencia o no de aprendizaje producto del uso de la aplicación.

3.1 SCRUM

Según Schwaber y Sutherland (2014), Scrum es un marco de trabajo utilizado para el desarrollo de productos complejos empleando varias técnicas y procesos, y se basa en la teoría de control de procesos empírica.

Los mismos autores señalan que Scrum está soportado bajo tres (3) pilares del control de procesos empírico:

- Transparencia: Los aspectos significativos del proceso deben ser visibles para todos los involucrados.
- Inspección: los involucrados en el proceso de desarrollo deben inspeccionar de manera frecuente los avances hacia el cumplimiento de un objetivo y sus variaciones.
- Adaptación: si se detecta una variación fuera de los límites aceptables, y se determina que el producto resultante no será aceptable, el proceso que se esté ejecutando debe ser reajustado.

3.1.1 Roles

Según Schwaber y Sutherland (2014), los roles de los miembros que conforman el equipo Scrum son los siguientes:

- El propietario del producto: es el responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del equipo de desarrollo. Es responsable de gestionar el *Product Backlog*, el cual es una lista que contiene los elementos a ser desarrollados en el transcurso de las iteraciones.
- El equipo de desarrollo: se refiere a todos los miembros responsables de la entrega de un incremento funcional del producto al final de cada iteración.
- Scrum Master: es el líder del equipo y es responsable de velar por que los procesos y las reglas de la metodología sean entendidos y cumplidos.

3.1.2 Eventos

Según Schwaber y Sutherland (2014), Scrum define una serie de eventos con el fin de maximizar la productividad evitando reuniones no definidas y promoviendo la inspección y la adaptación:

- *Sprint*: es un bloque de tiempo de un mes o menos al final del cual se obtiene un incremento funcional del producto y contiene a los demás eventos de Scrum. Una vez finalizado se da comienzo al siguiente.
- Reunión de Planificación: es una reunión de máximo ocho (8) horas durante la que los miembros del equipo Scrum determinan el trabajo a ser realizado durante el *sprint* y definen el incremento funcional esperado.
- Scrum Diario: es una reunión diaria de máximo quince (15) minutos, durante la cual el equipo de desarrollo planifica el trabajo a realizarse en las siguientes 24 horas en base a la inspección del trabajo ya finalizado.
- Revisión del *Sprint*: al final del *Sprint* se lleva a cabo una revisión para revisar el incremento funcional obtenido y hacer adaptaciones al *product backlog* de ser necesario.

- Retrospectiva de *Sprint:* es una reunión de máximo tres (3) horas, durante la cual el equipo Scrum se evalúa a sí mismo.

3.1.3 Artefactos

Schwaber y Sutherland (2014) definen los siguientes artefactos diseñados para maximizar la transparencia del trabajo y la información clave:

- *Product Backlog*: es una lista ordenada y dinámica que representa todos los requerimientos funcionales del producto.
- *Sprint Backlog*: esta lista contiene los requerimientos funcionales que serán desarrollados durante el *sprint* tomados del *Product Backlog*.
- Historias de usuario: contienen la descripción de cada requerimiento definido en el *Sprint Backlog*. Cada historia se pondera para determinar cuántas se pueden realizar en un *sprint* y se le asigna una prioridad.
- Incremento funcional: es el producto obtenido al final de cada *sprint* y debe contener los requerimientos definidos en el *Sprint Backlog*.

3.2 Justificación

Las metodologías ágiles incrementales se caracterizan por su flexibilidad y mayor control de riesgos. Particularmente Scrum, permite llevar a cabo la inspección constante lo cual permite responder rápidamente a los cambios y corregir posibles desviaciones sobre los objetivos planteados. Además, el establecimiento de marcos de tiempo a través de los *sprints* permite definir un margen de predictibilidad y minimizar el riesgo. Adicionalmente, la planificación de eventos permite maximizar la producción eliminando la ocurrencia de reuniones u otros eventos fuera del marco de trabajo establecido. En función de lo anteriormente mencionado, se decide el uso de Scrum, ya que permite maximizar la producción reduciendo los riesgos, obteniendo un producto de calidad al final de cada *sprint* con un margen predecible de tiempo.

3.3 Plan de desarrollo.

En función de los requerimientos definidos en el *product backlog*, el cual puede ser consultado en el Apéndice A, se dividió el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado en ocho (8) iteraciones, las cuales pueden ser consultadas en el Apéndice B. Se determinó una duración de cuatro (4) semanas para cada iteración durante las cuales se llevó a cabo el desarrollo de las historias de usuario siguiendo los principios y reglas de la metodología Scrum. Las historias de usuario se muestran en el Apéndice C.

Es importante destacar que en vista de que el presente proyecto se desarrolla en función del cumplimiento de una serie de objetivos específicos previamente definidos y que además carece de un propietario en particular, el tutor llevará a cabo los roles de propietario y de Scrum Master. En la Figura 1 puede observarse el ciclo de vida de la metodología Scrum adaptado al presente proyecto.

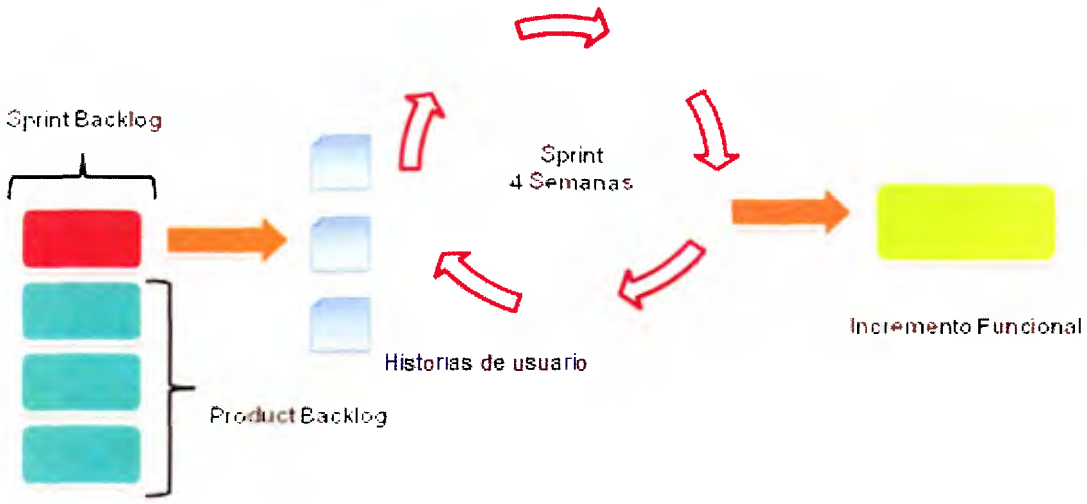

Figura 1. Ciclo de vida de la metodología Scrum
Adaptado de: Pressman, R. (2002). *Ingeniería de software: un enfoque práctico.* McGraw Hill.

3.4 Metodología Experimental.

Para evaluar la ocurrencia de aprendizaje a través de la utilización de la solución propuesta, se llevó a cabo un diseño cuasi-experimental pre y post-test sin grupo de control. Mediante este diseño, se trata de verificar un cambio midiendo a los sujetos antes y después de la experiencia con el videojuego tomando como variable dependiente el conocimiento del sujeto respecto al lenguaje musical.

El muestreo llevado a cabo fue un muestreo a conveniencia, el cual se caracteriza por no ser aleatorio, utilizando para ello sujetos según su disponibilidad al momento de llevar a cabo la evaluación (Morales, 2013).

Se emplearon modelos de evaluación diagnostica de tipo cuestionario para llevar a cabo las evaluaciones tanto en el pre-test como en el post-test. Estos instrumentos cuentan con una serie de preguntas en base a veinte (20) puntos, divididos de manera equitativa entre las categorías de enseñanza en las que se basa el videojuego y fueron diseñados en base al contenido del Nivel I del Curso Completo de Teoría de la Música (Cordantonopulos, 2001) y siguiendo los criterios presentados por Moriyama (citado por Corral, 2010) para la construcción de los test, los cuales se presentan a continuación:

- Razonable y comprensible.
- Sensible a variaciones del fenómeno.
- Con suposiciones básicas razonables e intuitivamente justificables.
- Con componentes claramente definidos.
- Derivado de datos factibles a obtener.

Para la evaluación de los resultados obtenidos se evaluó la magnitud del cambio a través de la diferencia de medias.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

En este capítulo se describen de manera detallada los pasos llevados a cabo durante los procesos de planificación, diseño, desarrollo e implementación del Trabajo Especial de Grado, el cual se dividió en ocho (8) *sprints* según se definió en el plan de trabajo en función de los procesos y reglas establecidas en la metodología Scrum. Cada *sprint* se llevó a cabo en función de un conjunto de historias de usuario, las cuales derivaron del *product backlog,* que sirvieron de guía para la planificación del proyecto

4.1 Sprint 0: selección y pruebas de los motores de videojuegos. Definición de los criterios de diseño y estructura del videojuego.

Durante esta iteración se evaluaron los motores de videojuegos para dispositivos móviles con el fin de seleccionar aquel o aquellos que permitieran llevar a cabo el desarrollo de la aplicación para las plataformas móviles seleccionadas. Se define la estructura del juego, la cual determinará en última instancia los modos y tipos de juego a desarrollar.

4.1.1 Planificación

Inicialmente se llevó a cabo una investigación para determinar los motores de juegos para dispositivos móviles con mayor uso y aceptación por parte de las comunidades de desarrolladores de videojuegos. Para ello se consultaron diversas páginas *web* especializadas en el área de desarrollo de videojuegos. La lista de las mismas puede consultarse en el Apéndice D.

Posteriormente, se llevó a cabo una investigación en base a la literatura especializada en diseño de videojuegos para recopilar y sintetizar los criterios utilizados actualmente y su adaptación a la aplicación desarrollada como parte de este Trabajo Especial de Grado.

4.1.2 Diseño

La elección del motor de videojuego es una parte fundamental ya que este proporcionará las herramientas que serán utilizadas para el desarrollo de la aplicación. Para determinar el motor de videojuego a utilizar, se llevó a cabo una investigación en los principales sitios *web* especializados en desarrollo de videojuegos, a partir de la cual se determinó que los motores de videojuego para dispositivos móviles de mayor uso y aceptación son: Unity, LimeJS, AndEngine, Cocos2D. Una vez seleccionados en primera instancia, se procedió a hacer pruebas sobre estos. La tabla comparativa de los motores de juego seleccionados puede verse en el Apéndice E.

