Universidad
del Cauca ®

Metodología para el diseño de juegos serios que usen objetos tangibles para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva

Víctor Manuel Peñeñory Beltrán

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Doctorado en Ciencias de la Electrónica
Popayán, Colombia
2019

Metodología para el diseño de juegos serios que usen objetos tangibles para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva

Víctor Manuel Peñeñory Beltrán

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Doctor en Ciencias de la Electrónica

Director:
PhD Cesar A. Collazos
Universidad del Cauca - Colombia
Codirector:
PhD Habib M. Fardoun
King Abdulaziz Universitiy – Arabia Saudita

Línea de Investigación:
Juegos serios dirigidos a la rehabilitación
Grupo de Investigación:
Investigación y desarrollo en ingeniería de software

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería electrónica y Telecomunicaciones, Doctorado en Ciencias de la Electrónica
Popayán, Colombia
2019

Dedicatoria

A mi madre Carmenza, mi esposa Melissa y mi hija peluda Milu, quienes, con su amor, paciencia y compañía, me permitieron por fin cumplir una de mis sueños y dejar una pequeña huella en este mundo. Gracias por nunca dejarme desfallecer, las amo con todo mi corazón.

A mi padre, que, a pesar de no estar físicamente, siempre te he sentido a mi lado, espero que estés orgulloso de mí, te amo padre.

A mi director por su paciencia, dedicación, apoyo y amistad, y además por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía que me llevo a cumplir con éxito la culminación de este proyecto.

Finalmente, a mis amigos que estuvieron apoyándome en todo momento con sus chistes y comentarios fuera de contexto.

Resumen

La discapacidad es una condición en la cual una persona puede presentar algún tipo de problema, limitación o deficiencia física, cognitiva, mental o sensorial, que afecta su forma de socializar con otras personas e interactuar con su entorno. Actualmente la organización mundial de la salud estima que en la última década existe un 15% de la población mundial que posee algún tipo de discapacidad, entre los que hay 34 millones de niños que padecen de perdida de la audición en forma parcial o profunda impidiendo la comunicación normal a través del lenguaje hablado.

Cuando el sentido auditivo se ve afectado por algún tipo de trastorno, este provoca que el desarrollo físico y cognitivo del niño sea más lento comparado con un niño "normal", provocando problemas en el lenguaje, las emociones, la comunicación y la percepción de lo que lo rodea. En la actualidad existen muchas técnicas terapéuticas que permiten que el niño mejore desarrollando sus habilidades físicas y cognitivas, siendo la lúdica del juego una de las técnicas de rehabilitación emergentes que están generando grandes avances en los pacientes debido a la estimulación sensorial que esta ofrece.

Gracias al alcance positivo que han tenido las lúdicas de juegos en la rehabilitación en los aspectos físicos, mentales, cognitivos y sensoriales, hoy en día se ofrecen una gran variedad de juegos digitales con la capacidad de estimular las habilidades de los niños como la capacidad de atención, la percepción de su mundo y lo que lo rodea, la toma de decisiones, la ejecución de instrucciones secuenciales, el razonamiento y la coordinación viso-motora. Este tipo de sistemas interactivos son conocidos como juegos serios, los cuales se definen como aquellos juegos que poseen propósitos que van más allá de la diversión y el entretenimiento, creando experiencias que estimulan el desarrollo de diferentes habilidades en sus jugadores.

El objetivo de este proyecto es ofrecer una propuesta metodológica que sirva como herramienta para la construcción de juegos serios dirigidos a la rehabilitación y estimulación de las habilidades psicomotrices en niños con discapacidad auditiva. Para ello se realiza un análisis profundo de los diferentes lineamientos, técnicas, herramientas, modelos y metodologías para la construcción de sistemas interactivos, videojuegos y juegos serios, comparando sus diferentes aspectos y elementos, con el fin de ofrecer una metodología que permita a partir de la formalización del proceso de diseño del juego serio involucrar aspectos como el modelado, la visualización, la especificación, la construcción y la documentación de todos los componentes, roles y actividades, además de ofrecer técnicas y lineamientos que permitan la adaptación de los diferentes aspectos de la interacción y el diseño equilibrado de los elementos formales del juego y las actividades de rehabilitación.

Palabras clave: (Juegos Serios, Rehabilitación, Discapacidad auditiva, Psicomotricidad, Teoría de la actividad, Metodología).

Abstract

Disability is a condition in which a person may have some kind of physical, cognitive, mental or sensory impairment, which affects the way they socialize with other people and interact with their environment. Currently, the World Health Organization estimates that in the last decade there are 15 percent of the world's population with some form of disability, of which 34 million are children who suffer from partial or profound hearing loss, impeding normal communication through spoken language.

When the auditory sense is affected by some type of disorder, it causes the physical and cognitive development of the child to be slower compared to a normal child, causing problems in language, emotions, communication and perception of what surrounds him. Currently there are many therapeutic techniques that allow the child to improve developing their physical and cognitive skills, being the playfulness of the game one of the emerging rehabilitation techniques that are generating great advances in patients due to the sensory stimulation it offers.

Thanks to the positive scope that have had the playfulness of games in rehabilitation in the physical, metal, cognitive and sensory aspects, nowadays a great variety of digital games are offered with the capacity to stimulate the abilities of the children as the capacity of attention, the perception of their world and what surrounds it, the taking of decisions, the execution of sequential instructions, the reasoning and the coordination viso-motor. This type of interactive systems are known as serious games, which are defined as those games that have purposes that go beyond fun and entertainment, creating experiences that stimulate the development of different skills in their players.

The objective of this project is to offer a methodological proposal that serves as a tool for the construction of serious games aimed at the rehabilitation and stimulation of psychomotor skills in hearing impaired children. For this purpose, a deep analysis is made of the different guidelines, techniques, tools, models and methodologies for the construction of interactive systems, video games and serious games, comparing their different aspects and elements, in order to offer a methodology that allows from the formalization of the serious game design process to involve aspects such as modeling, visualization, specification, construction and documentation of all components, roles and activities, in addition to offering techniques and guidelines that allow the adaptation of the different aspects of interaction and balanced design of the formal elements of the game and rehabilitation activities.

Keywords: (Serious Games, Rehabilitation, Hearing Impairment, Psychomotricity, Activity Theory, Design Methodology)

Contenido

Pág.

Resumen..... IX

Lista de figuras..... XVII

Lista de tablas..... XXI

1. Introducción 3
1.1 Motivación 3
1.2 Planteamiento del problema 5
1.2.1 Antecedentes 5
1.2.2 Descripción del problema 7
1.3 Hipótesis 8
1.4 Objetivos 9
1.4.4 Objetivo General 9
1.4.5 Objetivos específicos 9
1.5 Estructura de la Tesis 9

2. Estado del Arte 11
2.1 Revisión Sistemática 12
2.2 Estado del arte del diseño de juegos serios 15
2.2.1 Conceptos y definiciones sobre Juegos serios 15
2.2.2 Estado actual de las metodologías, modelos, métodos y lineamientos para el diseño de juegos serios. 16
2.3 Estado del arte de los sistemas interactivos y juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva 20

3. El desarrollo psicomotriz en el niño con discapacidad Auditiva 23
3.1 La discapacidad auditiva en la niñez 24
3.2 El desarrollo de las habilidades psicomotoras 26
3.2.1 Habilidades motoras fundamentales 28
3.2.2 Habilidades motoras perceptivas 28
3.3 La relación entre la psicomotricidad y la discapacidad auditiva en el desarrollo del niño 29
3.4 La estimulación temprana y las actividades de rehabilitación psicomotriz 31
3.5 Los sistemas interactivos que apoyan los procesos de rehabilitación psicomotriz en los niños con discapacidad auditiva 33

3.6 Caso de estudio en instituciones que trabajan con niños que padecen de discapacidad auditiva. 38
3.6.1 Instituto de niños ciegos y sordos del Valle del Cauca..... 38
3.6.2 Asociación de padres y amigos de sordos ASPAS..... 43
3.6.3 Centro de rehabilitación neuropsicológica infantil CERENE..... 47
3.7 Caracterización de las actividades de rehabilitación psicomotriz y características de los niños con discapacidad auditiva. 48
3.7.1 Caracterización de los niños con discapacidad auditiva..... 49
3.7.2 Caracterización de las actividades y objetos mediadores de rehabilitación psicomotriz..... 51

4. Desarrollo de la Metodología APRehab y sus componentes..... 54
4.1 Diseño del Modelo de análisis de requerimientos y actividades de usuario..... 55
4.1.1 Teoría de la Actividad..... 56
4.1.2 Diseño centrado en el usuario 59
4.1.3 Diseño centrado en el Jugador..... 61
4.1.4 Modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la accesibilidad (MPiu+a) 63
4.1.5 Diseño Contextual 65
4.1.6 Construcción social de la tecnología (SCOT)..... 66
4.2 Propuesta de modelo de análisis de requisitos y actividades de usuario (MARAU) 67
4.3 Propuesta de lineamientos para las interfaces de interacción..... 73
4.3.1 Ingeniería Semiótica..... 73
4.3.2 Interacción Tangible..... 77
4.3.3 Propuesta de diseño de experiencias interactivas dirigidas a niños con discapacidad auditiva. 79
4.3.4 Definición del conjunto de lineamientos para el diseño de experiencias interactivas dirigidas a niños. 82
4.4 Proceso del desarrollo de la metodología APRehab. 86

5. Metodología para el diseño de juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva (APRehab)..... 98
5.1 Selección de un lenguaje y notación para los procesos de desarrollo de juegos serios.. 100
5.1.1 Metamodelo para procesos de ingeniería de software (SPEM)..... 100
5.1.2 Modelo y notación para procesos de negocio (BPMN)..... 103
5.1.3 Comparación y selección del lenguaje y notación para el modelado de los procesos de APRehab 104
5.2 Descripción de la metodología APRehab..... 108
5.2.1 Fase 1: Análisis de usuarios y actividades..... 110
5.2.1.1 Identificación de actores..... 111
5.2.1.2 Análisis del entorno del usuario 113
5.2.1.3 Análisis de los objetos..... 113
5.2.1.4 Análisis de las actividades..... 115
5.2.1.5 Análisis de necesidades y requerimientos..... 116
5.2.2 Fase 2: Concepto del juego serio y la experiencia de jugador..... 117

5.2.2.1 Definición de la experiencia de jugador 118
5.2.2.2 Definición de los escenarios de rehabilitación 119
5.2.2.3 Formalización de los procesos de rehabilitación 120
5.2.2.4 Descripción general del juego serio 121
5.2.2.5 Planeación del juego serio 122
5.2.3 Fase 3: Diseño de los elementos formales del juego 125
5.2.3.1 Definición de los contenidos 126
5.2.3.2 Requerimientos de jugabilidad 127
5.2.3.3 Identificación de los elementos básicos del juego serio 129
5.2.3.4 Definición de acciones y tareas 132
5.2.3.5 Diseño de los componentes 134
5.2.3.6 Diseño de la jugabilidad 141
5.2.4 Fase 4: Diseño de los elementos técnicos y de interacción 147
5.2.4.1 Requerimientos técnicos y de interacción 148
5.2.4.2 Análisis y diseño de la interacción 151
5.2.4.3 Diseño de las interfaces de interacción 153
5.2.5 Fase 5: Diseño de Prototipo 155
5.2.5.1 Diseño del prototipo conceptual 156
5.2.5.2 Diseño del prototipo Intermedio 158
5.2.5.3 Prototipo Final 162
5.2.6 Fase 6: Test del Juego (PlayTest) 167
5.2.6.1 Evaluación del Prototipo conceptual. 168
5.2.6.2 Evaluación del Prototipo intermedio. 169
5.2.6.3 Evaluación del Prototipo Final. 170

6. Validación de la metodología APRehab 175
6.1 Diseño de prototipos para validación con usuarios usando APRehab. 176
6.1.1 Diseño del juego serio para la rehabilitación de la motricidad Fina en niños con discapacidad auditiva “Lápiz Cuentero”. 176
6.1.1.1 Análisis de usuarios y actividades 177
6.1.1.2 Concepto del juego serio y la experiencia de jugador 180
6.1.1.3 Diseño de los elementos formales del juego 183
6.1.1.4 Diseño de los elementos técnicos y de interacción 185
6.1.1.5 Diseño de prototipos. 186
6.1.1.6 Test del juego 189
6.1.1.7 Conclusión del Caso “Lápiz Cuentero” 190
6.1.2 Diseño del juego serio “Motor and Deafness” 191
6.1.2.1 Análisis de usuarios y actividades 191
6.1.2.2 Concepto del juego serio y la experiencia de jugador 194
6.1.2.3 Diseño de los elementos formales del juego 197
6.1.2.4 Diseño de los elementos técnicos y de interacción 202
6.1.2.5 Diseño de prototipos: 204
6.1.2.6 Test del juego 208
6.1.2.7 Conclusión del Caso “Motor and Deafness” 211
6.1.3 Diseño del juego serio “Dynamic Feelings” 212
6.1.3.1 Análisis de usuarios y actividades 212
6.1.3.2 Concepto del juego serio y la experiencia del jugador 215

6.1.3.3 Diseño de los elementos formales del juego 219
6.1.3.4 Diseño de los elementos técnicos y de interacción 223
6.1.3.5 Diseño de prototipos: 224
6.1.3.6 Test del juego 227
6.1.3.7 Conclusión del Caso "Dynamic Feelings" 233
6.2 Validación con expertos. 234

7. Conclusiones y recomendaciones 245
7.1 Conclusiones 245
7.2 Trabajos futuros. 249

8. Productos y resultados del proyecto. 251
8.1 Publicaciones 251
8.2 Participación en congresos 252
8.3 Tesis 252
8.4 Dirección y jurado de tesis 252
8.4.1 Dirección de anteproyecto: 252
8.4.2 Jurado de Tesis: 253
8.5 Estancias de investigación 253
8.6 Producto adicional: 253

Bibliografía 254

Apéndice A: Anexos Capítulo 2 266

Apéndice B: Anexos Capítulo 3 267

Apéndice C: Anexos Capítulo 4 268

Apéndice D: Anexos Capítulo 5 269

Apéndice E: Anexos Capítulo 6 270

Lista de figuras

Pág.

Figura 2-1: Mapa estructural del capítulo. 11
Figura 3-1: Mapa estructural del capítulo. 24
Figura 3-2: Desarrollo del individuo. 26
Figura 3-3: Instituto de niños ciegos y sordos del Valle del Cauca 39
Figura 3-4: Espacio de estimulación temprana. 40
Figura 3-5: Objetos y juguetes que usan en la sesión de rehabilitación motriz. 41
Figura 3-6: Tapete similar al usado en la clase de informática. 42
Figura 3-7: Juguetes usados en la sesión de motricidad fina ASPAS Albacete. 44
Figura 3-8: Juguetes que usan en actividades ASPAS Mallorca. 46
Figura 3-9: Pruebas con los diferentes juegos en ASPAS Mallorca. 47
Figura 3-10: Juguetes usados durante las actividades de rehabilitación en CERENE. 48
Figura 4-1: Mapa estructural del capítulo. 55
Figura 4-2: Los niveles de la teoría de la actividad de Leont'ev. 57
Figura 4-3: Sistema de actividad basado en Egeström y Sannino. 58
Figura 4-4: Ciclo del Diseño Centrado en el Usuario. 60
Figura 4-5: Diseño Centrado en el Jugador desde el contexto de la gamificación. 62
Figura 4-6: MPiu+a - modelo de procesos de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad. 63
Figura 4-7: Proceso del diseño contextual. 66
Figura 4-8: Modelo Conceptual de MARAU. 71
Figura 4-9: La triada de Pierce. 74
Figura 4-10: Modelo binario de Saussure. 74
Figura 4-11: Modelo de las funciones comunicativas de Jakobson. 75
Figura 4-12: Modelo de comunicación en la ingeniería semiótica y el HCI. 76
Figura 4-13: Los roles de los niños en el diseño según Druin. 81
Figura 5-1: Mapa estructural del capítulo. 99
Figura 5-2: Estereotipos de SPEM. 102
Figura 5-3: Comparación entre los estereotipos SPEM 1.1 y SPEM 2.0. 102
Figura 5-4: Objetos de Flujo. 103
Figura 5-5: Objetos de conexión. 104
Figura 5-6: Canales o Calles. 104
Figura 5-7: Artefactos. 104
Figura 5-8: Comparativa entre notaciones. 105
Figura 5-9: Tabla comparativa de lenguajes notacionales del estandar OMG. 106
Figura 5-10: Elementos claves en la construcción de APRehab 108

