UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

VIDEOJUEGO EDUCATIVO PARA LA TERAPIA DE LA DISLALIA FUNCIONAL INFANTIL EN VENEZUELA PARA SER USADO EN TABLETS Y APLICACIÓN WEB

Cod de Barras: 101571

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 Almarza Martín, Alejandro E.
De Jesús Mirelles, Juan Carlos

PROFESOR GUÍA Tarrío, Gloria

FECHA Septiembre de 2016

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

VIDEOJUEGO EDUCATIVO PARA LA TERAPIA DE LA DISLALIA FUNCIONAL INFANTIL EN VENEZUELA PARA SER USADO EN TABLETS Y APLICACIÓN WEB

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: Veinte puntos (20) con Mención Honorífica.

JURADO EXAMINADOR

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre: OLGA BRAVO	Nombre: Gloria Tarrío V.

REALIZADO POR	Almarza Martín, Alejandro E.
	De Jesús Mirelles, Juan Carlos
PROFESOR GUÍA	Tarrío, Gloria
FECHA	Septiembre de 2016

Dedicatoria

"Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios por su resguardo, benevolencia, paciencia y confianza en mi persona. A mis padres, especialmente a mi mamá Mireya Josefina Mirelles de De Jesús, quien me dio su apoyo incondicional y me motivó en todo momento para culminar esta etapa de mi vida. A mis hermanos Jesús De Jesús y Mireya De Jesús pues crecimos juntos y vivimos los mejores momentos buenos, malos y alocados de mi juventud sin olvidar su valiosa ayuda económica y emocional durante toda mi vida a pesar de la distancia. A Sandra Lisett Villamizar Meza, mi compañera de vida, le agradezco toda la confianza, honestidad, paciencia, amor y apoyo que me ha brindado durante mucho tiempo para crecer personal y profesionalmente hasta convertirme en lo que soy. Al Sr. Príncipe y a la Sra. Raquel, por su cálida acogida incondicional en su hogar. A mi familia por nunca perder la fe en mí. A todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional, les doy las gracias".

Juan Carlos De Jesús Mirelles.

"Dedico este trabajo especial de grado a toda mi familia, en especial a mis padres, que siempre creyeron en mí, me apoyaron y aconsejaron. A mi hermano José y a Kitty, que fueron mi fuente de inspiración. A mis dos mejores amigos desde siempre, Rosana y Julio. A todos los jóvenes venezolanos, quienes, (como le ocurrió a mi hermano o como me pasó a mí), en algún momento de la vida han sufrido de "rotacismo" o de cualquier dificultad del habla y del lenguaje. Es nuestro deseo el compartir el software con los terapistas de lenguaje y los niños del I.V.A.L., para colaborar con nuestro granito de arena en la mejora y modernización de las terapias de lenguaje en Venezuela".

Alejandro E. Almarza Martín

Agradecimientos

"Agradecemos de todo corazón a la profesora Gloria Tarrío, por sus invaluables contribuciones e incondicional apoyo en cada etapa del proyecto como tutora del Trabajo Especial de Grado, el cual de otra manera no hubiera sido posible. Al profesor Ciro Durán, por enseñarnos con esmero los detalles del diseño y desarrollo de videojuegos y por su excelente recomendación sobre el uso de la herramienta clave, Libgdx".

"A la profesora Magaly Cluet, (docente y coordinadora del I.V.A.L.) y a Daniela Castillo, (terapeuta de lenguaje y T.S.U. en Educación Preescolar, UCAB) por brindarnos tutorías acerca de las terapias de lenguaje en Venezuela. A los jóvenes que muy amablemente donaron su voz para el módulo de reconocimiento de voz, David Lugo Peña, Edward Lugo Peña y Michelle Jorge Villamizar. A Nickolay Shmyrev, experto en el área de reconocimiento de voz del proyecto CMUSphinx, quien nos ofreció valiosa asistencia técnica".

"A la Ing. Rosana Aular, quien realizó un gran trabajo como artista y diseñadora de gráficos 2D para todos los videojuegos, los íconos del menú principal y, en fin, todos los elementos gráficos del proyecto. Al Lic. en Comunicación Social Julio Atilio Suárez, por su contribución incondicional en la grabación de todos los mensajes de voz de la aplicación y audios de las palabras selectas de las lecciones de las terapias de lenguaje. Agradecemos mucho su aporte y sincera amistad".

Alejandro E. Almarza Martín y Juan Carlos De Jesús Mirelles.

"A mi amigo Alejandro Almarza ya que sin su apoyo, su experiencia y su sabiduría hubiese sido imposible culminar este Trabajo Especial de Grado. Sobre todo le agradezco los momentos de ocios después del almuerzo ya que inyectaron grandes dosis de risas y creatividad, haciendo posible el diseño y la implementación de los videojuegos educativos. A la familia Almarza Martin por su cálido recibimiento y sus incomparables almuerzos, especialmente su pollo con vegetales. También agradezco de todo corazón a los niños que participaron activamente en la elaboración del motor de reconocimiento de voz y a los especialistas en terapias de lenguaje, quienes brindaron toda su experiencia y conocimiento para la elaboración exitosa del presente trabajo cuyo aporte es tan solo un granito de arena al hermoso mundo del lenguaje". - Juan Carlos De Jesús Mirelles.

"Agradezco a mis padres, Alejandro José y Ana María, por el gran amor incondicional y la excelente crianza que me han dado. A mi hermano José y a Kitty, por compartir conmigo los mejores momentos de la infancia. A mi mejor amiga y amor, Rosana, quien me alentó siempre y fue la artista gráfica del proyecto. A mi mejor amigo Julio, quien nos apoyó siempre y donó su voz como narrador de la aplicación. A mi compañero de tesis Juan, por comprometerse de forma sincera, responsable y honesta a realizar este gran trabajo. A nuestra profesora Gloria Tarrío, por su excelencia como educadora y su gran calidad humana. Muchas gracias por haber confiado en nosotros desde un principio. Al profesor Ciro Durán, por enseñarme las bases del desarrollo de videojuegos y por sus valiosos consejos. Finalmente, a Dios por enseñarme: a ser dedicado, constante y determinado a ir tras mis metas, no importando cuánto tiempo ni esfuerzo requieran para cumplirse. Gracias por bendecirme con tan hermosa familia y excelentes amigos y colegas; cuestión más valiosa que todo el dinero que pudiera desear". - Alejandro E. Almarza Martín.

Índice

Dedicatoria I

Agradecimientos II

Índice IV

Índice de figuras VIII

Índice de tablas IX

Sinopsis X

Introducción 1

Capítulo I 2

Problemas de investigación 2

1.1 Planteamiento del problema 2
1.2 Objetivo General 4
1.3 Objetivos Específicos 4
1.4 Alcance 5
1.5 Limitaciones 11
1.6 Justificación 12

Capítulo II 15

Marco Referencial 15

2.1 El Habla y el Lenguaje 15
2.2 Dificultades, desviaciones y trastornos del habla 17
2.3 La Enseñanza 19
2.4 El Aprendizaje 21
2.5 Principales teorías del Aprendizaje y la Enseñanza 22
2.5.1 El Conductismo 22
2.5.2 El Cognoscitivismo 23
2.6 El juego como estrategia de enseñanza y de aprendizaje 24
2.7 Aplicación de la tecnología en el proceso de enseñanza – aprendizaje 25

2.8 Características educativas de los MECS 28
2.9 Reconocimiento de voz 29
Capítulo III 31
Marco Metodológico 31
3.1 Metodología Seleccionada 31
3.2 Metodología para el desarrollo de material educativo computarizado (MEC) 32
3.2.1 Etapa de Análisis 33
3.2.2 Etapa de Diseño 34
3.2.2.1 Diseño Educativo 34
3.2.2.2 Diseño Computacional 35
3.2.2.3 Diseño Comunicacional 36
3.2.3 Etapa de desarrollo o implementación 36
3.2.4 Etapa de Ajustes y Pruebas 36
3.2.5 Etapa de despliegue en producción 37
3.3 Modelo de entrega por etapas 37
3.3.1 Concepto de software 38
3.3.2 Análisis de requerimientos 39
3.3.3 Diseño Global 39
3.3.4 Etapas o fases de desarrollo 39
3.4 Actividades y entregables de la metodología definitiva utilizada. 40
3.5 Justificación 42
Capítulo IV 43
Desarrollo 43
4.1 Etapa de Análisis 43
4.1.1 Levantamiento de información. Identificación de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo 43
4.1.2 Identificación de las necesidades o mejoras de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo 44
4.1.3 Identificación de soluciones para mejorar o satisfacer las necesidades de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo 45

4.2 Etapa de Diseño 46
4.2.1 Diseño educativo 46
4.2.1.1 Definición de los actores involucrados y perfiles de usuarios 46
4.2.1.2 Investigación del contenido temático 47
4.2.1.3 Contenido temático 47
4.2.1.4 Objetivos educativos. 48
4.2.1.5 Estrategias para el uso adecuado del MEC 48
4.2.1.6 Estrategias para incentivar y recompensar a los pacientes durante el aprendizaje 50
4.2.2 Diseño computacional 51
4.2.2.1 Diseño de la arquitectura 51
4.2.2.2 Selección, instalación y configuración de los recursos, plataformas y herramientas tecnológicas 53
4.2.2.3 Definición de dispositivos de entrada y salida 56
4.2.2.4 Diseño de los módulos administrativos 56
4.2.2.5 Diseño de los diagramas de clases 57
4.2.2.6 Diseño de la base de datos 58
4.2.3 Diseño comunicacional 58
4.2.3.1 Diseño de los prototipos no funcionales y elementos gráficos de las interfaces de usuarios 58
4.3 Etapa de desarrollo o implementación 58
4.3.1 Etapa Nro. 1: Investigación de modelos acústicos para el motor de reconocimiento de voz 59
4.3.2 Etapa Nro. 2: Desarrollo de un prototipo de videojuego con reconocimiento de voz.. 59
4.3.3 Etapa Nro. 3 Desarrollo de un modelo acústico para el idioma castellano 60
4.3.4 Etapa Nro. 4: Codificación del modelo Entidad-Relación de la base de datos 62
4.3.5 Etapas para el desarrollo de los juegos educativos (Etapa Nro. 5 – Etapa Nro. 11) 62
4.3.6 Etapa Nro. 12: Desarrollo de las interfaces de usuarios 64
4.3.7 Etapa Nro. 13: Desarrollo de los módulos administrativos 65
4.4 Etapa de Ajustes y Pruebas 67
4.4.1 Análisis 67
4.4.1.1 Definición de los componentes a ser evaluados 67
4.4.2 Diseño 67

4.4.2.1 Definición de variables e indicadores de cada componente 67
4.4.2.2 Identificación de fuentes para la recolección de información 67
4.4.2.3 Planificación de los procedimientos para la recolección de información 68
4.4.2.4 Confección de los instrumentos de recolección de información 68
4.4.3 Desarrollo 69
4.4.3.1 Recolección y procesamiento de información de las fuentes seleccionadas 69
4.4.4 Resultados 69
4.4.4.1 Análisis, valoración y formulación de recomendaciones u observaciones de la información recolectada 69
4.5 Despliegue en producción 70
Capítulo V 71
Resultados 71
Capítulo VI 75
Conclusiones y recomendaciones 75
6.1 Conclusiones 75
6.2 Recomendaciones 76
Referencias bibliográficas 78
Glosario 79

Índice de figuras

Figura 1. Esquema general del uso de los motores de reconocimiento de voz..... 30

Figura 2. Ciclo de vida de la metodología utilizada. 32

Figura 3. Etapas de la metodología para el desarrollo de software educativo..... 33

Figura 4. Metodología para la evaluación de los MECS.. 37

Figura 5. Ciclo de vida del modelo de entrega por etapas.. 38

Figura 6. Esquema del proceso de análisis.. 43

Figura 7. Arquitectura cliente - servidor..... 52

Índice de tablas

Tabla 1. Características educativas de los MECS, enfocadas a los estudiantes.....28

Tabla 2. Caracteristicas educativas de los MECS, enfocados a los docentes 29

Tabla 3. Actividades y entregables por etapa 40

Tabla 4. Actores involucrados. 46

Tabla 5. Niveles de dificultades o de dominios 49

Tabla 6. Destrezas y habilidades de los pacientes a ser reforzados. 50

Tabla 7. Tabla comparativa para evaluar las tecnologías de reconocimiento de voz 54

Tabla 8. Referencias en el apéndice a los diagramas de casos de usos..... 57

Tabla 9. Referencias en el apéndice a los diagramas de clases..... 57

Tabla 10. Referencias en el apéndice al diseño de la base de datos 58

Tabla 11. Tipos de evaluaciones realizadas 60

Tabla 12. Esquema de configuración de la herramienta Audacity para la edición de las grabaciones para el banco de audios de los modelos acústicos 61

Tabla 13. Indicadores de la calidad de los modelos acústicos 61

Tabla 14. Referencias en el apéndice de los entregables de cada etapa de los juegos educativos 63

Tabla **15.** Referencias en el apéndice de las interfaces graficas generales 65

Tabla **16.** Referencias en el apéndice de los entregables de los módulos administrativos 66

Tabla **17.** Esquema de resultados y ajustes. 70

Sinopsis

Este Trabajo Especial de Grado tuvo como objetivo principal desarrollar una aplicación web educativa para apoyar, motivar y evaluar la pronunciación de los niños en Venezuela, entre los 4 y 8 años de edad, con dislalia funcional o desviación articulatoria de la norma. La aplicación podrá ser usada dentro y fuera de las terapias de lenguaje, en dos tipos de dispositivos: ordenadores (con sistema operativo Windows) y en tabletas (con sistema operativo Android). Para satisfacer los objetivos propuestos, se desarrollaron:

- Conjunto de videojuegos educativos con y sin reconocimiento de voz para ejercitar la pronunciación de los fonemas del idioma español.
- Módulos administrativos para gestionar usuarios, juegos educativos, resultados, estadísticas, modelos acústicos y audios de palabras.

Como marco de trabajo, se utilizó la metodología para el Desarrollo de Material Educativo Computarizado (MEC) (Galvis, 1992) y el Modelo de Entrega por Etapas (McConnell, 1997). La primera permite desarrollar sistemas orientados a la educación bajo un enfoque sistemático, ordenado y eficiente. En cuanto a la segunda, el desarrollo del software se realiza en etapas o fases para generar componentes de menor alcance, facilitando la medición y la tangibilidad de los proyectos. El resultado del Trabajo Especial de Grado es una herramienta complementaria y de referencia en las terapias de lenguaje. Los niños podrán mejorar su pronunciación a largo plazo, siempre que se haga uso de la herramienta acompañado de la experiencia de los especialistas en terapias de lenguaje y de la capacitación de los padres representantes en estrategias psicoeducativas.

Introducción

La Dislalia Funcional o Desviación Articulatoria de la Norma es un trastorno del habla que consiste en la pronunciación incorrecta de los fonemas del idioma Español, cuyo origen no es de carácter biológico, sino debido a la carencia de estímulos o ejercitación de los órganos fonadores. En Venezuela existen diversos institutos privados y públicos que realizan terapias de lenguaje para niños. Los especialistas en terapias de lenguaje y los padres representante de los niños, utilizan recursos y estrategias psicoeducativas ricos en contenido, pero con aspectos motivacionales por mejorar. Al mismo tiempo, los mecanismos de evaluación y seguimiento de la pronunciación de los niños en el hogar son limitados, y no brindan suficiente información del progreso de los niños. Es importante resaltar que en Venezuela, la investigación y el desarrollo de tecnologías no privativas destinada a los trastornos del habla, específicamente la dislalia funcional, son muy limitadas o nulas.

Por lo tanto, el presente Trabajo Especial de Grado consiste en el desarrollo de una aplicación web educativa que permita a los niños venezolanos entre 4 y 8 años de edad con dislalia funcional, ejercitar la pronunciación de los fonemas bajo un ambiente lúdico, educativo y motivacional, utilizando un conjunto de videojuegos con y sin reconocimiento de voz, y al mismo tiempo, facilitar a los especialistas en terapias de lenguaje y a los padres representantes la gestión, evaluación y seguimiento de la ejercitación de los niños en el instituto y en el hogar, a través de un conjunto de módulos administrativos.

Capítulo I

Problemas de investigación

1.1 Planteamiento del problema

La Dislalia Funcional o Desviación Articulatoria de la Norma es el retraso en el habla en el idioma español, causado por la falta de práctica del individuo en la pronunciación correcta de los sonidos de las palabras, el cual puede ser corregido a través de terapias especializadas. Comúnmente, la dislalia funcional se presenta en la etapa infantil, en la edad comprendida entre los 4 y 10 años. Un ejemplo común es el de personas que pronuncian "pescao" en vez de "pescado".

No existe estadística oficial para Venezuela, relacionada a los indicadores de la población con dislalias infantil, y son pocas las instituciones donde se evidencian investigaciones de actividades prácticas, ejercicios y dinámicas en las terapias para la mitigación de las dificultades.

En Venezuela, diversos institutos y organismos públicos y privados, como el I.V.A.L. y la Clínica "El Marqués", se dedican a la corrección de la dislalia funcional infantil y de otros trastornos del lenguaje y el habla mediante las terapias en las cuales los niños, ejercitan la pronunciación correcta de vocales, consonantes y palabras. La mayoría de las actividades de las terapias en los institutos de Venezuela se llevan a cabo de manera escrita (usando cuaderno y lápiz), verbal y con algunos instrumentos didácticos (e.g. plantillas, cubos de letras, etc.); siguiendo dinámicas tradicionales de enseñanza de las aulas de clases venezolanas.

Se considera que las actividades en las terapias para la superación de la dislalia funcional en los institutos venezolanos presentan varias fallas, al ser:

- *Poco motivadoras*: Los niños no se involucran totalmente con las actividades propuestas; demorando el aprendizaje como consecuencia.
- *Poco atractivas*: Los niños tienden a aburrirse y a perder el interés durante las actividades propuestas, ya que las estrategias de enseñanza son rutinarias.
- *Poco flexibles*: Los niños difícilmente pueden practicar fuera del aula para las terapias sin la supervisión y apoyo de los padres. Es decir, las actividades prácticas son poco flexibles para ser realizadas en casa u otro lugar.
- *Poco empáticas*: Los niños tienen dificultades inicialmente para establecer conexión con el terapeuta, retrasando el aprendizaje en las actividades propuestas.

El software educativo propuesto será una herramienta de apoyo en las actividades de las terapias de la dislalia infantil, que facilitará la labor al terapeuta y motivará al niño a ejercitarse y apropiarse de los conocimientos utilizando dinámicas y estrategias lúdicas.

Se plantea motivar, crear empatía e involucrar con mayor interés a los niños en las actividades de las terapias, utilizando juegos y estrategias de recreación, así como ofrecer mecanismos de evaluación y supervisión del estatus del niño tanto para los terapeutas como para los padres.