Debido a la posibilidad que ofrece LimeJS para el desarrollo de aplicaciones multiplataforma, pudiendo además utilizar los recursos de *software* y *hardware* independientes de cada plataforma a través de librerías propias del motor, se decidió su utilización para el desarrollo del videojuego. Sin embargo, el mismo mostró no contar con las características de rendimiento adecuadas, mostrando un importante retraso en la presentación de imágenes y animaciones. Los indicadores de rendimiento de LimeJS en cada plataforma pueden observarse en el Apéndice F.

Por los motivos anteriormente mencionados, se decidió reemplazar LimeJS por AndEngine y Cocos2D para Android OS y iOS respectivamente. La elección de estos motores de videojuego implica el desarrollo de la aplicación de manera independiente y nativa para cada sistema, sin embargo se pudo constatar una ganancia importante en rendimiento, así como la posibilidad del uso directo de los recursos de software y hardware de cada plataforma.

Para determinar la estructura del videojuego en base a los criterios de diseño vigentes, se llevó a cabo una investigación documental tomando como base el libro *Fundamentals of Game Design* escrito por Ernest Adams (2014), en el que se describe de manera detallada los criterios sobre los cuales se basa el diseño de videojuegos actualmente.

Como resultado de esta investigación y en función de adaptar el método didáctico de la enseñanza musical y los niveles establecidos en el modelo activo de Decroly a los objetivos y funciones principales del videojuego, se definieron los siguientes aspectos:

- Niveles: Los minijuegos que formarán parte de la aplicación serán estructurados en función a niveles. De esta manera el contenido teórico-práctico del lenguaje musical puede ser enseñado de forma progresiva e incremental, tal como lo requiere el método didáctico de enseñanza.
- Tabla de puntajes: esta es simplemente una tabla cuyo propósito es hacer comparaciones del progreso entre usuarios. La función de esta tabla será fomentar la competencia, la cual actuará como un motivador en el uso del videojuego.
- Logros: su función es elevar el estatus del jugador en el sistema tras la obtención de los mismos lo cual también actuará como un motivador en el uso de la aplicación.
- Iniciación y ayuda: se debe contar con acciones que permitan darle al jugador una bienvenida al sistema, así como instrucciones sobre lo que debe hacer de forma guiada para que este se familiarice y aprenda sobre el uso de la aplicación.
- Vidas: servirán como sistema de conteo o de recolección y permitirán conformar las tablas de puntajes.
- Recompensas: su función es dar al usuario un estímulo positivo por el cumplimiento de un objetivo, lo cual actuará como motivador en el uso del videojuego. En iteraciones posteriores se explicará en detalle el proceso de desarrollo de las recompensas del videojuego.

4.1.3 Desarrollo.

Durante el desarrollo de esta iteración, se comenzó el diseño de los *sprites*, los cuales hacen referencia a los personajes y figuras que

combinados darán forma al videojuego. En base a los criterios de diseño de interfaces gráficas anteriormente mencionados se diseña la pantalla inicial del videojuego.

También fue determinado que el videojuego será de tipo *puzzle ya que* este tipo de videojuegos se enfocan en la resolución de problemas utilizando el razonamiento lógico, habilidades numéricas y espaciales, y permite presentar de manera lógica y metódica los conceptos a ser enseñados. De esta forma el videojuego estará conformado por un conjunto de minijuegos agrupados en niveles a través de los cuales se le presenta al jugador los conceptos musicales correspondientes a las cuatro categorías definidas del lenguaje. El logro de los objetivos del juego permitirá obtener puntajes que se traducirán en logros y permitirán obtener recompensas a medida que el jugador avanza en el mismo.

Finalmente fueron configurados los ambientes de desarrollo, en función de los motores de videojuego seleccionados para llevar a cabo las pruebas funcionales respectivas sobre los mismos.

4.1.4 Pruebas

Se llevaron a cabo pruebas funcionales utilizando cada uno de los motores de videojuego seleccionados para verificar la correcta visualización de imágenes, sonidos y animaciones, los cuales son componentes indispensables para el desarrollo del videojuego.

Debido a su compresión, lo cual se traduce en un menor consumo de recursos del dispositivo, se decidió la utilización del formato mp3 para reproducción de sonidos y el formato png para la presentación de imágenes. La prueba de visualización de imágenes consistió en presentar los *sprites* diseñados para la pantalla principal en de los dispositivos móviles. Tanto para Android como para iOS se obtuvo una correcta visualización de la pantalla principal del videojuego.

Para probar la reproducción de sonido se utilizó un archivo mp3 de diez (10) minutos de duración (musicBackground.mp3) y uno corto de un segundo de duración (beep.mp3). Se reprodujeron de forma individual y de manera conjunta para probar la reproducción de sonidos de forma simultánea y utilizando las funciones playSound() y playEffect:effect de AndEngine y Cocos2D respectivamente. Se obtuvo una correcta reproducción de los sonidos en ambas plataformas.

Finalmente para probar la correcta ejecución de animaciones se desarrolló un programa sencillo que consistió en presentar una imagen en movimiento aleatorio alrededor de la pantalla del dispositivo. Para ello se utilizaron las funciones de simulación de física provistas por la librería Box2D la cual forma parte de ambos motores de juego, obteniendo una correcta y fluida ejecución de la animación durante un periodo de una hora. La misma animación se llevó a cabo utilizando grupos de entre diez (10) y veinte (20) figuras a la vez obteniendo los mismos resultados.

4.2 Sprint 1. Desarrollo del minijuego de conocimiento general. Desarrollo del repositorio de datos local – Base de Datos.

Una vez configurados y probados los ambientes de desarrollo en base a los motores de videojuego seleccionados, y definidos los criterios de diseño del videojuego, se llevó a cabo el desarrollo del repositorio de datos y posteriormente el desarrollo del minijuego correspondiente a la categoría de conocimiento. El objetivo de este minijuego, es que el jugador aprenda a través de la repetición, conceptos e hitos representativos de la historia y de la teoría del lenguaje musical.

4.2.1 Planificación.

Como primer paso, para el desarrollo del repositorio de datos local, se llevó a cabo el modelo de datos, el cual estará embebido en la aplicación móvil y permitirá llevar a cabo la persistencia de datos local en el dispositivo.

El diagrama Entidad-Relación obtenido a partir del modelo de datos puede observarse en el Apéndice G.

Para el desarrollo del minijuego de conocimiento general, se llevó a cabo una investigación preliminar de videojuegos del tipo trivia con mayor popularidad a través en las tiendas de aplicaciones móviles de Google y Apple, conocidas como GooglePlay y AppStore, con la finalidad de definir el concepto en base al cual se llevaría a cabo el desarrollo del videojuego.

Finalmente, se llevó a cabo una investigación bibliográfica sobre textos especializados en historia de la música y lenguaje musical, de forma tal que pudiese conformarse un repositorio de conceptos de conocimientos generales respecto a la música a través de fuentes válidas.

4.2.2 Diseño

El gestor de base de datos utilizado por ambas plataformas móviles es SQLite. Este es un gestor de base de datos relacional gratuito cuya principal diferencia con los gestores tradicionales es que se encuentra embebido en la aplicación, siendo el repositorio de datos un fichero estándar de la misma.

El diseño del repositorio de datos local consta de cinco (5) tablas llamadas Persona, Nivel, Logro, Bonificación y Pregunta. La tabla Persona permitirá almacenar los datos correspondientes al perfil del jugador. La tabla Nivel, contendrá la información correspondiente a cada nivel, si fue desbloqueado, completado o jugado por el usuario y la puntuación obtenida en el mismo. La tabla Logro permite almacenar los logros obtenidos por el jugador durante el transcurso del juego y en la tabla Bonificación se almacenan las recompensas obtenidas en función de estos logros. Finalmente, la tabla Pregunta permite almacenar las preguntas y respuestas correspondientes al minijuego de la categoría de conocimiento general.

Dado que el gestor de base de datos se integra a la aplicación como una librería, no se establece una conexión con la misma, sino que se envían mensajes para la consulta y ejecución de transacciones a través de una

instancia de la clase Sqlite la cual recupera la información almacenada en un archivo con extensión .sqlite el cual funge como repositorio de datos.

El diseño del minijuego de la categoría de conocimiento general se llevó a cabo en función del juego Preguntados desarrollado por Etermax y que al momento del desarrollo de este Trabajo Especial de Grado, era el juego de preguntas y respuestas con mayor valoración y popularidad. En este juego, se presenta al usuario una ruleta la cual está dividida en seis (6) partes, cada una de las cuales representa una categoría de preguntas. El jugador debe hacer girar la ruleta la cual al detenerse señala una categoría en función de la cual se debe responder una pregunta de selección simple con cuatro (4) opciones en un límite determinado de tiempo.

En base a este concepto y en función de los criterios de diseño definidos en el *sprint* 0, se llevó a cabo el diseño del minijuego de conocimiento general. El minijuego contará con una ruleta dividida en seis (6) secciones, cada una de las cuales corresponde a una de las siguientes categorías:

- Obras: incluye preguntas referentes a composiciones musicales.
- Compositores: comprende preguntas relacionadas a la vida y obra de los compositores más relevantes de la historia musical.
- Músicos: esta categoría contiene preguntas que hacen referencias a los más destacados ejecutantes de instrumentos musicales.
- Lenguaje: incluye preguntas referentes a la teoría del lenguaje musical.
- Instrumentos: compuesta por preguntas sobre instrumentos musicales.
- Aleatorio: incluye preguntas al azar de cualquiera de las categorías.

El contenido de cada categoría fue obtenido a través de la investigación de un conjunto de textos que en su mayoría son parte del contenido de los programas de enseñanza musical en Latinoamérica y que pueden consultarse en el Apéndice H.

Una vez seleccionada la categoría, el jugador debe responder a la pregunta de selección simple entre cuatro (4) opciones. El jugador dispone de tres (3) oportunidades para responder, las cuales en adelante serán llamadas vidas. Luego de seis (6) respuestas correctas, el jugador sube de nivel, lo cual permite desbloquear un logro el cual proporciona una bonificación. Las bonificaciones y logros serán abordados con mayor detalle en el *sprint* 5. Una vez seleccionada la respuesta a una de las preguntas, si esta es incorrecta, el jugador pierde una de las oportunidades. Al perder las tres (3) vidas, el jugador vuelve al inicio del juego desde el nivel cero (0).