Figura 5-11: Modelo conceptual de APRehab 110
Figura 5-12: Modelo conceptual APRehab en Spem. 110
Figura 5-13: Proceso de la fase de análisis de usuario y actividades. 111
Figura 5-14: Diagrama de tareas por actores de la Fase 1 (Analista). 117
Figura 5-15: Proceso de la fase de concepto del juego serio y la experiencia de usuario. 118
Figura 5-16: Diagrama de tareas por actores de la Fase 2 (Diseñador del juego serio). 124
Figura 5-17: Diagrama de tareas por actores de la Fase 2 (Terapeuta). 125
Figura 5-18: Proceso de la fase de Diseño de los elementos formales del juego. 126
Figura 5-19: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Diseñador del juego). 143
Figura 5-20: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3(Terapeuta). 143
Figura 5-21: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Analista). 144
Figura 5-22: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Experto en salud). 144
Figura 5-23: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Animador). 145
Figura 5-24: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Artista de sonido). 145
Figura 5-25: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Artista Gráfico) 146
Figura 5-26: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Escritor) 146
Figura 5-27: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Desarrollador) 147
Figura 5-28: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Experto juegos serios y videojuegos). 147
Figura 5-29: Proceso de la fase de Diseño de los elementos técnicos y de interacción. 148
Figura 5-30: Diagrama de tareas por actores de la Fase 4 (Analista). 154
Figura 5-31: Diagrama de tareas por actores de la Fase 4 (Diseñador del juego serio). 155
Figura 5-32: Proceso de la fase de Diseño de prototipos. 156
Figura 5-33: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Diseñador). 163
Figura 5-34: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Animador). 164
Figura 5-35: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Artista del sonido). 165
Figura 5-36: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Analista). 165
Figura 5-37: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Artista Gráfico) 166
Figura 5-38: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Escritor) 166
Figura 5-39: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Desarrollador) 167
Figura 5-40: Proceso de la fase de Test del juego o Playtest. 167
Figura 5-41: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Analista). 171
Figura 5-42: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Diseñador del juego serio). 171
Figura 5-43:Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Niño con discapacidad auditiva) 172
Figura 5-44: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Terapeuta). 172
Figura 5-45: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Tester) 173
Figura 5-46: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Desarrollador) 173
Figura 5-47: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Experto en el dominio de la salud). 174
Figura 6-1: Mapa estructural del capítulo. 176
Figura 6-2: Características de los problemas motrices en niños con discapacidad auditiva. 177
Figura 6-3: Modelo de actividad de Lápiz Cuentero. 179
Figura 6-4: Concepto de "Lápiz cuentero" 183

Figura 6-5: Construcción del prototipo de concepto. 186
Figura 6-6: Primera versión de Lápiz Cuentero. 187
Figura 6-7: Plantillas "Lápiz Cuentero". 187
Figura 6-8: Diseño del lápiz y de las plantillas. 188
Figura 6-9: Plantilla con el circuito. 188
Figura 6-10: Conexión de los diferentes componentes de Lápiz Cuentero. 189
Figura 6-11: Prototipo Funcional de Lápiz Cuentero. 189
Figura 6-12: Pruebas de Lápiz Cuentero. 190
Figura 6-13: Modelo de actividad "Motor and Deafness". 193
Figura 6-14: Nivel Tutorial "Motor and Deafness". 199
Figura 6-15: Nivel uno del juego "Motor and Deafness". 200
Figura 6-16: Menú principal del juego "Motor and Deafness". 201
Figura 6-17: Imágenes del tutorial del juego "Motor and Deafness". 201
Figura 6-18: Primer nivel del juego "Motor and Deafness". 202
Figura 6-19: Esquema del juego "Motor and Deafness". 204
Figura 6-20: Modo de interacción e interfaces del juego "Motor Deafness". 205
Figura 6-21: Interfaz para el registro del usuario. 205
Figura 6-22: Primera versión del menú principal. 206
Figura 6-23: Primera versión del tutorial del juego 206
Figura 6-24: Primera versión del primer nivel del juego. 207
Figura 6-25: Interfaz principal versión final. 207
Figura 6-26: Versión final tutorial. 208
Figura 6-27: Versión final del juego. 208
Figura 6-28: Gráfico de los resultados obtenidos del niño con implante coclear. 209
Figura 6-29: Gráfico de los resultados obtenidos de la niña con sordera severa. 210
Figura 6-30: Gráfico de los resultados obtenidos del niño oyente. 211
Figura 6-31: Modelo de actividad "Dynamic Feelings". 214
Figura 6-32: Interfaz de la mesa interactiva modo claro. 222
Figura 6-33: Interfaz de la mesa interactiva modo oscuro. 222
Figura 6-34: Esquema del juego "Dynamic Feelings". 225
Figura 6-35: Cajón de madera para la mesa. 225
Figura 6-36: Integración de los diferentes elementos del prototipo intermedio. 226
Figura 6-37: Trabajo con el experto. 226
Figura 6-38: Prototipo intermedio "Dynamic Feelings" 226
Figura 6-39: Primera versión del prototipo final. 227
Figura 6-40: Prueba inicial de conocimiento de las notas musicales. 228
Figura 6-41: Prueba de conocimiento de la niña. 229
Figura 6-42: Prueba con la mesa. 229
Figura 6-43: Prueba de conocimiento del niño. 231
Figura 6-44: Exploración de la mesa. 231
Figura 6-45: Prueba de conocimiento final. 232

Lista de tablas

Pág.

Tabla 3-1 Sistemas interactivos dirigidas al desarrollo y rehabilitación las habilidades motoras fundamentales. 34
Tabla 3-2 Sistemas interactivos dirigidas al desarrollo y rehabilitación las habilidades motoras preceptivas. 35
Tabla 4-1: Etapas del modelo MARAU por colores. 68
Tabla 4-2: Conjunto de actividades seleccionadas. 69
Tabla 4-3: Resultado de la clasificación y selección de actividades para MARAU. 70
Tabla 4-4: Impacto que tienen las diferentes propuestas sobre las fases de APRehab. 90
Tabla 4-5: Fases de la metodología APRehab por colores. 90
Tabla 4-6: Tabla de actividades de las propuestas analizadas (a). 91
Tabla 4-7: Tabla de actividades de las propuestas analizadas (b). 92
Tabla 4-8: Fases y actividades de APRehab (a). 96
Tabla 4-9: Fases y actividades de APRehab (b). 97
Tabla 6-1: Tabla de implicados Lápiz Cuentero. 177
Tabla 6-2: Actividades de rehabilitación para el juego serio. 181
Tabla 6-3: Secuencia de acciones. 182
Tabla 6-4: Requerimientos Funcionales y no Funcionales del lápiz Cuentero. 185
Tabla 6-5: Tabla de actores del juego serio "Motor and Deafness". 192
Tabla 6-6: Tabla de formalización de acciones de rehabilitación de "Motor and Deafness". 195
Tabla 6-7: Roles del equipo. 196
Tabla 6-8: Requerimientos Funcionales y no funcionales de "Motor and Deafness". 202
Tabla 6-9: Datos del niño con implante coclear. 209
Tabla 6-10: Datos de la niña con sordera severa. 210
Tabla 6-11: Datos del niño oyente. 211
Tabla 6-12: Actores identificados. 213
Tabla 6-13: Tabla de formalización de acciones de rehabilitación de "Dynamic Feelings". 217
Tabla 6-14: Requerimientos Funcionales y no funcionales de "Dynamic Feelings". 223
Tabla 6-15: Resultado de las pruebas. 233
Tabla 6-16: Preguntas de la encuesta realizada a los expertos primera versión APRehab. 235
Tabla 6-17: Preguntas usadas en el test de validación de la metodología. 241

Tabla 6-18: Resultados del test de validación con expertos, profesionales y estudiantes. 243
Tabla 6-19: Promedio obtenido por categoría. 244

1. Introducción

"Cuando se es sordo, es cierto que no se puede oír, pero todo lo demás se puede hacer, e incluso más"
Carlos Michaud.

1.1 Motivación

Según la organización mundial de la salud, en su último censo sobre discapacidad en el mundo, estima que actualmente existen aproximadamente 466 millones de personas que padecen de pérdida de audición, entre los cuales existen 34 millones niños [1][2]. La pérdida auditiva y las diferentes lesiones auditivas en el niño, como la lesión vestibular, pueden interferir en la función sensomotora, la cual hace parte en el desarrollo de las habilidades psicomotrices en los niños con discapacidad auditiva.

Varias investigaciones en el área de la discapacidad auditiva, han reportado que los niños con discapacidad auditiva poseen déficit y retrasos en el desarrollo de habilidades motoras como el equilibrio, la coordinación, la dinámica, la coordinación ojo-mano o visomotora [3-6] y problemas en actividades en donde se requiere dominio y control, actividades secuenciales, problemas con la exploración y estructuración del mundo que lo rodea.

La psicomotricidad integra las interacciones cognitivas, emocionales, simbólicas y físicas en la capacidad del individuo de ser y de actuar en un contexto psicosocial [7]. Durante el desarrollo del niño la adquisición de habilidades psicomotoras establece las bases de las habilidades psicológicas complejas posteriores como el simbolismo y la regulación de la impulsividad. Por lo tanto, el desarrollo adecuado de las habilidades psicomotoras básicas del niño con discapacidad auditiva, debe trabajarse el esquema corporal (relación con el conocimiento del cuerpo), postura, equilibrio, motricidad gruesa y fina, espacio, tiempo y ritmo.

En la actualidad el problema de la psicomotricidad en niños con necesidades especiales está siendo abordado con terapias en las cuales se involucran actividades lúdicas o juegos junto con objetos y juguetes [8] para la interacción durante la terapia. Ya que durante el juego del niño se favorecen los

procesos de aprendizaje, socialización, comunicación, independencia y la psicomotricidad en el niño [8-12].

Los juegos serios surgen como respuesta a la necesidad de ofrecer herramientas con los que se puedan realizar procesos o actividades formativas a través de medios lúdicos tecnológicos (digitales y tangibles) y entretenidos. Hoy en día, se pueden encontrar contribuciones dirigidas a las diferentes discapacidades como: "Entrena con Phonak" [13] "PhysioVinci" [14], eAdventure [15] cuyo objetivo es mejorar la rehabilitación y el bienestar de personas con necesidades especiales. Este tipo de contribuciones están generando una gran aceptación en la población de personas con algún tipo de discapacidad, ya que, a través de estos juegos, el jugador no siente presionado por su condición, más bien siente una sensación confortable y de seguridad. Además, durante la interacción obtiene información inmediata de sus acciones que le permita saber cómo va su progreso [16-18].

Estas herramientas han demostrado que el desarrollo de habilidades cognitivas y físicas de los niños con necesidades especiales se incrementan debido a las novedosas y constantes estrategias para la motivación del aprendizaje no pasivo a la que estos juegos los exponen, incentivando la sensación de satisfacción personal por los logros obtenidos durante la interacción, en un entorno distinto al tradicional [13-15][19][20].

Hoy en día se pueden encontrar varias propuestas para el diseño y desarrollo de juegos serios como la metodología EMERGO
[21], la metodología basada en un modelo industrial sobre ingeniería pedagógica propuesta por Marfisi-Schottman [22] y la metodología para el diseño de videojuegos serios educativos sobre una arquitectura de análisis de aprendizaje colaborativo de la investigadora Natalia Padilla [23], entre otras contribuciones [24 - 28].

Los juegos serios que actualmente se ofrecen para este grupo de niños con necesidades especiales, especialmente los niños con discapacidad auditiva, no se encuentran debidamente diseñados con el fin de satisfacer las necesidades y la experiencia del niño con el juego [19][29]. El diseñar juegos serios para niños con discapacidad auditiva es complejo y más aún cuando están dirigidos a procesos de rehabilitación, y esto es debido a las necesidades y características que poseen estos niños. Las metodologías tradicionales para el diseño de juegos serios no cuentan con las técnicas, lineamientos y herramientas para la identificación de las limitaciones físicas, cognitivas y sociales que poseen este grupo de niños, además se carecen de herramientas adecuadas que faciliten el modelado de los elementos formales juego, como las mecánicas, dinámicas, estéticas, historia, etc., que permitan una adaptación adecuada de las actividades para lograr estimular la motivación y al mismo tiempo contribuyan al desarrollo psicomotriz de los niños con discapacidad auditiva.

El diseño de un juego serio dirigido a la rehabilitación de niños con discapacidad auditiva, en cualquiera de sus áreas debe seguir un proceso formal que permita involucrar a los expertos y a los niños durante todo el proceso de diseño, que facilite el análisis adecuado de las características y limitaciones de los niños, las actividades y elementos que usan durante su rehabilitación y la identificación de necesidades y requerimientos funcionales con el fin de obtener información importante para la ideación y planeación de todos los diferentes elementos formales del juego a partir

de las actividades de rehabilitación, la experiencia de usuario y el contenido que debe diseñarse e integrarse con las diferentes interfaces y dispositivos de interacción tangibles, todo esto a través de la formalización del proceso de diseño, para que finalmente se pueda entregar un producto con el cual el niño pueda alcanzar sus objetivos de rehabilitación.

Por tal razón, nace la importancia e interés de proponer una metodología que use las mejores herramientas, técnicas y lineamientos provenientes de la interacción humano computadora, el diseño centrado en el usuario, la teoría de la actividad y el diseño de juegos serios, que permita ofrecer un proceso formal que facilite el análisis, modelado, visualización, especificación, construcción y documentación de un juego serio equilibrado y adaptado a las actividades, a los elementos formales del juego serio y a los dispositivos de retroalimentación e interacción dirigido a la rehabilitación psicomotriz del niño con discapacidad auditiva.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Antecedentes

A partir de la importancia de las actividades lúdicas en los procesos de desarrollo humano, los videojuegos están siendo incluidos en los procesos cotidianos de personas con y sin necesidades especiales, ya a que se ha demostrado que estos logran que los usuarios desarrollen aspectos relacionados con el ser, la comunicación y la socialización, que son tan importantes en la vida cotidiana [30][31][32]. Es por ello que la industria de los videojuegos ha optado por la creación de juegos serios que van más allá del entretenimiento, que ofrezcan herramientas lúdicas que permitan realizar actividades que beneficien a las personas.

Actualmente las contribuciones en juegos serios se pueden encontrar en áreas como la educación, la salud y otras áreas más [33]. Por ejemplo, en el área educativa se tiene el proyecto “Quest Atlantis” [34], este proyecto usa entornos tridimensionales para sumergir a los niños, de 9 a 16 años de edad, en tareas educativas propuestas por el docente. En el área de la salud tenemos el caso de “SimClinic” [35] proyecto que busca generar un caso clínico enfocado a la cardiología para el entrenamiento de médicos. ”Do not Panic” [36], es un juego serio enfocado a que las personas aprendan técnicas, acciones y estrategias que deben tener en cuenta durante situaciones de pánico y estrés.

También podemos encontrar contribuciones dirigidas a las diferentes discapacidades. Entre los juegos que se tienen actualmente están “Entrena con Phonak” [13] el cual sirve de apoyo para el proceso de rehabilitación en la adquisición de las competencias auditivas. “PhysioVinci” [14] es un juego enfocado a la terapia física de pacientes con discapacidad motora debido a problemas neurológicos. En el 2012 Torrente [15], propone una plataforma de juego llamada eAdventure cuyo objetivo es mejorar la educación profesional de personas con discapacidad cognitiva a través de dos juegos llamados “My first day at work” y “the big party.

Debido a la aceptación positiva que están teniendo actualmente los juegos serios en áreas como la educación, salud, la rehabilitación [16] [17] [18], la academia y la industria están generando nuevas

contribuciones en el desarrollo de metodologías que permitan que las personas que construyen juegos serios, tengan a disposición una serie de técnicas, herramientas, principios y elementos formales que les permitan construir estos productos interactivos de forma eficiente.

En el año 2008, Hummel y Nadolski [21] propone su metodología llamada EMERGO, el cual ofrece una guía de desarrollo de juegos basado en escenarios, donde se modela las tareas sobre situaciones del mundo real. Para el año 2010, la metodología basada en un modelo industrial sobre ingeniería pedagógica propuesta por George y Marfisi-Schottman [22], permite el desarrollo de herramientas teóricas y técnicas destinadas al diseño de juegos serios basados en modelos educativos para enseñar competencias profesionales.

En el año 2011, la investigadora Natalia Padilla [23], propone una metodología para el diseño de videojuegos serios educativos sobre una arquitectura de análisis del aprendizaje colaborativos, la cual permite gestionar, diseñar y adaptar cada uno de los elementos del juego serio como son las necesidades, los estudiantes y los grupos de trabajo, además de permitir el análisis del rendimiento de la clase de forma individual o colectiva.

Para el 2014, Carvalho y Belloti [24] muestran una propuesta de modelo basado en la teoría de la actividad que soporta una representación sistemática y detallada de los juegos serios, la representación de los elementos formales del juego y como se conectan entre sí con las acciones, los objetivos y las herramientas del juego, del aprendizaje y de los objetivos instruccionales, para lograr los objetivos pedagógicos deseados.

Además de la existencia de contribuciones metodológicas en el área de la educación, también existen en el área de la rehabilitación de niños y adultos con necesidades especiales. En el 2015, Castagnola y Bosio [25], presentaron una metodología utilizada en la implementación de un entorno lúdico desarrollado con el fin de tratar a pacientes con retraso mental, Síndrome de Down, parálisis cerebral, etc. Carina [26] presenta una propuesta metodológica basada en la introducción de las técnicas de gamificación y mecánicas de juego aplicadas a la educación y la salud.

En el año 2012, Sík Lányi [27] propone una metodología de juegos serios que tienen como objetivo apoyar el proceso de rehabilitación de los pacientes con accidente cerebrovascular que tienen discapacidades en las extremidades superiores y las habilidades psicomotoras dañadas. En el 2015, Sandra Cano [28] propone una metodología de diseño de juegos serios para niños con implante coclear, la cual divide en cuatro fases entre las que están el análisis, pre-producción. Producción y post producción.

En esta revisión, a pesar de que se muestra un buen número de contribuciones, es claro que son muy pocas las propuestas que van dirigidas a la discapacidad auditiva, especialmente a la rehabilitación psicomotriz. Adicionalmente se puede ver que las metodologías actuales de juegos serios no están teniendo en cuenta el uso de elementos tangibles que permitan que los niños manipulen físicamente los diferentes elementos del juego, dejando que los mensajes que se envían sean interpretados por el niño a través de una interfaz gráfica que muchas veces carece de una adaptación para su comprensión

y que usa como dispositivos de entrada, elementos tradicionales que no están acondicionados a las habilidades físicas del niño con discapacidad .