1.2 Objetivo General

Desarrollar videojuego educativo para la terapia de la dislalia funcional infantil en Venezuela para ser usado en tabletas y aplicación web.

1.3 Objetivos Específicos

1.3.1 Diseñar estrategias para el uso adecuado de los juegos en las terapias de lenguaje y en el hogar.

1.3.2 Diseñar estrategias para incentivar y recompensar a los niños durante el aprendizaje.

1.3.3 Evaluar e implementar una librería existente para el reconocimiento de voz de los fonemas y palabras del habla castellana en Venezuela.

1.3.4 Diseñar e implementar una base de datos que permita almacenar las estructuras de datos de los juegos educativos y del perfil de los usuarios.

1.3.5 Desarrollar mini-juegos para la ejercitación de los fonemas y métodos de articulación en el habla infantil venezolano, usando las estrategias definidas anteriormente.

1.3.6 Desarrollar un módulo que le permita al terapeuta la selección y gestión de las lecciones que cada paciente suyo podrá practicar.

1.3.7 Desarrollar web services para sincronización de los datos y los dispositivos móviles (tabletas).

1.3.8 Desarrollar un módulo para la gestión de modelos acústicos, imágenes y audio de los fonemas del habla castellana en Venezuela.

1.3.9 Desarrollar un módulo para la gestión de las estadísticas y resultados de los usuarios.

1.3.10 Desarrollar un módulo para gestión de perfiles, roles y permisologías de los usuarios.

1.3.11 Desarrollar un módulo para evaluar la eficacia de los juegos.

1.4 Alcance

1.4.1 Diseñar estrategias para el uso adecuado de los juegos en las terapias de lenguaje y en el hogar.

Los pacientes de las terapias deberán usar los videojuegos propuestos de acuerdo a su dificultad o retraso en el lenguaje identificado previamente por el terapeuta. Por ello se plantea:

- El software estará compuesto por lecciones, y a su vez, estarán compuestas por juegos cortos de acuerdo a la temática.
- Especificar orden o jerarquía y políticas para el uso de los videojuegos: Los pacientes harán uso de los videojuegos en un orden específico, de acuerdo a su dificultad o retraso en el lenguaje, configurado por el terapeuta, a través de mecanismos de configuración, roles, seguridad y permisologías.

1.4.2 Diseñar estrategias para incentivar y recompensar a los niños durante el aprendizaje.

Los videojuegos propuestos estarán diseñados con dinámicas lúdicas, que permitirán incentivar y motivar al paciente a practicar y adquirir nuevos conocimientos de manera efectiva y divertida. Se diseñarán juegos de acuerdo a alguno de los dos siguientes tipos principales propuestos:

- *Guías o Tutoriales de aprendizaje:* En los videojuegos se desplegarán inducciones, consejos y sugerencias al usuario con fines correctivos y de aprendizaje, relacionados a la posición de los órganos, articulación y vocalización correcta de los fonemas y palabras correspondientes, utilizando imágenes y animaciones multimedia.
- *Repetición:* Actividades lúdicas donde el participante debe seguir e imitar los fonemas y palabras del habla castellano, para conseguir completar exitosamente el reto del juego, al mismo tiempo que obtiene nuevos conocimientos acerca de la lección.

Los siguientes criterios de diseño estarán presentes en cada uno de los mini-juegos:

- *Recompensas:* El participante recibirá puntos de acuerdo al grado de exactitud de acierto, los cuales se podrán canjear por beneficios a ser usados en los mini-juegos.
- *Destrezas:* Actividades lúdicas donde participantes deben demostrar sus habilidades mentales.
- *Experiencia:* Las actividades lúdicas estarán clasificadas por niveles (o puntuación mínima para vencer el reto), de acuerdo al participante.

1.4.3 Evaluar e implementar una librería existente para el reconocimiento de voz de los fonemas y palabras del habla castellana en Venezuela.

Actualmente existen varias librerías opensource (ver Glosario) que ejecutan el reconocimiento y procesamiento de voz. Tres ejemplos de este tipo de librerías son Voce, Sphinx-4 y Julius. Se evaluarán éstas y otras más con el fin de seleccionar la más adecuada para su implementación dentro de los juegos educativos propuestos. Algunas de las características deseables de la librería de reconocimiento y procesamiento de voz a seleccionar son:

- Las librerías de reconocimiento de voz funcionan analizando y comparando la voz del jugador contra un "Modelo Acústico" (ver Glosario). Las librerías reciben las grabaciones de voz del jugador y determinan el grado de exactitud de acierto de la voz del mismo, en relación al Modelo Acústico almacenado en base de datos que contiene los fonemas y palabras del habla castellano en Venezuela propuestos en los juegos.
- Las librerías tendrán la capacidad de procesar todos los fonemas del castellano en Venezuela, (en total 23 fonemas), y varios grupos de palabras para cada fonema, seleccionadas previamente.
- Se implementará una interfaz que le permita al software de los juegos consumir los métodos de librerías "Opensource" para el reconocimiento de audio (voz) de los fonemas y palabras del castellano de Venezuela.

1.4.4 Diseñar e implementar una base de datos que permita almacenar las estructuras de datos de los juegos educativos y del perfil de los usuarios.

Se desarrollará una base de datos para mantener los registros de:

- Cuentas de usuario (perfiles de jugador y terapista de lenguaje).
- Estadísticas del desempeño del jugador.
- Lecciones y actividades por jugador y terapeuta.
- Modelos acústicos de fonemas y palabras del habla castellano venezolano.
- Datos de audio y de voz.
- Imágenes.
- Fonemas, palabras y estructuras del habla castellano venezolano.

1.4.5 Desarrollar mini-juegos para la ejercitación de los fonemas y métodos de articulación en el habla infantil venezolano, usando las estrategias definidas anteriormente

- La aplicación contará con juegos cortos con reconocimiento de voz para todos los fonemas y un conjunto de palabras del habla castellano en Venezuela.
- La aplicación contará con juegos cortos sin reconocimiento de voz para el aprendizaje en los métodos de articulación de los fonemas y palabras del habla castellano en Venezuela.
- Los usuarios podrán interactuar con los juegos a través del tacto (bien sea a través de la pantalla táctil de las tabletas, o a través del ratón en la versión web para PC).
- Los videojuegos que empleen el reconocimiento de voz se basarán en el análisis de la calidad de la pronunciación de los usuarios con respecto al modelo acústico correcto. Es decir, las dinámicas de los juegos se basarán en el grado de exactitud con que los jugadores pronuncien los fonemas y palabras, en comparación con el modelo correcto de pronunciación del terapeuta de lenguaje.
- Los videojuegos abarcarán los siguientes tópicos:
    - Aprender a pronunciar el/los fonema(s) de la lección asignada.
    - Aprender a pronunciar palabras relacionada al/los fonema(s) en estudio de la lección asignada.
    - Ejercitar la posición correcta de los músculos para la buena pronunciación de el/los fonema(s) y palabras.
    - Aprehensión de nuevo vocabulario usando los fonemas y palabras de la lección.

- Corrección de fallas (cometidas consecutivamente) en la pronunciación de fonemas o palabras de la lección.

1.4.6 Desarrollar un módulo que le permita al terapeuta la selección y gestión de las lecciones que cada paciente suyo podrá practicar.

El módulo habilitará al Terapista de Lenguaje las siguientes funciones:

- Asignar, Revocar, Consultar, Editar y Configurar las lecciones durante la terapia y las asignaciones de acuerdo al tipo y nivel de trastorno del participante. Los participantes deben ejercitarse con los juegos de acuerdo a la configuración seleccionada y recomendada por especialista en terapia de lenguaje.

1.4.7 Desarrollar web services para sincronización de los datos y los dispositivos móviles (tabletas).

Se realizará la implementación de web services utilizando la arquitectura REST, con el fin de establecer la sincronización entre el servidor de bases de datos que contendrá toda la información de los usuarios con el dispositivo móvil (tabletas).

1.4.8 Desarrollar un módulo para la gestión de modelos acústicos, imágenes y audio de los fonemas del habla castellana en Venezuela.

El especialista en terapias del lenguaje podrá generar y gestionar sus propios modelos acústicos de la pronunciación de los fonemas y palabras selectas (usadas en los juegos). Es así como se le permitirá al terapeuta: agregar, eliminar, consultar y editar, cada uno de los fonemas y palabras que sean el objeto de estudio en cada juego de cada lección.

1.4.9 Desarrollar un módulo para la gestión de las estadísticas y resultados de los usuarios

- La puntuación y el número de aciertos en la pronunciación de cada palabra (o fonema, según el tipo de mini-juego) será almacenada en una base de datos local al dispositivo donde se corra la aplicación (tabletas o una PC).
- Los resultados de cada mini-juego (puntuación obtenida y número de aciertos) podrán ser visualizados desde la cuenta de usuario propia del terapista de lenguaje que esté asociado al jugador, y desde la cuenta de los padres.
- Los terapeutas y los representantes podrán visualizar otros parámetros estadísticos, como la media aritmética, asociados a la calidad del desempeño del jugador en cada mini-juego, para los siguientes casos:
    - Media aritmética del número de aciertos (contra el número total de intentos), para un juego seleccionado, un conjunto de juegos seleccionados y para todos los juegos de las lecciones y actividades asignadas al usuario.
    - Varianza y media aritmética del número total de fallos (contra el número total de intentos), para un juego seleccionado, un conjunto de juegos seleccionados y para todos los juegos de las lecciones y actividades asignadas al usuario.

1.4.10 Desarrollar módulo para gestión de perfiles, roles y permisologías de los usuarios

- La aplicación permitirá la gestión de cuentas de usuario para los especialistas en terapias de lenguaje.
- La aplicación permitirá gestionar cuentas de usuario para rol del jugador, el cual será considerado un paciente asociado al terapista en cuestión.

- La aplicación permitirá gestionar perfiles de usuario, roles, privilegios y permisologías de usuarios.

1.4.11 Desarrollar un módulo para evaluar la eficacia de los juegos

- Se plantea el desarrollo de un módulo que mida cuantitativamente los resultados de cada juego, almacenando el historial de puntuaciones por actividad que ha obtenido el paciente. Ello permitirá la evaluación del progreso del paciente durante las lecciones de las terapias.
- El módulo sólo permitirá a ciertos roles de usuario (terapeuta y representante) la consulta de los resultados del paciente.

1.5 Limitaciones

- El software poseerá un mínimo de 7 lecciones.
- Cada lección cubrirá la enseñanza y la práctica de un tópico; a través del despliegue organizado de al menos dos mini-juegos adecuados.
- La aplicación educativa contará con al menos 15 mini-juegos, a fin de permitir el ejercicio constante en la articulación del(los) fonema(s) propuesto(s) en la lección.
- El diseño de los mini-juegos y de las lecciones a cubrir estará adaptado para edades comprendidas entre los 4 y los 8 años.
- La implementación del módulo de procesamiento de voz en los mini-juegos estará enfocado únicamente en el reconocimiento de fonemas y palabras.
- No se contempla realizar el desarrollo de mini-juegos que requieran el reconocimiento de oraciones, párrafos y otras estructuras léxicas largas.

- El software estará destinado a niños que padezcan únicamente de "dislalia funcional"; es decir, se excluyen los casos que vengan acompañados de dificultades auditivas y/o neuronales (e.g. Síndrome Down, etc.).
- Es necesario que todos los usuarios del software posean al menos un nivel de compresión lectora básico.
- El juego será implementado en dos versiones:
    - Versión compatible con PC/laptop, específicamente para los sistemas operativos Windows 7/XP.
    - Versión compatible con tabletas, para el sistema operativo Android.
- La librería para el desarrollo de videojuegos en Java (Libgdx) presenta limitaciones o bugs (ver Glosario) en la ortografía de las fuentes (ver Glosario).

1.6 Justificación

La importancia del habla en la vida del ser humano radica en la forma de cómo éste es capaz de comunicarse con otros para desenvolverse en la sociedad. En Venezuela no existen estadísticas al respecto de la población con problemas del habla, sin embargo, según cifras del National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD) (2010), en los Estados Unidos de América entre un 8 y 9 por ciento de la población de niños en edad preescolar poseen algún tipo de problema del habla.

Los niños, jóvenes y adultos que posean problemas de gravedad del habla, deben someterse a terapias. En Venezuela, las terapias de lenguaje son sesiones muy costosas, en las cuales aún hoy en día no se utilizan elementos tecnológicos como herramientas de apoyo para acelerar el aprendizaje del paciente. De hecho, la gran mayoría de los terapistas de lenguaje

deben limitarse a usar en sus sesiones: un cuaderno, lápiz/bolígrafo y papel esencialmente y, en el mejor de los casos algunos juguetes para niños y libros de cuentos. Las entrevistas realizadas con especialistas en el área en Caracas han revelado que (con la mayoría de los pacientes en edad preescolar), se requiere de cierto tiempo para obtener la confianza de los mismos (debido a problemas de timidez acarreados como consecuencia de las deficiencias del habla); no pudiendo realizar avances significativos hasta que ésa confianza no esté establecida. Otra problemática es que el paciente difícilmente puede realizar progresos fuera del ambiente de la sesión de terapia; ya que los padres y representantes no son instruidos en las técnicas de terapia. Se dificulta mucho la realización de actividades de la terapia a modo de tarea en la casa.

De lo anterior surge la necesidad de realizar una herramienta de apoyo al terapista de lenguaje y al paciente, para ser usado en la sesiones de terapia y en el hogar. El proyecto tiene como meta, mediante variados elementos multimedia, inducir a un ambiente de aprendizaje divertido e interactivo; acelerando así el proceso de enseñanza dentro del ambiente de la terapia. Se propone así el desarrollo de una aplicación educativa que le permita al paciente aprender, ejercitar y mejorar diariamente sus habilidades del habla, al mismo tiempo que se motive y se divierta, a través de videojuegos diseñados bajo lineamientos fieles a la terapia de lenguaje. Un software con esas características no existe ni es usado hoy en Venezuela como herramienta de apoyo en ese tipo de terapia.

El software educativo propuesto en el proyecto consistirá en una lista de *lecciones*, (dispuestas de acuerdo a la metodología actual de terapias de lenguaje); cada una de las cuales estará compuesta por una serie de mini-videojuegos los cuales, mediante la tecnología de reconocimiento de voz y variados elementos multimedia tendrán como objetivo educar a niños

de edades comprendidas entre los 4 y 8 años de edad en los métodos de pronunciación y articulación de palabras y fonemas cuidadosamente selectos. Los juegos serán propuestos a manera de reto personal, con elementos de recompensa y "refuerzo positivo" tras cada acierto del paciente, y, siendo totalmente controlables a través del reconocimiento de voz, se permitirá con su uso que los niños mejoren a través de la repetición y ejercitación constante en la pronunciación y articulación en cada lección.

La aplicación será desarrollada para dos versiones: una para PC/laptop basada en Windows 7/XP y tabletas basados en el sistema operativo Android, debido a la extensa popularidad que tienen tales herramientas tecnológicas hoy en día. Se tiene planificado distribuir el software sin costo a través de Internet y entre los centros de terapias de lenguaje de Caracas con el fin de contribuir directamente con los niños que regularmente deben asistir a terapias de lenguaje.

Capítulo II

Marco Referencial

Las principales características distintivas del ser humano son su capacidad de razonamiento y de comunicación. Ambas, pueden ser desarrolladas de manera biológica o en contacto con el ambiente externo. La comunicación, puede ser verbal y no verbal y es fundamental para la interacción con otras personas. En ocasiones, por causas biológicas o por la ausencia de correctivos, el ser humano, en sus primeros años de vida, puede presentar déficit o dificultades en sus elementos y mecanismo para comunicarse (el lenguaje es el elemento de interés). En los casos en que tales dificultades no sean de origen biológico (deformaciones, enfermedades, etc.), y se limiten a la incorrecta postura de los órganos fonadores, podrán ser superadas mediante la aplicación de un conjunto de procesos, actividades, estrategias y técnicas así como el dominio de un conjunto de conceptos, principios y teorías.

2.1 El Habla y el Lenguaje

El habla, es un conjunto de procesos en el cual, dos o más personas intercambian información utilizando un sistema de símbolos, reglas y procedimientos en común, denominado lengua o lenguaje. Según Camargo A. (2014), "el lenguaje es el medio de comunicación de los seres humanos, quienes utilizan signos orales y escritos, sonidos y gestos que poseen un significado" (p. 18). Es bien conocido por los lingüistas y los estudiosos de la comunicación y del habla, que el lenguaje posee tres dimensiones o componentes esenciales: forma, contenido y uso.

La forma del lenguaje se basa en las disciplinas de la lingüística conocidas como: fonología y fonética, ambas encargadas del estudio de los sonidos del lenguaje. La fonética, de

acuerdo a Trujillo, González, Cobo y Cubillas (2002), "se vincula, por tanto, con el habla, estudia los sonidos en tanto lo que son, sonidos reales y audibles, su producción mediante los aparatos fonadores y articulatorios, su transmisión por el aire, la naturaleza de las ondas sonoras" (p.26). En contraste, la fonología según los mismos autores -Trujillo, González, Cobo y Cubillas (2002) - "presta atención al significado de los sonidos para diferenciarlos unos de otros". (p. 26)

En la fonología, la unidad de sonido básica de una lengua puede ser entendida como fonema. Por lo tanto, las estructuras de un lenguaje se conforman por un conjunto de fonemas; es decir, un sistema de símbolos sonoros. Hernández (2008) afirma que la adquisición y desarrollo del sistema fonológico en el niño dura aproximadamente la mitad de la niñez. (p. 1). En el caso del Español, Hernández (2008) explica que en óptimas condiciones, toma "alrededor de seis años para alcanzar el manejo de los símbolos básicos en sus contextos usuales" (p. 1).

Según Hernández (2008), "la importancia de lograr un sistema fonológico bien adquirido y desarrollado al final de la edad preescolar es que se constituye en garantía de una eficaz comunicación tanto oral como lectoescrita". Cuando el niño no logra adquirir y desarrollar correctamente su sistema fonológico, se dice que el niño en cuestión presenta dificultades en el habla.

La adquisición y el desarrollo óptimo del sistema fonológico en el infante es un proceso natural (es decir, es un proceso no sistematizado y no planificado, y el infante no participa conscientemente en ello), y al mismo tiempo, es un proceso social, en el cual, el infante se retroalimenta de la información transmitida por el adulto.

Juárez y Monfort (1980) afirman que el desarrollo del lenguaje del infante no solamente depende de la intervención de adulto, sino también de su capacidad sensorial para el procesamiento de los datos internos, manifestando acciones expresivas correctas e incorrectas con respecto al uso habitual del idioma.