4.2.3 Desarrollo

Durante esta fase se llevó a cabo el desarrollo del minijuego de conocimiento general. Para la codificación en esta iteración, se utilizan componentes conocidos como escenas, las cuales son clases que permiten interactuar con el usuario desplegando las interfaces requeridas para la presentación de los componentes que dan funcionalidad a la aplicación. A continuación se describe la secuencia de escenas implementadas y sus componentes.

Al ingresar en el minijuego de conocimiento general se observa la escena TriviaScene la cual presenta la ruleta dividida en seis (6) partes, cada una de las cuales corresponde a una de las categorías mencionadas anteriormente. En la parte superior derecha de esta escena se muestran las vidas disponibles representadas a través de figuras musicales y en la parte izquierda se encuentra el botón que permite acceder al menú que a su vez permite el acceso a las opciones de visualización de logros, *ranking* y conexión con Facebook. También se puede observar en esta escena el nivel actual del jugador.

Una vez que el jugador presiona el botón de la ruleta, esta comienza a girar deteniéndose de forma aleatoria en alguna de las categorías, luego de lo cual se muestra la escena QuestionPopUp, la cual muestra la categoría

seleccionada con su figura descriptiva y la opción de obtener una pregunta. La aleatoriedad para este y el resto de los minijuegos se logra a través de la utilización de las funciones de generación de números aleatorios arc4Random() y Math.random() para Objective-C y Java, respectivamente.

Una vez obtenida la pregunta, se muestra la escena QuestionScene. Esta escena muestra el enunciado de la pregunta y cuatro (4) botones cada uno de los cuales presenta una de las posibles respuestas. Una vez seleccionada la respuesta, se regresa a TriviaScene, cambiando a color dorado una de las figuras musicales que representan el acierto, si la respuesta es correcta, o eliminando una de las figuras que representan las vidas, si la respuesta es incorrecta. Este proceso se repite hasta que el jugador haya perdido todas las vidas. Las interfaces gráficas de usuario correspondientes al minijuego de conocimiento general pueden observarse en el Apéndice I.

4.3 Sprint 2. Desarrollo de la estructura por niveles para los minijuegos de lectura y escritura del lenguaje musical y reconocimiento auditivo. Desarrollo de los minijuegos de lectura del lenguaje musical.

Durante el transcurso de esta iteración y en función del método didáctico, se plantea la agrupación por niveles de los minijuegos de lectura y escritura del lenguaje musical y reconocimiento auditivo. De esta forma, el jugador debe superar un nivel, el cual estará enfocado en un concepto particular, para luego poder continuar con el siguiente, el cual para poder ser superado implica cierto dominio del concepto del nivel anterior.

También se llevó a cabo el desarrollo de los minijuegos de lectura del lenguaje musical. Estos minijuegos tienen como objetivo principal enseñar al aprendiz los principales componentes del lenguaje musical así como su significado.

4.3.1 Planificación

Inicialmente se llevó a cabo una investigación preliminar de videojuegos de tipo *puzzle* basados en minijuegos agrupados por niveles y que al momento del desarrollo de este Trabajo Especial de Grado contaran con mayor valoración y popularidad en las tiendas de aplicaciones móviles de Google y Apple, esto con la finalidad de definir el concepto en base al cual se llevaría a cabo el desarrollo de este componente del videojuego.

Finalizada esta investigación, se llevó a cabo un estudio sobre los conceptos teóricos y prácticos de lenguaje musical abarcados en el Nivel I del Curso Completo de Teoría de la Música (Cordantonopulos, 2002), el cual goza de gran aceptación en lo que respecta a la enseñanza musical en Latinoamérica y que permite conformar un repositorio válido de conceptos del lenguaje musical los cuales serán presentados al aprendiz durante el transcurso del videojuego.

El desarrollo de estos minijuegos se basó solo en el Nivel I del texto anteriormente mencionado de manera de poder formar en el aprendiz una base sólida de conocimientos respecto al lenguaje musical así como cumplir con el alcance del presente Trabajo Especial de Grado.

4.3.2 Diseño

El diseño de la estructura por niveles se llevó a cabo en función de los juegos Farm Heroes y Candy Crush desarrollados por King.com Limited y que al momento del desarrollo de esta Trabajo Especial de Grado, eran los juegos de tipo *puzzle* mayor valoración y popularidad. Aunque ambos juegos son diferentes en su contenido, ambos se basan en el mismo concepto; presentan una serie de niveles en una ruta los cuales van aumentando en dificultad y van variando en cuanto a sus componentes y a las acciones que el usuario debe llevar a cabo para superarlos.

En base a este concepto y en función de los criterios de diseño definidos en el *sprint* 0, se llevó a cabo el diseño de la estructura por niveles

para los minijuegos referidos al lenguaje musical. De esta forma, el juego presentará un camino a través del cual el jugador debe pasar superando una serie de minijuegos agrupados en niveles. Cada nivel será mostrado en el camino como un botón, el cual una vez presionado presentará al usuario uno de los conceptos a ser enseñado a través del videojuego. Estos conceptos se presentan a través de un texto y de una figura. Luego, a través de un botón de confirmación el jugador accede al minijuego.

Una vez dentro del minijuego, se le presenta al usuario una ayuda a través de la cual se le explica detalladamente la mecánica y los objetivos del minijuego. En cada minijuego el jugador cuenta con tres (3) vidas y un conjunto de bonificaciones las cuales se detallarán en posteriores iteraciones. Una vez que el usuario cumpla con los objetivo el minijuego sin haber gastado las tres (3) vidas, podrá acceder al siguiente.

El diseño de los minijuegos de lectura del lenguaje musical se enfoca en presentar al jugador elementos tales como las figuras musicales y los compases en función de la semántica del lenguaje. Los conceptos presentados a través de estos minijuegos son los siguientes:

- Lectura de figuras musicales.
- Lectura de los silencios de las figuras musicales.
- Lectura de figuras con puntillo.
- Lectura de compases de 3/4 y 4/4.

De esta manera, el jugador puede comenzar a reconocer las figuras musicales, el valor de estas y como deben ser interpretadas. Para ello se diseñaron los siguientes tipos de minijuegos:

- Ninja Music: En este tipo de minijuego se lanzan desde la parte inferior de la pantalla hacia arriba un conjunto de figuras musicales al azar. El objetivo es que el jugador reconozca las figuras y presione solo aquel tipo de figura musical que le sea indicado para superar el nivel. Si el jugador

deja caer una figura indicada como objetivo o presiona una no indicada, pierde una vida. El juego finaliza al perder las tres (3) vidas o luego de diez (10) lanzamientos.

- Topos Musical: En este tipo de minijuego se presenta al jugador nueve (9) hoyos ubicados en filas de tres (3) de forma vertical, a través de los cuales salen de manera aleatoria un conjunto de entre una (1) y seis (6) figuras por vez. Luego de tres (3) segundos las figuras regresan al hoyo de donde salieron. El objetivo de este tipo de minijuego es que el jugador reconozca las figuras y presione el tipo de figura musical indicado. Si una de las figuras correspondiente al tipo de figura marcada como objetivo regresa al hoyo o si el jugador presiona un tipo de figura no indicado, pierde una vida. El juego finaliza al perder las tres (3) vidas o luego de diez (10) turnos.
- Atrapa la música: En este tipo de minijuego se lanzan de forma aleatoria una serie de figuras musicales desde la parte superior de la pantalla. En la parte inferior el jugador cuenta con un *sprite* que representa una cesta, la cual puede mover de forma horizontal. El objetivo de este tipo de minijuego es que el jugador reconozca y atrape aquellas figuras que le sean indicadas. Si una de las figuras marcada como objetivo cae fuera de la pantalla o si el jugador presiona un tipo de figura no indicado, pierde una vida. El juego finaliza al perder las tres (3) vidas o luego de veinte (20) lanzamientos.
- Cañones: En este tipo de minijuego se presentan tres (3) *sprites* que representan cañones colocados a los lados de la pantalla. Cada cañón dispara una figura musical de manera aleatoria de un lado a otro de la pantalla. El objetivo de este tipo de minijuego es que el jugador reconozca y presione aquellas figuras que le sean indicadas. Si una de las figuras correspondiente al tipo de figura marcada como objetivo sale fuera de la pantalla o si el jugador presiona un tipo de figura no indicado, pierde una

vida. El juego finaliza al perder las tres (3) vidas o luego de diez (10) lanzamientos.

- Correcto-incorrecto: En este tipo de minijuego se presenta de manera aleatoria un compás el cual contiene un conjunto de figuras escritas de manera correcta o incorrecta. El jugador debe identificar a través de dos botones mostrados en la pantalla si la estructura del compás es correcta o incorrecta. El objetivo de este tipo de minijuego es iniciar al aprendiz en la lectura de los compases, a través de la identificación de su correcta estructura en cuanto a las figuras contenidas en ellos. Si el jugador identifica de manera no adecuada la estructura del compás, pierde una vida. El juego finaliza cuando el jugador pierde las tres (3) vidas o luego de diez (10) turnos.

4.3.3 Desarrollo

Para la codificación en esta iteración, se utilizan nuevamente los componentes conocidos como escenas. A continuación se describe la secuencia de escenas implementadas y sus componentes.

El jugador ingresa a través de la escena principal (MainScene) al camino en el cual se muestran los minijuegos organizados por niveles. Esta escena tiene por nombre CaminitoScene, y presenta un camino sobre el cual se encuentra un botón por cada uno de los cincuenta (50) minijuegos que conforman el videojuego. Al presionar sobre uno de los botones se presenta al jugador una nueva escena con el nombre de LevelPopUp la cual muestra al jugador el texto con el concepto a enseñar y la imagen relacionada con el mismo así como la identificación del nivel y un botón a través del cual el jugador accederá al minijuego. Una vez que el jugador presiona el botón de acceso al minijuego, accede a la escena LevelTutoX. Esta escena presenta al jugador la ayuda en la cual se explica la mecánica y objetivos del minijuego. La X que forma parte del nombre se sustituye por un número que corresponde al tipo de minijuego de manera que cada uno tenga una ayuda

específica. Una vez que el jugador finaliza el minijuego se presenta la escena LevelResult la cual muestra al jugador el resultado de su ejecución en el minijuego. Una vez que el jugador finaliza su ejecución en un minijuego vuelve a la escena CamitoScene, en donde puede seleccionar de nuevo un minijuego. Las interfaces gráficas correspondientes a las escenas anteriormente mencionadas pueden observarse en el Apéndice J.