1.2.2 Descripción del problema

Los videojuegos y los juegos serios han demostrado la capacidad de poder contribuir en el desarrollo de habilidades cognitivas y físicas de los niños, y esto es debido a las novedosas y constantes estrategias para la motivación de actividades a la que estos sistemas interactivos los exponen, incentivando la sensación de satisfacción personal por los logros obtenidos durante la interacción, en un entorno distinto al tradicional.

Debido a la aceptación positiva que están teniendo actualmente los juegos serios en áreas como la educación, salud, rehabilitación [17] [18][21], la academia y la industria han propuesto una serie de modelos y metodologías [13][21][23-28] que ofrecen un conjunto de lineamientos y principios para facilitar el diseño de juegos serios.

Sin embargo, los juegos serios que están siendo abordados con algunas de estas metodologías poseen algunos problemas. Para la investigadora Natalia Padilla [23] expresó que actualmente existe una falta de satisfacción debido a que el componente lúdico y el componente didáctico de los juegos serios actuales, no poseen un equilibrio, lo que lleva a una falta de motivación por parte de los jugadores y los docentes.

La autora Rita Marques [16] también halló que en la gran mayoría de los juegos serios existentes no pueden ser usados por personas con limitaciones, y esto es debido a que estos juegos necesitan de las habilidades físicas, cognitivas o mentales que estas personas no poseen por su discapacidad. Entre otros problemas que fueron detectados están que las interfaces usadas por estos juegos serios no son las adecuadas e impiden la comprensión del contenido y de las actividades a realizar [37] , además los dispositivos usados para la interacción no se encuentran adaptados adecuadamente a las limitaciones de la persona con discapacidad [8]. Incluso estos desarrollos se han enfocado en unidades didácticas sencillas y no en juegos completos [29].

A partir de esto se evidenció que las metodologías que se usan actualmente para el diseño de juegos serios poseen algunos problemas como:

- Carecen de un conjunto de lineamientos y recomendaciones generales adecuados que permitan satisfacer las necesidades a las que se encuentra dirigido el juego serio.
- Promueven el uso de estrategias de gamificación como mecánicas y dinámicas de juego, sin ir más allá, como por ejemplo el diseñar las mecánicas de juego a partir actividades de rehabilitación o de aprendizaje [26].
- Carecen de un lenguaje de modelado y una notación adecuada que permita visualizar, especificar, construir y documentar el proceso de diseño del juego serio, llevando a los diseñadores hacer uso de técnicas o herramientas no adecuadas para el modelado de actividades y habilidades humanas dentro del sistema, como el uso de UML [13][39].

- Adolecen de un conjunto herramientas y técnicas que permitan modelar eficientemente los elementos formales del juego (mecánicas, dinámicas, reglas, etc.), los aspectos didácticos o de rehabilitación, las actividades humanas, los factores cognitivos y de procesamiento humano, los elementos visuales, los dispositivos y paradigmas de interacción, los roles de los actores que intervienen en el diseño y finalmente el uso del producto.
- Adolecen de herramientas y técnicas que permitan identificar los aspectos, habilidades y limitaciones de la persona con discapacidad.
- Carecen de herramientas que permitan modelar o diseñar las acciones de la persona con discapacidad.
- Se adolece de un conjunto de técnicas y herramientas para la adecuada adaptación de interfaces y dispositivos al tipo de discapacidad, para modelar sistemas dinámicos de dificultad para personas con discapacidad, para modelar los objetivos de rehabilitación y para construir mecánicas de juego adecuadas y adaptadas a las personas con discapacidad [40][41].
- Finalmente, carecen de recomendaciones generales y lineamientos para el diseño de objetos tangibles [35][36][37][38], dirigidos a los niños con necesidades especiales, especialmente a aquellos que sufren de discapacidad auditiva [39][40][41][42], y es por eso que estos dispositivos de interacción tienen problemas de adaptación al tipo de discapacidad ya que carecen de lineamientos y principios de diseño.

A partir de estas diferentes problemáticas que poseen las metodologías de diseño e implementación de juegos serios, se puede concluir que estas herramientas no están completamente adecuadas y adaptadas para la construcción de juegos serios orientados a la rehabilitación psicomotriz debido a que se adolece de un proceso formal de diseño que permita modelar, visualizar, especificar, construir y documentar todos los componentes, actividades y roles involucrados en el juego serio. También se adolece de un proceso de diseño equilibrado entre los elementos formales del juego y las actividades terapéuticas del juego serio, que permita que el niño alcance sus objetivos de forma divertida y motivadora. Y finalmente, hace falta una adaptación eficiente de las interfaces de interacción del juego serio para que garanticen la seguridad, la comprensión y la facilidad de uso por parte de los niños con discapacidad auditiva.

1.3 Hipótesis

Una metodología formal que apoye los procesos de modelado, visualización, especificación, construcción y documentación de un juego serio ayudará a un diseño equilibrado y adaptativo de las actividades, los elementos formales y los dispositivos de interacción involucrados en un juego serio para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva.

1.4 Objetivos

1.4.4 Objetivo General

Proponer una metodología formal para el diseño de juegos serios dirigido a niños con discapacidad auditivas, basado en el uso de objetos tangibles para la rehabilitación psicomotriz.

1.4.5 Objetivos específicos

- Analizar las actividades terapéuticas de la rehabilitación psicomotriz y las competencias físicas y cognitivas del niño que permita a través de la teoría de la actividad ajustar aspectos del juego serio.
- Seleccionar aspectos de ingeniería semiótica que pueden involucrarse en el diseño de las interfaces gráficas de usuario y la interacción con objetos tangibles.
- Identificar referentes metodológicos en el campo del diseño centrado en el niño y el jugador para el diseño de juegos serios.
- Implementar / adaptar una metodología formal que permita involucrar una notación y un lenguaje para el diseño de los diferentes elementos de los juegos serios enfocados en la discapacidad auditiva.
- Validar el impacto de la metodología a través de una serie de sesiones de validación con expertos en el tema de videojuegos y juegos serios.

1.5 Estructura de la Tesis

A continuación, se presenta la estructura del documento:

En el **primer capítulo**, se presentará la justificación por la que se realizó esta tesis doctoral a través de la descripción detallada del problema, la motivación y los antecedentes que existen entorno a la rehabilitación psicomotriz de los niños con discapacidad auditiva. Se mostrarán evidencias importantes que permiten concluir la importancia de construir una metodología a partir de la identificación de las características, limitaciones y necesidades de este grupo objetivo.

En el **segundo capítulo** se mostrará de forma detallada la revisión sistémica que se realizó con el fin de establecer cuál es el estado actual de las contribuciones relacionadas con el diseño de juegos serios para la rehabilitación psicomotriz de niños con problemas auditivos.

En el **tercer capítulo**, con el fin de construir una caracterización del niño con discapacidad auditiva y sus limitaciones psicomotrices, se describirá los diferentes conceptos y elementos de la discapacidad auditiva, los aspectos de la psicomotricidad que se ven afectados a partir de los problemas provocados por la discapacidad en el desarrollo del niño y las diferentes propuestas de sistemas interactivos dirigidos a la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva.

Adicionalmente se presentará una descripción de las diferentes visitas realizadas al Instituto de niños Ciegos y Sordos en la ciudad de Cali, a la Asociación de padres y amigos de los sordos en las ciudades de Albacete y Mallorca (Aspas) y al Centro de rehabilitación neurológica infantil CERENE en México, con el fin de mostrar los diferentes datos obtenidos en las entrevistas con expertos sobre las características y condiciones psicomotrices de los diferentes niños que atienden en las instituciones y las actividades que realizan con ellos.

Para el **cuarto capítulo**, se describirá el proceso de construcción de la metodología propuesta para el diseño de juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva (APRehab) partiendo del concepto de juego serio y el análisis de los diferentes modelos y metodologías basadas en el diseño centrado en el jugador, diseño de videojuegos y juegos serios, que se realizó con el propósito de identificar las mejores prácticas, técnicas, lineamientos y actividades que facilitarían la construcción de los diferentes elementos formales de la metodología.

En el **quinto capítulo** se realizará una descripción de la metodología APRehab y se presentarán las diferentes fases, tareas, pasos, productos, guías y documentos que hacen parte de la propuesta metodológica, además se explicará cómo se integró el estándar Spem 2 para la representación gráfica de cada uno de los componente y procesos de la metodología que se ofrecerá a los expertos para su posterior validación.

Para el **sexto capítulo** se realizará la descripción del proceso de diseño y ejecución de la validación de la metodología con expertos y la construcción de una serie de prototipos como caso de estudio.

En el **séptimo capitulo**, se presentará el conjunto de conclusiones y trabajos futuros a partir del desarrollo de la tesis.

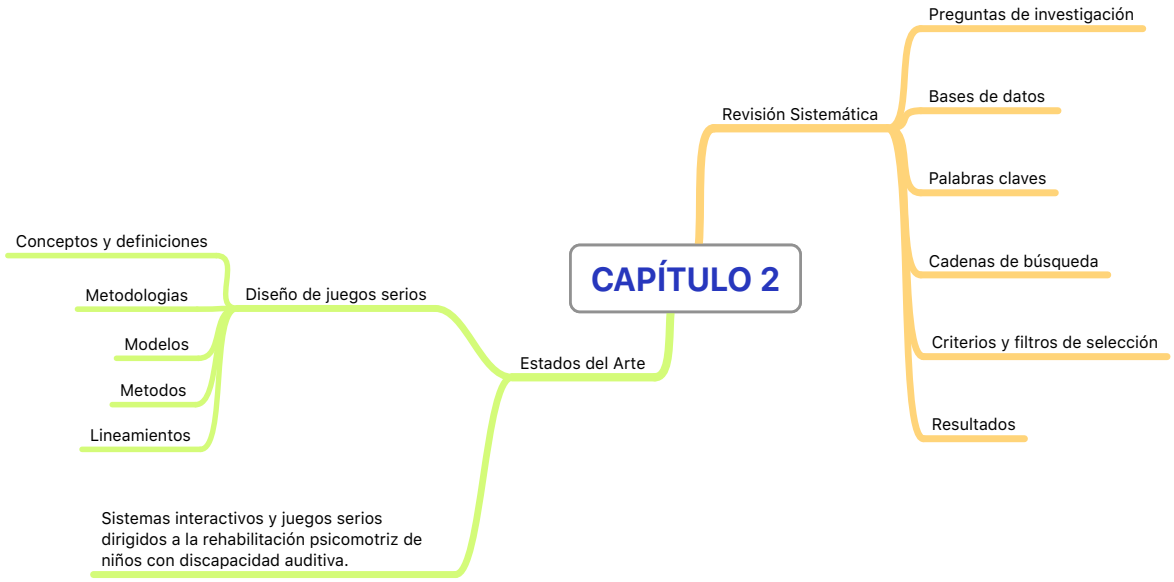
Finalmente, en el **octavo capitulo** se mostrarán los diferentes productos obtenidos y estancias realizadas durante del proceso de investigación, construcción y validación de la propuesta metodológica.

2. Estado del Arte

"Si no conozco una cosa, la investigaré"
Louis Pasteur.

En el siguiente capítulo se describe el proceso de revisión sistemática que se realizó para obtener evidencias del estado actual de las metodologías existentes en el campo de la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva. Para ello se describirán los diferentes elementos claves identificados para la investigación, luego se mostrarán las preguntas de investigación que se plantearon, para luego identificar las palabras claves que ayudaron en la construcción de las diferentes cadenas de búsqueda que se usaron en las diferentes bases de datos científicos y académicos que se seleccionaron, con el objetivo de contextualizar el estado del actual sobre el diseño de juegos serios y el conjunto de propuestas de juegos serios y sistemas interactivos centrados en la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva.

Figura 2-1: Mapa estructural del capítulo.



2.1 Revisión Sistemática

Durante el desarrollo de la investigación, se realizaron diferentes búsquedas con el objetivo de recopilar información referente a temas como metodologías de diseño de juegos serios, teoría de la actividad, ingeniería semiótica, discapacidad auditiva y rehabilitación psicomotriz.

Durante la revisión sistemática se plantearon una serie de preguntas de investigación con el fin de identificar cuáles serían las palabras claves que se usarían para la construcción de las diferentes cadenas de búsqueda en las principales bases de datos seleccionadas.

Entre las preguntas se tienen

- ¿Cuáles son las características de los niños con discapacidad auditiva?
- ¿Qué problemas poseen los niños con discapacidad auditiva?
- ¿Cuáles son las competencias psicomotrices que deben tener los niños con discapacidad auditiva para interactuar con juegos serios?
- ¿Cuáles son las actividades dentro del proceso de rehabilitación psicomotriz del niño sordo para que sean modeladas a través de la teoría de la actividad?
- ¿Qué ventajas trae el uso de la teoría de la actividad para el diseño de las actividades y objetivos de un juego serio?
- ¿Cuáles son los aspectos de la ingeniería semiótica que deben ser usados para el diseño de interfaces dirigidas a niños con discapacidad auditiva?
- ¿Qué técnicas o métodos se han desarrollado para la construcción de interfaces tangibles?
- ¿Qué ventajas trae el uso de la ingeniería semiótica para el diseño de interfaces tangibles?
- ¿Cuáles son los principios de la ingeniería semiótica que me permiten realizar metáforas adecuadas para una fácil comprensión por parte del niño con discapacidad auditiva?
- ¿Cuáles son las metodologías y procesos que se usan para el desarrollo de juegos serios?
- ¿Qué referentes existen desde la teoría del diseño centrado en el niño para el diseño de juegos serios enfocados a la discapacidad auditiva?
- ¿Qué referentes existen desde la ingeniería de software para el modelado de los componentes de un juego serio para niños con discapacidad auditiva?
- ¿Qué aportes existen actualmente en sistemas interactivos enfocados en la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva?

Luego de plantear las preguntas que permitieron aterrizar cuales serían los elementos importantes para la búsqueda, se prosiguió a seleccionar las principales bases de datos que ayudarían a realizar la búsqueda adecuada de los artículos científicos y académicos relacionados con el tema de investigación. Entre las bases de datos que se seleccionaron están:

- IEEE Xplore
- ACM Digital Library
- PUBMed
- Scopus

- Science Direct
- Google Scholar
- Springer Link

El siguiente paso del proceso de revisión sistemática fue la identificación y selección de las palabras claves, para la creación de las diferentes cadenas de búsqueda. Para esta identificación y selección de las palabras claves se clasificaron a partir de los temas relacionados con el diseño de juegos serios y los sistemas interactivos y juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva.

A continuación, se presentan las palabras claves y las cadenas de búsqueda según los grupos de clasificación:

a. Diseño de Juegos serios:

- **Palabras Claves:**
  - Serious games. (Juegos serios)
  - Videogames. (Videojuegos)
  - Methodologies . (Metodologías)
  - Design. (Diseño)
  - Design's Principles . (Principios de diseño)
  - Techniques. (Técnicas)
  - Methods. (Métodos)
  - Hearing Impaired Children. (Niños con discapacidad auditiva)
  - Rehabilitation. (Rehabilitación)
  - Psychomotor. (Psicomotriz)

- **Cadenas de busqueda:**
  - ("Serious games" or "Videogames") and ("Methodologies" or "Principles" or "Tecniques") and "Design" or ("hearing impairment" and "Psychomotor Rehabilitation") and childrens.
  - "Child centered design" and ("Serious games" or "Videogames") or ("hearing impairment" and "Psychomotor Rehabilitation") .
  - "Player centered design" and ("Serious games" or "Videogames) or ("Hearing impairment" and "Psychomotor Rehabilitation") .
  - "Game`s design methodologies".
  - "Serious Game`s design methodologies".

b. Sistemas interactivos y juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva

- **Palabras claves:**
  - Interactive systems (Sitemas interactivos)
  - Rehabilitation (Rehabilitación)

- Serious Games. (Juegos Serios)
- Hearing impairment. (Discapacidad Auditiva)
- Psychomotor Rehabilitation. (Rehabilitación psicomotriz)
- Psychomotor (Psicomotriz)

- **Cadenas de búsqueda:**
  - “Hearing impairment” and “Interactive systems”.
  - “Rehabilitation” and “Interactive systems”.
  - "Rehabilitation" and "Interactive systems" and "Hearing Impairment".
  - "Hearing impairment" and "Interactive systems" or "Serious Games".
  - “Hearing impairment” and “Serious Games”
  - “Psychomotor Rehabilitation” and “Interactive systems” AND “Hearing Impairment”
  - “Psychomotor Rehabilitation” and “Serious Games” AND “Hearing Impairment”
  - “Psychomotor” and “Hearing Impairment” and “Serious Games”
  - “Psychomotor” and “Hearing Impairment” and “Interactive Systems”
  - “Psychomotor” and “Rehabilitation” and "Hearing Impairment"
  - “Psychomotor” and “Rehabilitation” and "Hearing Impairment" and "Interactive Systems"
  - “Psychomotor” and “Rehabilitation” and "Hearing Impairment" and "Serious Games"
  - “Psychomotor” and “Rehabilitation” and "Serious Games"
  - “Psychomotor” and “Rehabilitation” and "Interactive Systems"

Luego de realizar la búsqueda en las diferentes bases de datos se establecieron los criterios de selección que permitieron filtrar gran cantidad de artículos que no eran del interés de la investigación que se realizo. Entre los criterios que se establecieron para filtrar la búsqueda están:

- **Fuera de alcance:** Trabajos publicados antes de la última década, sin embargo, algunos artículos que hablan de temas relacionado con la investigación y que se salieron de este criterio, se tuvieron en cuenta.
- **Lenguaje no apropiado:** Trabajos publicados en idiomas distintos al inglés, español o portugués.
- **Fuera de ámbito:** Trabajos no directamente relacionados con tópico de interés del proyecto.
- **Duplicado:** Trabajos cuya contribución principal este condensada o aparezca en otros trabajos ya seleccionados.