La apropiación del sistema fonológico no es trivial. Su evolución es estructural pero el tiempo de adquisición es variable y depende de cada infante. Por lo tanto, la evolución y adquisición del sistema fonológico puede describirse de acuerdo a la edad del infante. "En general, se consideran los años comprendidos entre dos y cuatro como la época en que el niño adquiere progresivamente el sistema fonológico del idioma español" (Juárez y Monfort, 1980). En el apéndice A-1, y el apéndice A-2, se puede observar la evolución del lenguaje y la extensión del vocabulario en el infante en la edad comprendida entre 0 y 6 años de edad.

2.2 Dificultades, desviaciones y trastornos del habla

El ser humano, desde su nacimiento y a lo largo de su vida, puede presentar anomalías o dificultades en su habla. Aquellas anomalías, de origen biológico o accidental, tales como deformaciones en los órganos fonadores, no son de interés, solo se mencionan y no se profundizará en sus conceptos. Con respecto a los elementos de habla del ser humano afectados por las anomalías, resaltan:

- La comprensión de la comunicación verbal y no verbal del entorno.
- La estructuración semántica y sintáctica verbal de los fonemas, palabras y oraciones.
- La estructuración semántica y sintáctica escrita de las palabras y oraciones.

A continuación se describen las principales dificultades o anomalías conocidas en el habla:

- *Disfasia*: "En la disfasia, aparte de adquirir el lenguaje tardíamente, éste es deficiente en su forma, fonética y estructura. Siempre se describirá en él un problema de comprensión" (Moreno, 2013).
- *Afasia*: "La afasia es un trastorno del lenguaje adquirido a consecuencia de un daño cerebral que, por lo general, afecta a todas las modalidades, oral y escrita" (Moreno, 2013).
- *Autismo*: "Se caracteriza por actitudes e intereses repetitivos y estereotipados, déficit en la interacción social y del uso del lenguaje. Se inicia antes de los 3 años. Desde muy temprano, los niños tienen falta de contacto visual como manera de comunicarse o demostrar emociones, no comparten la atención y tienen falta de imaginación en los juegos" (Moreno, 2013).
- *Carencia socio-afectiva*: "Esta carencia puede afectar a la inteligencia del niño y su lenguaje normal y pragmático de forma grave y algunas veces irreversible" (Moreno, 2013).
- *Síndrome de Landau-Kleffner*: "Es otra de las manifestaciones de pérdida del lenguaje en niños de 3-9 años. Se relaciona con manifestaciones epileptogénicas en el electroencefalograma y es más frecuente en los niños que en las niñas" (Moreno, 2013).
- *Mutismo selectivo*: "Se trata de niños que no quieren hablar ante determinadas situaciones o personas, en la escuela o a extraños, pero que sí lo hacen con amigos o

en casa, y no tienen ninguna dificultad para hablar o comprender lo que se les dice. Se considera un trastorno emocional o fobia social" (Moreno, 2013).

Por último, y de interés principal para el trabajo especial de grado, la desviación de la norma articulatoria, también denominada *dislalia* de manera anticuada, es "una dificultad en la articulación de uno o más sonidos del habla, de origen funcional, pero desde posiciones metodológicas diferentes" (Hernández, 2009). Es común en los primeros años de vida, y puede prologarse en la edad adulta, si no se aplican los correctivos necesarios.

2.3 La Enseñanza

La enseñanza es el proceso de transmisión de información y conocimiento entre los seres humanos, para la adquisición y apropiación de habilidades y destrezas. Quien desee enseñar, debe desarrollar y manejar un conjunto de habilidades y técnicas, así como utilizar recursos y materiales educativos, para generar ambientes de aprendizaje efectivos. Galvis (1992) explica que la enseñanza puede moverse entre dos enfoques:

- *Enfoque de transmisión*: "Se enfatiza un flujo eficiente de información desde la fuente de esta (profesor, materiales de enseñanza) hacia el destinatario de la misma, el estudiante" (Galvis, 1992, p.7). En la enseñanza basada en la transmisión, se pueden aplicar 6 funciones para lograr un ambiente de enseñanza efectivo:
    - "Repasar y verificar el trabajo anterior. Explique el tema nuevamente si los alumnos no entendieron o si cometieron errores" (Woolkfolk, 2010, p. 464).
    - "Presentar material nuevo. Aclare los propósitos, haga la presentación en pasos breves y brinde muchos ejemplos y contraejemplos" (Woolkfolk, 2010, p. 464).

- "Proporcionar practica guiada. Plantee preguntas a los estudiantes, asigne problemas prácticos y escuche ideas erróneas y malentendidos. Enseñe de nuevo en caso necesario" (Woolkfolk, 2010, p. 464).
- "Dar retroalimentación y corrección, con base en las respuestas de los estudiantes. Enseñe de nuevo en caso necesario". (Woolkfolk, 2010, p. 464).
- "Dar practica independiente. Deje que los alumnos apliquen el aprendizaje nuevo por su cuenta en trabajos individuales, grupos cooperativos o tareas para hacer en casa." (Woolkfolk, 2010, p. 464).

- *Enfoque de dialogo*: "Profesores y estudiantes, tomados en su mejor dimensión, son inquisidores que se ayudan mutuamente en la búsqueda compartida de la verdad. De esta forma, el profesor, antes de ser fuente principal de información, se convierte en un facilitador que ayuda a los aprendices a apropiarse del conocimiento" (Galvis, 1992, p.7). En este enfoque, el educador debe aplicar estrategias que permitan al estudiante participar activamente en el proceso cognoscitivo y al mismo tiempo, en el proceso emocional, de acuerdo a las siguientes categorías:
  - Conocimiento: "Recordar o reconocer información tal como se aprendió" (Woolkfolk, 2010, p. 470).
  - Compresión: "Demostrar comprensión de los materiales; transformar, reorganizar o interpretar" (Woolkfolk, 2010, p. 464).
  - Aplicación: "Utilizar información para resolver un problema que tiene una sola respuesta correcta" (Woolkfolk, 2010, p. 464).
  - Análisis: "Pensamiento crítico; identificar razones y motivos" (Woolkfolk, 2010, p. 464).

- Síntesis: "Pensamiento divergente y original; plan, propuesta, diseño o historia originales" (Woolkfolk, 2010, p. 464).
- Evaluación: "Juzgar los méritos de las ideas; dar opiniones, aplicar estándares." (Woolkfolk, 2010, p. 464).

Los criterios para la elección de algunos de los enfoques de enseñanza dependerán de la naturaleza del contenido (cálculos analíticos, historia, etc.) y del tipo de aprendices (edad, condición mental y física, etc.).

2.4 El Aprendizaje

El aprendizaje es un conjunto de procesos psíquicos, físicos y sociales de los seres humanos, cuyo objetivo es lograr la adquisición y dominio de nuevos conocimientos, que permitan el desarrollo de habilidades y destrezas, favoreciendo el bienestar del ser humano. Galvis (1992) explica que el ser humano aprende a lo largo de toda la vida de manera circunstancial del momento y sistemática, donde en la última modalidad, el aprendizaje está sujeto a la ejecución de un conjunto actividades por parte del aprendiz, planificadas por agentes externos (i.e. seres humanos). (85 - 86), y realizadas en lugares específicos (e.g. aulas de clases). En el proceso de enseñanza- aprendizaje sistemático, existen factores importantes a tomar en cuenta:

- *El ambiente de aprendizaje*: Definido como "las circunstancias de la que se disponen (entorno físico y psicológico, recursos, restricciones) y las estrategias que se usan, para promover que el aprendiz cumpla con su misión, es decir que logren aprender" (Galvis, 1992, p.86).

- *Las actividades del aprendiz*: Ejercicios planificados y evaluados por un agente externo (personas calificadas), llevados a cabo por el aprendiz para la adquisición de conocimientos (aprendizaje).

En el aprendizaje, existen diferentes perspectivas y enfoques sobre las variables y factores que intervienen. La motivación es uno de los factores principales que inciden en el mismo y han sido objeto de estudio por decenas de personas, y es de vital importancia dominar, o al menos conocer, los conceptos y principios de las teorías, si se desea que el aprendizaje sea exitoso.

2.5 Principales teorías del Aprendizaje y la Enseñanza

2.5.1 El Conductismo

El conductismo plantea que el aprendizaje es la consecuencia de la alteración de la conducta del individuo utilizando mecanismos de reforzamientos y estrategias de programación, entendiendo el reforzamiento como "el reconocimiento o una recompensa de alguna índole para mostrar que un organismo ha ejecutado algo satisfactoriamente" (Galvis, 1992, p.89) y las estrategias de programación como "el proceso de disponer lo que el alumno debe aprender en una serie de etapas, diseñadas para hacer avanzar al estudiante desde lo que ya conoce hasta lo que ignora respecto a principios nuevos y más complejos" (Galvis, 1992, p.88), descartando La influencia de los elementos internos del individuo tales como aptitudes, experiencias, percepción, etc. en el proceso de aprendizaje.

2.5.2 El Cognoscitivismo

El cognoscitivismo es definido por Galvis (1992) como "la corriente psicológica que estudia los procesos mentales y estructuras de memorias durante el aprendizaje" (p. 92). Su principal creencia es que el aprendizaje de cada ser humano es impulsado por un conjunto de elementos psicológicos tales como experiencias, aptitudes, percepciones y su relación con su ambiente externo, descartando la influencia de los estímulos en la conducta. A su vez, el cognoscitivismo se divide en varios enfoques, de los cuales resaltan:

- *Psicología de la Gestalt:* Basada en la teoría del campo vital, definida como: "la compresión que tenga cada persona de su ambiente, formado por su pasado, presente y futuro, además de una realidad concreta y otra imaginaria" (Galvis, 1992, p. 92).
- *Teoría del Procesamiento de la Información*: Afirma que la adquisición, el acceso y el uso del conocimiento se fundamenta en que la memoria humana funciona como una estructura organizada, en la cual la información debe atravesar tres fases: Captación, Estructuración y Afinamiento.
- *Interacción entre aptitud y tratamiento*: Galvis (1992) afirma que "las cualidades y aptitudes de cada individuo influyen en su aprendizaje, y la misma puede facilitarse a través del tratamiento sistemático". (p. 101). Afirma que los aprendices, de acuerdo a su nivel en un conjunto de dimensiones (habilidad verbal cristalizada, habilidad fluida y analítica, dependencia e independencia del campo perceptual, ansiedad, logros de metas y localización del control), deben realizar actividades específicas especiales. Es decir, el aprendizaje se individualiza de acuerdo a las condiciones cognitivas y biológicas del aprendiz.

- *Psicología evolutiva de Jean Piaget:* "Según Piaget, nuestros procesos mentales cambian de forma radical, aunque lenta, desde el nacimiento hasta la madurez, porque constantemente nos esforzamos por darle un sentido al mundo" (Woolkfolk, 2010, 32). De acuerdo a Woolkfolk (2010), Piaget identificó cuatro factores (maduración biológica, la actividad, las experiencias sociales y el equilibrio), que influyen en el cambio del pensamiento y en el aprendizaje. De acuerdo a sus experimentos y observaciones, afirma que el aprendizaje está relacionado al grado de madurez y desarrollo del cuerpo humano en función de la edad, llevándolo a establecer una serie de etapas o estadios del desarrollo cognoscitivo.

2.6 El juego como estrategia de enseñanza y de aprendizaje

El juego es un conjunto de acciones y actividades ejecutadas por el ser humano en sus diferentes etapas biológicas, que permiten entretener y al mismo tiempo, desarrollar sus capacidades afectivas, psicomotoras e intelectuales. El juego en relación al proceso de aprendizaje en la infancia, ha sido objeto de estudio en las teorías constructivistas, ya que permite construir la realidad social y cultural del individuo a través de la interacción social.

Uno de los principales investigadores en el área del desarrollo infantil es Lev Vygotsky (1896 - 1934), "quien otorgó al juego, como instrumento y recurso socio-cultural, el papel gozoso de ser un elemento impulsor del desarrollo mental del niño, facilitando el desarrollo de las funciones superiores del entendimiento tales como la atención o la memoria voluntaria". (Andrés, T. T, 2011).

Al mismo tiempo, el juego, dentro de la escolaridad, es considerado como "un conjunto de actividades agradables, cortas, divertidas, con reglas que permiten el fortalecimiento de los

valores: respeto, tolerancia grupal e intergrupal, responsabilidad, solidaridad, confianza en sí mismo, seguridad, amor al prójimo, fomenta el compañerismo para compartir ideas, conocimientos, inquietudes, todos ellos – los valores- facilitan el esfuerzo para internalizar los conocimientos de manera significativa" (Torres, 2007).

Adaptar el contenido educativo utilizando actividades y materiales lúdicos, tomando en cuenta las características de la población infantil (e.g. edades, etc.), permitirá al aprendiz apropiarse de nuevos conocimientos y habilidades al estar interactuando socialmente con otros, sin perder el efecto de esparcimiento implícito de los mismos.

2.7 Aplicación de la tecnología en el proceso de enseñanza – aprendizaje

Los ordenadores, son dispositivos electrónicos con capacidad de almacenamiento y procesamiento de la información y características audiovisuales e interactivas, lo cuales pueden complementar, y no sustituir, las actividades en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Galvis (1992) denomina a tales dispositivos y a las herramientas de software que operan en el mismo como Materiales Educativos Computarizados (MECS) (p. 17).

Sin embargo, los "atributos del computador servirían de poco, para crear ambientes de aprendizaje, si no hubieran tecnologías educativas que fundamentan e hicieran posible llevar a la práctica uno, otro o la combinación de los dos enfoques educativos que polarizan la acción, enfoques algorítmicos y heurísticos" (Galvis, 1992, p.17). En otras palabras, no tiene pertinencia el uso de un MEC en el proceso de enseñanza – aprendizaje, si no se aplica un enfoque adecuado (i.e. estrategias para la interacción entre el educador y el aprendiz), así como su coherente utilización en el contexto del aprendizaje. Como ejemplo, Galvis (1992) señala que los MEC tienen coherencia en aquellas situaciones donde el fenómeno de estudio ocurre de manera

inusual o donde el fenómeno puede atentar contra la seguridad de los involucrados, pero pierde coherencia, si se trata de sustituir al educador totalmente con materiales educativos audiovisuales (p.18). Galvis (1992) también explica que existen diversos tipos de MEC:

- *MEC tipo algorítmicos:* "Es aquel de predomina el aprendizaje vía transmisión de conocimiento, desde quien sabe hacia quien lo desea aprender, donde el diseñador se encarga de encapsular secuencias bien diseñadas de actividades de aprendizaje" (Galvis, 1992, p.19). Algunos MEC de tipo algorítmicos:
    - *Sistema tutoriales:* "Incluye las cuatro grandes frases que según Gagne deben formar parte de todo proceso de enseñanza y aprendizaje: La fase introductoria, en la que se genera la motivación, se centra la atención y se favorece la percepción selectiva de lo que se desea que el alumno aprenda; la fase de orientación inicial, en la que se da la codificación, almacenaje y retención de lo aprendido; y la fase de retroalimentación en la que se demuestra lo aprendido y se ofrece retroalimentación y refuerzo (Galvis, 1992, p.20)".
    - *Sistemas de ejercitación y práctica:* "Se trata con ellos de reforzar las dos fases finales del proceso de instrucción: aplicación y retroinformación. Se parte de la base de que mediante el uso de algún otro medio de enseñanza, antes de interactuar con el MEC, el aprendiz ya adquirió los conceptos y destrezas que se va a practicar (Galvis, 1992, p.20)."
- *MEC tipo heurísticos:* "Es aquel en el que predomina el aprendizaje experiencial y por descubrimiento, donde el diseñador crea ambientes ricos en situaciones que el alumno debe explorar conjeturalmente. El alumno debe llegar al conocimiento a partir

de la experiencia, creando sus propios modelos de pensamientos" (Galvis, 1992, p. 19).

- *Simuladores y juegos educativos:* "Ambos poseen la cualidad de apoyar al aprendizaje de tipo experiencial y conjetural, como base para lograr aprendizaje por descubrimiento. La interacción con un micromundo, en forma semejante a la que se tendría en una situación real, es la fuente de conocimiento." (Galvis, 1992, p.22).
- *Lenguajes sintónicos y micro mundos exploratorios:* "Un lenguaje sintónico es aquel que no hay que aprender, que uno esta sintonizado con sus instrucciones y que se puede usar naturalmente para interactuar con un micromundo en el que los comandos sea aplicables" (Galvis, 1992, p.24).
- *Sistemas expertos con fines educativos:* "Son sistemas de computación capaces de representar y razonar acerca de algún dominio rico en conocimientos, con el ánimo de resolver problemas y dar consejos a quienes no son expertos en la materia." (Galvis, 1992, p.25).
- *Sistemas tutoriales inteligentes:* "Se caracteriza por mostrar un comportamiento inteligentemente adaptativo, es decir, adaptar el tratamiento educativo en función de aquello que se desea aprender y de las características y desempeño del aprendiz." (Galvis, 1992, p.26).

Para la selección e incorporación de un MEC en el proceso de enseñanza- aprendizaje, se debe tomar en cuenta:

- Necesidad de la población o usuarios finales, lo que implica identificar beneficios.

- Definición de las estrategias y el enfoque en las actividades con o sin el MEC dentro del ambiente de aprendizaje, lo que implica planificación del uso del MEC, entrenamiento y alfabetización tanto del personal como de los aprendices, gestión del contenido de las actividades, etc.
- Características técnicas: Capacidad del hardware, capacidad del software, cantidades de dispositivos disponibles.

2.8 Características educativas de los MECS

En función de las teorías cognitivas, conductistas y constructivistas de la enseñanza y el aprendizaje, y en la investigación elaborada por Rodríguez y Rojas (2010), se definen las siguientes características o funcionalidades educativas que deben apoyar los MECS, que se visualizan en la Tabla 1 y en la Tabla 2.

Tabla 1

Características educativas de los MECS, enfocados a los estudiantes.