Para la codificación de los minijuegos de lectura del lenguaje musical se desarrollaron las siguientes escenas según el tipo de minijuego:

- NinjaScene: a través de esta escena se presentan los minijuegos del tipo Ninja Music. Se implementaron ocho (8) niveles basados en este tipo de minijuego. Se presenta un texto al jugador en el cual se indica el objetivo del minijuego. Luego se genera un conjunto de figuras de forma aleatoria las cuales son lanzadas desde la parte inferior de la pantalla hacia arriba. El jugador debe presionar la figura señalada como objetivo sin perder las tres (3) vidas durante diez (10) turnos para superar el nivel.
- ToposScene: a través de esta escena se presentan los niveles del tipo Topos Musical. Se implementaron siete (7) niveles para este tipo de minijuego. Esta escena presenta una serie de nueve (9) *sprites* que representan hoyos y que se presentan como tres (3) filas de tres (3) *sprites* cada una. En cada turno se presenta a través de una animación la salida de una figura musical de uno o seis (6) de los hoyos. El jugador debe presionar las figuras indicadas como objetivo antes de que estas regresen al hoyo durante diez (10) turnos sin perder las tres (3) vidas.
- AtrapaScene: a través de esta escena se presentan los minijuegos del tipo Atrapa la Música. Se implementaron siete (7) niveles para este tipo de minijuego. Se presenta al jugador un texto que indica el objetivo del minijuego. En esta escena se presenta en la parte inferior de la pantalla un *sprite* que representa una cesta. Cada 3 (tres) segundos se genera de forma aleatoria un *sprite* que representa una figura musical. La colisión

entre el *sprite* en forma de cesta y el *sprite* que representa la figura indica un acierto. Luego de haberse generado veinte (20) *sprites* representativos de las figuras musicales, si el jugador cuenta con al menos una vida se supera el nivel.

- CanonScene: A través de esta escena se presentan los minijuegos del tipo Cañón. Se implementaron seis (6) niveles para este tipo de minijuego. Se presenta al jugador un texto que indica el objetivo del minijuego. En esta escena se presenta al jugador tres *sprites* que representan cañones, dos ubicados a la izquierda de la pantalla y uno a la derecha. A través de animaciones se dispara una figura musical desde cada uno de los *sprites* que representan los cañones. El jugador debe presionar la figura musical indicada como objetivo para obtener un acierto. Luego de diez (10) turnos, si el jugador conserva al menos una vida, se considera que ha superado el nivel.
- CorrectoIncorrectoScene: A través de esta escena se presentan los minijuegos del tipo Correcto-Incorrecto. Se implementaron cuatro (4) niveles para este tipo de minijuego. Inicialmente se indica el objetivo del minijuego a través de un texto en la pantalla. Luego se presenta al jugador un compás con una combinación aleatoria de figuras musicales. El jugador debe indicar a través de dos (2) botones mostrados en la pantalla si el compás está escrito correctamente o no. Si la respuesta es incorrecta el jugador perderá una vida. Luego de diez (10) turnos, si el jugador conserva al menos una vida se considera que ha superado el nivel.

Las imágenes correspondientes a las interfaces gráficas de usuario para los minijuegos de lectura pueden observarse en el Apéndice K.

4.4 Sprint 3. Desarrollo de los minijuegos de escritura del lenguaje musical.

Durante el transcurso de esta iteración se llevó a cabo el desarrollo de los minijuegos de escritura del lenguaje musical. Estos minijuegos tienen como objetivo principal enseñar al aprendiz la sintaxis del lenguaje musical y la combinación de los diferentes componentes (figuras, compases y notas) para producir el lenguaje.

4.4.1 Planificación

Al igual que con los minijuegos de lectura del lenguaje musical, el desarrollo de estos minijuegos se basó solo en el Nivel I del Curso Completo de Teoría de la Música (Cordantonopulos, 2002), por lo que inicialmente se llevó a cabo una revisión de los conceptos teóricos y prácticos presentados en este nivel.

Como parte de esta revisión conceptual se define que los juegos de lectura del lenguaje musical tendrán como finalidad enseñar al usuario el uso de las figuras musicales para la construcción de compases de 4/4 y 3/4, además de introducir al usuario en el uso del pentagrama. Estos conceptos serán finalmente adaptados en función del método didáctico musical y los criterios de diseño de videojuegos para el desarrollo de los minijuegos.

4.4.2 Diseño

El diseño de este conjunto de minijuegos se enfoca en presentar al jugador elementos tales como las figuras musicales, los compases y las notas musicales en función de la sintaxis del lenguaje. Los conceptos presentados a través de estos minijuegos son los siguientes:

- Escritura de figuras musicales.
- Escritura de los silencios de las figuras musicales.
- Escritura de figuras con puntillo.
- Escritura de compases de 3/4 y 4/4.

- Escritura de las notas musicales en el pentagrama.

De esta manera, el jugador puede comenzar a aprender la correcta escritura de las figuras musicales para formar compases añadiendo la escritura de las notas en el pentagrama siguiendo las reglas de la escritura musical. Para ello se diseñaron los siguientes tipos de minijuegos:

- Tetris Musical: En este tipo de minijuego se muestra al jugador una pared sobre la cual se encuentran tres (3) pentagramas. Desde la parte superior de la pantalla se lanzan figuras musicales al azar. En la parte superior de la pantalla se encuentra un *sprite* con forma de troncos al que llamaremos puente. El objetivo es que el jugador arrastre las figuras hacia los pentagramas de manera que construya compases 4/4 y 3/4 de manera correcta según se le indique. Si el jugador combina las figuras de manera incorrecta la pared sube, y si esta sube hasta chocar con el puente, se pierde una vida. El juego finaliza al perder las tres (3) vidas.
- Escalera Musical: en este tipo de minijuego se presenta al jugador un pentagrama con una figura musical. En cada turno se muestra al jugador el nombre de una nota musical y el objetivo es que el jugador mueva la figura hasta la posición de esta nota en el pentagrama reconociendo así la ubicación de las siete (7) notas musicales. Si el jugador ubica la figura en la posición incorrecta, pierde una vida. El juego finaliza al perder las tres (3) vidas o luego de diez (10) turnos.

4.4.3 Desarrollo

Para los minijuegos de escritura del lenguaje musical se desarrollaron las siguientes escenas según el tipo de minijuego:

- TetrisScene: a través de esta escena se presentan los minijuegos del tipo Tetris Musical. Se implementaron cuatro (4) niveles basados en este tipo de minijuego. Inicialmente se presenta un texto al jugador el cual indica el objetivo del minijuego. Luego se genera un conjunto de figuras de forma

aleatoria las cuales son lanzadas desde la parte superior de la pantalla hacia abajo. El jugador debe arrastrar con el dedo cada una de estas figuras hacia los compases para conformar en ellos una combinación válida que satisfaga la sintaxis del lenguaje musical. Cada diez (10) segundos la velocidad de lanzamiento de las figuras aumenta y la pared sube. Si el jugador hace una combinación incorrecta la pared también sube. Si la pared choca con el puente el jugador pierde una vida y vuelve a comenzar con las vidas restantes. El jugador debe escribir correctamente veinticinco (25) compases para superar el nivel.

- EscaleraScene: a través de esta escena se presentan los minijuegos del tipo Escalera Musical. Se implementaron tres (3) niveles de este tipo de minijuego. Al iniciar el nivel se le muestra al jugador un texto con el objetivo del minijuego. Luego se presenta al jugador un pentagrama con una figura y de manera aleatoria los nombres de las notas musicales. El jugador debe mover la figura a través de dos (2) botones presentados en la parte inferior de la pantalla, posicionándola en el pentagrama según el nombre de la nota mostrado. Luego de cuatro (4) segundos se presenta una animación utilizando *sprites* que representan rayos y los cuales recorren las posiciones incorrectas en el pentagrama. El jugador debe posicionar la figura en la línea o espacio del pentagrama que le sea indicado durante diez (10) turnos sin perder las tres (3) vidas para superar el nivel.

Las imágenes correspondientes a la interfaces gráficas de usuario de estas escenas pueden observarse en el Apéndice L.

4.5 Sprint 4. Desarrollo de los minijuegos de reconocimiento auditivo.

Durante el transcurso de esta iteración se llevó a cabo el desarrollo de los minijuegos reconocimiento auditivo. Estos minijuegos tienen como objetivo principal enseñar al aprendiz a reconocer patrones rítmicos y sonidos presentados según las reglas sintácticas del lenguaje musical.

4.5.1 Planificación

Al igual que con los minijuegos anteriores, el desarrollo de estos minijuegos se basó solo en el Nivel I del Curso Completo de Teoría de la Música (Cordantonopulos, 2002), por lo que nuevamente se llevó a cabo una revisión de los conceptos teóricos y prácticos presentados en este nivel.

Como parte de esta revisión conceptual se define que los minijuegos de reconocimiento auditivo tendrán como finalidad enseñar al usuario a reconocer patrones rítmicos creados a través de la combinación de las figuras musicales en compases de 3/4 y 4/4 así como los sonidos de las siete notas musicales. Estos conceptos serán finalmente adaptados en función del método didáctico musical y los criterios de diseño de videojuegos para el desarrollo de los minijuegos de reconocimiento auditivo.

4.5.2 Diseño

El diseño de este conjunto de minijuegos se enfoca en presentar a jugador una serie de sonidos representativos de patrones rítmicos y notas musicales de forma que este pueda reconocerlos auditivamente y reproducirlos a través del dispositivo. Los conceptos presentados a través de estos minijuegos son los siguientes:

- Patrones rítmicos en compases de 3/4.
- Patrones rítmicos en compases de 4/4.
- Sonidos de las siete (7) notas musicales con base en escala de Do.

De esta manera, el jugador puede aprender a reconocer, diferenciar y reproducir patrones rítmicos, así como entrenar la audición en el reconocimiento de sonidos correspondientes a las notas musicales. Para ello se diseñaron los siguientes tipos de minijuegos:

- Lotería Musical: En este tipo de minijuego se presenta al jugador un bombo de bingo del cual van saliendo una serie de figuras musicales al

azar. Estas figuras se posicionan sobre un pentagrama para formar así un patrón rítmico válido según las reglas del lenguaje. Luego que el compás se ha completado de manera correcta, a través de sonidos se presenta la representación auditiva del mismo. El objetivo es que el jugador escuche esta representación auditiva y luego repita, a través de la pantalla del dispositivo, la ejecución de este patrón dentro del intervalo de tiempo que representa el compás indicado. Si el jugador reproduce el patrón de forma incorrecta, este pierde una vida. El juego finaliza al perder las tres (3) vidas o al finalizar diez (10) turnos.