Adicionalmente a estos criterios usados como filtros, también se seleccionaron algunos términos como filtros para mejorar la búsqueda en bases de datos multidisciplinares como Scopus y o Science Direct.

- Computers in Human Behavior.

- Computers Education.
- Technological Forecasting and Social Change.
- Journal of Systems and Software.
- Information and Software Technology.
- Computers in Industry.
- International Journal of Human-Computer Studies.
- Interacting with Computers.
- Futures.
- Computer Law Security Review.
- Teaching and Teacher Education.

Finalmente, después del uso de los criterios y los diferentes filtros usados para la búsqueda de los artículos científicos y académicos se obtuvieron los siguientes números en cada uno de los grupos en los que fueron divididos los artículos encontrados.

- **Diseño de Juegos serios:** 109
- **Sistemas interactivos y juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva:** 13

2.2 Estado del arte del diseño de juegos serios

Durante la revisión sistemática, se realizó un análisis profundo de los diferentes artículos con el fin de encontrar diferentes definiciones sobre el concepto de juego serio con el fin de entender su significado y el propósito del uso que tienen dentro de los procesos de rehabilitación. Luego de esto se llevó a cabo una identificación de las diferentes propuestas de metodologías, modelos y lineamientos que permitieran comprender los aspectos a tener en cuenta para el diseño y creación de juegos serios, y finalmente se profundizo en aquellas metodología, modelos y lineamientos dirigidos al diseño de juegos serios dirigidos a los diferentes procesos de rehabilitación psicomotora en niños con discapacidad auditiva.

En la búsqueda de los artículos relacionados con las metodologías, modelos, métodos y lineamientos para la implementación de juegos serios se encontraron veintitrés propuestas de las cuales dos estaban relacionadas con el diseño de juegos serios para rehabilitación y una (1) hacia niños con discapacidad auditiva. Estos resultados evidencian que a pesar de que hay una buena cantidad de propuestas metodológicas en el área del diseño de juegos serios, existen muy pocas contribuciones dirigidas a la rehabilitación psicomotriz de niños con problemas auditivos. A continuación, se mostrarán los conceptos y propuestas más importantes dentro del proceso del diseño de juegos serios.

2.2.1 Conceptos y definiciones sobre Juegos serios

- El término de “juegos serios” fue introducido en 1968 en el libro titulado “Serious Games” del autor C. Clark [50] y lo definió como “Juegos pueden ser jugados seriamente o

casualmente. Estamos preocupados con los juegos serios, en el sentido que estos tienen una finalidad explícita y cuidadosamente pensada para una propuesta educativa y que no intentan ser jugados principalmente para divertir".

- Actualmente los juegos serios son considerados videojuegos cuyo propósito va más allá de entretenimiento [30-31].

- En el 2005, Zyda [51] definió a los juegos serios como "una disputa mental, jugada en equipos y con reglas específicas del entretenimiento, para realizar actividades de gobierno, formación en salud, educación, empresarial u objetivos de comunicación" en otras palabras los juegos van más allá del entretenimiento mismo.
- En el área de la educación, los juegos serios deben estar diseñados pensando en la diversión y motivación de los jugadores en un espacio pedagógico, y es por esta razón que el diseño de los juegos serios debe involucrar aspectos instruccionales y pedagógicos para la generación de habilidades y mejoras en los procesos de bienestar y formación [31].

- Los juegos serios poseen métodos y técnicas que permiten desarrollar actividades de enseñanza aprendizaje a través de actividades didácticas que promueven el desarrollo de habilidades y aptitudes relacionadas con tareas específicas en niños y adultos en contextos de aprendizaje, entrenamiento o rehabilitación [30-32].

- Finalmente, en el 2015, El investigador Julián Álvarez [52] en su tesis doctoral titulada "du jeu vid´eo au serious games", expreso que "los juegos serios son más que una historia del arte y del software implican la pedagogía, unas actividades que educan o instruyen en el adquirir conocimiento o la competencia.

2.2.2 Estado actual de las metodologías, modelos, métodos y lineamientos para el diseño de juegos serios.

- En el 2008 Fullerton [53] propone lo que fue la primera metodología dirigida a la creación de juegos la cual dividió en cuatro etapas: **Fundación**, etapa en la cual se realiza la conceptualización y prototipado de la idea del juego. **Estructura**, etapa en la que se realiza la estructura funcional del juego y se evalúa con los jugadores. **Detalles Formales,** en esta etapa de realiza el playtesting con el fin de asegurar el cumplimiento de la funcionalidad, la completitud y el equilibrio del juego. **Refinación**, Etapa en donde se realiza una revisión completa para asegurar los aspectos concernientes a la diversión y la accesibilidad.

- Igualmente, en el 2008 Shell [54], propuso un modelo cíclico en donde se integran todos los elementos del juego en un proceso de diseño. Shell en este modelo propone cinco elementos que hacen parte del juego serio, el diseñador, el proceso, el juego, el jugador y la experiencia los cuales son trabajados bajo tres etapas que son el imaginar el juego, el evaluar el juego, identificación y corrección de errores.

- Adams[55] en su publicación propuso un proceso el cual se dividía en 3 fases, **Conceptualización**, en esta etapa se plantea la idea y se especifica los principios generales del juego, los cuales serán desarrollados durante todo el proceso; **Elaboración,** etapa iterativa en la que se definen las reglas, las mecánicas, y se implementa el juego**; Puesta a punto,** etapa en donde se ajusta el juego y se corrigen errores de este.

- En el 2008 Hummel y Nadolki [21] proponen una metodología para el desarrollo de juegos serios titulada EMERGO. En EMERGO los juegos son modelados de tal forma que simulen actividades y situaciones de la vida real con el objetivo de ofrecer una herramienta de aprendizaje de toma de decisiones, resolución de problemas, razonamiento y competencias cognitivas complejas. La metodología EMERGO fue dividida en cinco etapas que inician con la **Idea de caso** en donde se conceptualiza la idea y se analizan los diferentes elementos que se desea construir en el juego serio; **Idea de escenario,** en donde se diseñan todos los componentes del juego serio; **Caso de desarrollo,** aquí se desarrollan e integran los elementos del juego serio; **Caso de envío**, etapa donde se implementa el juego, y finalmente el **Caso de evaluación,** se realizan las evaluaciones funcionales y de requerimientos del juego serio.

- George y Marfisi-Schottman [22], en el año 2010 proponen una metodología basada en el modelo industrial sobre ingeniería pedagógica, cuyo objetivo es diseñar juegos dirigidos al aprendizaje de competencias profesionales. Esta metodología conto con seis etapas entre las que figuran la **especificación de los objetivos pedagógicos, elección de modelo predefinido del juego serio, diseño del escenario, componentes software, control de calidad pedagógica y detalle y especificaciones de HCI**.

- La empresa francesa KTM-Advance [56] creo una metodología con el fin de implementar una serie de juegos serios orientados a la capacitación empresarial. Esta metodología la dividieron en cinco etapas entre las que se tienen el **Análisis de las necesidades** en donde se plantean las diferentes características técnicas y pedagógicas del juego serio; **Proposición de diseño del juego,** etapa en la que el diseñador se encarga de construir las mecánicas del juego adecuadas para el entendimiento del contenido y el objetivo del juego; **Desarrollo del prototipo**, etapa en la cual se construye el prototipo a partir de los diferentes elementos de juego diseñados; **Entregas Iterativas**, etapa donde se trabaja un ciclo iterativo para ir evolucionando el juego a partir de las sugerencias que se obtienen del cliente y los jugadores; Finalmente esta la última etapa llamada **Entrega Final** en la cual se recibe la aceptación definitiva del juego por parte de los jugadores y clientes que testearon y evaluaron el juego serio.

- En el año 2009 el investigador McMahon [57] propone la metodología Doodle con el fin de crear experiencias pedagógicas. Su metodología la dividió en diferentes fases las cuales inician con el **análisis de la situación**, luego sigue con la **propuesta de diseño**, después pasa al **diseño y documentación del juego**, luego sigue la fase de **producción y documentación**, para continuar con la **construcción de prototipo** para finalmente terminar

con el **desarrollo e implementación**. Cada una de las fases esta permeada por la evaluación constante del proceso del juego serio.

- Barbosa [58] y su equipo de investigadores de la Universidad de Beira Interior, propusieron lo que dice ser una nueva metodología de diseño y desarrollo de juegos serios, la cual se centra en la construcción de juego, conformado por misiones principales y un conjunto de mecanismos de aprendizaje representado en diferentes mini juegos se activan a través de los diferentes elementos recogidos en cada misión por nivel, lo que hace que el juego este encaminado más a la diversión pero incluyendo componentes de aprendizaje.

- En el año 2011, la investigadora Natalia Padilla [23], propone una metodología para el diseño de videojuegos serios educativos sobre una arquitectura de análisis del aprendizaje colaborativo, que permite gestionar y diseñar y adaptar cada uno de los elementos del juego serio, como las necesidades, los estudiantes y los grupos de trabajo. Además, permite el análisis del rendimiento de la clase de forma individual o colectiva. La metodología se divide en cuatro etapas. La primera etapa llamada **Diseño de contenidos educativos**, se diseña el diccionario general educativo (en donde de define el área de conocimiento, los objetivos educativos, las tareas y actividades educativas) y el diseño del modelo educativo (selección de los contenidos y objetivos educativos); La segunda etapa es el **Diseño del contenido lúdico,** esta etapa se divide en dos actividades llamadas Diseño del modelo de juego (donde se definen las características generales del juego) y el Diseño del diccionario general del videojuego (relacionado con el diseño de los retos, fases, niveles de juego serio); La etapa tres es **Relacionar los contenidos educativos y los lúdico**, y como su nombre lo indica es donde se debe relacionar el modelo educativo con el modelo del juego; Finalmente como última etapa se realiza el **Modelado del usuario**, en donde se hacen las actividades de caracterización del usuario o jugador y la caracterización del grupo.

- Para el 2014, Carvalho y Belloti [24] propusieron un modelo basado en la teoría de la actividad que soporta una representación sistemática y detallada de los juegos serios, la representación de los elementos formales del juego y como se conectan entre si con las acciones, los objetivos y las herramientas relacionadas con el juego, el aprendizaje y los objetivos instruccionales, para lograr los objetivos pedagógicos deseados.

A partir de lo presentado anteriormente, se puede observar que existe una gran variedad de metodologías para al diseño de videojuegos y juegos serios dirigidos a la educación. Sin embargo, al profundizar en el tema de juegos enfocados al bienestar, la educación y la salud de niños con necesidades especiales, realmente son pocas las contribuciones existentes en esta área. A continuación, se detallarán las metodologías más importantes encontradas durante la búsqueda sistemática realizada.

- Carina [26] presenta una propuesta de método basado en la introducción de las técnicas de gamificación y mecánicas de juego aplicadas a la Educación y la salud. El método fue dividido en cinco pasos. **Análisis de usuarios y contexto**, en donde se analiza a los usuarios o estudiantes con el fin de poder identificar las diferentes actividades educativas que

permitirán los objetivos planteados; **Definición de los objetivos de aprendizaje,** en esta etapa se definen las diferentes competencias, tareas y actividades necesarias para alcanzar los diferentes objetivos; **Diseño de la experiencia**, etapa donde se estructura la experiencia en diferentes hitos divididos en Análisis del concepto, Propuestas de adaptación, Prototipado y presentación; **Identificación de recursos**, etapa en la cual se deben identificar cuales son los recursos o elementos de gamificación que se usaran en los diferentes niveles que el jugador debe superar; **Aplicación de los elementos de gamificación**, en esta última etapa se implementan en el juego aquellos elementos de gamificación (Puntos, insignias, niveles, restricciones, competición, colaboración, etc.).

- En el 2015, Castagnola y Bosio [25], presentaron una metodología utilizada en la implementación de un entorno lúdico desarrollado con el fin de tratar a pacientes con retraso mental, Síndrome de Down, parálisis cerebral, etc. Esta propuesta metodológica posee un proceso de diseño de juegos serios dividido en cuatro fases. La primera fase es la **Definición del proyecto y objetivos** donde se define lo que se desea desarrollar y el objetivo del juego serio; La segunda fase es la de **Análisis** en el cual se identifican el contexto de uso del juego serio y los objetivos que tendrán las actividades que se desean desarrollar en él. La tercera fase llamada **Funcionalidades, requerimientos y diseño**, se realiza el análisis de los requerimientos funcionales, no funcionales, y el diseño de las diferentes funcionalidades del juego serio; Finalmente, la última etapa es el **Desarrollo e implementación del juego serio.**

- En el año 2012, Sík Lányi [27] propuso una metodología de juegos serios que tiene como objetivo apoyar el proceso de rehabilitación de los pacientes con accidente cerebrovascular y discapacidad en las extremidades superiores y las habilidades psicomotoras dañadas. En este caso Lányi aborda la construcción de los juegos serios a partir del análisis de los usuarios y sus limitaciones, luego se realiza el diseño de la arquitectura de software y hardware que tendrá el juego serio a partir del objetivo que se quiere alcanzar con este en la rehabilitación motora, después se plantea como será el control por parte de los usuarios y finalmente implementa o desarrolla el juego serio.

- Sandra Cano [28] propone una metodología de diseño de juegos serios para niños con implante coclear llamada Meconesis, esta metodología se divide en cuatro fases, el **Análisis,** donde se identifica al usuario**,** luego el escenario o contexto de uso, después se plantean las estrategias , los objetivos pedagógicos y la plataforma tecnológica, para luego continuar con la selección de los juegos educativos, a continuación se evalúa la experiencia de usuario (UX) y la usabilidad, para que finalmente se analicen los resultados y se seleccionen los diferentes aspectos que tendrá el juego serio**. Pre-producción**, durante esta fase se busca el diseño de las diferentes interfaces interactivas del juego a partir de los diferentes patrones y guías de diseño orientados a la construcción de sistemas interactivos dirigidos a niños con discapacidad auditiva; **Producción**, se realiza la integración de todos los componentes necesarios y la implementación del juego serio; Finalmente, **Post producción**, se concluye el proceso con la evaluación del producto resultante o juego serio con usuarios finales y expertos en el dominio.

2.3 Estado del arte de los sistemas interactivos y juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva

En el área de la rehabilitación psicomotriz dirigida a niños con discapacidad auditiva existen diferentes contribuciones dirigidas a la recuperación y rehabilitación de las diferentes habilidades y competencias psicomotrices. A continuación se presentan las propuestas más relevantes que existen actualmente:

- Iversen y Kortbek [59] construyeron un suelo interactivo para que los niños con implantes cocleares interactuaran con los movimientos del cuerpo buscando el desarrollo del lenguaje a través de la expresión corporal de los niños en el entorno escolar.

- En el 2009, el grupo de David Wille [60], construyó una aplicación interactiva que utiliza la realidad virtual para la rehabilitación motriz en miembros superiores. Cuando se completaron las pruebas de desarrollo llevados a cabo con los niños durante tres semanas utilizando el sistema, se encontró que los niños tenían mejoras en la función de la mano. También se evidenció que este tipo de sistemas basados en actividades lúdicas o de juego, animan a los niños a realizar las actividades de terapia sin estrés.

- Marnik et al. [61] desarrollaron un sistema que puede ser usado para rehabilitación motriz y educación basado en movimientos corporales naturales e interacción de gestos. El sistema utiliza técnicas de visión por ordenador para detectar el movimiento del cuerpo y presenta una aplicación atractiva para captar la atención del usuario. El sistema está dirigido a niños con problemas de desarrollo, por ejemplo, niños con síndrome de trastorno autista y niños con discapacidad auditiva, donde trabajan ejercicios físicos sencillos o da instrucciones, como "pararse en un lugar específico y levantar las manos", para que el niño los siga.

- Egusa et al. [62] implementaron un sistema interactivo que usa marionetas, permitiendo que los niños con discapacidades auditivas se involucren con la historia del juego. El objetivo de la propuesta es el desarrollo de la expresión corporal de los niños sordos.

- Radovanovic [63] examinó la influencia del software especializado en la integración visual-motora de niños con sordera profunda. La evaluación se realizó con 70 niños, entre los 7 y 10 años. Estos niños fueron divididos en un grupo de control y un grupo experimental. El resultado del experimento mostró que los niños que formaban parte del grupo experimental tuvieron una puntuación más alta que los niños del grupo de control en las actividades donde se requería de habilidades motoras visuales, concluyendo así la importancia del uso de los videojuegos para el desarrollo de estas habilidades en niños con discapacidad auditiva.

- Noorhidawati et al. [64] compilaron situaciones en las que los niños con discapacidad auditiva interactuaron con aplicaciones móviles, con el objetivo de comprender mejor cómo

los niños aprenden a través de dicha interacción. Llevaron a cabo un enfoque cualitativo observando las interacciones de 18 niños en edad preescolar cuando utilizaban 20 aplicaciones móviles. El análisis demostró que el aprendizaje en este entorno tiene lugar a través de medios cognitivos, psicomotores y afectivos. Además, el uso de estas aplicaciones puede ayudar a mejorar las habilidades mencionadas anteriormente.