FUNCIONES DE APOYO AL ESTUDIANTE	DESCRIPCIÓN
Apoya el aprendizaje experiencial y conjetural	Deberá estar basado en experiencias, conocimientos previos y situaciones de la vida cotidiana que sean significativas para el aprendiz.
Ayudas de contenido	Deberá ofrecer pistas visuales u orales en aquellos casos donde el estudiante demuestre no conocer lo que se esté evaluando. Estas pistas podrán ser brindadas siempre que el usuario lo desee, pero nunca indicar directamente la solución para que el alumno no genere la inclinación de pedir respuestas al sistema.
Ayudas operativas	Deberá repetir el conjunto de instrucciones que deben realizarse en las distintas actividades cuando el usuario lo desee.
Componentes multimedia	Deberá enriquecer los contenidos con componentes multimedia como: textos, sonidos, animaciones y gráficos.
Decidir si desea música o no	Deberá ofrecer la opción de activar o no la música de fondo.
Guarda registro sobre las sesiones	Al finalizarse una sesión, se deberán almacenar los registros obtenidos en la misma, de manera que puedan ser retomados en el futuro.
Llevar el historial para cada usuario	Deberá almacenar y mostrar por pantalla los logros obtenidos con el uso del sistema.
Ofrece ejercitación como base para afianzar el conocimiento	Deberá ofrecer actividades de ejercitación que permitan mejorar las habilidades de reconocimiento de cuerpos geométricos, las líneas, figuras planas y orientación espacial.
Ofrece información de retorno explicita	El sistema deberá mostrar mensajes claros y acordes a la edad de los estudiantes. Los mensajes de retroinformación negativa (en caso de errar) no deben ser descalificadores, sino mensajes motivadores para que el usuario lo siga intentando.
Ofrece teoría y ejemplos	Cuando el usuario finaliza una actividad, podrá optar por recibir teoría o ejemplos

FUNCIONES DE APOYO AL ESTUDIANTE	DESCRIPCIÓN
como base para aprender, si se pide	que permitan apropiarse de los conocimientos
Permite controlar el dominio de prerrequisitos	El sistema permitirá el desplazamiento del usuario a un nivel superior si y sólo si, logra cumplir al menos un porcentaje de los indicadores establecidos para dicho nivel.
Permite controlar el ritmo de aprendizaje	El usuario podrá volver a realizar un conjunto de actividades las veces que lo desee, a fin de reforzar los conocimientos adquiridos.
Resaltar bloques de contenido que puedan ser realizados	Deberá resaltar aquellos niveles donde el usuario pueda realizar las actividades y en los que no, debe mostrarlos como bloqueados.

Fuente: Elaboración propia basado en la investigación de Rodríguez y Rojas (2010).

Tabla 2

Características educativas de los MECS, enfocados a los docentes.

FUNCIONES DE APOYO AL DOCENTE	DESCRIPCIÓN
Consultar estadísticas sobre resultados de interés.	Podrán consultar información sobre resultados de interés como: ✓ Tema más jugado por los alumnos. ✓ Tiempo total del grupo en lograr los distintos indicadores.
Consultar resultados de cada alumno.	Podrán consultar resultados para una evaluación individual de los alumnos como: ✓ Porcentaje de conocimiento por indicador. ✓ Tiempo total en lograr los distintos indicadores. ✓ Tema más jugado.

Fuente: Elaboración propia basado en la investigación de Rodríguez y Rojas (2010).

2.9 Reconocimiento de voz

Cualidad de un software, para procesar e identificar los sonidos de las palabras y oraciones de un idioma. Actualmente existen diversas herramientas y librerías abiertas al público para el desarrollo de tecnologías online u offline, basadas en la voz de los seres humanos. Por defecto, están configurados para procesar un grupo de idiomas, pero facilita la incorporación de otros idiomas a través del desarrollo de modelos acústicos, definidos como un conjunto de archivos estadísticos, generados a partir del análisis estructural de las ondas asociados a un banco de audios de palabras u oraciones. El Modelo Oculto de Markov, es la técnica de análisis de ondas más común utilizada en la mayoría de los sistemas de reconocimiento de voz. Las herramientas utilizadas para el desarrollo de los modelos acústicos y la configuración general del

sistema de reconocimiento de voz se detallan en el apéndice A – 7. En la Figura 1, se puede visualizar el funcionamiento de los motores de reconocimiento de voz.

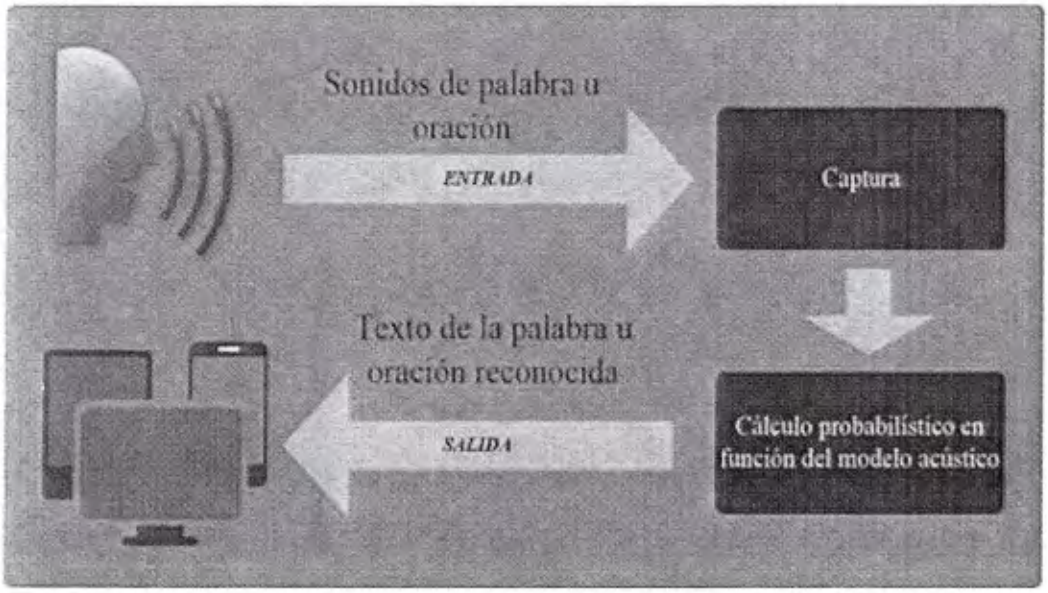

Figura 1: Esquema general del uso de los motores de reconocimiento de voz. ***Fuente:*** Elaboración propia.

Capítulo III

Marco Metodológico

3.1 Metodología Seleccionada

En el presente Trabajo Especial de Grado se utilizó la combinación de la Metodología para el desarrollo de material educativo computarizado (MEC) y el Modelo de entregas por etapas. La primera metodología, de acuerdo a Galvis (1992), permite desarrollar soluciones computarizadas (software o hardware) orientadas a la educación bajo un enfoque sistemático, organizado y exhaustivo para satisfacer las deficiencias o mejorar las características educativas en el proceso enseñanza – aprendizaje. En esta metodología, la adaptación de cambios y la escalabilidad del producto es inflexible, lenta y poco eficiente para satisfacer las necesidades educativas, ya que es al final donde se puede apreciar el producto educativo. El Modelo de entrega por etapas permite corregir tales limitaciones ya que, de acuerdo a McConnell (1997), el desarrollo se realiza en etapas o fases para generar componentes de menor alcance facilitando la tangibilidad (ver Glosario), la escalabilidad y las modificaciones del producto final a través de la sinergia (ver Glosario) entre el equipo de trabajo y los clientes.

Es importante resaltar que se modificaron algunas actividades y se agregaron nuevos entregables en cada una de las etapas, ya que la documentación de cada una de las metodologías originales no especifican explícitamente que se debe entregar y al mismo tiempo, proponen actividades que no son aplicables en el contexto del Trabajo Especial de Grado. En el Cap. III punto 3.3, puede consultarse las actividades y entregables realizados. En la Figura 2 se pueden visualizar cada una de las etapas de la metodología utilizada.

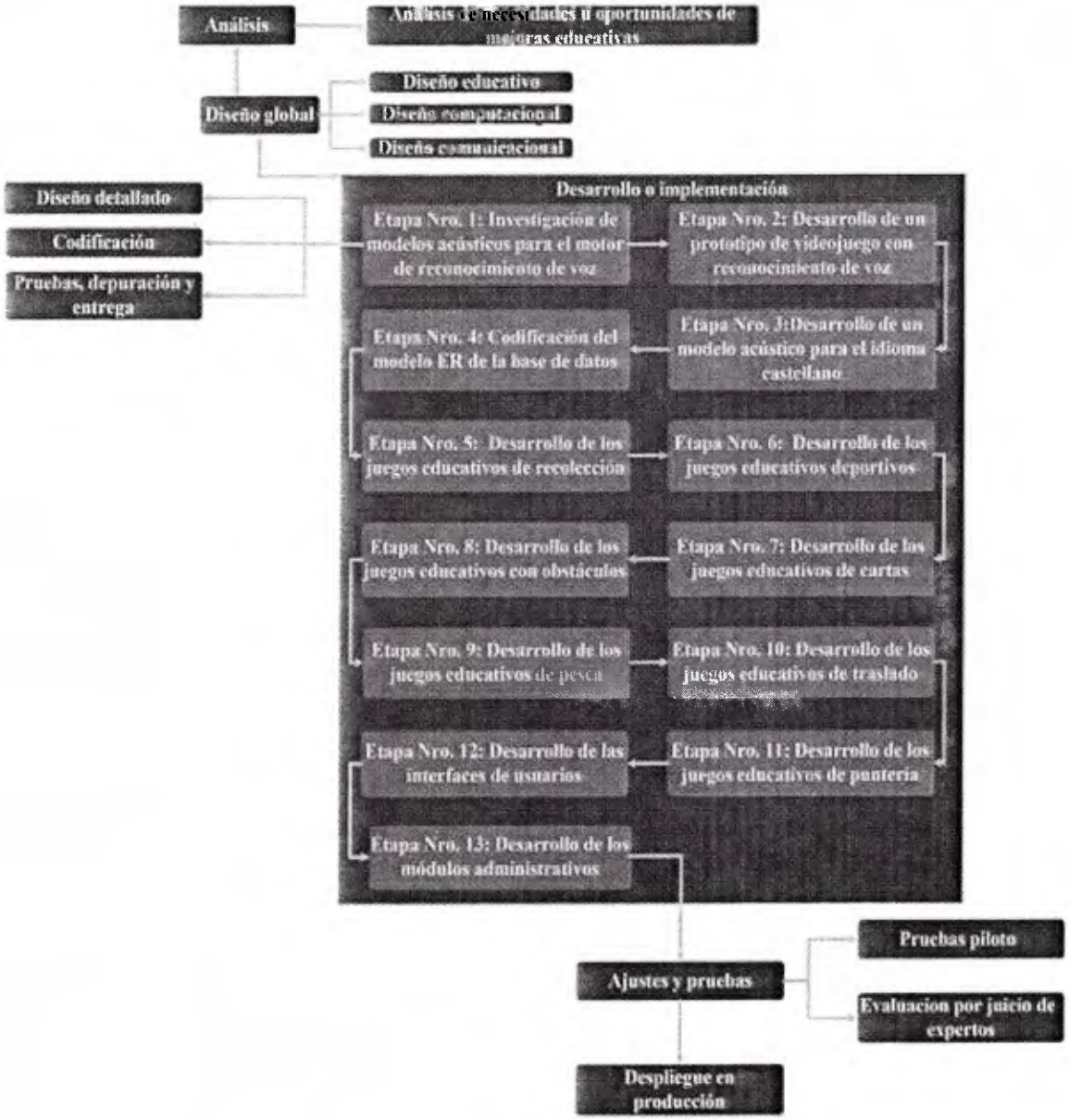

Figura 2: Ciclo de vida de la metodología utilizada. ***Fuente:*** Elaboración propia.

3.2 Metodología para el desarrollo de material educativo computarizado (MEC)

La metodología para el desarrollo de MECS, propuesta por Galvis (1992), está constituida por las etapas clásicas para el desarrollo de software bajo el modelo de cascada: análisis, diseño, desarrollo o implementación, ajustes y despliegue, pero caracterizado

principalmente por la evaluación y la aplicación de estrategias educativas en todas las etapas del ciclo de vida de la metodología. En la Figura 3 pueden verse cada una de las etapas.

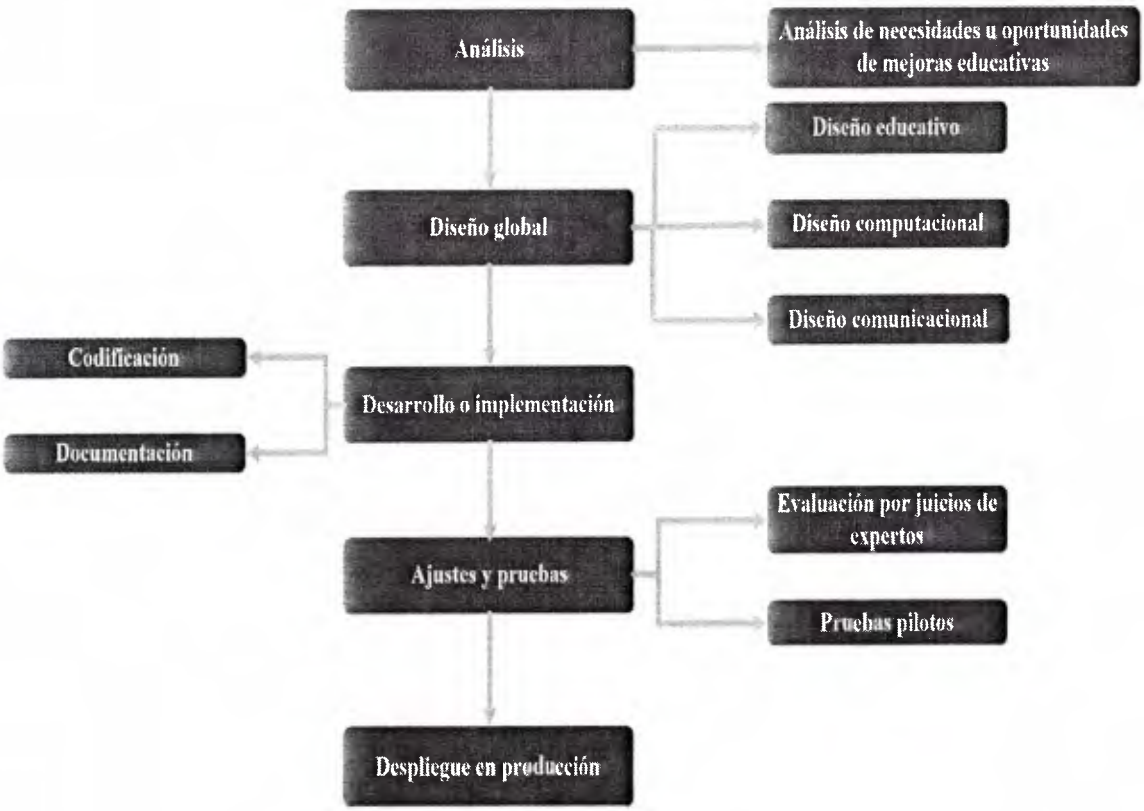

Figura 3: Etapas de la metodología para el desarrollo de software educativo. ***Fuente:*** Elaboración propia, basado en Galvis (1992).

3.2.1 Etapa de Análisis

Consiste en la evaluación de los procesos de enseñanza y aprendizaje en un ambiente educativo para analizar, identificar y establecer posibles soluciones mediante la inclusión o no de materiales computarizados, a los elementos, factores o situaciones que dificultan al aprendiz, la adquisición o el reforzamiento de habilidades o conocimientos deseados. Galvis (1992) explica que la información de los procesos de enseñanza y aprendizaje pueden ser recopiladas utilizando distintos tipos de instrumentos y técnicas formales e informales tales como evaluaciones

estadísticas poblacionales, encuestas o entrevistas a los aprendices profesores o representantes, instrumentos académicos de los aprendices, programas de estudios, etc. y documentadas utilizando diversos formatos para generar evidencias o entregables como bases para el desarrollo de las soluciones definidas.

3.2.2 Etapa de Diseño

De acuerdo a Galvis (1992), consiste en la definición de las características del material educativo computarizado en las siguientes dimensiones:

3.2.2.1 Diseño Educativo

- *Estructuración del contenido*: Definición de los temas en el área de interés que deben ser adquiridos o reforzados por los aprendices.
- *Organización del contenido y nivel de logro*: Definición del orden de los temas en el área de interés en el que se deben realizar y dominar.
- *Funciones educativas*: Definición de acciones, que permiten al usuario final, adquirir, desarrollar o reforzar un conjunto de habilidades y/o conocimientos en un área de interés, partiendo o no de un conocimiento o destreza previa.
- *Mecanismos de motivación*: Definición de las estrategias y acciones que refuercen motivacionalmente al aprendiz, tanto en las conductas correctas como en las incorrectas.
- *Mecanismos de retroalimentación*: Definición de las estrategias y acciones para guiar al estudiante en alcanzar los objetivos exitosamente. Ayudas conceptuales, consejos y correcciones cortas audiovisuales antes, durante y al finalizar las actividades son

algunos ejemplos que pueden ser implementados sin dejar que el aprendiz logre las metas propuestas sin esforzarse.

- *Mecanismo de supervisión y/o evaluación*: Definición de las acciones que permitan dar seguimiento a los resultados del aprendizaje, expresados a través de diagnósticos, estadísticas, históricos, etc., para corroborar el éxito o no de los objetivos propuesto por el software. También se especifica las condiciones de aprobación y reprobación de una actividad.

3.2.2.2 Diseño Computacional

- *Herramientas y materiales tecnológicos*: Selección y adquisición de las herramientas y los materiales tecnológicos para la construcción del material educativo computarizado. La elección debe realizarse tomando en cuenta las condiciones socioeconómicas de los actores involucrados, disponibilidad de acceso de acuerdo al país, destrezas de los desarrolladores, etc.
- *Mecanismos de interacción*: Definición de los elementos que permitan al aprendiz, interactuar con el material educativo computarizado, a nivel de hardware y de software, tomando en cuenta sus características físicas, psicológicas y el tipo de contenido a ser impartido.
- *Persistencia de la información*: Para los casos que aplique, diseño de las estructuras de datos para el tipo de repositorio seleccionado.
- *Flujos o lógica de procesos*: Definición de los flujos y la lógica para realizar las acciones y actividades de aprendizaje y de enseñanza. Galvis (1992) explica que existen diversas técnicas para expresar los flujos lógicos en diagramas o en esquemas

y es el diseñador quien debe seleccionar la técnica según su conveniencia. El diagrama de flujo es la técnica más comúnmente utilizada.

3.2.2.3 Diseño Comunicacional

- Definición de un conjunto de prototipos no funcionales que permitan una visión aproximada de la solución para la satisfacción de las necesidades detectadas. Tales prototipos puede ser bocetos de papel, o imágenes generadas por algún software.

3.2.3 Etapa de desarrollo o implementación

- Programación del software, de acuerdo a las especificaciones de la etapa de diseño, utilizando las herramientas tecnológicas disponibles.
- Documentación dentro del código fuente, y definición de estándares de escritura.
- Documentación para la configuración y mantenimiento del material educativo computarizado.
- Documentación para los usuarios finales, asociado al uso del material educativo computarizado.

3.2.4 Etapa de Ajustes y Pruebas

Consiste en la verificación y/o correcciones de las funcionalidades del material educativo computarizado con respecto a las especificaciones definidas, bajo los siguientes esquemas:

- *Evaluación del software por expertos:* Un conjunto de personas especialistas en el área de interés hacen uso del material educativo computarizado, determinando qué funciones cumple con los objetivos propuestos.