- Memoria auditiva: en este tipo de minijuego se presenta al jugador un pentagrama que contiene entre tres (3) y siete (7) redondas las cuales están escritas en las diferentes líneas y espacios representando así cada una de las siete (7) notas musicales. En cada turno se presenta al jugador una serie de sonidos, cada uno de los cuales corresponde a una nota musical. El objetivo es que el jugador memorice esta combinación y la reproduzca presionando sobre cada una de las notas representada en el pentagrama. Si el jugador reproduce la combinación de forma incorrecta, pierde una vida. El juego finaliza al perder las tres (3) vidas o luego de diez (10) turnos.

4.5.3 Desarrollo

Para los minijuegos de reconocimiento auditivo se desarrollaron las siguientes escenas según el tipo de minijuego:

- BingoScene: a través de esta escena se presentan los minijuegos de tipo Lotería Musical. Se implementaron cuatro (4) niveles basados en este tipo de minijuego. Inicialmente se presenta un texto al jugador el cual indica el objetivo del minijuego. Luego se presentan dos (2) *sprites*, uno que representa el bombo de bingo y otro que representa el pentagrama sobre el que se posicionarán las notas. A través de una animación el bombo comenzará a girar y cada dos (2) segundos se generará un objeto el cual

representa una figura musical y se validará si al agregar esta figura el compás actual se considera completo y válido. Al completar el compás se producen cuatro o tres sonidos en tiempos de un segundo a través del archivo bit.mp3 y que representan la medida de tiempo según cada compás y se reproduce el patrón rítmico, para lo cual se utiliza el archivo de audio trumpetSound.mp3 y la duración dependerá del atributo de tiempo asignado a cada una de las figuras que conforman el compás presentado. Una vez concluida la representación auditiva del patrón, se presentarán de nuevo los tres (3) o cuatro (4) sonidos que representan la medida de tiempo del compás y el jugador deberá presionar la pantalla para reproducir el patrón rítmico mostrado. La validación de la correcta o incorrecta ejecución del patrón rítmico se llevará a cabo contrastando entre la cantidad de tiempo que el jugador presiona la pantalla y el valor asignado al atributo de tiempo de la figura que corresponda a la marca de tiempo actual del compás. El jugador debe completar diez (10) turnos con al menos una vida para superar el nivel.

- MemoriaScene: a través de esta escena se presentan los minijuegos del tipo Memoria Auditiva. Se implementaron siete (7) niveles de este tipo de minijuego. Al iniciar el nivel se le muestra al jugador un texto presentando el objetivo del minijuego. Luego se presenta al jugador un *sprite* que representa el pentagrama y sobre el cual se encuentran posicionados siete (7) *sprites* que representarán a cada una de las notas musicales según su ubicación en el pentagrama. A continuación se reproduce, a través del archivo de audio XNote.mp3, donde la X representa la letra que nombra la nota musical, una combinación de entre tres (3) y cinco (5) sonidos de manera aleatoria según sea el nivel. Cada vez que el jugador presiona sobre alguno de los *sprites* se reproduce el sonido correspondiente a la nota. El jugador debe presionar reproduciendo la secuencia de notas presentada de manera correcta durante diez (10) turnos sin perder las tres (3) vidas para superar el nivel.

En el Apéndice M pueden observarse las imágenes correspondientes a estas escenas.

4.6 Sprint 5. Desarrollo del sistema de logros, bonificaciones y ranking. Implementación de la autenticación y publicación a través de Facebook.

Durante esta iteración se desarrolla el sistema de logros y bonificaciones, los cuales actuarán como un elemento motivacional. También se añade un *ranking*, que de igual forma será un estímulo que añade el elemento de la competitividad al juego. Finalmente, se implementa el uso de la API de Facebook para autenticación y publicación, de forma que los usuarios con una cuenta en esta red social puedan obtener el registro de sus avances en el juego y compartirlos.

4.6.1 Planificación.

Como se mencionó anteriormente, los logros actúan como motivador elevando el estatus del jugador en el sistema. Además se define que las recompensas también actúan como motivador dando al usuario un estímulo positivo al cumplir un objetivo. En función de estos criterios se revisaron nuevamente algunos de los juegos con mayor popularidad en las tiendas de aplicaciones de Apple y Google, determinando que los principales logros de las aplicaciones de tipo *puzzle* están relacionados a la finalización de niveles mientras que los logros de las principales aplicaciones de tipo trivia se asocian a la cantidad de preguntas respondidas correctamente. También, a partir de esta revisión se determinó que las principales bonificaciones en ambos tipos de juego se relacionan con la posibilidad de disminuir la dificultad de un nivel o pregunta para aumentar la probabilidad de finalizar con éxito, o el otorgamiento de oportunidades de forma que el jugador pueda continuar en la ejecución de un mismo nivel.

Otro elemento importante en el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado, es la inclusión de la red social Facebook a través de su API. Esta cuenta con una importante sección dedicada a desarrolladores de *software*

conocida como *Facebook Developers* y que permite integrarla con aplicaciones móviles y de escritorio. Durante el transcurso de esta iteración se estudió a fondo esta sección con la finalidad de conocer los servicios proporcionados a través de esta red social.

4.6.2 Diseño

Tanto para el minijuego de trivia como para los minijuegos agrupados por niveles, los logros consistirán en listas, las cuales contendrán una serie de objetivos a ser alcanzados. En base a la información obtenida en la investigación previa, se define que los logros del minijuego de trivia estarán asociados a la cantidad de preguntas respondidas por turno y que los logros de los minijuegos de lectura y escritura del lenguaje musical y de reconocimiento auditivo estarán asociados a la superación de determinados niveles, así como la cantidad de vidas restantes al superarlos. Las listas de logros pueden observarse en el Apéndice N.

Una vez que el usuario complete uno de los objetivos señalado como logro, tendrá la posibilidad de obtener una bonificación. Fueron definidas las siguientes bonificaciones para el minijuego de conocimiento general:

- Girar ruleta: esta bonificación permite, una vez obtenida una pregunta de una categoría, volver a girar la ruleta para cambiarla por otra distinta.
- 50-50: esta permite al jugador, una vez obtenida una pregunta, descartar dos (2) de las respuestas incorrectas.
- Aumento de tiempo: esta bonificación permite al jugador aumentar el tiempo disponible para responder una pregunta.

Para los minijuegos de lectura y escritura del lenguaje musical y de reconocimiento auditivo se definieron las siguientes bonificaciones:

- Vida extra: como su nombre lo indica, permitirá al jugador obtener una vida adicional para disponer de otra oportunidad para finalizar el nivel.

- Menos dificultad: con esta bonificación el jugador podrá disminuir la dificultad, que dependiendo del nivel consistirá en disminuir la cantidad de turnos requeridos para finalizarlo o de figuras musicales presentadas.

En cuanto al ranking, esta será una lista de usuarios de la aplicación que estará organizada en función de la cantidad de niveles superados y la cantidad de vidas restantes al final de cada nivel y mostrará el nombre del usuario, la cantidad de niveles superados y la suma de la cantidad de vidas restantes luego de la finalización de cada nivel.

Para la autenticación y publicación a través de Facebook, el usuario contará con un botón en el menú del juego que permitirá iniciar sesión en la misma. Al presionar este botón, el usuario será redirigido a la página de Facebook a través de la cual se llevará a cabo la autenticación a través de sus credenciales, luego de lo cual regresará al juego, mostrándose en el menú su nombre e imagen de usuario. Para la publicación de resultados en Facebook, el usuario deberá tener abierta una sesión en esta red social. Luego de finalizado un nivel u obtenido un logro, se mostrará un botón en la pantalla de resultados del minijuego que permitirá realizar una publicación, la cual contendrá la imagen del juego, el objetivo alcanzado y un mensaje.

4.6.3 Desarrollo

Para representar los logros se desarrolló una escena para cada modo de juego. De esta manera, la escena TriviaLogrosScene muestra la lista de logros para el minijuego de trivia y la escena RutaLogrosScene muestra la lista de logros para los minijuegos agrupados en niveles. Ambas escenas tienen la misma estructura, mostrando un logro debajo de otro con la descripción del objetivo y una imagen representativa. Cada logro consiste en una validación del cumplimiento de determinado objetivo y son implementados en las escenas correspondientes a cada tipo de minijuego.

El uso de bonificaciones se implementará a través de botones que serán colocados en las escenas de los minijuegos y contarán con una

imagen representativa del tipo de bonificación y un contador que indicará el número de usos. Una vez obtenido un logro, se presentará la escena LogroPopUp la cual es una ventana emergente que mostrará al jugador el logro cumplido así como la bonificación obtenida.

El ranking de la aplicación también será representado a través de una escena llamada RankingScene. Esta escena presentará al jugador una lista de los diez (10) jugadores con más niveles superados con mayor cantidad de vidas restantes indicando la posición actual del jugador. Esta lista se actualiza a través de los servicios web cada vez que se accede a la escena.

Para implementar el uso de la API de Facebook, el primer paso consistió en registrar la aplicación en la sección Facebook Developer. Una vez registrada, esta recibe unas credenciales las cuales le permitirán obtener la autorización requerida para el uso de la API. La configuración para el uso de estas credenciales se lleva a cabo a través de los archivos de configuración info.plist en iOS y AndroidManifest.xml en Android OS.

El siguiente paso consiste en la descarga e instalación del SDK de Facebook. Para el momento del desarrollo de este Trabajo Especial de Grado, la versión más reciente del SDK era la 3.21.1. Este kit de desarrollo cuenta con las librerías, clases y funciones necesarias para llevar a cabo la integración de la aplicación con Facebook. Una vez instalado, se llevó a cabo la implementación de la clase FacebookIntegration. Esta clase cuenta con las funciones requeridas para la autenticación y publicación a través de la API de Facebook y estas a su vez hacen uso de la librería FacebookSDK. La función loginFacebook() implementada en la clase FacebookIntegration hace uso de las funciones activeSession y openActiveSession del SDK y permite verificar es estado actual de la sesión en el dispositivo así como llevar a cabo la autenticación a través de OAuth. Finalmente, la función publishToFacebook() hace uso de la función startWithGraphPath, la cual permite tanto la recuperación como el envío de datos a través del protocolo HTTP, y es utilizada para realizar publicaciones en Facebook. Las imágenes

correspondientes a las escenas descritas en este apartado pueden observarse en el Apéndice O.