- En 2016, el investigador Caleb Conner [65] propuso la construcción de un sistema interactivo basado en el dispositivo de interacción Kinect cuyo objetivo era ayudar a los niños discapacidad auditiva a desarrollar una postura adecuada de su cuerpo antes de realizar algún tipo de ejercicio, por ejemplo, como las sentadillas. El proyecto demostró que el niño puede realizar el ejercicio correctamente y corregir su postura, mientras juega siguiendo las instrucciones del sistema.

- Finalmente, Fengyuan Zhu y su equipo construyeron BoomChaCha [66], juego de colaboración que involucra objetos tangibles que permiten interactuar con los elementos digitales, todo ello enmarcado en un juego de roles sobre caballeros y monstruos. Los niños con discapacidad auditiva a través de este juego pueden desarrollar su expresión corporal mientras juega con sus compañeros de equipo luchando contra diferentes enemigos agitando sus armas siguiendo los tiempos y ritmos que requiere el juego para sincronizar los ataques durante el combate.

- Para entrenar el ritmo, Jouhtimäki et al. [67] desarrollaron una herramienta educativa llamado “The Brave Little Troll”, cuyo objetivo era mejorar las habilidades de los niños para identificar y producir patrones rítmicos. Estas habilidades también apoyan la percepción del lenguaje y la alfabetización.

- Pérez-Arevalo y otros [68] diseñaron un juego para dispositivos móviles con el fin de entrenar el ritmo y la coordinación (oculo-manual) de los niños con discapacidad auditiva basado en estímulos visuales y auditivos. Evaluaron el sistema con nueve niños que poseían algún tipo de ayuda auditiva como los implantes cocleares y los amplificadores. Los niños disfrutaron del juego y a todos les gustaron los aspectos emocionales del diseño, como la personalización del personaje principal, el diseño gráfico del personaje y la aplicación o el argumento.

- Correa y Osorio [69] propusieron la construcción de un sistema multimodal interactivo para rehabilitar habilidades como la coordinación mano-ojo, la memoria, el ritmo y el tempo. La propuesta, similar a un piano, permite la visualización y retroalimentación de notas musicales a través de vibraciones y colores, explotando el fenómeno perceptivo de la sinestesia. El objetivo del sistema es la mejora de las habilidades de percepción rítmica a través de la coordinación, la visualización de los colores y el tempo.

- Sogono y Richards [70] propusieron el diseño de un juego con elementos electrónicos que permitiera a los niños de discapacidad auditiva a realizar actividades de localización de

sonido en espacios cerrados. Además de esto, también propusieron plantillas para facilitar el diseño de este tipo de entornos multisensoriales.

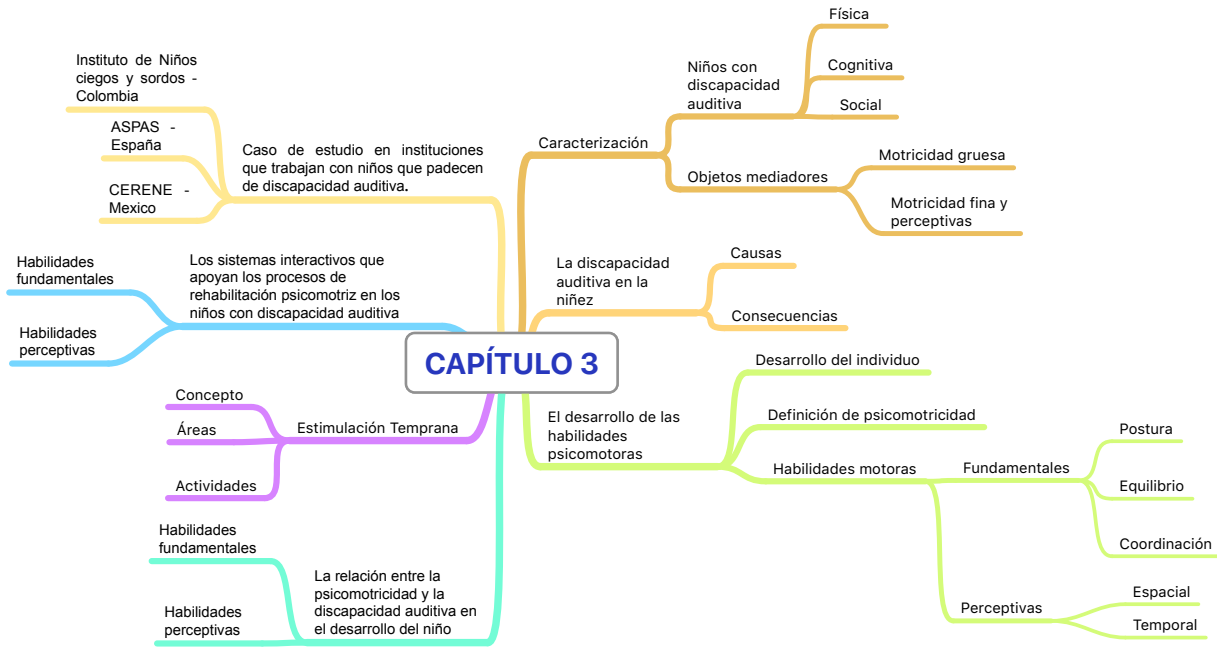
- Aditya et al. [71] propusieron un proyecto para ayudar a los niños a comprender mejor los conceptos del tiempo, a partir del uso de objetos tangibles y la retroalimentación visual. Con la propuesta se construyó un reloj inteligente llamado Saathi el cual a través de retroalimentación visual representaba cada una de las actividades que el niño realizaba en su vida cotidiana.

3. El desarrollo psicomotriz en el niño con discapacidad Auditiva

"La mente está encarnada en el cuerpo... no sólo en el cerebro"
Antonio Damasio.

Uno de los principales objetivos de la investigación es analizar las diferentes actividades de rehabilitación psicomotriz y las competencias cognitivas del niño con discapacidad auditiva. Para ello en este capítulo se describirá el concepto de discapacidad auditiva y sus consecuencias en el niño, también se profundizara en las diferentes competencias o habilidades que poseen los niños con esta discapacidad para luego adentrarnos a las diferentes observaciones y entrevistas que se realizaron durante las diferentes instituciones como el instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca, ASPAS Mallorca y Albacete en España y en CERENE Puebla México, en donde se consiguió información importante sobre las diferentes actividades de rehabilitación, herramientas que usan y las limitaciones que poseen los niños durante las sesiones de rehabilitación psicomotriz. Al final del capítulo se concluye con la caracterización del niño con discapacidad auditiva a partir de la información obtenida de las diferentes entrevistas realizadas con los expertos de estas instituciones.

Figura 3-1: Mapa estructural del capítulo.



3.1 La discapacidad auditiva en la niñez

El oído es considerado uno de los principales sentidos del ser humano, ya que facilita la comunicación y la interacción, permitiendo así generar relaciones sociales y la participación en las actividades de la vida cotidiana [1]. Un oído sano puede percibir el sonido a partir de los 25db en ambos oídos, por esta razón cuando se dice que una persona posee una complicación auditiva es porque el umbral del sentido auditivo ha sido afectado por algún tipo de problema. La pérdida de la audición puede clasificarse en leve, moderada o profunda dificultando oír una conversación o percibir sonidos muy fuertes [2].

Según cifras suministradas por la Organización mundial de la salud, actualmente en el mundo hay 466 millones de personas que padecen de discapacidad auditiva, de los cuales 34 millones de niños en el mundo poseen de algún tipo de perdida de la audición dificultando la comunicación y el lenguaje, provocando dificultades en el desarrollo cognitivo y social del niño en la vida cotidiana [1], ocasionando en él un bajo nivel de autoestima.

Las causas de que un niño pueda perder la audición se pueden clasificar en congénitas y adquiridas. Las causas congénitas son aquellas que fueron provocadas en el momento o poco después del nacimiento del niño, debido a complicaciones durante el embarazo y el parto, o por razones hereditarias y no hereditarias. Entre las causas que se pueden encontrar están [1 - 2]:

- Infecciones durante el embarazo de la madre como la rubéola o la sífilis.
- El bajo peso del niño en el momento de su nacimiento.
- Falta de oxígeno en el niño durante el parto.

- La ingesta de medicamentos para ciertos tratamientos de enfermedades complejas.
- Aumento grave de la bilirrubina en el periodo neonatal del niño.

Entre las causas adquiridas que se han podido detectar se encuentran:

- Enfermedades infecciosas como meningitis, sarampión y la parotiditis.
- Infección crónica del oído.
- Presencia de líquido en el oído (otitis).
- Uso de medicamentos para tratamientos de infecciones neonatales, paludismo, tuberculosis y cáncer.
- Traumatismos craneoencefálicos o en los oídos.
- Exposición a altos niveles de ruidos.
- Obstrucción del conducto auditivo debido a la acumulación de cerumen.

Actualmente se habla que el 30% de los niños que poseen una pérdida de la audición es debido a enfermedades como sarampión, rubeola y meningitis en cambio el 17% se debe por complicaciones perinatales o causas relacionadas con el nacimiento [1 - 2].

La discapacidad auditiva puede provocar diferentes consecuencias en los niños, entre los que se pueden observar:

- Consecuencias sociales y emocionales, debido a los problemas en la comunicación, provocando la sensación de soledad, aislamiento y frustración.

- Consecuencias económicas, debido a que la mayoría de niños con limitaciones auditivas tienen poco acceso a la educación, debido a que son pocos los colegios que se encuentran preparados para este tipo de población, provocando que en su edad adulta estén desempleados y sin poder adquisitivo, que les permita sustentar sus necesidades básicas.

- Consecuencias funcionales que provocan problemas en aspectos como [72]:

    - **Aspectos cognitivos:** A pesar de que el niño con discapacidad auditiva posee el mismo nivel cognitivo que el de un niño oyente, su desarrollo cognitivo es mucho más lento debido a su limitación. En muchas ocasiones este aspecto se ve reflejado en la capacidad intelectual del niño, mostrando algunas veces retraso mental, en la capacidad del juego simbólico, coordinación, organización del juego y en la habilidad de realizar secuencias previamente planificadas.
    - **Aspectos comunicativos:** se ve reflejado en su lenguaje gestual.
    - **Aspectos socio – afectivos:** esto se puede observar en las limitaciones que posee el niño para establecer una participación directa en la sociedad provocando actitudes como la incomunicación, limitación de la experiencia, dependencia y sentimientos de inferioridad.
    - **Aspectos motores:** se evidencia en la existencia de cierto nivel en el retraso de las capacidades motoras generales (habilidades fundamentales y perceptivas).

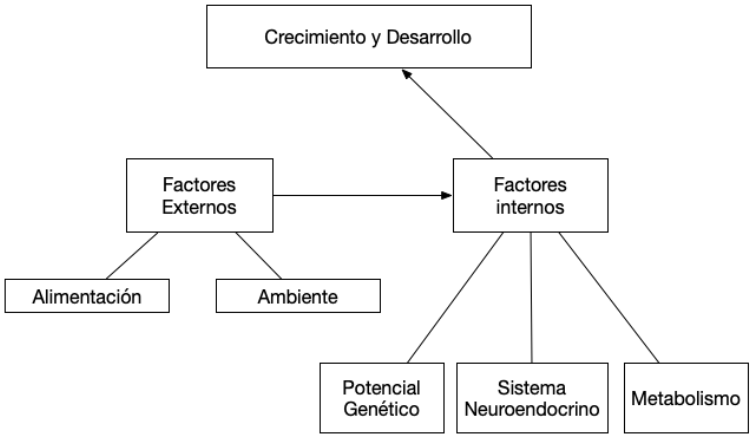
El de interés de este proyecto es poder generar una solución dirigida a la rehabilitación de los aspectos motores que afectan el desarrollo normal del niño, implementando una metodología de diseño de juegos serios que ofrezca herramientas que permitan a los desarrolladores diseñar actividades de juego equilibrado, enfocadas al desarrollo de las habilidades fundamentales y perceptivas del niño con discapacidad auditiva.

3.2 El desarrollo de las habilidades psicomotoras.

Todo individuo pasa por una evolución desde que nace hasta que muere, esta evolución se le llama ontogénesis. Durante esta evolución el cuerpo del individuo se encuentra en un constante cambio hasta llegar a un estado más desarrollado dentro de sus posibilidades. Durante este proceso evolutivo del cuerpo humano se van alcanzando las potencialidades de ciertas funciones del cuerpo, a esto se le conoce con el nombre de maduración, además el cuerpo va aumentando el tamaño los órganos internos y las extremidades. Este proceso de evolución, maduración y crecimiento del cuerpo humano se le conoce como desarrollo.

El desarrollo del cuerpo humano puede suceder por un conjunto de factores que se dividen en internos y externos. Los factores internos se encuentran estrechamente relacionados con condición o esencia interna del que lo desarrolla y entre los que se tienen el potencial genético, el sistema neuroendocrino y el metabolismo. Por otro lado, los factores externos son aquellos que producen las condiciones necesarias para que el desarrollo se produzca influyendo sobre los factores internos del individuo. Entre los factores externos se pueden encontrar la alimentación y el ambiente [73].

Figura 3-2: Desarrollo del individuo.



Tomado de [73].

El desarrollo se puede observar como el conjunto de transformaciones tanto internas como externas del ser humano que le permiten la adquisición de competencias para poder ejercer progresivamente actitudes cada vez más autónomos [74]. El desarrollo en el niño entonces parte desde la dispersión, desegregación y fragmentación hasta la construcción de la unidad, continuidad y cohesión de los

sentidos, la sensibilidad y la motricidad, y todo esto sucede en el proceso donde el individuo nace hasta llegar a ser adulto.

Durante el proceso de crecimiento del niño el desarrollo se divide en dos elementos, el desarrollo psíquico y el desarrollo motor [74], siendo este último el que sienta las bases para la regulación de las emociones o el simbolismo durante el crecimiento. A la relación que tiene estos dos elementos durante el desarrollo se le va a conocer como desarrollo de la psicomotricidad.

Según De Lièvre y Staes [75] "*la psicomotricidad es un planteamiento global de la persona. Puede ser entendida como una función del ser humano que sintetiza psiquismo y motricidad con el fin de permitir al individuo adaptarse de manera flexible y armoniosa al medio que le rodea. Puede ser entendida como una mirada globalizadora que percibe las interacciones tanto entre la motricidad y el psiquismo como entre el individuo global y el mundo exterior. Puede ser entendida como una técnica cuya organización de actividades permite a la persona conocer de manera concreta su ser y su entorno inmediato para actuar de manera adaptada"*.

La psicomotricidad integra las interacciones cognitivas, emocionales, simbólicas y físicas en la capacidad del individuo para ser y para actuar en un contexto psicosocial determinado. La adquisición adecuada de áreas psicomotoras básicas, como el esquema corporal (parte esencial de la conciencia corporal, la imagen corporal y la autoestima), las habilidades motoras gruesas (es decir, la postura, el equilibrio), las habilidades motoras finas, el espacio, el tiempo y el ritmo son determinantes para el desarrollo de la cognición, la emoción y las interacciones sociales. Por lo tanto, el desarrollo adecuado de las habilidades psicomotoras básicas del niño con discapacidad auditiva, debe trabajarse el esquema corporal (relación con el conocimiento del cuerpo), postura, equilibrio, motricidad gruesa y fina, espacio, tiempo y ritmo.

Según Piaget plantea que "todos los mecanismos cognoscitivos responden sobre la motricidad" es decir que todas las acciones en conjunto del ser humano dependen de la actividad psíquica y fisiológica [76]. Toda actividad motora inicia con las acciones mentales del ser humano, debido a que estas acciones mentales determinan que actividad o acción, que involucre el movimiento del cuerpo, debe realizarse. El buen resultado de la adaptación e integración del ser humano con el mundo y los objetos depende de que si se realiza un trabajo psicomotriz eficiente.

Entre los 4 y 6 años de edad, el niño se encuentra en el periodo en el que él toma conciencia de sí mismo y del mundo que lo rodea, a través de diferentes etapas que permiten su madurez global, intelectual, física, afectiva y social [77], siendo este un periodo de gran importancia para el desarrollo de los procesos psicomotrices durante el crecimiento del niño. Durante este periodo el niño va adquiriendo competencias psicomotrices que se dividen en habilidades motoras fundamentales, en las que se encuentran la coordinación, el equilibrio, la postura, el esquema corporal y la imagen, habilidades motoras perceptivas en donde se incluyen habilidades relacionadas con el ritmo, la espacialidad y el tiempo, y las habilidades cognitivas que incluyen el razonamiento y la memoria.

3.2.1 Habilidades motoras fundamentales

Las habilidades motoras fundamentales son consideradas bloques de construcción importantes para el desarrollo de acciones y actividades relacionadas con el movimiento y la especialización de habilidades específicas del cuerpo del ser humano [78]. Entre las habilidades motoras fundamentales que el niño debe ir adquiriendo durante el del desarrollo están:

a. Postura: Es la representación interna de la combinación entre la orientación del cuerpo en el espacio y la integración central de las entradas multisensoriales. Los sistemas vestibular[1], visual y propioceptivo[2] son los encargados de la retroalimentación multisensorial que desencadenan comandos motrices al cerebro para facilitar la adaptación adecuada al contexto específico en el que se encuentra la persona, permitiendo así la estabilidad entre la postura y el equilibrio del cuerpo.

b. Equilibrio: Es la capacidad que tiene el ser humano de controlar su centro de gravedad en un soporte particular y un entrono especifico, siendo una de las capacidades dentro del desarrollo del niño más importantes, debido a que esta contribuye a la obtención de habilidades centradas en la motricidad gruesa como como correr o saltar o pararse en una pierna [79].

c. Coordinación: Se define como la funcionalidad de los diferentes grupos musculares, que resulta en la contracción progresiva de los agonistas[3] y la inhibición simultánea de los antagonistas[4] para lograr un resultado motor, permitiendo realizar movimientos interesados que inhiben los movimientos no deseados. La coordinación está presente en todas las funciones motoras (por ejemplo, visomotor, bimanual....). Un ejemplo de la coordinación es la que se presenta a nivel de motricidad gruesa y fina, específicamente en la coordinación visomotora entre el ojo y la mano cuando se están ejecutando movimientos asimétricos.