- *Diseño, ejecución y evaluación de pruebas piloto:* Consiste en la ejecución de pruebas sobre el material educativo propuesto, por una muestra de la población de interés. Es recomendable la construcción de instrumentos para la recolección de datos obtenidos de la experiencia de los usuarios seleccionados.

Para realizar los esquemas anteriores, Galvis (1992) especifica una metodología de trabajo, detallada en la Figura 4.

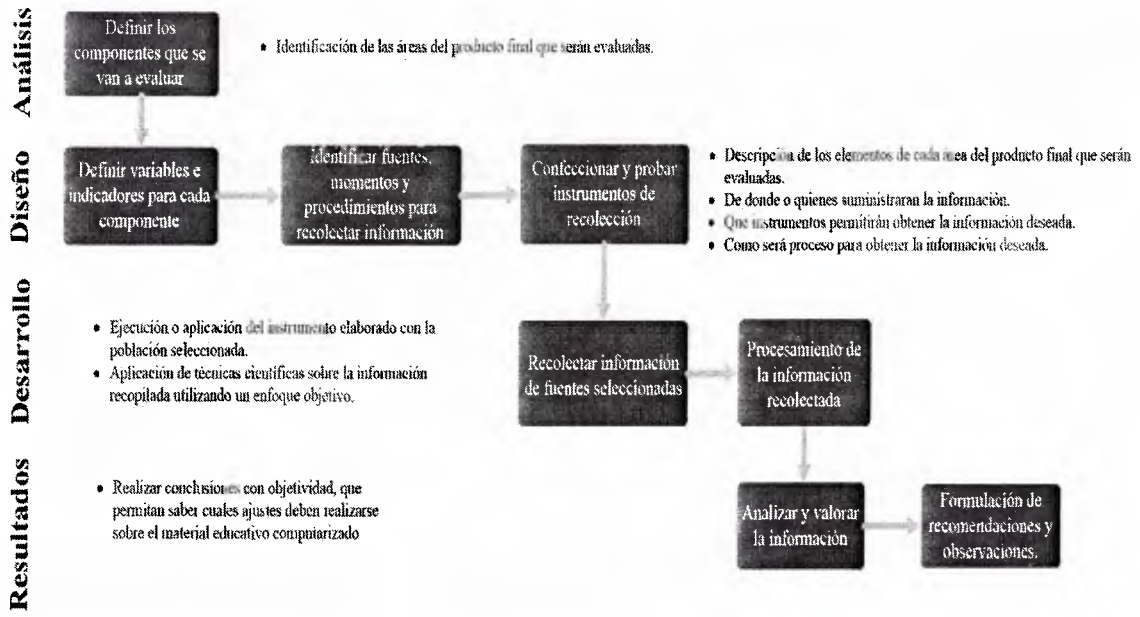

Figura 4: Metodología para la evaluación de los MECS. ***Fuente:*** Elaboración propia basada en el trabajo de Galvis (1992).

3.2.5 Etapa de despliegue en producción

El software es configurado para ser utilizado por los usuarios reales.

3.3 Modelo de entrega por etapas

El modelo de entrega por etapas, de acuerdo a McConnell (1997), consiste en el desarrollo del software mediante la planificación y ejecución de etapas o fases, cuyo propósito es generar

componentes de software de menor alcance, pero con características totalmente funcionales para el cliente, permitiendo a los involucrados:

- La tangibilidad y medición de los avances del proyecto.
- La disminución de los riesgos para la culminación exitosa del proyecto.
- La disminución de la incertidumbre en proyectos de alcance largos.

Con respecto a su ciclo de vida, comparte las primeras etapas o fases con el modelo en cascada, diferenciándose de la última, en la etapa de desarrollo o implementación. En la Figura 5 se muestran cada una de las etapas de su ciclo de vida.

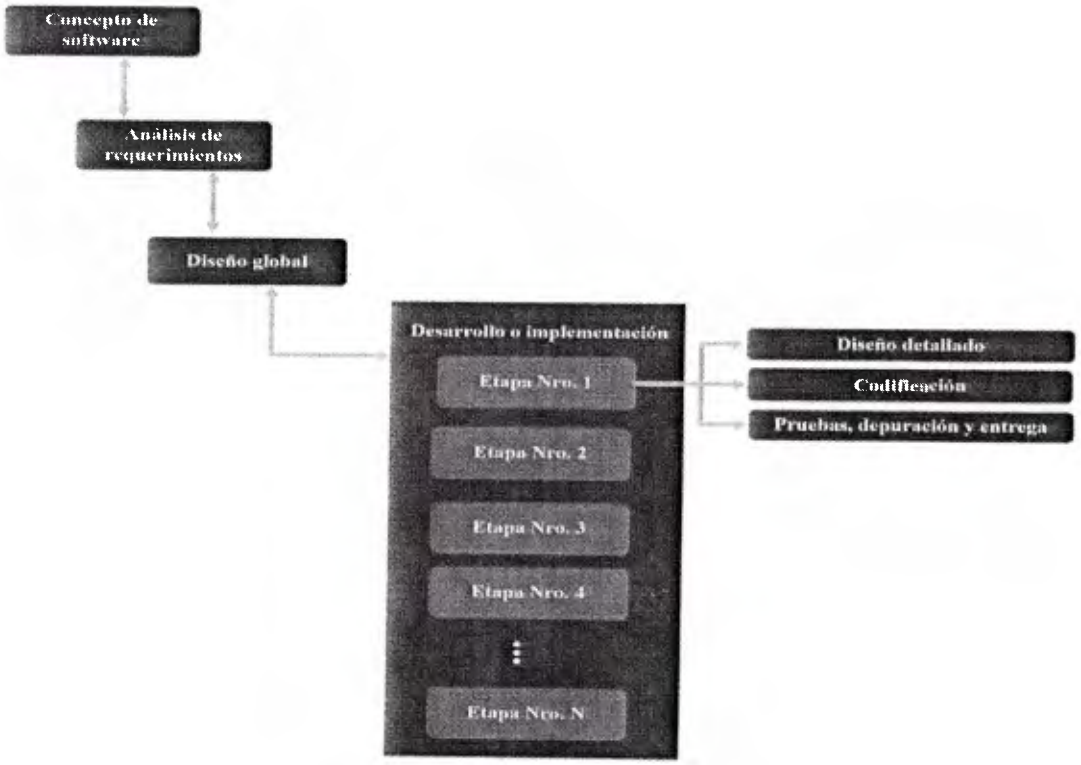

Figura 5: Ciclo de vida del modelo de entrega por etapas. ***Fuente:*** Elaboración propia, basada en el trabajo de McConnell (1997).

3.3.1 Concepto de software

Consiste en el estudio de los procesos de negocios del cliente y en la identificación y solución de las necesidades u oportunidades de mejoras.

3.3.2 Análisis de requerimientos

Consiste en el estudio, evaluación y delimitación del dominio o área de interés del negocio del cliente cuya información se expresa en definiciones y conceptos, funcionalidades reglas, validaciones asociadas y actores o personas involucrados que permitirán definir el sentido de la solución computarizada.

3.3.3 Diseño Global

Consiste en la planificación y definición a grandes rasgos de las interfaces, estructuras, componentes y funcionalidades del software, utilizados esquemas, bocetos y prototipos, con la finalidad de establecer una visión general del producto que satisfagan los requerimientos del cliente. Esta etapa consisten en:

- Definición general de flujos y/o lógica de los requerimientos del software.
- Definición de las estructuras de datos del software.
- Definición de la arquitectura del software.
- Definición de bocetos de interfaces de usuarios.
- Selección y diseño del modelo para la persistencia de datos.
- Selección de las herramientas, recursos y plataformas tecnológicas.

3.3.4 Etapas o fases de desarrollo

Consiste en la planificación y desarrollo de un componente o porción de software totalmente funcional del producto final, comprendida por las siguientes actividades:

- Selección, análisis y definición, con mayor profundidad en los detalles, de los requerimientos establecidos anteriormente.
- Codificación y documentación de los requerimientos seleccionados.

- Ejecución de pruebas y ajustes del producto generado, para la verificación del cumplimiento de las necesidades del cliente.

De acuerdo a McConnell (1997), se debe conocer y/o definir la mayoría de las necesidades y requerimientos al comienzo, pues el cambio inesperado o el desconocimiento de los requerimientos aumentan potencialmente los riesgos contra el éxito del proyecto, y pueden mitigarse a través de la planificación de tiempos de holguras o etapas extras para amortiguar los tiempos generados por retrasos.

3.4 Actividades y entregables de la metodología definitiva utilizada.

En la Tabla 3 se pueden visualizar todas las actividades y los diferentes documentos que se entregarán en cada una de las etapas de la metodología.

Tabla 3
Actividades y entregables por etapa.

ETAPA	ACTIVIDADES Y/O ENTREGABLES
ANÁLISIS	✓ Levantamiento de información - Identificación de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo.
	✓ Identificación de las necesidades o mejoras de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo.
	✓ Identificación de soluciones para mejorar o satisfacer las necesidades de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo.
DISEÑO GLOBAL	✓ *Diseño educativo*
	✓ Definición de los actores involucrados y perfiles de usuarios.
	✓ Delimitación del contenido temático.
	✓ Definición objetivos educativos.
	✓ Estrategias para el uso adecuado del MEC.
	✓ Estrategias para incentivar y recompensar a los pacientes durante el aprendizaje.
	✓ *Diseño computacional*
	✓ Diseño de la arquitectura
	✓ Selección, instalación y configuración de los recursos, plataformas y herramientas tecnológicas.
	✓ Definición de dispositivos de entrada y salida

	✓ Diseño de los módulos administrativos
	✓ Diseño de los diagramas de casos de usos
	✓ Diseño de los diagramas de clases.
	✓ Diseño del modelo entidad relación de la base de datos.
	✓ *Diseño Comunicacional*
	✓ Diseño de los prototipos no funcionales y elementos gráficos de las interfaces de usuarios.
ETAPA DE DESARROLLO O IMPLEMENTACIÓN	✓ *Etapa Nro. 1:* Investigación de modelos acústicos para el motor de reconocimiento de voz.
	✓ *Etapa Nro. 2:* Desarrollo de un prototipo de videojuego con reconocimiento de voz.
	✓ *Etapa Nro. 3:* Desarrollo de un modelo acústico para el idioma castellano.
	✓ *Etapa Nro. 4:* Codificación del modelo Entidad-Relación de la base de datos.
	✓ *Etapa Nro. 5 – 11:* Etapas para el desarrollo de los juegos educativos.
	✓ *Etapa Nro. 12:* Desarrollo de las interfaces de usuarios
	✓ *Etapa Nro. 13:* Desarrollo de los módulos administrativos.
ETAPA DE AJUSTES Y PRUEBAS	✓ *Análisis*
	✓ Definición de los componentes a ser evaluados
	✓ *Diseño*
	✓ Definición de variables e indicadores de cada componente.
	✓ Identificación de fuentes para la recolección de información.
	✓ Planificación de los procedimientos para la recolección de información.
	✓ Confección de los instrumentos de recolección de información
	✓ *Desarrollo*
	✓ Recolección y procesamiento de información de las fuentes seleccionadas.
	✓ Análisis, valoración y formulación de recomendaciones u observaciones de la información recolectada.
DESPLIEGUE EN PRODUCCIÓN	✓ Configuración e instalación de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Justificación

La enseñanza y el aprendizaje no pueden dejarse al azar. Son procesos donde intervienen múltiples variables que permiten o no la adquisición de los conocimientos o destrezas por el estudiante y la implementación de un software educativo debe estar justificado, y no agudizar las deficiencias o las condiciones actuales de un ambiente de aprendizaje. La metodología propuesta por Galvis (1992) permite identificar las necesidades así como la evaluación, incorporación o reforzamiento de elementos (contenido, motivación, participación, estrategias de enseñanzas, ayudas o guías) en el ambiente educativo mediante la planificación sistemática, determinando la pertinencia o no del software para la población de interés.

El modelo de entrega por etapas permite obtener una amplia visibilidad del proyecto desde la etapa de diseño global, permitiendo identificar y mitigar los riesgos principales del proyecto antes y durante la implementación de proyecto. El Trabajo Especial de Grado es un proyecto de gran alcance y alto nivel de complejidad e incertidumbre, lo que implica analizar y planificar meticulosamente para disminuir los riesgos desconocidos que atentan contra la culminación exitosa dentro del tiempo estipulado.

El Trabajo Especial de Grado está constituido por diversos componentes con diferentes niveles de riesgos e interdependencia. En muchos casos, hay componentes que requieren la culminación de otro componente, tal como el motor de reconocimiento de voz, ya que es requisito fundamental para el desarrollo de los videojuegos educativos. La entrega por etapas permite identificar y planificar el orden de desarrollo de los componentes de acuerdo a su prioridad e interdependencia y al mismo tiempo, facilita la integración de los diversos componentes.

Capítulo IV

Desarrollo

4.1 Etapa de Análisis

La etapa de análisis consistió en la evaluación de las actividades, elementos y factores que forman parte del proceso de enseñanza - aprendizaje dentro y fuera de las terapias de lenguaje, con el objetivo de definir soluciones que permitan satisfacer o mejorar las características educativas existentes. En la Figura 6, se detalla el proceso de análisis.

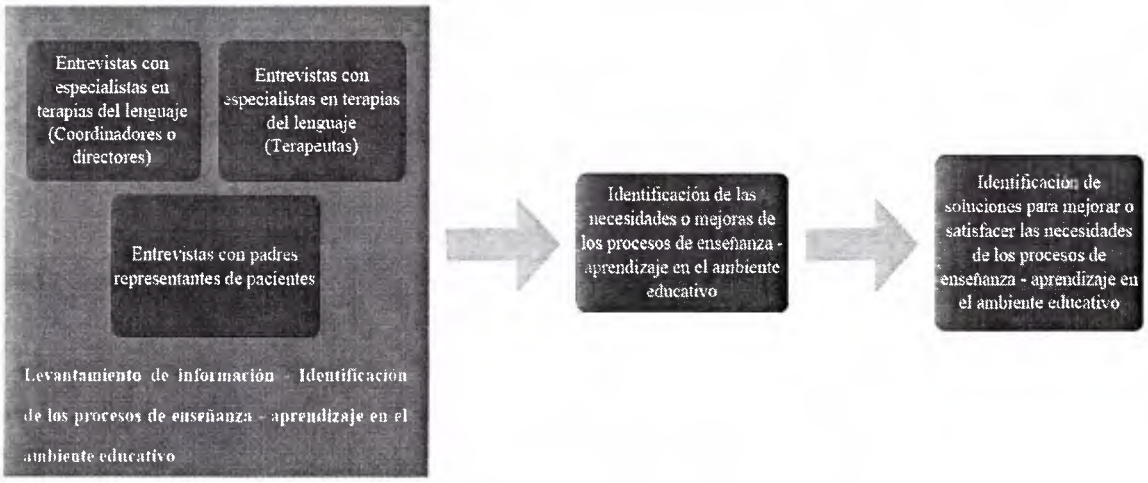

Figura 6: Esquema del proceso de análisis. ***Fuente:*** Elaboración propia, tomando referencias de Galvis (1992).

4.1.1 Levantamiento de información. Identificación de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo

Se realizaron entrevistas con especialistas en terapias de lenguaje y los padres representantes de los pacientes inscritos en el Instituto Venezolano de la Audición y el Lenguaje (I.V.A.L) [1], quienes brindaron información en los siguientes aspectos de los procesos y actividades de las terapias de lenguaje:

[1] Ubicado en: Cruce de las calles Araure y Cuchivero Edif. IVAL, El Marqués (parte alta), Caracas – Venezuela.

- Identificación de los trastornos del lenguaje en los seres humanos - especialmente niños.
- Conceptos y teoría del lenguaje castellano (e.g. pronunciación, estructuras gramaticales, fenómenos biológicos, etc.).
- Identificación de la población infantil con trastornos del lenguaje y sus características biológicas, sociales, psicológicas y económicas.
- Técnicas de enseñanza usadas por los instructores en las terapias.
- Materiales y herramientas educativas utilizadas por los instructores en las terapias de lenguaje.
- Actitudes de la población infantil durante el proceso enseñanza - aprendizaje de las terapias de lenguaje.
- Duración de las terapias.

En el apéndice A - 3, se detalla la información recopilada de las entrevistas. Al mismo tiempo, en el apéndice A - 6, se detallan las actividades de las terapias de lenguaje dentro de las aulas de clases.

4.1.2 Identificación de las necesidades o mejoras de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo

A partir de la información recabada, se determinó que:

- El acceso y la disponibilidad de los recursos educativos son limitados para la población del instituto. Significa que pocos estudiantes y terapeutas pueden hacer uso de los materiales; al mismo tiempo, el instituto enfrenta limitaciones económicas para adquirir nuevos recursos educativos debido a la situación del país. Al mismo tiempo,

no todos los terapeutas poseen las mismas destrezas psicopedagógicas. En algunos casos, los terapeutas incluyen instrumentos y/o cantos musicales o incluyen juegos manuales creativos en las terapias de lenguaje. Otros terapeutas en cambio, se limitan a la pronunciación y repetición de las palabras. Por lo tanto, un software educativo podría estandarizar y generar métodos psicoeducativos de enseñanza y aprendizaje efectivos para todos los terapeutas y pacientes por igual.

- Los terapeutas asignan actividades y ejercicios de pronunciación a los estudiantes para el hogar, pero no existe seguimiento ni evaluación (por parte del instituto ni por parte de los padres) sobre los resultados, avances o retroceso del paciente. Al mismo tiempo, la mayoría de los pacientes y sus padres no cuentan con materiales de aprendizaje adecuados, limitándose en el uso de papel y lápiz. En el caso de los padres o representantes, la mayoría carece de estrategias pedagógicas para la enseñanza.
- La motivación de una persona es un factor que facilita o dificulta la adquisición o el reforzamiento de habilidades. La naturaleza de las terapias, tanto en el instituto como en el hogar, consiste básicamente en la repetición continua de sonidos de fonemas, palabras y oraciones, que pueden convertir el proceso de enseñanza – aprendizaje en un ambiente monótono y aburrido, desmotivando al paciente y dificultando su recuperación.