4.7 Sprint 6. Desarrollo del repositorio de datos del servidor. Desarrollo del servicio web para la sincronización de datos de perfil del jugador y ranking. Desarrollo del módulo de sincronización de la aplicación.

Una de las características principales de la aplicación es la posibilidad de llevar el registro del progreso del jugador en el uso del videojuego así como poder sincronizar estos datos en distintos dispositivos móviles a través de la autenticación con Facebook. Para ello, se llevó a cabo el desarrollo de las estructuras de datos para el almacenamiento en el servidor así como los servicios web que permitirán hacer uso de estas funcionalidades.

4.7.1 Planificación

Inicialmente se definió el modelo entidad relación del videojuego basado en sus características y contemplando la funcionalidad de sincronización en varios dispositivos. Se llevó acabo el desarrollo de las estructuras de datos del lado del servidor, encargadas de almacenar la información generada por el videojuego en función de sus aspectos funcionales.

La segunda fase correspondió al desarrollo de los servicios web del videojuego, estos permiten que la aplicación sea capaz de recuperar datos desde el servidor y también de enviar actualizaciones a este desde las aplicaciones móviles. Finalizado el desarrollo del modelo de datos se procedió a realizar una serie de servicios web, que tienen la finalidad de mantener la información del jugador sincronizada en cada de uno de sus dispositivos.

Finalmente se desarrolló el módulo de integración con el servidor. Para ello se definieron un conjunto de funcionalidades que permiten realizar peticiones HTTP para enviar y recibir información en formato JSON.

4.7.2 Diseño

El gestor de base de datos utilizado en el servidor es MySQL. Este es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario y que para efectos del trabajo de grado su uso está bajo la licencia GNU GPL.

Se definió el modelo de datos en el servidor con las siguientes entidades: Persona, Nivel, Logro, Bonificación, Persona_Nivel, Persona_Logro, Persona_Bonificacion. La tabla Persona permitirá almacenar los datos correspondientes al perfil del jugador. La tabla Nivel contendrá la información correspondiente a cada nivel, si fue desbloqueado, completado o jugado por el usuario y la puntuación obtenida en el mismo. La tabla Logro permite almacenar los logros obtenidos por el jugador durante el transcurso del juego y en la tabla Bonificación se almacenan las recompensas obtenidas en función de estos logros. Las tablas Persona_Nivel, Persona_Logro, Persona_Bonificacion, son las entidades que guardan la relación muchos a muchos entre cada jugador y cada uno de los objetos del juego.

El desarrollo de los servicios web fue realizado bajo el lenguaje de programación PHP que cuenta con la licencia PHP License (Software Libre), y utilizando la técnica de arquitectura de software REST. Se desarrollaron un total de ocho (8) servicios web cuyo detalle puede ser visualizado en el Apéndice P.

El desarrollo del módulo de integración con el servidor consistió en la elaboración de un conjunto de métodos de peticiones HTTP combinados con funcionalidades de almacenamiento local. Su funcionamiento se basa en la verificación de datos locales versus los datos del servidor. Los mecanismos de sincronización son activados por los eventos de inicio del juego, obtención de un logro, obtención de una bonificación o superación de un nivel. Durante la ejecución de la actualización se verifican los registros más actuales y se lleva a cabo la actualización de los registros a nivel local o en el servidor dependiendo del escenario. En el caso de no poseer conexión con el servidor

los datos son almacenados de forma local hasta que el próximo evento active nuevamente la verificación.

4.7.3 Desarrollo

Partiendo de las definiciones establecidas en la fase de diseño de esta iteración, se procedió a implementar el modelo datos del servidor utilizando el manejador de Base de Datos MySQL.

Se desarrollaron los servicios web a través de los cuales la aplicación puede realizar las siguientes acciones:

1. Registrar un usuario
2. Obtener la información de un usuario
3. Obtener el ranking de la aplicación.
4. Salvar el estado de un nivel del videojuego (Superado, Fallido, Desbloqueado, vidas restantes).
5. Obtener lista de logros del juego.
6. Salvar logros obtenidos.
7. Obtener lista de bonificaciones del juego.
8. Salvar bonificaciones obtenidas.

Se desarrolló el módulo de sincronización de las aplicaciones móviles que les permite integrarse con el servidor, el cual determina cuando la aplicación está conectada a internet y envía los datos locales al servidor.

4.8 Sprint 7. Pruebas funcionales de la aplicación. Evaluación del aprendizaje a través del uso de la aplicación.

En esta iteración se realizaron las pruebas funcionales sobre todos los módulos del sistema de la aplicación con la finalidad de evaluar su correcto funcionamiento. También se llevaron a cabo evaluaciones sobre los usuarios de la aplicación utilizando instrumentos de medición para determinar la ocurrencia o no de aprendizaje del lenguaje musical.

4.8.1 Diseño del Plan de Pruebas

En esta fase se procede a identificar y especificar las características de calidad que van a ser probadas en la aplicación. Las pruebas deben ser ejecutadas por usuarios que no hayan estado involucrados en el desarrollo de la aplicación y estarán orientadas a evaluar los siguientes aspectos:

- Ejecución inicial correcta de la aplicación.
- Inicio sin fallos de cada uno de los minijuegos.
- Verificación de cierres inesperados de la aplicación.
- Validación del correcto almacenamiento de los datos de usuario.
- Validación del correcto almacenamiento de logros y bonificaciones.
- Validación del inicio de sesión a través de la API de Facebook.
- Validación del correcto funcionamiento de las publicaciones a través de la API de Facebook.
- Validación de la presentación y actualización del ranking.
- Validación del correcto funcionamiento de los minijuegos.

4.8.2 Ejecución

Se procedió a ejecutar los casos de prueba anteriormente mencionados. Por tratarse de una muestra a conveniencia, se procedió a instalar la aplicación directamente en los dispositivos de un conjunto de treinta (30) personas preseleccionadas con antelación, contando con doce (12) dispositivos con sistema operativo iOS y dieciocho (18) con Android OS.

Se realizaron las pruebas sobre todos los casos anteriormente mencionados dejando la ejecución del videojuego a libertad del jugador, permitiendo detectar situaciones anómalas no contempladas. Se diseñó un formulario con una serie de preguntas el cual fue llenado por cada uno de los usuarios del juego y que contempla los aspectos tomados en cuenta para la realización de las pruebas y a través del cual se llevó a cabo la corrección de errores. Un ejemplo de este formulario puede observarse en el Apéndice Q.

4.8.3 Evaluación del aprendizaje

Para evaluar la ocurrencia de aprendizaje del lenguaje musical a partir del uso de la aplicación, se diseñaron dos (2) instrumentos de tipo prueba individual basados en el contenido del Nivel I del Curso Completo de Teoría de la Música (Cordantonopulos, 2002).

Cada instrumento consta de veinte (20) preguntas teórico-prácticas, basadas en el mismo contenido, con valor de un punto cada una, y las cuales están divididas en tres (3) grupos según las categorías de lectura, escritura y reconocimiento auditivo. La categoría de conocimiento general no es tomada en cuenta para la elaboración de los instrumentos ya que al ser aleatorias las preguntas, no es posible evaluar con exactitud el conocimiento adquirido durante el uso del videojuego.

La prueba 1 fue aplicada a treinta (30) personas, en edades comprendidas entre once (11) y cincuenta y seis (56) años, para determinar el estado actual de conocimientos sobre la música. Esta prueba fue aplicada durante un periodo máximo de treinta (30) minutos, de manera individual, en un momento del día determinado según la disposición del evaluado y previo al uso del videojuego. La prueba 2 fue aplicada a las mismas treinta (30) personas bajo las mismas condiciones de la prueba 1, pero luego de que el sujeto lograra alcanzar al menos uno de los cinco últimos niveles disponibles en el videojuego, esto así ya que en el nivel cuarenta y cinco (45) se han abarcado por completo todos los conceptos a ser enseñados.

El componente auditivo para cada prueba consistió en la repetición de un ritmo y una serie de notas las cuales el sujeto debía escuchar para luego escribir a modo de dictado. Este componente de la prueba fue llevado a cabo con un teclado pequeño de dos octavas y con un máximo de tres (3) repeticiones por dictado.

Luego de obtenidos los resultados de ambas pruebas para cada una de las treinta (30) personas de la muestra, se procedió a llevar a cabo los análisis estadísticos pertinentes.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Resultados obtenidos en el desarrollo del videojuego.

Se logró desarrollar una aplicación móvil capaz de enseñar al usuario los conceptos básicos para la lectura y escritura del lenguaje musical, así como reconocimiento de patrones rítmicos y notas musicales. A través de los *sprints* definidos, y siguiendo los pasos y reglas derivadas de la metodología Scrum se cumplieron exitosamente todos los objetivos. A continuación se presenta cada objetivo específico y su resultado:

- Desarrollar los niveles y minijuegos para la aplicación móvil.

Se obtuvo como resultado un videojuego que abarca cincuenta (50) minijuegos estructurados en niveles y orientados a la enseñanza del lenguaje musical. Se desarrolló un minijuego de conocimiento general el cual contempla seis (6) categorías para sus preguntas: Obras, Compositores, Músicos, Lenguaje, Instrumentos y Aleatorio. Se desarrolló un conjunto de minijuegos de lectura del lenguaje musical que permiten al usuario aprender a identificar las figuras musicales así como su rol en los compases de 3/4 y 4/4. De igual forma se logró desarrollar un conjunto de minijuegos orientados al aprendizaje de la escritura del lenguaje musical que permiten al usuario aprender las reglas de escritura de los compases 3/4 y 4/4. Finalmente, se logró desarrollar un conjunto de minijuegos orientados al reconocimiento auditivo, los cuales permiten iniciar al usuario en el desarrollo de su capacidad auditiva en el reconocimiento de patrones rítmicos y sonidos.

- Desarrollar las estructuras adecuadas para el almacenamiento de datos.

Se desarrollaron con éxito las estructuras de datos tanto de la aplicación móvil como del servidor. El resultado obtenido fue un modelo lógico de datos representado a través de un modelo entidad-relación y su implementación en un manejador de base de datos relacional. Este modelo

abarca todos los componentes necesarios en función de los requerimientos definidos para la aplicación.

- Desarrollar el uso de API´s para la integración con redes sociales.

Se logró implementar la autenticación a través de OAuth y la publicación de logros obtenidos y niveles superados a través de la API de Facebook.