3.2.2 Habilidades motoras perceptivas

Son aquellas habilidades que hacen uso de los diferentes sentidos del ser humano, para permitir la coordinación del movimiento corporal y adaptarlo a las necesidades del cuerpo y del entorno en el que se encuentra, a partir de la percepción de uno mismo y del lugar donde se encuentra. El niño durante su desarrollo va desarrollando habilidades relacionadas a la percepción espacial y la percepción temporal.

a. Habilidad perceptiva espacial: Se define como el mecanismo que permite que el ser humano tome conciencia de los objetos y la relación con el entorno permitiendo determinar la posición de los objetos con respecto a otros que lo rodean [80]. La percepción espacial se divide en dos.

---

[1] **Sistema Vestibular:** el cuál es el encargado de informar sobre los movimientos y posición espacial de la cabeza.

[2] **Sistema Propioceptivo:** encargado de informar acerca de la posición y el movimiento de las diferentes partes del cuerpo

[3] Son los músculos que realizan la contracción muscular.

[4] Son los músculos que se relajan permitiendo el movimiento.

Los factores monoculares, son percepciones que dependen del trabajo independiente de cada ojo. La superposición, brillantez, paralaje, elevación, color y distinción de contornos hacen parte de estos factores monoculares. **Los factores binoculares** son aquellos que se encuentran relacionados con la acción conjunta de los dos ojos. El resultado obtenido al percibir un objeto visualmente, es la comparación realizada por el cerebro entre la imagen que se forma en la retina de cada ojo, permitiendo obtener información sobre el tamaño, forma y ubicación del objeto percibido.

b. Habilidad perceptiva temporal: Se pueden definir como la capacidad que posee el ser humano para situar hechos, objetos y pensamientos dentro de un orden, un tiempo y de una serie sucesiva de estímulos [81]. La habilidad perceptiva temporal tiene como objetivo la coordinación de movimiento y la velocidad del cuerpo. Esta habilidad no esta innata en el ser humano, esta se va desarrollando a través de las diferentes experiencias y vivencias que va adquiriendo el niño durante se crecimiento a través de la interacción con la sociedad y el entorno que lo rodea. La habilidad temporal se clasifica en dos elementos, la estructuración rítmica que es la capacidad de interiorizar o ejecutar una serie de ritmos a partir de la asimilación del tiempo, y la ordenación temporal que es la capacidad de ordenar situaciones de forma secuencial en el tiempo y se adquiere a partir de la asimilación cognoscitiva del tiempo.

3.3 La relación entre la psicomotricidad y la discapacidad auditiva en el desarrollo del niño

La pérdida auditiva y las diferentes lesiones auditivas como la lesión vestibular pueden interferir en la función sensomotora, la cual hace parte en el desarrollo de las habilidades psicomotrices en los niños con discapacidad auditiva [82].

Según Myklebust "La motricidad de la persona con deficiencia auditiva viene marcada por la ausencia del control de la audición. Tienen problemas en el equilibrio estático y dinámico, por su problema vestibular, pueden tener torpezas motrices por falta de experiencias, lo mismo sucede con los conceptos de tiempo, espacio, lateralidad, etc. porque no los entienden, son conceptos abstractos que no los tienen claros"[72].

Varias investigaciones en el área de la discapacidad auditiva, han reportado que los niños con discapacidad auditiva poseen déficit y retrasos en el desarrollo de habilidades motoras como el equilibrio, la coordinación, la dinámica, la coordinación ojo-mano o visomotora y problemas en actividades en donde se requiere dominio y control, actividades secuenciales, problemas con la exploración y estructuración del mundo que lo rodea [3 - 6].

También pueden aparecer retrasos en los movimientos simultáneos, la coordinación motriz, la rapidez motora, la velocidad de la reacción y la lateralidad. Esto se puede ver claramente en el número de errores cometidos por el niño durante la ejecución de actividades motoras que involucran la rapidez, el equilibrio, coordinación visomotora, movimiento, tono corporal, desarrollo corporal y la imitación de gestos contrarios.

En las investigaciones realizadas por Myklebust [72] se evidenció que en el niño con discapacidad auditiva pueden presentar perturbaciones del tipo paralitico y no paralitico. Para el tipo paralitico se encontró problemas del tipo espástico, en donde se refleja por una serie de contracciones simultaneas de los músculos agonistas y antagonistas, y problemas del tipo atetóxicos en donde se presentan trastornos motores de movimientos de amplitud exagerada y superposición de reflejos arcaicos. Entre las perturbaciones del tipo no paralitico se encuentran problemas de ataxia cerebral en donde se ve reflejado en el paso oscilante y de balanceo, temblores ligeros y torpeza en el movimiento de las manos y dedos, y control deficiente de la lengua. También se puede encontrar problemas relacionadas con la incapacidad de asociación de la imagen mental con el sistema motor correspondiente (Apraxia).

Cuando se analiza el desarrollo del niño con discapacidad auditiva se puede observar claramente varios retrasos y problemas en la adquisición de habilidades fundamentales (postura, equilibrio y coordinación) y habilidades perceptivas. Entre las habilidades fundamentales afectadas se tiene:

- **Postura:** Los niños con discapacidad auditiva presentan movimientos de cabeza menos amplios e inestabilidad postural provocado por el daño que poseen en el sistema vestibular [4][83]. A través de ejercicios de compensación sensorial adaptativa, en donde se involucra el sistema visual y vestibular [84], los niños con discapacidad auditiva mejoran en su estabilidad postural y control del equilibrio [85].

- **Equilibrio:** Los niños con discapacidad auditiva poseen problemas con el equilibrio, debido a que tienen deficiencias o tasas muy altas de perdida vestibular [61][86 - 90]. Esto se evidencia en un límite de estabilidad más bajo, un balanceo corporal más rápido y alto, y un mayor gasto energético para mantener el equilibrio durante diferentes actividades, lo que demuestra un déficit en el balance estático y dinámico en el niño con discapacidad auditiva [88] [91 - 93]. El niño cuando se enfrenta a actividades en las cuales se ven involucrados procesos de equilibrio o riesgos de caídas, utilizan como su principal medio de retroalimentación, la visión [92 - 93]. Es por esto que el uso de audífonos e implantes, la rehabilitación vestibular y el ejercicio físico han demostrado gran efectividad para la mejora, recuperación y adaptación del equilibrio, y del sistema vestibular [87][90].

- **Coordinación:** Los niños con discapacidad auditiva reflejan tiempos de reacción más altos y déficit en la coordinación visomotora, espacial y temporal [98], y esto se puede ver por ejemplo al atrapar un balón en donde estas habilidades son de gran importancia. La perdida de la audición también puede provocar problemas y retrasos en la percepción del movimiento [95], el aprendizaje de la secuencia motora [96] y en la función motora fina [96 - 97] (es decir, la manipulación o la destreza manual).

Cuando se analizan las habilidades motoras perceptivas se pueden observar los siguientes problemas o retrasos en el desarrollo del niño con discapacidad auditiva.

- **Habilidades Espaciales:** Los niños con discapacidad auditiva compensan su déficit de audición con el uso del sistema visual, permitiendo la estimulación sensorial en campos cercanos y lejanos [68][98], adicionalmente a esto usan otros mecanismos como la memoria de localización [99] y una mayor orientación visual y táctil, permitiéndoles una mayor atención a los objetivos [98][100]. Sin embargo, la discriminación en las posiciones media y lateral [90], y en el marco de referencia egocéntrico (que codifica la posición de un objeto en relación con el propio cuerpo) parecen ser anormales en los niños con discapacidad auditiva. El déficit auditivo en los niños a parte de provocar movimientos más lentos hacia objetos [100] también ocasiona problemas de organización espacial en el cerebro (ocasionando una activación del hemisferio izquierdo atípico) [99][101] y el pobre desempeño en tareas espaciales no lingüísticas, particularmente aquellas que combinan diferentes representaciones espaciales [102].

- **Habilidades temporales:** La pérdida de la audición en los niños disminuye su capacidad utilizar señales temporales finas para reconocer las pistas del lenguaje a partir del ruido ambiental variable [103] y se ve comprometido el procesamiento temporal de las señales propioceptivas y táctiles [104]. Los potenciales cerebrales relacionados con eventos revelaron representaciones fonológicas menos precisas del ritmo del lenguaje oral o de la localización del lenguaje de signos [105]. Por otro lado, la plasticidad intermodal impulsada por la experiencia puede permitir un rendimiento normal al sincronizar temporalmente estímulos visuales discretos y el tiempo visual en los niños con déficit auditivo [106].

3.4 La estimulación temprana y las actividades de rehabilitación psicomotriz

La estimulación o atención temprana consiste en ofrecer a los niños desde los 0 hasta los 7 años de edad la oportunidad desarrollarse físicamente, intelectualmente y socialmente para sentar las bases para adquirir capacidades y habilidades durante el crecimiento [107].

Según Ordoñez y Tijanero [108] definen la estimulación temprana y la estimulación adecuada como "una teoría basada en las neurociencias, en la pedagogía y en la psicología cognitiva y evolutiva, que se implementa mediante programas fundados con la finalidad de ayudar al desarrollo integral del niño".

Según Stein [109] plantea que la estimulación forja la base para facilitar el desarrollo, el crecimiento armónico y saludable, así como la adquisición de conocimiento y experiencias a través del estímulo y los ejercicios para el forjar el aprendizaje y la personalidad del niño.

La estimulación temprana hace uso de actividades enfocadas al desarrollo de los sentidos, la percepción, la exploración, el descubrimiento, el autocontrol, el juego y la expresión artística, cuya finalidad es estimular la inteligencia sin dejar de un lado los estímulos afectivos y la personalidad.

Durante la estimulación temprana en los niños se trabajan las siguientes áreas [110]:

- El área cognitiva, se estimulan la percepción, inteligencia, atención, memoria, lenguaje, comprensión, pensamiento, imaginación, y fantasía.
- El área afectivo-social, se trabaja la aceptación a la separación, la adaptación al cambio, la significación de los espacios institucionales como propios, la expresión de emociones y cambios de ánimo, la autonomía, la interacción con otros, el deseo del saber, la motivación, apropiación de valores.
- El área psicomotriz en el que se estimula a través de diferentes actividades la motricidad gruesa, el equilibrio postural, motricidad fina, y la coordinación perceptivo-motriz.

Estas áreas son estimuladas y trabajadas a través de una serie de actividades que involucran técnicas como son el juego tradicional, los juegos viscerales (que involucran actividades de balanceo), los juegos troncales (relacionados con el trabajo de la musculatura troncal y coordinación e las extremidades) y la exploración (en donde se estimula la curiosidad y el interés por lo que lo rodea).

Durante el proceso de intervención temprana en niños con discapacidad auditiva, se realizan procesos de intervención o rehabilitación temprana. Estas actividades relacionadas con la intervención temprana se realizan desde temprana edad con el fin de actuar lo antes posible en el niño con discapacidad ofreciéndole la oportunidad de poder desarrollarse lo mejor posible durante su crecimiento.

Dentro del plan de intervención temprana en el niño con déficit auditivo se recomienda iniciar con el trabajo gestual acompañado para que el niño empiece a relacionar los gestos con palabras, también hay que generar una comunicación verbal con un ritmo y entonación adecuada de lo que se está haciendo en cada momento con el fin de aprender algunos nombres y palabras de diferentes objetos, para esto es muy importante la entonación y la repetición de las palabras.

Es importante para el niño con problemas auditivos, durante las actividades de terapia, ofrecerles un espacio tranquilo y libre de ruidos con el fin de que pueda producir sus propios sonidos y pueda tratar de reconocerlos. También es crucial estimular el ritmo través de la visión o la vibración ya que le permiten al niño desarrollar algunas cadenas sonoras de distintos tonos o intensidades.

Durante las actividades asociadas a la psicomotricidad, se busca desarrollar las habilidades fundamentales y perceptivas. Actualmente se existen actividades de intervención temprana a los niños con déficit auditivo para el desarrollo de la psicomotricidad, dependiendo de su edad y el objetivo que se quiere alcanzar. Entre las actividades se encuentran [107]:

- Para los niños entre 0 a 18 meses se busca a nivel de habilidades fundamentales el desarrollo muscular a través del trabajo y relajación de las extremidades, movimientos respiratorios y movimientos (volteo, dorsales, lumbares, abdominales y bipedación). Para la estimulación de las habilidades perceptivas se trabaja la boca, la vista, el coger objetos, el juego de manos, observación de juegos móviles, uso del lenguaje en las acciones, sentir el oído y la vibración,

el juego con objetos sonoros, movimiento de cabeza para afirmación y negación, movimiento de las manos, dibujo, juegos de ritmos, imitación de trazos.

- Para los niños entre los 18 y 36 meses se trabaja a nivel de habilidades fundamentales como la tonicidad, el control postural, el control respiratorio. A nivel de habilidades perceptivas se trabaja la estructuración espacial y temporal, manipulación, ejercicios de búsqueda y de agrupación con el fin de realizar asociaciones según colores, formas, tamaños, longitudes, etc.

- En los niños de 3 años en adelante se trabajan a nivel fundamental actividades de equilibrio (como andar de puntitas, quedarse parado en un solo pie y caminar en línea recta) y de coordinación (como la marcha, las carreras, saltos, control respiratorio, coordinación visomotora). A nivel perceptivo se trabajan actividades de estructuración espacial, temporal y ritmo, y ejercicios de búsqueda, de agrupación y de construcción.

3.5 Los sistemas interactivos que apoyan los procesos de rehabilitación psicomotriz en los niños con discapacidad auditiva

A partir de la importancia de las actividades lúdicas en los procesos del desarrollo humano, los videojuegos y los sistemas interactivos están siendo incluidos en los procesos cotidianos de personas con y sin necesidades especiales, ya que se ha demostrado que estos logran que sus usuarios desarrollen aspectos relacionados con el ser, la comunicación y la socialización, que son tan importantes en la vida cotidiana [30][31][111].

Actualmente las contribuciones en juegos serios y sistemas interactivos se pueden encontrar en áreas como la educación, la salud, el entrenamiento y otras áreas más [33]. Por ejemplo, en el área educativa tenemos el proyecto “Quest Atlantis” [34], este proyecto usa entornos tridimensionales para sumergir a los niños de 9 a 16 años de edad en tareas educativas propuestas por el docente. En el área de la salud se tiene el caso de “SimClinic” [35] proyecto que busca generar un caso clínico enfocado a la cardiología para el entrenamiento de médicos. ”Do not Panic” [112], es un juego serio enfocado a que las personas aprendan técnicas, acciones y estrategias que deben tener en cuenta durante situaciones de pánico y estrés.

También se puede encontrar contribuciones dirigidas a las diferentes discapacidades. Entre los que se pueden destacar “Entrena con Phonak” [13] el cual sirva de apoyo para el proceso de rehabilitación en la adquisición de las competencias auditivas. “PhysioVinci”[14] es un juego enfocado a la terapia física de pacientes con discapacidad motora debido a problemas neurológicos. En el 2012 Torrente [15], propone una plataforma de juego llamada eAdventure cuyo objetivo es mejorar la educación profesional de personas con discapacidad cognitiva a través de dos juegos llamados “My first day at work” y “the big party.

En el área de la rehabilitación psicomotriz dirigida a niños con discapacidad auditiva durante la revisión de la literatura, se encontraron diferentes contribuciones. Estas contribuciones se han clasificado de acuerdo a la competencia psicomotriz a desarrollar en el niño con discapacidad auditiva. En este caso se decidió tomar las habilidades motoras fundamentales (postura, coordinación y equilibrio), las habilidades motoras perceptivas (espaciales y temporales) y las habilidades cognitivas (razonamiento, memoria).

En la primera clasificación relacionada con las habilidades motoras fundamentales, se tuvo en cuenta que las contribuciones halladas durante el proceso de investigación, que impactaran o enriquecieran los procesos de desarrollo de las habilidades relacionadas con el equilibrio, la coordinación y la postura. La lista de las contribuciones de sistemas interactivos propuestos para la rehabilitación y el desarrollo psicomotriz de los niños se encuentra presentada en el apartado 2.3 del capítulo 2 de este documento. A partir de esta lista se construyó una tabla con los diferentes sistemas interactivos, los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo al tipo de habilidad fundamental al que impacta como objetivo.

A continuación, se presenta en la tabla 3-1 el conjunto de sistemas interactivos dirigidos al desarrollo y rehabilitación de las diferentes habilidades fundamentales.

Tabla 3-1 Sistemas interactivos dirigidas al desarrollo y rehabilitación las habilidades motoras fundamentales.

Habilidades motoras fundamentales		
Coordinación	**Equilibrio**	**Postura**
	[59]	
	[60]	
	[61]	
	[62]	
[63]		
	[64]	
		[65]
	[66]	

Durante las actividades relacionadas con las habilidades motoras perceptivas, se pretende que el niño con discapacidad auditiva pueda desarrollar una sensación de espacio, tiempo y ritmo. Para ello, los sistemas interactivos dirigidos a estos niños deben cumplir con estas características las cuales deben desarrollarse durante la interacción con el niño.