4.1.3 Identificación de soluciones para mejorar o satisfacer las necesidades de los procesos de enseñanza - aprendizaje en el ambiente educativo

Existen diversos tipos de materiales educativos computarizados que pueden o no satisfacer las necesidades educativas. Tomando en cuenta la selección de un grupo de MECS

(ver apéndice A - 8) realizado por Rodríguez y Rojas (2010), se determinó que la mejor solución era desarrollar un juego educativo con algunas características de los sistemas tutoriales; es decir, un sistema hibrido, ya que:

- Las actividades y ejercicios de las terapias de lenguajes podrán ser más divertidos, interesantes y excitantes.
- Permitirán involucrar más a los pacientes en las actividades y ejercicios propuestos.
- Reforzará a los pacientes en la consecución de los objetivos planteados mediante la incorporación de elementos de ayuda y sistema de retroalimentación.
- Permitirá a los pacientes ejercitarse durante y después de las sesiones de las terapias de lenguaje.
- Los pacientes podrán ejercitarse sin que el contenido esté organizado jerárquicamente, ya que la ejercitación de los fonemas se realiza sin ninguna escala y en función de la dificultad detectada.

4.2 Etapa de Diseño

4.2.1 Diseño educativo

4.2.1.1 Definición de los actores involucrados y perfiles de usuarios

En la Tabla 4 están definidos los actores involucrados en el proyecto.

Tabla 4
Actores involucrados

ROL	ACTOR	PERFIL DE USUARIO	DESCRIPCION
Paciente	Paciente	Paciente	Infantes, entre 4 y 8 años de edad, quienes presentan "desviación de la norma articulatoria" o "dislalia", con niveles de compresión de lectura y escritura y sin ningún otro tipo de dificultad o trastorno psicomotor y están inscritos en las terapias del instituto. Su función principal es la ejecución de las actividades asignadas por el terapeuta.

Padres o representantes del Paciente	Padres o representantes	N/A	Responsable por velar por la integridad física, psicológica, económica y social del paciente. También es responsable por el seguimiento de las actividades asignadas por el terapeuta en el hogar.
Especialistas en terapias del lenguaje	Terapeutas	Terapeuta	Encargados de la planificación, ejecución y seguimiento de las actividades del paciente en las sesiones de terapias de lenguaje.
	Coordinadores	Coordinador	Responsable de la dirección general del instituto. También son especialistas en el habla y el lenguaje. Al igual que el terapeuta, conoce los detalles de las dificultades en el habla de los pacientes.
Especialistas en informática	Analistas de sistemas	Administrador de aplicaciones	En conjunto con el especialista de contenido, es responsable por la definición y estructuración de los requerimientos funcionales del software. Al mismo tiempo, es responsable de la implementación, documentación, ajustes y mantenimiento del software, así como de las configuraciones de las herramientas y componentes utilizados.
Especialistas en diseño	Diseñador grafico	N/A	Responsable de la definición de los componentes visuales del software, tomando en consideración la información resultante de las etapas anteriores (Características física y psicología de la población, tipo de contenido, etc.) .
Locución	Comunicador social	N/A	Responsable de la grabación y producción de los audios del software educativo.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2 Investigación del contenido temático

La delimitación y selección de los fonemas y palabras, se realizó bajo la supervisión y la aprobación de la coordinadora del I.V.A.L, Magaly Cluet, Técnico Superior Universitario en terapias de lenguaje, egresada del mismo instituto (I.V.A.L). La identificación de los procesos y las actividades subyacentes en el ambiente educativo se realizó con la participación de Daniela Castillo, Técnico Superior Universitario en Terapias de lenguaje, egresada del I.V.A.L, quien ejerció como terapeuta en dicho instituto por 4 años.

4.2.1.3 Contenido temático

En el caso de la selección de las palabras a ser ejercitadas y evaluadas, se definió un conjunto entre 5 y 7 palabras para 7 fonemas del español de Venezuela, caracterizados por el sonido y la dificultad de pronunciación asociados a la posición de dicho fonema dentro de la palabra. La lista de palabras seleccionadas puede consultarse en el apéndice A – 4.

4.2.1.4 Objetivos educativos.

Galvis (1992) define los objetivos educativos como aquellos logros o metas en un área específica, que se espera puedan ser alcanzados por una persona a través o no de un software educativo. En el trabajo especial de grado, se define los siguientes objetivos educativos, como metas que deberán ser alcanzados por los pacientes que hagan uso del software:

- Mejorar, en un período de tiempo considerable, la pronunciación articulatoria de los fonemas en la población infantil de Venezuela, donde el origen de las deficiencias no sea biológico, sino que esté asociado a la postura incorrecta de los órganos fonadores. Se propone la ejercitación de la pronunciación, utilizando actividades lúdicas en las terapias del instituto y en el hogar, bajo la supervisión y apoyo del terapeuta y/o padre representante, quienes, en conjunto con el paciente, deben realizar entrenamientos y repasos previos antes de la utilización del software.

4.2.1.5 Estrategias para el uso adecuado del MEC

Los juegos educativos deben brindar una experiencia significativa al paciente, tomando en cuenta un conjunto de parámetros. A continuación se describe las estrategias y características definidas para el MEC:

Organización de los juegos educativos: Cada juego educativo aborda la ejercitación o de un grupo de palabras asociados a un fonema del idioma castellano. El terapeuta tiene la potestad de asignar o revocar los juegos educativos, en función de su experiencia y observaciones para el caso en estudio; es decir, el contenido y los juegos educativos no están organizadas secuencialmente.

Mecanismos de evaluación: Son aquellos criterios o condiciones que deben cumplir o no los pacientes al finalizar cada sesión de un videojuego asignado. La aprobación dependerá de la cantidad mínima de pronunciaciones correctas realizadas por el paciente para cada palabra. La desaprobación dependerá de la cantidad de pronunciaciones incorrectas realizadas por el estudiante para cada palabra.

Niveles de dominio: Asociado con los niveles de contenido y dificultad en el dominio de una lección en específico. En el caso de las terapias de lenguaje, los niveles se asocian al dominio de la pronunciación de un conjunto de palabras para cada videojuego. Se definieron tres niveles de dominio para cada uno de los videojuegos, los cuales pueden verse en la Tabla 5.

Tabla 5
Niveles de dificultades o de dominios.

DESCRIPCION	NIVELES		
	FACIL	MEDIO	DIFICIL
Número de palabras propuestas para pronunciar	5	5	5
Número de intentos de pronunciación de cada palabra	3	3	3
Cantidad mínima de pronunciaciones incorrectas de cada palabra para aprobación de sesión de videojuego	1	2	3

Fuente: Elaboración propia.

El uso del MEC dentro de las terapias de lenguaje, está condicionado a la práctica de una serie de ejercicios de pronunciación previa entre el paciente y el terapeuta. El Terapeuta debe autorizar el uso del software educativo. Al mismo tiempo, los terapeutas deben informar e indicar a los representantes de los pacientes, las instrucciones para el seguimiento y el refuerzo de los juegos educativos asignados al paciente en el hogar.

4.2.1.6 Estrategias para incentivar y recompensar a los pacientes durante el aprendizaje

Destrezas y habilidades: Los juegos educativos se diseñaron para reforzar las destrezas y habilidades de los pacientes, detallados en la Tabla 6.

Tabla 6
Destrezas y habilidades de los pacientes a ser reforzados

DESTREZAS O HABILIDADES	DESCRIPCIÓN
Comprensión	✓ Capacidad para seguir las instrucciones. ✓ Entendimiento de las palabras propuestas.
Repetición	✓ Pronunciar reiteradamente las palabras y sus sonidos.
Moral	✓ Transmisión y práctica de valores y buenas costumbres.
Motricidad	✓ Coordinación mental y física para realizar acciones y superar los retos propuestos.

Fuente: Elaboración propia.

Sistema de recompensas: En cada juego, se definieron dos tipos de puntuaciones, representados en los juegos con diferentes figuras tales como frutas, verduras, etc. cuyo valor no tiene peso en los resultados finales de cada sesión de juego; no es relevante como indicador de progreso o retroceso y su fin es completamente motivacional:

- Puntuación al pronunciar correctamente una palabra.
- Puntuación extra generada aleatoriamente en el ambiente de cada videojuego, con el objetivo de incentivar al paciente.

Finalmente, se diseñaron políticas, que consistieron en asignar al paciente un avatar y un rango al completar exitosamente un conjunto de sesiones para los juegos educativos asignados. En los apéndices A – 10, A – 11 y A – 12 pueden consultarse los avatares diseñados.

Mecanismos de ayudas de contenido: En todos los videojuegos, se desarrollaron dos tipos de apoyo en el contenido:

- *Ayudas auditivas de una palabra:* El paciente podrá escuchar la pronunciación correcta de una palabra sin límites en el número de repeticiones y estará disponible en todos los videojuegos disponibles.
- *Ayudas conceptuales:* El paciente podrá leer conceptos básicos, en formas de sugerencias o consejos relacionados a las teorías de los fonemas y de los órganos fonadores, y estará disponible desde cualquier juego educativo.

Mecanismos de retroalimentación: La retroalimentación asociada al área del lenguaje en los videojuegos se limitó a mensajes audiovisuales motivacionales. Por la naturaleza del aprendizaje, del contenido y ciertas limitaciones técnicas, se delega tales responsabilidades en la experiencia del terapeuta y/o padre representante.

4.2.2 Diseño computacional

4.2.2.1 Diseño de la arquitectura

Se estableció la arquitectura cliente - servidor para el MEC, constituida por:

Clientes: Sistemas, hardware y/o software cuya información de entrada y/o salida asociado a las funcionalidades de su dominio, es suministrado por otros sistemas denominado servidores. En el Trabajo Especial de Grado se definió dos tipos de clientes:

- *Dispositivos de escritorio:* Computadores portátiles y no portátiles. El software no se desarrolló para ser ejecutado por navegadores web.
- *Dispositivos móviles*: Constituido por tabletas. En Smartphone no se garantiza la óptima funcionalidad y visualización.

Servidores: Sistemas, en la mayoría de los casos, hardware o equipos electrónicos, configurados para gestionar y suministrar información relacionada a un dominio de negocio. Se definieron dos tipos de servidores:

- *Servidor de base de datos:* Dispositivo donde se aloja la base de datos relacional.
- *Servidor web*: Dispositivo donde se aloja los servicios web.

En la Figura 7 se visualiza la arquitectura cliente – servidor del Trabajo Especial de Grado:

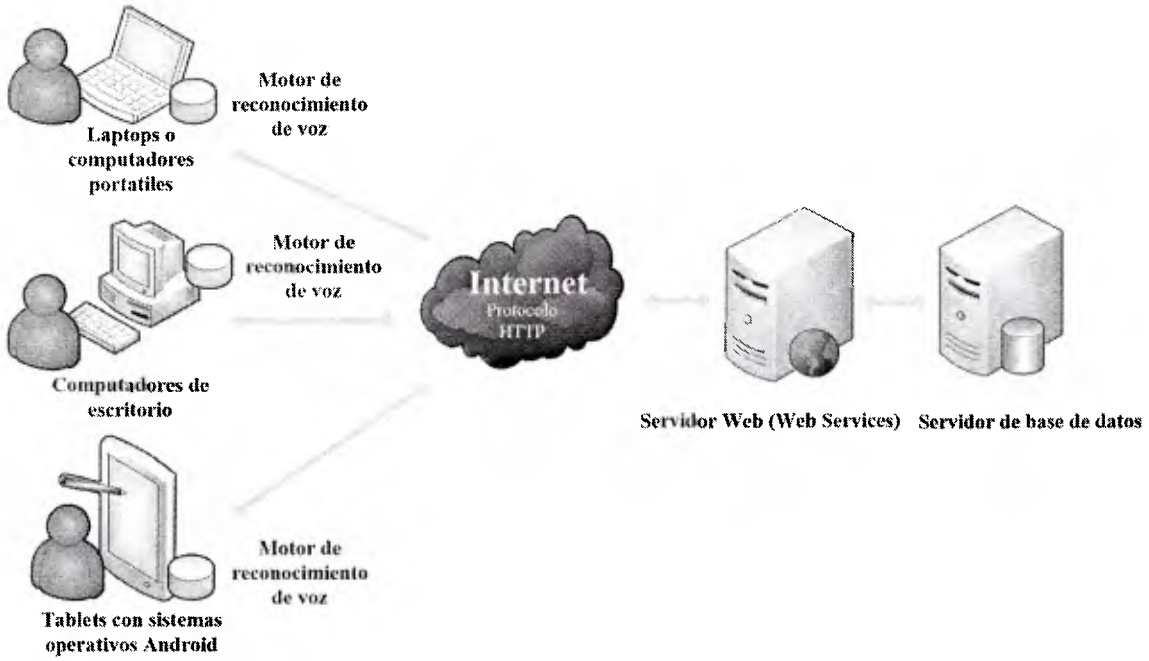

Figura 7: Arquitectura cliente - servidor. ***Fuente:*** Elaboración propia.

Beneficios de la arquitectura:

- Gestión y evaluación de las actividades y resultados de los pacientes, desde cualquier lugar, dentro y fuera de las aulas de las terapias, tanto por los especialistas del lenguaje como los padres representantes.

- Ejecución de las actividades del paciente, dentro y fuera de las aulas de las terapias de lenguaje de forma remota.

4.2.2.2 Selección, instalación y configuración de los recursos, plataformas y herramientas tecnológicas

Lenguaje de programación: Se utilizó JAVA como lenguaje de programación para el desarrollo de los videojuegos y de los módulos de la aplicación, ya que se caracteriza por brindar compatibilidad con diversos sistemas operativos y dispositivos lo que implicó instalar y configurar Java JDK 7.0 en los ordenadores de desarrollo.

Entorno de desarrollo de los videojuegos y de los módulos de la aplicación: Se utilizó Android Studio, ya que posee una interfaz amigable para el desarrollador, alta disponibilidad de soporte y documentación técnica así como la compatibilidad de la librería de reconocimiento de voz y la librería para el desarrollo de videojuegos.

Entornos de desarrollo de los servicios web: Se utilizó "Netbeans 8.1", ya que brinda muy buenas opciones en su interfaz para el desarrollo de servicios web, bajo la arquitectura RestFull, implicando la instalación y configuración del servidor Glassfish en los ordenadores de desarrollo.

Entorno de desarrollo y sistema manejador de base de datos: Para la base de datos se utilizó MySQL, ya que posee una licencia abierta y gratuita, es compatible con diversos entornos de desarrollo de aplicaciones, y al mismo tiempo, existe mucha documentación e información, soporte técnico y una amplia comunidad de usuarios. Como herramienta de diseño e implementación se utilizó MySQL Workbench.

Motores de reconocimiento de voz: Se realizó una tabla comparativa para evaluar y seleccionar uno de las cuatros motores de reconocimiento de voz, tomando en cuenta las características cuantitativas y cualitativas de cada uno de ellas. La información fue recabada investigando manuales y documentos técnicos, foros públicos, sitios web oficiales, pruebas con prototipos y/o aplicaciones básicas públicos y para algunos casos, se contactó vía correo electrónico a Nickolay Shmyrev, investigador y desarrollador del motor de reconocimiento de voz de la familia CMU- Sphinx, en la Universidad Carnegie Mellon, Estados Unidos. En la Tabla 7 se detallan los resultados de la evaluación realizada.

Tabla 7

Tabla comparativa para evaluar las tecnologías de reconocimiento de voz.

CARACTERÍSTICA	CMU - SPHINX	JULIUS	HTK	KALDI
Disponibilidad API para JAVA SE y Android.	Si.	No.	No	No.
Compatibilidad en Android y Windows.	Si	No.	No.	No.
Tiempo promedio de respuesta.	0.2 – 0.5 Seg.	0.2 - 0.4 Seg.	0.2 - 0.4 Seg.	0.2 - 0.5 Seg.
Capacidad para reconocer fonemas o sonidos aislados.	No	No	No	No
Capacidad para reconocer palabras y oraciones.	Si	Si	Si	Si
Acceso y disponibilidad pública de documentación y tutoriales.	Si	Si	Desactualizado	Si
Acceso y disponibilidad de foros públicos así como de una comunidad abierta de investigadores y desarrolladores.	Si	Si	No.	Si
Capacidad para adaptar y entrenar modelos acústicos en distintos idiomas, específicamente para el castellano.	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia.

Se escogió la familia CMU – Sphinx pues es el único motor de reconocimiento de voz con una API (ver Glosario) estable tanto para aplicaciones de escritorio bajo el entorno JAVA, representado por la librería Sphinx-4, como para aplicaciones para tabletas bajo el entorno Android, representando por la librería Pocketsphinx.

Librería para desarrollo de videojuegos: Se utilizó la librería Libgdx Java Game Development Framework para el desarrollo de los videojuegos y de los módulos que componen la aplicación. La librería fue descubierta gracias a la sugerencia del Profesor Ciro Durán[2], quien fue consultado en varias oportunidades vía correo electrónico y entre sus fortalezas destacan:

- *Multidispositivo*: Capacidad de generar aplicaciones para ordenadores de escritorio navegadores y dispositivos móviles a través de una sola interfaz de programación amigable y sencilla.
- *Multiplataforma*: Compatible con diversos sistemas operativos, ya que utiliza el lenguaje JAVA como entorno de desarrollo.
- *Manejo de cargas gráficas y de sonidos*: Capacidad de gestionar grandes cantidades de elementos gráficos de alta densidad y sonidos de alta frecuencia de muestreo.
- *Manejo de memoria*: Capacidad de controlar, reutilizar, optimizar y depurar los elementos en la memoria RAM, manteniendo el rendimiento de la aplicación en todo momento.
- *Multihilo*: Capacidad de gestionar hilos concurrentes de forma óptima, permitiendo el desarrollo de flujos de procesos concurrentemente en las aplicaciones que lo ameriten.

Herramientas para el diseño de elementos gráficos: El diseñador gráfico utilizó Adobe Photoshop CS5 64 Bit para la elaboración de los dibujos y elementos gráficos del MEC.

Herramientas del reconocimiento de voz: En el apéndice A – 7, puede consultarse las herramientas utilizadas para la configuración y entrenamiento de los modelos acústicos del motor de reconocimiento de voz.

[2] Profesor a tiempo convencional en la Escuela de Ingeniería Informática de la Universidad Católica Andrés Bello de Caracas (de 2009/08 a 2013/08). Ha dictado las cátedras computación gráfica y desarrollo de videojuegos.

Herramientas para el control de versiones: Se utilizó GIT como sistema manejador de versiones. Como repositorio para los proyectos, se utilizó Bitbucket.

Herramienta para el seguimiento del tráfico en la red o sniffer: Se utilizó Fiddler para realizar las pruebas sobre los servicios web.

4.2.2.3 Definición de dispositivos de entrada y salida

Micrófonos: Las pronunciaciones de las palabras en los juegos educativos se deben realizar con micrófonos y audífonos portátiles, y no con los micrófonos integrados en el ordenador, ya que los primeros filtran los ruidos del ambiente exterior y generan sonidos más exactos y fiables, facilitando la identificación de la palabra por el motor de reconocimiento de voz. Al mismo tiempo, los audífonos permiten la recepción sonidos y mensajes auditivos solamente para el usuario, sin interrumpir en el ambiente exterior del usuario.