- Desarrollar un *web service* para el almacenamiento de perfiles de usuario y sincronización con el dispositivo móvil.

Se desarrolló un mecanismo de sincronización cliente-servidor. Toda la información del jugador es centralizada en un servidor web y es enviada por la aplicación móvil cada vez que el dispositivo cuente con conexión a internet. También es posible que la aplicación solicite información al servidor para actualizar los datos almacenados localmente. En ambos casos este proceso se lleva acabo como un servicio en segundo plano.

- Desarrollar una estrategia de bonificaciones y recompensas para los usuarios.

Se desarrolló exitosamente una estrategia de bonificaciones para la aplicación. Estas bonificaciones se obtienen a través de una serie de logros que se desbloquean a través del cumplimiento de ciertos objetivos durante el transcurso del juego. Estos logros están asociados a la superación de niveles con determinados requerimientos y las bonificaciones se asocian a la posibilidad de disminuir la dificultad de un minijuego o el otorgamiento de oportunidades de continuación en forma de vidas.

- Desarrollar un sistema de puntuaciones y *ranking*.

Como resultado de este objetivo se obtiene un sistema de ranking basado en los niveles completados y las vidas restantes al completar un nivel. Este sistema establece las primeras posiciones para aquellos usuarios con mayor cantidad de niveles superados y con menos cantidad de vidas gastadas.

5.2 Resultados de la evaluación de aprendizaje

Luego de llevar a cabo los análisis estadísticos sobre las pruebas de evaluación del lenguaje musical realizadas se obtuvieron los resultados siguientes.

Para los puntajes globales de cada prueba, el valor representativo de la muestra utilizado fue la media aritmética, obteniendo un valor de 1,63 puntos para la prueba 1 y 11,71 puntos para la prueba 2. El valor de desviación estándar de la prueba 1 es de 1,63, lo cual indica una desviación notable de los datos, no siendo así para la prueba 2 con un valor de dispersión de 2,53. Se observa un incremento notable en el valor de los puntajes de la prueba 1 a la prueba 2, con un aumento de 50,1% respecto al valor total de cada prueba.

Con respecto a los puntajes en cada categoría, para la prueba 1 los promedios obtenidos no son notables, siendo el mayor de 0,69 puntos sobre siete (7) posibles para esta categoría. Para la prueba 2 puede observarse un incremento notable en los promedios con respecto a la prueba 1, siendo uy similares para las categorías de lectura y escritura con 4,93 y 4,83 puntos respectivamente, los cuales representan un incremento de más de 60% para cada categoría. Sin embargo, se puede observar una importante diferencia entre los promedios de estas categorías y la categoría de reconocimiento auditivo en la cual el incremento en las puntuaciones respecto a la prueba 1 fue de 30%.

Las tablas y figuras que expresan estos resultados pueden observarse en el apéndice R.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se lograron alcanzar todos los objetivos propuestos para este Trabajo Especial de Grado, en función del alcance planteado, y con base en la metodología Scrum, la cual permitió un desarrollo flexible con amplio control de riesgos y rápida respuesta a los cambios y dentro de los márgenes de predictibilidad establecidos.

En este trabajo se planteó el desarrollo de un juego para dispositivos móviles orientado a la enseñanza del lenguaje musical, basado en el método didáctico musical y el modelo activo de Decroly aplicado a la enseñanza musical. Para ello, se llevó a cabo una investigación bibliográfica a fin de determinar los conceptos a ser enseñados a través de la aplicación y obteniendo como resultado un repositorio temático basado principalmente en el libro Curso Completo de Teoría de la Música (Cordantonopulos, 2002), el cual goza de amplia aceptación en Latinoamérica y cubre las tres áreas principales de la enseñanza del lenguaje musical: lectura del lenguaje musical, escritura del lenguaje musical y reconocimiento auditivo.

En función de garantizar la calidad gráfica y funcional del videojuego, se determinaron una serie de criterios tanto para el diseño de interfaces gráficas de usuario como para el diseño de su estructura, y los cuales fueron la base para el desarrollo de interfaces amigables e intuitivas así como el funcionamiento de los principales componentes de la aplicación. En función de estos criterios se desarrollaron cincuenta (50) minijuegos estructurados por niveles y que cubren las áreas del lenguaje musical anteriormente mencionadas así como un área adicional correspondiente a conceptos de conocimiento general respecto a la música. La estructuración de estos minijuegos se basó en algunos de los juegos más populares y mejor

valorados de las tiendas virtuales de aplicaciones y presentan en su contenido todos los conceptos del Nivel I del libro de cabecera mencionado anteriormente.

Estos videojuegos fueron desarrollados de forma nativa para las plataformas móviles Android y iOS, y para ello se utilizaron los motores de videojuegos AndEngine y Cocos2D. El uso de estos motores permite el desarrollo ágil proporcionando un conjunto de paquetes y librerías para el desarrollo de funciones físicas y gráficas y que al final se traduce en menores tiempos en el desarrollo de la aplicación.

El videojuego también cuenta con un componente motivacional expresado a través de logros y bonificaciones en función de los criterios de diseño de videojuegos establecidos. Estos logros y bonificaciones actúan como estímulos positivos elevando el status del jugador y proporcionándole recompensas que lo motiven a mantenerse jugando y a su vez aprendiendo. También se añade como componente motivacional la publicación de resultados a través de Facebook, lo cual permite generar competitividad entre los usuarios de la aplicación.

Finalmente, se llevó a cabo un diseño cuasi-experimental pre y post-test sin grupo de control con una muestra a conveniencia de treinta (30) personas con edades comprendidas entre once (11) y cincuenta y seis (56) años. A través de los resultados de esta evaluación se pudo observar un incremento de 50,1% en los puntajes entre del pre-test al post-test, con una diferencia de 60% para las categorías de lectura y escritura musical y 30% para la categoría de reconocimiento auditivo. A partir de estos resultados es posible concluir que es posible la enseñanza básica del lenguaje musical con el uso del videojuego desarrollado aun cuando se presenta mayor dificultad para la enseñanza del reconocimiento auditivo a través de este.

El beneficio principal presente en esta aplicación es la posibilidad de enseñar el lenguaje musical a un nivel básico a cualquier persona con capacidades auditivas y motoras normales añadiendo un importante

componente motivacional intrínseco del uso de videojuegos. De esta forma, cualquier persona puede obtener los beneficios cognitivos propios del aprendizaje de la música así como tener una base que le permita comenzar o continuar estudios musicales de manera formal. Desde el punto de vista de la informática, el aporte de este Trabajo Especial de Grado se expresa en la confluencia de la enseñanza tradicional de la música con las técnicas de enseñanza emergentes como son el Aprendizaje Basado en Juegos Digitales y el m-learning. De esta manera se introducen nuevas herramientas tecnológicas al sistema educativo, las cuales han demostrado ser indicadores de crecimiento social y evolutivo.

6.2 Recomendaciones

A continuación se presentan una serie de aspectos que no fueron tomados en cuenta en el desarrollo de los objetivos de este Trabajo Especial de Grado, pero que pueden ser beneficiosos para la obtención mejoras en la aplicación:

- Integrar un mecanismo para el reconocimiento de patrones de audio a través de redes neuronales, lo cual permitiría integrar una de las áreas más importantes dentro del estudio de la música como es el solfeo a través de la producción de sonidos por parte del usuario del videojuego.
- Sería importante la ampliación del repositorio conceptual lo cual permitiría el desarrollo de nuevos minijuegos a través de los cuales se presenten conceptos más avanzados que permitan al jugador continuar con el aprendizaje del lenguaje musical a través de la aplicación.
- Es recomendable el desarrollo de una estrategia que permita la integración de los distintos compases, sus formas rítmicas y melódicas, de manera que el aprendiz pueda a través de esta combinación desarrollar en cierta medida la capacidad de fraseo y

expresión musical a través de la lectura, escritura e interpretación de diversos pulsos rítmicos combinados.

- Dado que la teoría de aprendizaje basado en videojuegos se centra en el aspecto motivacional de estos, sería importante investigar y añadir nuevos componentes motivacionales, los cuales pueden ser incluidos en forma de contenidos multimedia o contenidos extra del videojuego, de manera que aumente la motivación del jugador en el uso del este y a la vez sus conocimientos en lo que respecta al lenguaje musical.
- Ya que el contexto social y cultural juega un papel básico y fundamental en el aprendizaje, sería relevante el desarrollo de procesos que permitan el aprendizaje grupal apoyado en la comunicación a través de las redes informáticas que permitan compartir conocimientos respecto al lenguaje musical, y el desarrollo de actividades grupales a través de los dispositivos.

BIBLIOGRAFIA

- Apple Inc. (2014). *iOS Technology Review.* Disponible en URL: https://developer.apple.com/library/ios/documentation/Micellaneous/Conceptual/iPhoneOSTechOverview/Introduction/Introduction.html. Consultado el 22 de febrero de 2014.
- Bath, M. (2008). *Learning Visual Basic 2008 with .NET Framework 3.5.* Malloy: Pearson Education.
- Begg, M; Dewhurst, D; Macleod, H (2005). Game-informed Learning. Applying Computer Game Processes to Higher Education. Disponible en URL: http://www.innovateonline.info/index.php?view=article&id=176. Consultado el 10 de mayo de 2014
- Bernard, M. (2005). Introducción a la teoría del videojuego. *Formats, 4,* 1-27.
- Baños, R., García, A., Botella, C. (2013). La realidad virtual en las intervenciones psicológicas con pacientes oncológicos. *Psicooncología*, *10*(2-3), 247-261.
- Cabrera, R. (2009). Tecnologías de la comunicación e información en las enseñanzas de conservatorio. *Revista Enfoques Educativos, 50,* 42-51.
- Cañoto, Y; Peña, G; Santalla, Z. (2011). *Una Introducción a la Psicología.* Caracas: Publicaciones UCAB.
- Castillo, M., Fernández, R. (2014). *Diario de una Pyme en internet.* Madrid: Fundación COTEC.
- Castro, P. (2008). La música como ciencia, arte y cultura que aglutina, y como lenguaje que nos universaliza. Disponible en URL: http://www.prodiemus.com/parlem/articles/0000106.pdf. Consultado el 20 de febrero de 2014.
- Cerna, G., Gonzales A. (2010). *Uso de programas de aplicaciones tecnológicas en la educación universitaria.* Universidad Justo Sierra, México.
- Clair. R. (2010). *Learning Objective-C.* Malloy: Pearson Education.
- Cordantonopulos, V. (2002). Curso completo de Teoría de la Música. Disponible en URL: http://espanol.free-ebooks.net/ebook/Curso-completo-de-teoria-de-la-musica/pdf?dl&preview. Consultado el 5 de abril de 2014.
- Corral, Y. (2010). *Diseño de cuestionarios para recolección de datos.* Disponible en URL: http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n36/art08.pdf. Consultado el 25 de febrero de 2014.
- Corti, K. (2006). Games-based learning; a serious bussines application. Disponible en URL: http://www.pixelearning.com/articles Consultado el 10 de mayo de 2014
- Custodia, Z., Martín, P., Oliva, J. (2014). *Montaje y mantenimiento de equipos.* Madrid: Ediciones Paraminfo.
- Deitel, H. M., Deitel, H. (2004). *Como programar en Java.* México: Pearson Education Limited.
- DuBois, P. (2009). *MySQL.* 4ta Ed., USA: Developer's Library.