A pesar de realizar la búsqueda teniendo en cuenta la habilidad perceptiva se encontró que esta área de la psicomotricidad es muy poco explorada y además existen pocas contribuciones. A continuación, en la tabla 3-2, se muestran aquellas contribuciones encontradas durante el proceso de investigación y que se encuentran descritas en el apartado 2.3 del capítulo 2 de este documento.

Tabla 3-2 Sistemas interactivos dirigidas al desarrollo y rehabilitación las habilidades motoras preceptivas.

Habilidades Motoras Perceptivas		
Espacial	**Temporal**	**Ritmo**
		[66]
		[67]
		[68]
		[69]
[70]		
	[71]	

Con el fin de profundizar en los dispositivos de interacción que usaron estos sistemas interactivos y juegos serios para el desarrollo y rehabilitación psicomotriz en los niños con discapacidad auditiva, se realizó una clasificación de las propuestas de acuerdo al tipo de dispositivo que usan, con el fin de comprender el propósito de uso de estos dispositivos de interacción en las actividades que se realizan dentro del juego serio y analizar cuál fue el resultado obtenido del uso de estos dispositivos dentro de la terapia.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de este análisis de dispositivos de interacción usados en los diferentes juegos serios identificados:

- **Visión por computador:** Cuando el ordenador es capaz de "ver", puede utilizar la información visual con fines de interacción. El uso de una o más cámaras, es decir, webcams o Microsoft Kinect, permite al ordenador sentir al usuario y sus acciones, gestos o posturas. Egusa et al [62] o Conner et al [65] utilizaron cámaras RGBD para detectar la postura corporal del usuario y los gestos realizados. Por su parte, Marnik et al [61] se centran en los algoritmos de visión por ordenador para reconocer los gestos. Durante la evaluación, los investigadores concluyeron que el uso de técnicas de visión por computador en el entrenamiento motor permitió a los pacientes sumergirse en las actividades propuestas y las encontraron motivadoras.

  Los resultados obtenidos por (Conner et al. [65], Egusa et al. [62], Marnik et al. [61]) se lograron gracias al uso de tecnologías y sensores que permitieron el seguimiento de los diferentes movimientos del cuerpo del paciente, ofreciendo una retroalimentación precisa en tiempo real de sus movimientos e informándoles de la corrección. Además, al presentar estos ejercicios como actividades lúdicas, los pacientes se sintieron más cómodos y motivados con la actividad, ya que estaban inmersos en el ejercicio (Cheng et al. [113], Gonçalves et al. [114]).

- **Pisos interactivos:** Los pisos interactivos se pueden clasificar a partir aquellos que se basan en sensores, y en aquello que usan visión por computador. En el caso de Iversen y Kortbek [59], combinan ambos tipos para construir una instalación interactiva a través del seguimiento de las extremidades del cuerpo a partir del uso de dispositivos de visión por

computador debajo de la superficie del suelo. Durante la evaluación de Stepstone [59], el autor encontró que los sistemas interactivos basados en el suelo invitan a los participantes a interactuar de forma activa y colaborativa, permitiendo un intercambio de conocimientos y comunicación entre los participantes. También ofreció a los niños una forma de crear sus propios juegos relacionados con los ejercicios que tenían que hacer, lo que aumentó la motivación y los compromisos.

El uso de una superficie de contacto junto con una proyección y una cámara permitió la creación de diferentes espacios interactivos. Los usuarios se divirtieron mientras realizaban actividades físicas [115]. Algunos de los resultados del uso de esta tecnología se pueden observar en [59] donde, a partir del entorno interactivo propuesto, los niños estaban más motivados para llevar a cabo las actividades de rehabilitación, y la tecnología proporcionada les permitía estar en un entorno lúdico y colaborativo con libertad para realizar diferentes actividades.

- **Pantallas Táctiles:** Las pantallas táctiles están presentes en dispositivos móviles, tabletas y teléfonos móviles. El aumento de estos dispositivos y la familiaridad de los niños con este modo de interacción, ayuda a estos a centrarse directamente en las tareas a realizar [68] [71].Los investigadores usaron tabletas (Pérez-Arévalo) [68] o reloj inteligente (Aditya) [71] para enseñar a los niños el ritmo y la coordinación ojo-mano. Durante la evaluación, los autores afirmaron que los sistemas interactivos basados en actividades lúdicas relacionadas con las actividades o acciones cotidianas y con una curva de aprendizaje fluida permitían a los pacientes desarrollar rápidamente habilidades relacionadas con los objetivos de la rehabilitación de una manera divertida y motivadora.

  El uso de las tecnologías táctiles permitió a los pacientes utilizar sus miembros superiores para entrenar las habilidades motoras finas y la coordinación ojo-mano [13]. El uso de este tipo de tecnología en las propuestas [68][71] permitió a los pacientes visualizar e interactuar con las aplicaciones en tiempo real mientras entrenaban sus habilidades motoras finas y de coordinación mano-ojo.

- **Objetos Tangibles:** Mediante el uso de Arduino o placas de hardware similares, los investigadores crearon artefactos para que los niños discapacidad auditiva los sostuvieran y manipularan, los cuales controlan la interacción e informan sobre su posición o movimiento a través de acelerómetros [66]. En la evaluación del sistema, los participantes se sintieron más motivados a participar colaborativamente en la actividad debido al uso de los roles establecidos por los diferentes elementos tangibles como espadas, escudos y varitas. Sin embargo, algunos participantes tuvieron dificultades debido a la falta de manejo del tempo y de conocimientos musicales. Finalmente, los autores concluyeron que se deberían utilizar ayudas visuales.

  Los objetos tangibles pueden ser utilizados en actividades de entrenamiento motor y de juego porque cuentan con diferentes sensores como acelerómetros, giróscopos e identificadores de radiofrecuencia, que permiten a los pacientes interactuar directamente con ellos. Además, el

sistema emite en tiempo real un vídeo y un audio en función de las acciones del paciente sobre los objetos. La propuesta de [66] muestra claramente que el uso de objetos tangibles contribuyó a una mayor disposición de los pacientes a participar en las actividades y colaborar con otros pacientes mientras realizan los ejercicios y se divierten.

- **Sistemas multimodales:** Los sensores integrados en sistemas multimodales combinan diferentes modalidades de entrada y salida, como el tacto, la visión por ordenador y los objetos tangibles, junto con la retroalimentación visual y táctil [69][70]. Los investigadores concluyeron que el uso de dispositivos de interacción no tradicionales hizo que los participantes consideraran las actividades como entretenidas y atractivas porque invitaban a usar diferentes sentidos y efectores.

  Los sistemas multimodales permiten la construcción de entornos interactivos en los que los usuarios pueden utilizar diferentes sentidos y realizar actividades lúdicas que contribuyen a su desarrollo psicomotor [116][117][118][119]. Este caso se puede ver claramente en [69][70] donde los dispositivos creados involucran diferentes retroalimentaciones como pistas hápticas y visuales que permiten al paciente percibir la información a través de múltiples sentidos y reaccionar a los estímulos, haciendo que la actividad sea más atractiva para el paciente.

- **Teclado y Ratón:** El ratón y el teclado siguen siendo los dispositivos de entrada tradicionales de los ordenadores o computadores de sobremesa, y se han utilizado para controlar la interacción de diferentes aplicaciones dirigidas a niños discapacidad auditiva [67]. Durante la evaluación de esta propuesta, los autores encontraron que el uso de estos dispositivos en un juego interactivo ayudaba a los niños con algún tipo de discapacidad a adquirir patrones rítmicos que les ayudaban en el desarrollo del lenguaje.

  La adquisición de habilidades motoras en las extremidades superiores se puede llevar a cabo con dispositivos tradicionales como teclados y ratones. El juego para entrenar las habilidades rítmicas propuesto por [67], permitió al usuario realizar cada una de las actividades cómodamente siguiendo los patrones y ejercicios ofrecidos por el juego.

- **Dispositivos de realidad virtual:** el uso de dispositivos de realidad virtual (RV), como guantes de datos y pantallas montadas en la cabeza [60], para interactuar en un entorno de RV. Durante la evaluación [60], algunos pacientes presentaron evidencia de mejoras en las actividades propuestas por el sistema interactivo. Sin embargo, a pesar de que los pacientes presentaron un alto grado de motivación al realizar las diferentes acciones en el juego, algunos no progresaron como se esperaba, mostrando un bajo nivel de progreso en la terapia.

  Los sistemas de RV permiten interactuar en un mundo virtual. Los usuarios pueden realizar acciones y recibir una retroalimentación directa a través de los objetos del mundo virtual con el que interactúan. Este tipo de tecnología permite a los pacientes con diferentes tipos de problemas psicomotores, realizar acciones que no se pueden ejecutar de forma natural en el mundo real, obteniendo un sentimiento de satisfacción al realizar la actividad. En su

propuesta Wille [60], este hecho se observa claramente, ya que el uso de dispositivos de RV como las gafas, ayuda a los pacientes a participar en el proceso de rehabilitación con un alto nivel de motivación.

3.6 Caso de estudio en instituciones que trabajan con niños que padecen de discapacidad auditiva.

Durante el proceso de investigación previo a la construcción de la propuesta metodológica se realizaron visitas a cuatro instituciones que trabajan con niños con discapacidad auditiva. El objetivo de estas visitas fue realizar una caracterización de las diferentes limitaciones, características y necesidades que poseen estos niños con discapacidad auditiva dentro de los entornos educativos e instituciones de rehabilitación. Adicionalmente, este trabajo de campo permitió identificar las diferentes actividades de rehabilitación que se trabajan y que elementos se usan durante estos procesos.
A continuación, se profundizará en cada uno de los casos de estudio y los datos obtenidos a partir de las entrevistas, observaciones y pruebas que se realizaron en cada una de las instituciones.

3.6.1 Instituto de niños ciegos y sordos del Valle del Cauca

El Instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca en Colombia, es una fundación que nace en 1942 en Santiago de Cali por Luisita Sánchez de Hurtado. Esta fundación tiene como objetivo contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los niños con discapacidad, sus familias y a la comunidad a través de diferentes servicios de salud visual y auditiva. Actualmente la fundación ofrece servicios médicos y educativos.

Durante la visita al instituto se identificaron cuatro diferentes actores, los niños, los terapeutas, los docentes y el personal administrativo. Cada uno de estos actores cumplen diferentes roles dentro de la institución. En el caso de los niños, podemos encontrar aquellos que poseen discapacidad visual (limitada o total), niños que poseen discapacidad auditiva (con implante coclear, con audífonos, o sordos profundos), y niños sin necesidades especiales o sin ninguna discapacidad. El rol que poseen estos niños dentro de la institución se puede dividir en dos, el rol de estudiante, ya que el instituto ofrece servicios educativos desde preescolar hasta cuarto de primaria, y el rol de paciente, debido a que el instituto ofrece servicio de fisioterapia y estimulación temprana.

Los terapeutas, como su nombre lo indica son los encargados de realizar las diferentes actividades de estimulación, desarrollo y rehabilitación en los diferentes niños que se encuentran en el instituto. Entre el grupo de terapeutas se encuentran fisioterapeutas, nutricionistas, fonoaudiólogos, psicólogos. Los docentes son los encargados de desarrollar programas y estrategias que permitan el adecuado desarrollo de las competencias cognitivas, sociales, comunicativas, emocionales y motrices de los niños que asisten al instituto. Finalmente encontramos a los administrativos que son los encargados de la dirección, coordinación y trabajo social del instituto.

A nivel de infraestructura, el instituto cuenta con instalaciones adecuadas para albergar niños con discapacidad auditiva y visual. Los salones de clase están acondicionados especialmente para trabajar con niños entre las edades de 3 años a los 12 años, pasando desde transición hasta tercero de primaria. También tiene espacios adecuados para las sesiones de estimulación temprana y desarrollo psicomotriz con diferentes elementos multisensoriales que permiten realizar las tareas de desarrollo físico, mental y cognitivo de los niños. Igualmente, estos espacios se complementan con las amplias zonas verdes en donde los docentes y los terapeutas pueden desarrollar actividades físicas, con la seguridad de no encontrar objetos peligrosos con los que se pueda lesionar el niño. Al ser una institución educativa posee reglas académicas, éticas y de convivencia que deben cumplir el niño y debe replicar en su hogar. A nivel social, el instituto le ofrece al niño un espacio de interacción con otros niños con o sin discapacidades similares, lo cual hace que el niño tenga un espacio para fraternizar y desarrollar la comunicación con los otros niños.

Figura 3-3: Instituto de niños ciegos y sordos del Valle del Cauca

Imágenes tomadas de la página web del instituto[5]

En este caso de estudio se realizó una observación de campo en donde se identificaron los diferentes espacios, herramientas relacionadas con la estimulación temprana y las terapias de rehabilitación psicomotriz. En estos espacios se encontró diferentes objetos como balones, instrumentos musicales, aros, colchonetas, túneles, cubos de madera, juguetes de plástico, cuerdas, tarjetas de acciones, los cuales permiten realizar diferentes actividades de psicomotricidad gruesa en los niños y

[5] Instituto de niños ciegos y sordos del Valle del Cauca. Online: http://www.ciegosysordos.org.co.

herramientas como tijeras, punzones, hilo, lana, cartulinas, colores, lápices, hojas, cartulinas, cubos didácticos, juguetes de construcción, plastilina, laberintos didácticos, xilófonos, rompecabezas, figuras geométricas básicas (cuadrados, círculos, triángulos, estrellas, rombos, elipses, rectángulos, pentágonos, hexágonos y losangos) y torres de Hanoi para el desarrollo de la psicomotricidad fina.

Durante este proceso se realizaron diferentes actividades de observación y entrevistas, con el fin de identificar las diferentes actividades que realizan en estos dos espacios. En el lugar asignado para el trabajo de estimulación temprana, la fisioterapeuta realiza actividades con niños entre los 0 a 2 años de edad, en donde se trabajan, junto a los padres, las diferentes dimensiones del desarrollo del niño (comunicativas, cognitivas, corporales y afectivas), con el fin de que los padres de los niños con discapacidad auditiva, aprendan a trabajar las diferentes actividades de estimulación teniendo en cuenta las necesidades, características y cualidades que estos niños poseen. Estas actividades de estimulación temprana se realizan usando acciones de juego, estimulando el sistema sensorial a través de herramientas y objetos sonoros y táctiles. Las sesiones que se realizan son individuales y duran máximo treinta minutos, con presencia de uno de los padres y la terapeuta.

En la visita se observó una sesión, en la cual se trabajó con un niño que poseía sordera profunda, durante esta actividad, el niño se encontraba con su madre y realizaron ejercicios con balones, en donde debían hacer rebotar el balón al ritmo de la canción que cantaba la madre, también usaron algunos instrumentos como la clave, tambores y un pequeño piano con el fin de estimular los otros sentidos a partir de la vibración generada por los diferentes instrumentos, este ejercicio permitía llamar la atención del niño.

Figura 3-4: Espacio de estimulación temprana

Imágenes tomadas de la página web del instituto

En el lugar asignado para las sesiones de psicomotricidad se identificaron varas actividades que lidera la fisioterapeuta encargada de este espacio. Este espacio es usado para realizar actividades de desarrollo y de rehabilitación con niños entre los 2 años hasta los 13. Cuando se trabajan estas sesiones se separan los niños en grupos de 8 a 13 niños, distinguiéndolos entre los que posee discapacidad auditiva y discapacidad visual ya que los ejercicios y actividades que se realizan son distintos. Para el caso de los niños con discapacidad auditiva la docente de fisioterapia se comunica con los niños a través de tarjetas en donde se muestran gráficamente las representaciones de las

actividades que se van a trabajar, igualmente la docente también usa el lenguaje hablado para aquellos niños que tienen ayudas electrónicas (implante coclear o amplificadores), además usa algunas palabras en el lenguaje de señas.

Las actividades que se realizan con estos niños son según la edad en la que se encuentran:

- Con los niños entre 2 a 5 años se trabajan actividades relacionadas con los patrones motores fundamentales, como son el equilibrio, la coordinación y la postura. El objetivo de estas actividades es mejorar la ejecución de los patrones motores fundamentales que deben estar acordes a la edad del niño
- Con los niños entre los 5 a los 7 años las actividades que se trabajan están relacionadas con el desarrollo del esquema corporal, la coordinación dinámica general, el equilibrio, la agilidad, la coordinación óculo-manual. El objetivo de estas actividades es el fortalecer las habilidades motrices ya adquiridas.
- Con los niños entre los 8 a 12 años se hacen actividades enfocadas en el fortalecimiento muscular general, la coordinación dinámica general, adquisición y potenciación de habilidades deportivas, etc. El objetivo de estas actividades es buscar potenciar las habilidades adquiridas y fomentar la adquisición de habilidades deportivas

Figura 3-5: Objetos y juguetes que usan en la sesión de rehabilitación motriz.

Imagen tomada de la página web del instituto

Durante la visita, se observó una actividad que se realizó con los niños. En este grupo había 8 niños ente 5 a 7 años. Al inicio de la actividad la docente lo reunió en círculo y les mostro a los niños los ejercicios a trabajar a través de las tarjetas gráficas. Para esta actividad, los niños deben acostarse boca arriba sobre una colchoneta, luego deben reincorporarse para luego dar la voltereta de cabeza sobre la colchoneta y seguir a través de un cilindro o túnel por el que deben atravesar gateando. Esta actividad se realizó en tres sesiones repetidas con una duración total de 30 minutos, luego de esto, la docente le indico a los niños recoger las colchonetas y el túnel para guardarlos en el espacio asignado para los diferentes elementos, para poder continuar con más ejercicios de motricidad gruesa, usando

los balones en la zona verde que brinda el instituto. Durante este ejercicio el niño debe recoger el balón y lanzarlo. Con esta actividad termino la sesión.