Teclado: Permite al usuario realizar las acciones y tomas de decisiones en las actividades de los juegos lúdicos. Ver apéndice A - 9 para mayor información.

Ratón: Realiza y complementa las funciones del teclado. Al mismo tiempo realiza la navegabilidad entre los diferentes módulos de la aplicación.

4.2.2.4 Diseño de los módulos administrativos

El diseño funcional está relacionado a la especificación de los detalles de aquellos requerimientos asociados al negocio o micro mundo de interés. Se realizaron los diagramas de casos de uso de los módulos que conforman la aplicación. En la Tabla 8 se especifican, por actores o perfiles de usuario, la ubicación en el apéndice.

Tabla 8
Referencias en el apéndice a los diagramas de casos de usos

ACTORES O PERFILES DE USUARIO	DIAGRAMA	NRO. APENDICE
Todos	CU para el acceso a la aplicación	B - 1
	CU para la salida de la aplicación.	B - 2
Paciente	CU para la gestión de juegos educativos	B – 3
	CU para la gestión de estadísticas y resultados educativos.	B - 4
	CU para la gestión de pacientes.	B - 5
Terapeuta	CU para la gestión de juegos educativos.	B - 6
	CU para la gestión de pacientes.	B - 7
	CU para la gestión de terapeutas.	B - 8
	CU para la gestión de estadísticas y resultados educativos.	B - 9
Coordinador y Administrador de aplicaciones	CU para la gestión de pacientes.	B - 10
	CU para la gestión de terapeutas.	B - 11
	CU para la gestión de coordinadores.	B - 12
	CU para la gestión de juegos educativos.	B - 13
	CU para la gestión de estadísticas y resultados educativos.	B - 14
Administrador de aplicaciones	CU para la gestión modelos acústicos.	B - 15
	CU para la gestión de audios.	B - 16
	CU para la gestión de administradores de aplicaciones.	B - 17

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.5 Diseño de los diagramas de clases

En la Tabla 9, se indican los Apéndices donde se encuentran los diagramas de clases.

Tabla 9
Referencias en el apéndice a los diagramas de clases

DIAGRAMA	NRO. APENDICE
DC de las estructuras de datos generales del MEC.	C - 1
DC de las estructuras de datos para procesar los servicios web.	C - 3
DC de las estructuras de datos generales para el desarrollo de los juegos educativos.	C - 2

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.6 Diseño de la base de datos

En la Tabla 10, se detalla el Apéndice correspondiente al Modelo de la base de datos.

Tabla 10
Referencias en el apéndice al diseño de la base de datos.

NOMBRE	NRO. APENDICE
Modelo entidad – relación.	C - 17

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Diseño comunicacional

4.2.3.1 Diseño de los prototipos no funcionales y elementos gráficos de las interfaces de usuarios

Elaboración de los elementos de las interfaces de usuarios: Las imágenes, figuras, texturas y ciertos elementos visuales de las interfaces de usuario de los juegos y de los Módulos de la aplicación fueron realizados por Rosana Aular, Ingeniero de Materiales egresada de la Universidad Simón Bolívar, desempeñándose laboralmente como artista y diseñador gráfico.

Selección de colores para la elaboración de las interfaces de usuarios: La selección de los colores de las interfaces de usuarios se basó en el estudio y la evaluación de los principios de la psicología del color, definida por Heller (2004). En el apéndice G - 1 puede consultarse la justificación de los colores utilizados en las interfaces de usuarios.

4.3 Etapa de desarrollo o implementación

No existen diferencias en las características visuales y funcionales entre la aplicación para los ordenadores (con sistema operativo Windows) y la aplicación para las tabletas (con sistema operativo Android). Las dos versiones funcionan de manera similar. La única diferencia radica en la entrada y salida de audios de cada dispositivo. A continuación de detalla cada una de las etapas de desarrollo:

4.3.1 Etapa Nro. 1: Investigación de modelos acústicos para el motor de reconocimiento de voz

Diseño detallado: Consistió en la investigación de la existencia de algún modelo acústico existente para el castellano. Se encontraron tres modelos acústicos disponibles para el castellano, de los cuales dos son compatibles con las herramientas de la familia CMU – Sphinx y se realizaron pruebas de reconocimiento de voz de las palabras incluidas. La conclusión de la investigación y las pruebas realizadas fue que los modelos acústicos disponibles para el castellano no son pertinentes para el Trabajo Especial de Grado, pues carecen parcialmente de las palabras requeridas y definidas en la etapa de análisis, y al mismo tiempo, no pueden modificarse ya que no poseen el banco de audios originales.

Codificación: Los resultados previos implicó la investigación y la construcción de un modelo acústico con un banco de audio de 5 palabras para el idioma castellano con palabras seleccionadas previamente, utilizando la documentación oficial de CMU – Sphinx y la ayuda de Nickolay Shmyrev (detalles en Cap. V punto 4.3.2). Las herramientas para la codificación del modelo acústico experimental pueden consultarse en el apéndice A – 7.

Pruebas, depuración y entrega: Las pruebas pueden consultarse en el apéndice F – 1. Los ajustes realizados en el modelo acústico para mejorar el reconocimiento de voz pueden consultarse en el apéndice F- 2.

4.3.2 Etapa Nro. 2: Desarrollo de un prototipo de videojuego con reconocimiento de voz

Diseño detallado: Las mecánicas, retos y objetivos del videojuego experimental se basaron en los tutoriales audiovisuales para elaborar un ping-pong de mesa, publicados por

Javier Osuna Herrera[3], quien suministró los elementos gráficos de manera gratuita. Como elemento adicional al diseño, se asocian ciertos movimientos de las raquetas a la pronunciación correcta o incorrecta del usuario de las palabras del modelo acústico.

Codificación: Se configuró y adaptó las librerías de reconocimiento de voz, el modelo acústico experimental y la librería para el desarrollo de videojuegos en Android Studio, donde se realizó la programación del videojuego experimental.

Pruebas, depuración y entrega: Se generaron los ejecutables para el sistema operativo Android (en tabletas) y para el sistema operativo Windows (en los ordenadores de escritorio y portátil). En la Tabla 11 se describen las pruebas realizadas.

Tabla 11
Tipos de evaluaciones realizadas.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS	AJUSTES
Evaluación de las mecánicas y retos del videojuego	✓ Ejecución del juego generando todas las situaciones para ganar o perder.	✓ Lentitud en el movimiento de los objetos	✓ Actualización de los parámetros de velocidad de los objetos en el código fuente
Evaluación de velocidad del reconocimiento de voz y rendimiento del videojuego	✓ Pronunciación de todas las palabras del modelo acústico correcta e incorrectamente.	✓ La velocidad del flujo del juego se degrada durante la activación del reconocimiento de la voz.	✓ Desarrollo de hilos para controlar la concurrencia del sistema de reconocimiento de voz y el juego.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Etapa Nro. 3 Desarrollo de un modelo acústico para el idioma castellano

Diseño detallado: Los modelos acústicos deben estar constituidos solamente por palabras, definidas en la etapa de análisis, asociados a los fonemas del idioma castellano y al

[3] Ingeniero en informática. Vive en España y realizó una serie de videos en YouTube para programar videojuegos con libgdx.

mismo tiempo, deben ser reconocidas con un margen de error, permitiendo al usuario esforzarse en la pronunciación de las palabras.

Codificación: El desarrollo de un nuevo modelo acústico para cualquier idioma implica obtener un banco de audios de distintas voces de personas para cada palabra del vocabulario de interés. El banco de audios del vocabulario de los modelos acústicos del software educativo se obtuvo mediante la grabación de las voces de cuatro mujeres y dos hombres utilizando Audacity como editor de audios gratuito. La edición de los audios implicó configurar y modificar la estructura de las ondas con un formato específico para que pueda ser interpretado por el motor de reconocimiento de voz. En la Tabla 12 se muestran los parámetros configurados.

Tabla 12
Esquema de configuración de la herramienta Audacitiy para la edición de las grabaciones para el banco de audios de los modelos acústicos.

FORMATO O EXTENSIÓN DE LOS AUDIOS	FRECUENCIA DE MUESTREO	FORMATO DE MUESTRA	CANAL
.WAV	16 Khz	16 - Bit	Mono

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la etapa Nro. 2 fue un modelo acústico para el idioma español, constituido por las palabras definidas en la etapa de análisis (ver apéndice A - 4) cuya calidad en el reconocimiento de la voz se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13
Indicadores de la calidad de los modelos acústicos.

TOTAL PALABRAS	NUMERO DE PALABRAS CORRECTAS	NUMERO DE PALABRAS CON ERRORES	PORCENTAJE DE PALABRAS CORRECTAS	PORCENTAJE DE PALABRAS CON ERRORES	PRECISIÓN Y EXACTITUD DE RECONOCIMIENTO
1706	1706	0	100%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de la Tabla 13 fueron generados automáticamente por la herramienta Sphinxtrain al finalizar el entrenamiento de los modelos acústicos.

Pruebas, depuración y entrega: Se realizaron pruebas funcionales para evaluar la calidad y velocidad del motor de reconocimiento desarrollado y consistieron en la pronunciación de cada una de las palabras del banco de audios, tomando en consideración las voces de dos hombres, dos mujeres y dos niños. Los resultados de cada una de las pruebas puede consultarse en el apéndice F - 3 (voces masculinas), apéndice F - 4 (voces femeninas), Apéndice F - 5 (voces infantiles) y apéndice F - 6 (ajustes).

4.3.4 Etapa Nro. 4: Codificación del modelo Entidad-Relación de la base de datos

Diseño detallado: Consistió en la revisión de los requerimientos funcionales por módulos definidos en las primeras etapas y su diseño en el modelo entidad-relación elaborado en la etapa de diseño global.

Codificación: Se desarrollaron los scripts para la creación, modificación y eliminación de las entidades de la base de datos utilizando las sentencias DDL de SQL y los scripts para el registro de datos de pruebas utilizando las sentencias DML de SQL.

Pruebas, depuración y entrega: Se ejecutaron los scripts varias veces, detectando y corriendo errores de sintaxis.

4.3.5 Etapas para el desarrollo de los juegos educativos (Etapa Nro. 5 – Etapa Nro. 11)

Diseño detallado: Se realizaron bocetos generales en una pizarra acrílica de las mecánicas y retos de los juegos educativos cuya versiones finales se diseñaron a través de la herramienta

para el diseño de elementos gráficos (ver Cap. IV punto 4.3.2). Con respecto a las estructuras de datos, se diseñaron diagramas de clases para cada uno de los juegos educativos.

Codificación: Programación de los juegos educativos con y sin reconocimiento de voz. Consistió en la carga y ubicación de los elementos gráficos (tractor, contenedor, banda transportadora, vegetales, ambientes, frutas, cajas de alimentos, etc.), creación de las clases y directorios así como de la programación de las mecánicas, reglas y validaciones especificadas en el diseño previo.

Pruebas, depuración y entrega: Para cada uno de los juegos educativos, se realizaron instrumentos (tablas comparativas) para evaluar los resultados obtenidos en función a los resultados esperados y al mismo tiempo, especificar los ajustes realizados. En la Tabla 14 se referencian los Apéndices que contienen la documentación entregada por cada etapa.

Tabla 14
Referencias en el apéndice de los entregables de cada etapa de los juegos educativos.

ETAPAS	BOCETOS GENERALES	DISENO DETALLADO	DIAGRAMAS DE CLASES	PRUEBAS Y DEPURACIÓN	ENTREGA O PRODUCTO FINAL
Etapa Nro. 5 Desarrollo de los juegos educativos de recolección.	✓ D – 1 ✓ D – 2	✓ E – 1	✓ C - 4 ✓ C – 5	✓ F – 7 ✓ F - 8	✓ J – 20 ✓ J - 21
Etapa Nro. 6 Desarrollo de los juegos educativos deportivos.	✓ D - 3	✓ E - 2	✓ C – 6	✓ F - 9	✓ J - 22
Etapa Nro. 7 Desarrollo de los juegos educativos de cartas.	✓ D – 4 ✓ D – 13 (SRV)[4]	✓ E – 3 ✓ E – 4 (SRV)	✓ C – 7 (CSRV)[5]	✓ F – 10 ✓ F – 11 (SRV)	✓ J – 23 ✓ J – 24 ✓ J – 25 ✓ J – 26 (SRV)
Etapa Nro. 8 Desarrollo de los juegos	✓ D – 5 ✓ D – 6	✓ E – 5	✓ C - 8 ✓ C - 9 ✓ C - 10	✓ F – 12 ✓ F – 13 ✓ F – 14	✓ J – 27 ✓ J – 28 ✓ J – 29

[4] **SRV**: Indica que se utilizó solamente para los juegos educativos Sin Reconocimiento de Voz.
[5] **CSRV**: Indica que se utilizó en los juegos educativos Con y Sin Reconocimiento de Voz.

ETAPAS	BOCETOS GENERALES	DISENO DETALLADO	DIAGRAMAS DE CLASES	PRUEBAS Y DEPURACIÓN	ENTREGA O PRODUCTO FINAL
educativos con obstáculos.					
Etapa Nro. 9 Desarrollo de los juegos educativos de pesca.	✓ D – 7 ✓ D – 8	✓ E – 6	✓ C - 11 ✓ C - 12	✓ F – 15 ✓ F – 16	✓ J – 30 ✓ J – 31
Etapa Nro. 10 Desarrollo de los juegos educativos de traslado.	✓ D – 9 ✓ D – 10	✓ E – 7	✓ C – 13 ✓ C - 14	✓ F – 17 ✓ F – 18	✓ J – 32 ✓ J – 33
Etapa Nro. 11 Desarrollo de los juegos educativos de puntería.	✓ D – 11 ✓ D – 12	✓ E – 8	✓ C – 15 ✓ C - 16	✓ F – 19 ✓ F – 20	✓ J – 34 ✓ J - 35

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6 Etapa Nro. 12: Desarrollo de las interfaces de usuarios

Diseño detallado: Se realizó la evaluación y las modificaciones de los bocetos realizados en la etapa de diseño general, mejorando la navegabilidad y el acceso a las opciones de los módulos.

Codificación: Se realizó la implementación no funcional de las plantillas maestras que representan el esqueleto o las estructuras generales usados en todos los módulos para los casos que aplique. Se implementaron las plantillas maestras del menú principal, formularios, buscadores para la consulta de las estadísticas y resultados de los juegos educativos y grilla para la consulta previa de registros.

Pruebas, depuración y entrega: Para garantizar la pertinencia y la calidad, se realizaron ajustes en las interfaces de usuario tomando en cuenta las observaciones del diseñador gráfico. En la Tabla 15, se detallan los apéndices correspondientes.

Tabla 15
Referencias en el apéndice de las interfaces gráficas generales

INTERFACES	ENTREGA O PRODUCTO FINAL
Menú principal	✓ J – 2
Menús de navegación	✓ J – 18 y J – 19
Menú de opciones	✓ J – 17
Menú de pausa	✓ J – 36
Menú de resultados	✓ J – 37
Cuadro de instrucciones e indicaciones	✓ J – 11
Tutorial de ayuda	✓ J - 38
Excepciones	✓ J - 39

Fuente: Elaboración propia.

4.3.7 Etapa Nro. 13: Desarrollo de los módulos administrativos

Diseño detallado: Para cada uno de los módulos administrativos se realizaron las plantillas de los casos de usos correspondientes.

Codificación: Cada uno de los módulos del software educativo se desarrolló en función de los siguientes componentes:

- Desarrollo de los procedimientos y funciones de la base de datos: Se desarrollaron los procedimientos y funciones de la base de datos para cada uno de los casos de usos que integran cada módulo. Para garantizar la calidad y la congruencia de los datos procesados y retornados, se desarrollaron y ejecutaron scripts con invocaciones a cada uno de los procedimientos y funciones implementados, permitiendo detectar y corregir ciertas fallas en la lógica de los mismos.
- Desarrollo de los servicios web: Se desarrollaron los servicios web para cada uno de los casos de usos que integran el modulo bajo la arquitectura RESTFull. Para garantizar la funcionalidad, la calidad y la congruencia de los valores retornados, se

realizaron pruebas para cada uno de los métodos expuestos con las herramientas para el seguimiento de tráfico HTTP (ver Cap. IV punto 4.3.2).

- Desarrollo funcional de las interfaces: Se desarrollaron las interfaces de usuarios para cada una de las operaciones de los módulos y se adaptaron a la programación para consumir los servicios web respectivos.

Pruebas, depuración y entrega: Al finalizar la codificación de cada módulo, y con el objetivo de verificar se realizaron instrumentos (tablas) para garantizar la calidad y la satisfacción exitosa de los requerimientos establecidos. Las actividades y entregables de las etapas de cada módulo están referenciados en la Tabla 16.

Tabla 16
Referencias en el apéndice de los entregables de los módulos administrativos.

MÓDULO	PLANTILLA DE CASOS DE USOS	PRUEBA Y DEPURACION	ENTREGA O PRODUCTO FINAL
Modulo Nro. 1 Acceso y salida de la aplicación.	✓ H – 1 ✓ H - 2	✓ F – 21	✓ J – 1 ✓ J - 2
Modulo Nro. 2 Gestión de usuarios.	✓ H – 11 hasta H – 12 ✓ H – 17 hasta H – 37 ✓ H – 52 hasta H – 57	✓ F – 21	✓ J – 3 ✓ J – 4
Modulo Nro. 3 Gestión de juegos educativos.	✓ H – 3 hasta H – 5 ✓ H – 13 hasta H – 16	✓ F – 21	✓ J – 9 hasta J – 11
Modulo Nro. 4 Gestión de resultados y estadísticas.	✓ H – 6 hasta H – 10	✓ F – 21	✓ J – 12 hasta J – 16
Modulo Nro. 5 Gestión de modelos acústicos.	✓ H – 38 hasta H – 44	✓ F – 21	✓ J – 5 hasta J – 6
Modulo Nro. 6 Gestión de audios.	✓ H – 45 hasta H - 51	✓ F – 21	✓ J – 7 ✓ J – 8

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Etapa de Ajustes y Pruebas

4.4.1 Análisis

4.4.1.1 Definición de los componentes a ser evaluados

En el trabajo especial de grado se realizó la evaluación por juicio de expertos y la evaluación por pruebas piloto (ver Cap. III punto 3.1.4) para conocer la valoración en el componente educativo y en el componente informático del producto final que permitan detectar fallos o mejoras y realizar los ajustes necesarios para garantizar la satisfacción de las necesidades detectadas.

4.4.2 Diseño

4.4.2.1 Definición de variables e indicadores de cada componente

En los apéndices I – 1, I – 2 e I – 3 puede consultarse las variables e indicadores de cada componente, utilizados en las evaluaciones realizadas.