- Eclipse Foundation. (2014). *Desktop IDEs*. Disponible en URL: https://eclipse.org/ide. Consultado el 22 de febrero de 2014.
- Elmasri, R., Navathe, S. (2007). *Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos.* Madrid: Pearson Education.
- Faubel, E., María, J., Molina, M., de Rego, L., Cruz, E., Antonio, J. (2009). La evaluación de la docencia en lenguaje musical: estudio cuantitativo. *temas*, *8*,2-19.
- Gee, J. (2005). Learning by Design: good videogames as learning machines. *E-learning, 2(1),* 5-16.
- Jorquera, M. (2004). Métodos históricos o activos en educación musical. *Revista electrónica de LEEME*, (14), 3.
- Jorquera, M (2010). Modelos didácticos en la enseñanza musical: el caso de la escuela española. *Revista musical chilena*, *64*(214), 52-74.
- Kirriemuir, J (2002). The relevance of videogames and gaming consoles to the Higher and Furthereducation learning experience. Disponible en URL: www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/tsw_02-01.rtf. Consultado el 28 de mayo de 2014.
- Kreibich, J. (2010). *Using SQLite.* USA: OReilly Media.
- López, A. (2007). *Introducción al desarrollo de programas con Java.* México: Universidad Autónoma de México.
- Luzardo. A. A. (2009). Diseño de la interfaz gráfica web en función de los dispositivos móviles.
- Martínez, E. (2011). *Desarrollo de un videojuego educativo para el aprendizaje de inglés mediante teléfonos móviles.* Trabajo de grado no publicado, Universidad Calos III de Madrid, Madrid.
- Microsoft. (2014). *Overview of the .NET Framework.* Disponible en URL: https://msdn.microsoft.com/en-us/library/zw4w595w(v=vs.110).aspx. Consultado el 30 de mayo de 2014.
- Morales, P. (2013). *Investigación experimental, diseños y contraste de medias.* Disponible en URL: http://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Dise%F1osMedias.pdf. Consultado el 25 de febrero de 2014.
- Oblinger, D (2006). Simulation, Games and Learning. Disponible en URL: https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI3004.pdf. Consultado el 25 de mayo de 2014.
- Ordoñaña, J, Larrinaga, A., Giménez, J. (2004) Estudio cualitativo sobre el uso de programas informáticos para el desarrollo de destrezas rítmicas en la enseñanza musical especializada. *Revista de Psicodidáctica, 17,* 127-135.
- Pivotal Software. (2014). *Understanding REST.* Disponible en URL: http://spring.io/understanding/REST. Consultado el 22 de febrero de 2014.
- Prensky, M. (2006). *Digital Game-Based Learning.* Mexico: McGraw-Hill.
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería de software: un enfoque práctic*o. McGraw Hill.
- Real Academia Española. (2008). *Diccionario de la lengua española* (22.ªed.). Madrid, España: Autor.

- Ritterfeld, U y Weber, R (2005). Video Games for Entertaiment and Education. Disponible en URL: http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/2382/mod_resource/content/0/ceit706/week7/Ritterfeld_Weber.PDF Consultado el 25 de mayo de 2014.
- Schwaber, K., Sutherland, j. (2014). *La Guía de SCRUM.* Disponible en URL: http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-ES.pdf. Consultado el 10 de mayo de 2014.
- Sharples, M; Taylor, J; Vavoula, G. (2005). Towards a Theory of Mobile Learning. Disponible en URL: http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Sharples.pdf Consultado el 17 de julio de 2014.
- Somerville, I. (2006). *Ingeniería del Software.* 7ma Ed. Madrid: Pearson Education.
- Squire, K. (2005). Changing the Game: What Happens When Video Games Enter the Classroom? *Journal of Online Education, 1(6),* 4-24.
- Sustaeta, I., Domínguez, P. (2004). Aplicaciones didácticas de la informática musical. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical, 1*(4), 1-12.
- Uña, J. (2001). Informática Musical. Disponible en URL: http://educamusica.es/informatica_musical.html. Consultado el 04 de enero de 2014.
- Vera, F. (2013). *Diseño de interfaz gráfica de usuario para videojuego didáctico con estrategias de gamification, para explotación minera en educación media técnico profesional* (Tesis Doctoral, Universidad de Chile).
- Winter, N (2006). What is mobile Learning? *Kaleidoscope, 2, 4-8.*
- Zambrano, J. (2009). Aprendizaje Móvil (M-Learning). *Inventum, 7,* 38-41.
- Zechner, M., Green, R. (2012). *Beginning Android Games.* Apress.

GLOSARIO

1. **API:** Siglas de *Application Programming Interface* (Interfaz de Programación de Aplicaciones). es una interfaz de comunicación que provee de un grupo de funciones o métodos que permiten solicitar servicios a una aplicación.
2. **Bluetooth:** tecnología de redes inalámbricas de corto alcance que permite transmitir datos mediante una frecuencia de radio segura.
3. **C y C++:** C es un lenguaje de programación estructurado, inicialmente orientado al desarrollo de sistemas operativos. C++ se presenta como la evolución de C incluyendo funciones para el desarrollo orientado a objetos.
4. **Compilador:** es un programa informático que traduce un lenguaje de programación a otro de más bajo nivel de forma que la computadora pueda interpretarlo y ejecutarlo.
5. **Desviación Estándar:** índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos.
6. **Framework**: es una estructura conceptual y tecnológica que incluye artefactos o módulos de software concretos que pueden servir de base para el desarrollo de software. Puede incluir soporte de programas, bibliotecas, un lenguaje interpretado, entre otros, que sirven de ayuda para el desarrollo de los componentes del proyecto.
7. **GNU:** hace referencia a un sistema operativo libre desarrollado en base al kernel de Linux.
8. **GSM:** siglas de *Global System for Mobile communication*, en español, Sistema Global para la Comunicación Móvil. Es el sistema estándar y más utilizado para la comunicación móvil.
9. **HTTP:** acrónimo de *HyperText Transfer Protocol,* en español, Protocolo de Transferencia de Hipertexto. Protocolo utilizado para la transferencia de hipertexto a través de las redes de computadoras.
10. **IDE:** siglas para *Integrated Development Environment,* en español, Entorno de Desarrollo Integrado. Es un software compuesto por múltiples herramientas de programación.
11. **IIS:** Siglas de *Internet Information Services.* Es un servidor web para sistemas operativos de Microsoft.
12. **JavaScript:** lenguaje de programación interpretado, basado en prototipos, débilmente tipado y dinámico.
13. **JSON:** acrónimo de *JavaScript Object Notation.* Es un formato ligero para el intercambio de datos basado en JavaScript.
14. **Kernel:** es el núcleo o parte fundamental del sistema operativo y se encarga de gestionar el acceso al hardware y la administración de recursos.
15. **Linux:** kernel de sistema operativo libre desarrollado por Linus Torvalds cuyo código fuente es de libre acceso para ser integrado en distribuciones de sistemas operativos.

16. **Máquina virtual:** software que simula una computadora y puede ejecutar programas como si fuese una real.
17. **Media Aritmética:** estadístico de tendencia central que se obtiene a partir de la suma total de los valores entre el número de sumandos.
18. **Microsoft:** una de las mayores empresas dedicada al desarrollo y comercialización de software de aplicación y sistemas operativos.
19. **Mp3:** formato de compresión de audio digital.
20. **OAuth:** Acrónimo para *Open Authorization* (Autorización Abierta). Es un protocolo de autenticación abierto que permite llevar a cabo la autenticación a través de una API, lo cual permite la interacción con datos protegidos y su publicación.
21. **Oracle Corporation:** Es una de las mayores compañías dedicada al desarrollo y comercialización de software de gestión de información.
22. **PDA:** siglas de *Personal Digital Assistant*, en español, ayudante personal digital. Es un dispositivo móvil pequeño que combina las funciones de un ordenador y un teléfono.
23. **PNG:** siglas de *Portable Network Graphics.* Es un formato gráfico basado en un algoritmo de compresión sin pérdidas.
24. **Servicio Web:** sistema de software diseñado para permitir la interoperabilidad entre hosts de una red.
25. **Servidor web:** es un programa informático que realiza conexiones con elementos de una red informática para proveer un servicio.
26. **SDK:** siglas de *Software Development Kit* o kit de desarrollo de software. Es un conjunto de herramientas proporcionadas a los programadores para el desarrollo de software.
27. **Sistema Operativo:** sistema que controla la computadora y administra los dispositivos y sus funciones así como la ejecución de procesos.
28. **SQL:** siglas de *Structured Query Languaje* o Lenguaje de Consulta Estructurado, en español. Es un lenguaje que permite el acceso a bases de datos y las diversas operaciones posibles sobre ellas.
29. **Sun Microsystems:** empresa informática que se dedicaba a la venta de estaciones de trabajo, servidores y componentes informáticos. Fue adquirida por Oracle Corporation en 2009.
30. **Solfeo:** es una forma de entrenamiento musical que consiste en la pronunciación de las notas y su entonación mientras se marca el compás descrito en una partitura.
31. **Wi-Fi:** Es un mecanismo de conexión inalámbrico de dispositivos electrónicos a internet o entre ellos mismos. Es una marca perteneciente a Wi-Fi Alliance, de la cual deriva su nombre.
32. **XML:** acrónimo de *eXtensible Markup Languaje.* Es un lenguaje de marcas que permite el almacenamiento de datos de forma estructurada y el intercambio de información entre plataformas.