4.4.2.2 Identificación de fuentes para la recolección de información

Evaluación por juicio de expertos: Las fuentes de información se divide en dos grupos de expertos:

- *Expertos en contenido*: Constituido por cuatro especialistas en terapias del lenguaje.
- *Expertos en informática*: Constituido por cuatro especialistas en el desarrollo de software comercial.

Evaluación por pruebas piloto: La fuente de información utilizada para la evaluación fueron niños, de ambos sexos (masculino y femenino), entre 6 y 8 años de edad, con dificultades en la pronunciación de ciertos fonemas, e inscritos en las terapias de lenguaje del I.V.A.L. Se

seleccionaron un grupo de seis de un total de diez niños disponibles como población muestral de la evaluación.

4.4.2.3 Planificación de los procedimientos para la recolección de información

Evaluación por juicio de expertos: El procedimiento de la evaluación consistió en realizar sesiones con cada experto individualmente, donde cada uno contestó después de recibir una explicación detallada y haber usado el producto final en conjunto con el encuestador.

Evaluación por pruebas piloto: El procedimiento de la evaluación consistió en realizar sesiones con cada niño individualmente, donde cada uno interactuó con uno o más juegos educativos relacionado a la dificultad que presenta. Las preguntas y respuestas de las encuestas se realizaron oralmente durante y después de los juegos educativos.

4.4.2.4 Confección de los instrumentos de recolección de información

Los instrumentos para la recolección de datos de las evaluaciones se elaboraron en base a las variables e indicadores definidos previamente, aprobados por María Andrea Suárez, Licenciada en Psicología y asesora del Centro de Asesoramiento y Desarrollo Humano de la UCAB (CADH).

El instrumento elaborado para la evaluación por juicio de expertos puede consultarse en el apéndice I – 5 y en el apéndice I – 6. El instrumento elaborado para la evaluación por pruebas piloto puede consultarse en el apéndice I – 4.

4.4.3 Desarrollo

4.4.3.1 Recolección y procesamiento de información de las fuentes seleccionadas

Se aplicaron los procedimientos para la recolección de información estipulada en el Cap. IV punto 4.5.2.3.

4.4.4 Resultados

4.4.4.1 Análisis, valoración y formulación de recomendaciones u observaciones de la información recolectada

Evaluación por juicio de expertos: En general, 75 % del total de los expertos recomiendan usar el material con muy pocos cambios (ver el apéndice I – 10 para mayor información). En los resultados de los expertos en contenido (ver el apéndice I – 9) y en los resultados de los expertos en informática (ver el apéndice I – 8), se concluye que los indicadores o ítems presentaron niveles de aceptación positivos sin necesidad de realizar ajustes de gran impacto en el producto final, pues se observa que en promedio (ver el apéndice I – 11 los valores de las escalas positivas (i.e. totalmente de acuerdo, de acuerdo) son mucho más alto que los valores de las escalas negativas (i.e. en desacuerdo, totalmente en desacuerdo) y neutra (i.e. ni de acuerdo y ni en desacuerdo).

Evaluación por pruebas piloto: En general, se pudo observar en los resultados (ver el apéndice I – 7) que los pacientes expresaron o demostraron opiniones positivas, sin necesidad de aplicar ajustes en la mayoría de los ítems o indicadores. Pero en otros indicadores, las opiniones fueron regulares con oportunidades de mejoras y observaciones. En la Tabla 17 se despliegan los detalles de los ajustes detectados y realizados en el producto final.

Tabla 17
Esquema de resultados y ajustes

COMPONENTE	VARIABLES	INDICADORES	RESULTADOS	AJUSTES
Educativo	Micromundos o contextos	✓ Nivel de dificultad de cada tipo de juego educativo	✓ El 83 % de los pacientes opinaron el juego más difícil son los de pescas tomando en cuenta que el 33 % no logran culminarlos ni le gustaría volver a jugarlos.	✓ Modificación de la velocidad de los ítems submarinos, que deben ser capturados.
	Herramientas	✓ ¿Sabe cómo entrar y salir de un juego educativo?	✓ El 50% de los pacientes no saben acceder al tutorial de consejos y ayuda en los juegos educativos.	✓ Modificación de la ubicación del tutorial de consejos y ayudas para facilitar el acceso y el apoyo a los pacientes en los juegos educativos.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de las evaluaciones realizadas así como las observaciones de los expertos y de los pacientes pueden consultarse en el informe final, anexado en el apéndice I – 12.

4.5 Despliegue en producción

Actualmente el I.V.A.L está planificando realizar ampliaciones tecnológicas para poder usar la aplicación web educativa de forma óptima.

El equipo de desarrollo del presente proyecto grabó en un CD los ejecutables de la aplicación, realizó un manual de usuario (ver apéndice K – 1) e hizo la entrega respectiva al personal del instituto. Actualmente el sistema está disponible para el usuario de manera local en varios ordenadores personales de los especialistas en terapias de lenguaje.

Adicionalmente, se ofreció asesoría y capacitación al personal para el momento en que el instituto disponga de los recursos tecnológicos adecuados, para instalar en todos los equipos del laboratorio de computación la aplicación web educativa.

Capítulo V

Resultados

5.1 Diseñar estrategias para el uso adecuado de los juegos en las terapias de lenguaje y en El hogar

Se cumplió el objetivo, al definir las estrategias, políticas y restricciones de usos de los juegos educativos y de los módulos administrativos en función a los roles o perfil de usuarios del MEC. Véase Cap. IV punto 4.2.1.5.

5.2 Diseñar estrategias para incentivar y recompensar a los niños durante el aprendizaje

El objetivo se cumplió mediante la definición de las siguientes mecánicas para incentivar y reforzar a los pacientes:

- *Ayuda de contenido*: Elementos para ayudar o guiar al paciente en la pronunciación correcta de las palabras y en el uso adecuado del MEC. Véase Cap. IV punto 4.2.1.6.
- *Juegos educativos*: Véase Cap. IV punto 4.4.5.
- *Sistema de recompensas*: Véase Cap. IV punto 4.2.1.6.
- *Destrezas y habilidades*: Véase Cap. IV punto 4.2.1.6.
- *Niveles de dificultad o experiencia:* Véase Cap. IV punto 4.2.1.5.

5.3 Evaluar e implementar una librería existente para el reconocimiento de voz de los fonemas y palabras del habla castellana en Venezuela.

Para implementar un sistema de reconocimiento de voz, fue necesario realizar una evaluación entre diversas librerías en base a sus prestaciones, concluyendo que la familia de herramientas CMUSphinx, es la indicada ya que permite reconocer palabras y oraciones de cualquier idioma mediante el entrenamiento de modelos acústicos y la disponibilidad de una API

para Java SE y Android. Los resultados de la evaluación pueden consultarse en el Cap. IV punto 4.2.2.2. Al mismo tiempo, los modelos acústicos existentes para el idioma en español no son idóneos para el trabajo especial de grado. Por lo tanto, se desarrolló un modelo acústico para el idioma en español con las palabras propuestas y puede consultar los detalles del entrenamiento en el Cap. IV punto 4.3.1 y en el Cap. IV punto 4.3.3.

5.4 Diseñar e implementar una base de datos que permita almacenar las estructuras de datos de los juegos educativos y del perfil de los usuarios.

Para mantener los datos de cada uno de los módulos administrativos, se desarrolló una base de datos utilizando el Sistema Manejador de Base de Datos MySQL, cuyo modelo entidad-relación puede consultarse en el Cap. IV punto 4.2.2.6 y los detalles de su implementación en el Cap. IV punto 4.3.4.

5.5 Desarrollar mini-juegos para la ejercitación de los fonemas y métodos de articulación en el habla infantil venezolano, usando las estrategias definidas anteriormente.

Se desarrollaron 15 mini-juegos educativos con reconocimiento de voz y uno sin reconocimiento de voz, de acuerdo a siete tipos de temáticas, que permitirán la ejercitación y la comprensión de los fonemas del idioma español en las terapias de lenguaje en Venezuela, utilizando un sistema de reconocimiento de voz. Las etapas de diseño, desarrollo y depuración de cada juego educativo, pueden consultarse en el Cap. IV punto 4.3.5.

5.6 Desarrollar un módulo que le permita al terapeuta la selección y gestión de las lecciones que cada paciente suyo podrá practicar.

Se desarrolló un módulo que permitirá a los terapeutas asignar, actualizar y revocar juegos educativos a los pacientes asignados, de acuerdo a las dificultades en los fonemas

detectados. Los coordinadores y los administradores de aplicaciones podrán gestionar los juegos educativos de los pacientes con ciertas limitaciones. Los detalles de las etapas de desarrollo pueden consultarse en el Cap. IV punto 4.3.7.

5.7 Desarrollar web services para sincronización de los datos y los dispositivos móviles (tabletas).

Los datos de la aplicación serán recuperados y enviados a la base de datos utilizando los servicios web o API RESTFULL de Java (JAX-RS). Los detalles del desarrollo pueden consultarse en el Cap. IV punto 4.3.7.

5.8 Desarrollar un módulo para la gestión de modelos acústicos, imágenes y audio de los fonemas del habla castellana en Venezuela.

Los administradores de aplicaciones podrán registrar, modificar, desactivar y eliminar modelos acústicos y audios para:

- Mejorar o degradar la calidad en el reconocimiento de voz de las palabras propuestas.
- Agregar nuevas palabras para ser ejercitadas utilizando el reconocimiento de voz.
- Permitir a los pacientes, escuchar diversos tipos pronunciaciones de las palabras propuestas.

El desarrollo de los módulos puede consultarse en el Cap. IV punto 4.3.7.

5.9 Desarrollar un módulo para la gestión de las estadísticas y resultados de los usuarios.

Se desarrolló un módulo que permitirá a los terapeutas, coordinadores y administradores de aplicaciones dar seguimiento a las actividades de los pacientes mediante la consulta de los siguientes reportes:

- Estadísticas generales.

- Estadísticas por palabras.
- Estadísticas por sesiones.
- Estadísticas por lección o fonema.
- Estadísticas por juego educativo y por dificultad.

En cada uno de los reportes, se podrán visualizar los siguientes indicadores asociados a la pronunciación correcta e incorrecta de las palabras:

- Cantidad y porcentaje.
- Varianza y media aritmética
- Puntuación total acumulada.
- Total intentos realizados.

El desarrollo de los reportes estadísticos puede consultarse en el Cap. IV punto 4.3.7.

5.10 Desarrollar módulo para gestión de perfiles, roles y permisologías de los usuarios.

El acceso y los tipos de operaciones que se podrán realizar dentro del MEC dependerán del tipo de cuenta asignado al usuario. La definición de los actores, roles y perfiles de usuarios se realizó en la etapa de diseño y puede consultarse en el Cap. IV punto 4.2.1.1 y el desarrollo para la gestión de cuentas de usuarios y permisologías se encuentra detallado en en el Cap. IV punto 4.3.7.

5.11 Desarrollar un módulo para evaluar la eficacia de los juegos.

La eficacia de los juegos educativos se podrá medir, a través de la media aritmética y la varianza filtrados por mes y año, desplegados en los reportes del módulo para la gestión de estadísticas y resultados, explicado en el Cap. V punto 5.9.

Capítulo VI

Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Los juegos educativos de la aplicación web lograron motivar a los pacientes en las pruebas piloto, ya que la mayoría expresó su deseo de volver a jugar a pesar de haber cometidos errores en la pronunciación, y en ningún momento los pacientes intentaron abandonar o perdieron la concentración durante la ejercitación. Al mismo tiempo los especialistas en terapias del lenguaje y los padres representantes consideraron adecuados y pertinentes los mecanismos de refuerzo, motivación y de ayuda que ofrecen los juegos educativos a los pacientes.
- La dinámica y los elementos gráficos de los juegos educativos son divertidos. Los pacientes se identificaron con los personajes y disfrutaron la experiencia, ya que se rieron y expresaron su agrado al interactuar con la aplicación.
- Los especialistas de lenguaje entienden sin dificultad el uso de la aplicación web educativa. Además la aplicación les facilita llevar el seguimiento de la pronunciación de los pacientes dentro y fuera del instituto.
- Es importante resaltar que la terapia de lenguaje en Venezuela, como proceso para la superación de las "dislalias" o "desviación articulatoria de la norma" en el idioma español, exige constancia, disciplina, motivación y el empleo de estrategias educativas adecuadas. La incorporación de la tecnología en las terapias, en conjunto con la experticia de los especialistas y la ayuda de los padres y representantes, puede ayudar a motivar mucho más a los pacientes a ejercitarse diariamente, a entender y mecanizar el proceso de pronunciación de los fonemas y palabras. Sin embargo, con la tecnología

disponible hoy no es concebible que una herramienta tecnológica pueda detectar y corregir (por sí sola) los diversos defectos en el habla, de la misma manera en que lo puede hacer un terapista de lenguaje.

- Se recomienda realizar los juegos educativos con micrófonos y audífonos en espacios silenciosos o con poco ruido, ya que puede afectar el reconocimiento de las palabras.
- Los pacientes y los especialistas en terapias del lenguaje deben ser consistentes en la utilización del MEC durante un largo período de tiempo, sobre todo para generar estadísticas que sean relevantes y que valgan la pena de ser analizadas.
- El reconocimiento de voz en aplicaciones similares al Trabajo Especial de Grado, es apenas una muy pequeña muestra de todo lo que se puede hacer en los proyectos tecnológicos en Venezuela con la tecnología de hoy. Es importante que las autoridades competentes promuevan la investigación y la aplicación de las librerías de reconocimiento de voz disponibles para los proyectos pertinentes que favorezcan a todas las comunidades. En el Cap. IV punto 4.2.2.2, se definen algunas de las librerías más populares.

6.2 Recomendaciones

- Es indispensable la incorporación de modelos acústicos con nuevos bancos de palabras, que permitan enriquecer la ejercitación en las terapias de lenguaje.
- Para los nuevos modelos acústicos, es importante agregar para cada palabra un grupo de audios de palabras semejantes en pronunciación, ya que disminuirá los falsos positivos (ver Glosario).
- En el momento de la culminación del Trabajo Especial de Grado, se encontraba en proceso el desarrollo de mejores versiones del motor y de la librería de reconocimiento de

voz. Para el futuro es importante considerar la actualización de las mismas, ya que permitirá el reconocimiento de sonidos onomatopéyicos y de monosílabos, los cuales no son reconocidos adecuadamente en la versión implementada.

- Los videojuegos educativos están dirigidos a niños entre 4 y 8 años de edad y no son el único grupo de personas susceptible a padecer de dislalia funcional o desviación articulatoria de la norma. Por lo tanto, es imprescindible el desarrollo y la incorporación de videojuegos educativos con nuevas mecánicas para que niños mayores a 8 años puedan ejercitarse.
- Para llegar a un mayor número de personas y facilitar la gestión de la información de los módulos administrativos, es importante considerar el desarrollo de aplicaciones de tipo cliente que sean interpretadas por navegadores web. Se recomienda utilizar HTML5, CSS3 y Jquery como herramientas de desarrollo.

Referencias bibliográficas

Andrés, T. T. (2011). *Vygotsky y su teoría constructivista del juego*. Madrid, España. Disponible en: http://biblioteca.ucm.es/revcul/e-learning-innova/5/art382.php#.VvaiTuJ97IU

Camargo, A. (2014). *Guía de ejercicios para la estimulación de los modos articulatorios fricativo y africado en los niños de 3 a 4 años de edad con retardo del lenguaje*. (*Trabajo Especial de Grado*). Instituto Venezolano de la Audición y el Lenguaje. Caracas, Venezuela.

Galvis, A. (1992). *Ingeniería de software educativo*. Universidad de los Andes, Venezuela. Ediciones Uniandes.

Heller, E. (2004). *Psicología del color: cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón*. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili.

Hernández, R. (2009). *Las dificultades del habla infantil, su definición terminológica.* Caracas, Venezuela. Disponible en: http://rhernandezv971.blogspot.com/2009/08/las-dificultades-del-habla-infantil-su.html

Juárez, A. y Monfort, M. (1980). *El niño que habla. El lenguaje oral en el preescolar.* Madrid. Ciencias de la educación preescolar y especial (CEPE).

McConnell, S. (1997). *Desarrollo y gestión de proyectos informáticos*. Madrid, España. McGraw-Hill.

Moreno, N. (2013, Junio). *Trastornos del lenguaje. Diagnóstico y tratamiento*. Disponible en: http://www.neurologia.com/pdf/web/57s01/bks01s085.pdf

Pérez, P. y Salmerón, T. (2006). *Desarrollo de la comunicación y del lenguaje: indicadores de preocupación.* Madrid, España. Revista pediatría de atención primaria.

Rodríguez, S. y Rojas, J. (2010). *Software educativo que permita estimular habilidades matemáticas en niños de tercer grado de educación básica con dificultades de aprendizaje en la aritmética (Trabajo Especial de Grado).* Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

Torres, C. (2007). *El Juego como estrategia de aprendizaje dentro del aula de clases*. Trujillo. Universidad de Los Andes. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16668/1/juego_aprendizaje.pdf

Trujillo, González, Cobo y Cubillas (2002). *Nociones de fonética y fonología para la práctica educativa.* Granada, España. Grupo Editorial Universitario.

Woolkfolk, A. (2010). *Psicología Educativa*. México. Pearson Education

Glosario

A

API: Por sus siglas en inglés, Aplicación Programming Interface. Es un componente de software, constituido por métodos, funciones y acciones, que permite el intercambio de información entre diferentes tipos de aplicaciones.

B

Bug: En computación, se refieren a defectos o errores en el código fuente de un software, generando comportamientos indeseados en el mismo.

F

Falso positivo: En el ámbito tecnológico, es la acción de los motores de reconocimiento de voz, de aceptar la pronunciación incorrecta de una palabra como una pronunciación correcta. Este fenómeno puede ser causado por ambientes ruidosos, micrófonos de baja calidad, banco de audios de palabras grabados incorrectamente o en cantidades insuficientes, etc.

Fuentes: En computación, se definen como los diversos estilos visuales que pueden adoptar los textos de un software.

M

Modelo acústico: Es un archivo que posee las representaciones estadísticas de cada uno de los distintos sonidos que componen una palabra. A cada una de las representaciones estadísticas se le asigna una etiqueta llamada *fonema*.

O

Opensource: Software cuyo desarrollo puede ser realizado y distribuido por cualquier persona de manera gratuita.

S

Sinergia: Es la acción de dos o más causas que, unidas, producen un efecto que es superior a la suma de cada una.

T

Tangibilidad (de un proyecto de software): Cualidad del software que mide la precisión y la fidelidad de la implementación del mismo, al ser comparada contra el funcionamiento esperado por los usuarios; según lo especificado en requerimientos funcionales, no funcionales, diseños, diagramas y en la documentación.