Una de las preguntas que se realizaron durante la sesión de rehabilitación a la fisioterapeuta estuvo relacionada con aquellas actividades de motricidad fina, para lo que la docente de fisioterapia respondió, que los ejercicios o actividades que involucran el desarrollo de la motricidad fina se realizaban al interior de los salones, en donde los docentes realizan actividades que involucran el uso de tijeras, punzones, hilo, lana, cartulinas, colores, lápices, hojas, cartulinas, cubos didácticos, juguetes de construcción, plastilina, laberintos didácticos, xilófonos, rompecabezas, figuras geométricas básicas papel, con el objetivo de estimular el desarrollo viso manual, selección, y clasificación.

Finalmente, en la visita se observó una sesión de trabajo con los niños con discapacidad auditiva en la sala de tecnología, este espacio cuenta con varios computadores con dispositivos para facilitar la interacción con los niños. Durante la actividad, la docente de informática tenía un grupo de 10 niños con los que realizó un ejercicio de coordinación usando un tapete de baile, adaptado como dispositivo de interacción, y una aplicación con varios mini juegos, por ejemplo, trabajaron con un juego cuyo propósito era reventar unos globos que van cayendo por la pantalla, el niño en este juego debía usar sus pies para presionar los botones adecuados para poder estallar los globos. Otro juego que usaron fue uno en el cual debían revelar una imagen que estaba cubierta por objetos, para ello el niño debía moverse por el tapete haciendo diferentes movimientos para quitar los elementos que obstruían la visualización de la imagen.

Figura 3-6: Tapete similar al usado en la clase de informática.

Imagen tomada de la página web movinet computadores.

3.6.2 Asociación de padres y amigos de sordos ASPAS

ASPAS es una entidad sin ánimo de lucro que ofrece servicios de atención integral a niños, jóvenes y adultos con discapacidad auditiva y a su núcleo familiar. Entre los servicios que ofrecen están la atención temprana, logopedia personalizada y en centros educativos, apoyo al aprendizaje, formación, asistencia a las familias, atención psicológica y social, orientación e inserción laboral, accesibilidad y servicio de interpretación en lengua de signos.

Actualmente ASPAS posee varios centros en España, debido a que dentro de su plan de salubridad pública, es de gran importancia la inclusión y asistencia de personas con discapacidad, siendo la discapacidad auditiva una de las discapacidades más beneficiadas en el país. Para la visita realizada durante el proceso de investigación del proyecto, se visitó dos centros de ASPAS durante las estancias realizadas en España, el primer centro fue el ubicado en la ciudad de Albacete. ASPAS Albacete se encuentra conformado por un equipo de profesionales en las áreas de psicología, logopedia y fonoaudiología. Durante la visita, la directora de la asociación presento los diferentes servicios dirigidos a los niños con discapacidad auditiva, como el apoyo escolar en aquellas asignaturas donde los niños posean más dificultades, y la intervención en logopedia en donde se realizan diferentes actividades de rehabilitación del lenguaje y la comunicación en niños con discapacidad auditiva.

Luego de la charla con la directora, se hizo un pequeño recorrido en el centro. Su infraestructura es pequeña, está dividida en dos niveles, que cuentan con varios despachos u oficinas, donde se encuentran cada uno de los profesionales que ofrecen los diferentes servicios. Al finalizar el recorrido, se pasó a realizar una entrevista con la profesional encargada de logopedia. En esta entrevista, obtuvimos evidencias de las actividades que realizan y los objetos que usan.

Algunas de las actividades que realizan los diferentes profesionales de ASPAS Albacete con los niños son de rehabilitación auditiva, ya que muchos de estos niños no son sordos profundos en sus dos oídos, se realizan terapias para potenciar el oído que se encuentra en condición para escuchar (debido a que el otro oído también podría estar afectado, pero a nivel leve o medio, permitiendo el poder usar amplificadores para escuchar). También se realizan actividades de atención temprana, ya que es muy importante el poder arrancar desde temprana edad a realizar procesos de rehabilitación en el desarrollo del niño para que su proceso no sea lento y luego tenga problemas en el lenguaje, la pronunciación, la comunicación, la lectura y la escritura.

También se obtuvo información sobre actividades que se trabajaran a nivel psicomotor. En este caso los procesos de rehabilitación psicomotriz son escasos por algunas razones, la primera es que los niños que asisten al centro son niños que desde temprana edad fueron detectados con la discapacidad y fueron intervenidos quirúrgicamente con implantes cocleares o usan desde muy pequeños amplificadores que les permite escuchar, estos elementos son auspiciados por el gobierno de España, lo que beneficia que el desarrollo en estos niños sea casi similar al de los niños sin discapacidad. Y la segunda razón es la que la infraestructura del centro no permite realizar actividades que tengan relación con ejercicios de motricidad gruesa o para la rehabilitación de habilidades fundamentales como el equilibrio, la coordinación o la postura.

Sin embargo, la logopeda comentó que son muchos los niños con discapacidad auditiva que visitan el centro, que poseen algunos problemas en su desarrollo de habilidades perceptivas y de motricidad fina, para ello, la logopeda comentó que en algunas sesiones con los niños se tratan de trabajar algunas actividades relacionadas con las habilidades perceptivas, en donde se trabaja la rehabilitación auditiva y otros sentidos para mejorar el desarrollo de habilidades espaciales, temporales y ritmo, y con las habilidades de fundamentales, donde se involucra el desarrollo de la coordinación viso-manual y la motricidad fina. En estas actividades trabajan ejercicios que involucran los miembros superiores para favorecer el desarrollo de los brazos, las manos y los dedos a través elementos como tijeras, punzones laberintos tangibles, etc., y estimulación de los sentidos a través del uso de instrumentos musicales y sonidos digitales. Durante estas terapias usan muchos los juguetes para motivar al niño a realizar los ejercicios como si fueran juegos. A continuación, se presentan algunas de las herramientas que usan en las sesiones de logopedia con los niños con discapacidad auditiva.

Figura 3-7: Juguetes usados en la sesión de motricidad fina ASPAS Albacete.

Imagen tomada durante la visita a ASPAS Albacete.

Durante la estancia realizada en Palma de Mallorca, se realizó una visita a ASPAS Mallorca. Al igual que en ASPAS Albacete, este centro presta servicios de atención temprana, logopedia y apoyo al

aprendizaje en niños con discapacidad auditiva, adicionalmente a esto ASPAS Mallorca se encuentra dividido en tres sedes las cuales se encuentran distribuidas en los tres con mayor población de discapacitados (Palma, Inca y Manacor). La visita a ASPAS Mallorca se realizó en la sede que se encuentra en la ciudad de Palma. El encuentro inicio con la bienvenida por parte de la logopeda encargada del centro, quien nos llevó hacer un recorrido alrededor de las instalaciones. En comparación con el centro de ASPAS Albacete. Este centro cuenta con una instalación mucho más grande, de tres niveles. El primer nivel se encentra la recepción, en el segundo nivel están las oficinas de los diferentes profesionales, entre los que se encuentran psicólogos, fisioterapeutas, fonoaudiólogos y logopedas, y en el tercer nivel hay un salón amplio en donde realizan actividades grupales, sobre todo en la época de verano que se inician las vacaciones de los diferentes colegios de la zona. Adicionalmente a estos espacios al interior del centro, tienen zona abierta en donde realizan actividades recreativas y lúdicas con los niños.

Luego del recorrido se realizó una charla en donde se contextualizo el proceso de investigación que se estaba realizando. Durante la charla con la logopeda, se evidenció que los niños con discapacidad auditiva poseen algunos problemas en control de sus movimientos, en el desarrollo normal de la motricidad fina y en el seguimiento de instrucciones secuenciales. Cuando se indago sobre con los problemas con el desarrollo de habilidades fundamentales, el logopeda expreso que realmente eran muy pocos los casos, y esto era debido a que muchos de los niños que atendían en el centro poseían algún tipo de ayuda como el implante coclear o los amplificadores desde temprana edad, lo que ha permitido nivelar el desarrollo temprano de los niños.

Entre las actividades que trabajan al interior del centro, tienen las vacaciones recreativas, en estas jornadas las actividades se centran específicamente al trabajo de expresión corporal, socialización y trabajo de manualidades para mejorar el desarrollo de la motricidad fina. En estas actividades, usan juguetes como muñecos, laberintos tangibles, bloques de construcción, balones punzones, tijeras, figuras geométricas, ya que según la logopeda, es muy importante involucrar estos elementos, debido a que permiten que los niños se diviertan con los juguetes mientras realizan las actividades relacionados con los proceso de desarrollo que deben ir adquiriendo.

Figura 3-8: Juguetes que usan en actividades ASPAS Mallorca.

Imagen tomada durante la visita a ASPAS Mallorca.

En la visita se realizaron varias pruebas con algunos juegos que involucraron objetos tangibles y uso de tabletas. Entre los juegos trabajados con los niños estaban Fonomagica, Caseto, Lápiz Cuentero y Armonisia. El objetivo de la prueba era comprobar como los niños con discapacidad auditiva como interactuaban y se sentían al usar juegos que involucraran objetos tangibles y tabletas. Los juegos que se presentaron fueron construidos pensando en las necesidades de estos niños además que estaban enfocadas a la rehabilitación del lenguaje (Fonomagica), y las habilidades fundamentales (Lápiz cuentero) y perceptivas (Caseto y Armonisia).

En la observación que se realizó durante la prueba se comprobó que los niños se encuentran a gusto con los juegos que involucran objetos que pueden manipular o juegos que involucran tecnología, debido a que sienten que no es una herramienta para rehabilitación o aprendizaje si no que lo ven más como un juego, lo cual los motiva desde un principio a continuar con la actividad hasta lograr el objetivo de cada uno de los juegos. Sin embargo se encontró un caso que involucraba una niña de alrededor de 7 años, la cual tenía un desarrollo motriz bajo, lo que le provocaba dificultad en el momento de manipular los objetos o trabajar con la pantalla táctil de la Tablet durante el juego, produciéndole un sentimiento de frustración, debido a que para progresar en el juego sus compañeritos debían ayudarle para mover las fichas o superar ciertos obstáculos del juego. Esta información fue de gran importancia dentro de la caracterización que se realizó posteriormente sobre las características de los niños con discapacidad auditiva.

Figura 3-9: Pruebas con los diferentes juegos en ASPAS Mallorca

Imagen tomada durante la visita a ASPAS Mallorca

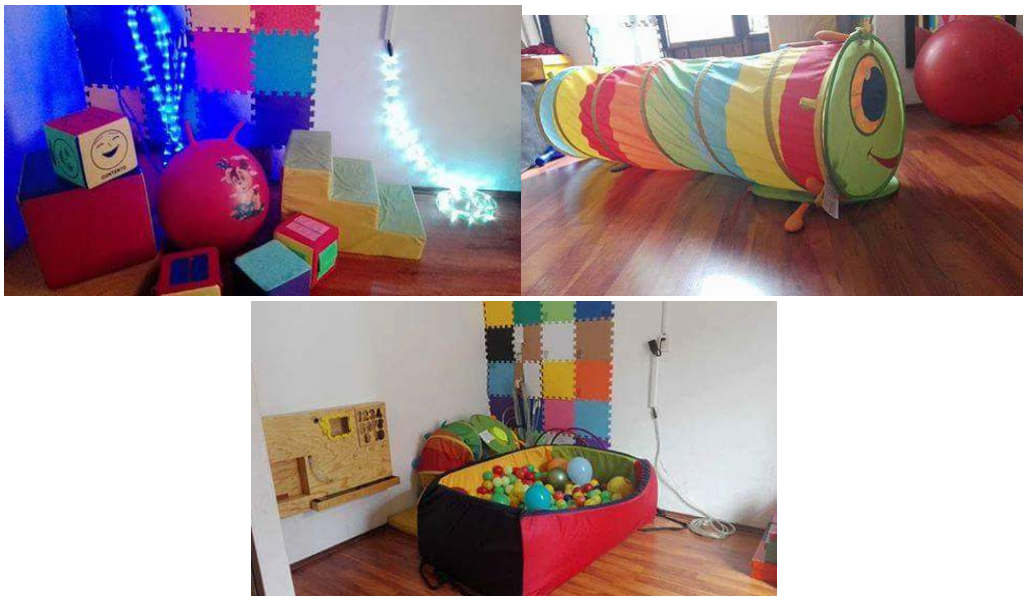
3.6.3 Centro de rehabilitación neuropsicológica infantil CERENE

La última visita realizada durante el proceso de estancias, fue al centro de rehabilitación neurológica infantil CERENE, ubicado en la ciudad de puebla en México. El centro presta servicios en Neuropsicología, en temas relacionados con el Trastorno de déficit de atención hiperactiva, autismo, lenguaje, discapacidad intelectual y problemas de aprendizaje, Psicología y Sala Multisensorial, donde se trabajan actividades relacionados con la estimulación temprana y rehabilitación psicomotriz. En el momento de la visita, la sede de CERENE, se encontraba en el centro de la ciudad de puebla. Sus instalaciones no eran muy amplias, ubicadas en un segundo piso de una casa de la zona, en donde tenían varias oficinas para los diferentes profesionales en neuropsicología, psicología y fisioterapia. Entre las actividades que se realizaron en el centro fue la entrevista previa al director del centro, quien brindo información relacionada con las diferentes actividades y servicios previamente descritas. El tema de interés de la visita era el analizar e identificar los diferentes elementos y actividades que realizaban en la sala multisensorial, además de las características de los niños que asistían hacer uso esta. Para ello se contó con la compañía de la fisioterapeuta encargada del manejo de la sala, y quien relato las diferentes actividades que desarrollaban al interior de este espacio.

En esta sala atienden niños de 6 meses a 6 años, algunos de estos niños poseen discapacidad auditiva. Las principales actividades de rehabilitación que trabajan son alteraciones al caminar (entre ellas la coordinación y el equilibrio) y la estimulación sensorial cuyo objetivo es trabajar el desarrollo de la motricidad, la memoria, la concentración y el lenguaje de los niños. Entre las actividades que se

desarrollan están las relacionadas con la marcha, subir y bajar escaleras, recoger y lanzar objetos como pelotas o balones, organizar cubos, gatear a través de túneles, reconocimiento de objetos, figuras y letras, reconocimiento de sonidos e instrumentos musicales, coordinación viso-manual, seguimiento ocular con luces y objetos en movimiento. Se observó que en esta sala usan mucho juguetes y objetos didácticos con el fin de estimular al niño en su desarrollo y rehabilitación mientras realiza su actividad jugando, usando así los diferentes juguetes como objetos mediadores para alcanzar los objetivos de la actividad.

Figura 3-10: Juguetes usados durante las actividades de rehabilitación en CERENE.



Imágenes tomadas durante la visita a CERENE.

3.7 Caracterización de las actividades de rehabilitación psicomotriz y características de los niños con discapacidad auditiva.

Las visitas a estos centros de apoyo y rehabilitación de niños con discapacidad auditiva, fue de gran importancia, ya que gracias a las diferentes observaciones que se hicieron durante algunas de las actividades y entrevistas realizadas a los profesionales que laboran diariamente en pro del bienestar de los niños, se obtuvo información relevante sobre temas relacionados a la psicomotricidad, la estimulación temprana, las actividades, las herramientas, y las características y limitaciones que poseen estos niños. Toda esta información fue contrastada con los datos encontrados durante la búsqueda bibliográfica de varios autores y consignada en los artículos [20][82][120], para que finalmente permitiera crear una caracterización de los niños con discapacidad auditiva y las actividades de rehabilitación psicomotriz.

3.7.1 Caracterización de los niños con discapacidad auditiva

Esta caracterización se centró específicamente en los datos identificados en la visita en los diferentes centros de atención, las variables usadas para este trabajo fueron las características cognitivas emocionales, físicas, sociales y culturales del niño con discapacidad auditiva.

Entre las características a nivel cognitivo y emocional en los niños con discapacidad auditiva están:

- El niño con déficit auditivo también tiene problemas con la exploración, la abstracción y la estructuración del mundo que lo rodea.
- Los niños con discapacidad auditiva tienen leves retrasos cognitivos.
- Poseen problemas en actividades en donde se requiere dominio y control en actividades secuenciales.
- Estos niños cuentan con problemas en el lenguaje, la comunicación, la socialización y la percepción del mundo que lo rodea.
- Tienen problemas al realizar actividades que involucren acciones del juego simbólico.
- Poseen problemas en la sustitución o representación de los objetos (pensamiento concreto).
- Son niños más hiperactivos, cuentan con problemas de atención ya que dependen mucho del sentido de la vista lo que les provoca que se distraigan fácilmente.
- Tienden a tener poca tolerancia a la frustración y se aburren rápidamente de las actividades que no los estimulan visualmente.
- Los niños con esta discapacidad poseen inseguridades por temor a ser rechazados o sufrir algún golpe por la ejecución de movimientos torpes.
- El niño con discapacidad auditiva prefiere realizar sus actividades de forma individual, debido a sus problemas de comunicación y socialización.

Las características a nivel físico identificados en los niños con discapacidad auditiva fueron:

- El niño con discapacidad auditiva puede poseer un trastorno total o leve del canal auditivo, impidiendo la comunicación normal a través del lenguaje hablado.
- Algunos niños con problemas auditivos pueden tener una lesión vestibular, posibilitando que se vean afectados sus funciones sensomotoras (motricidad fina y motricidad gruesa).
- Los niños con discapacidad auditiva cuentan con una patología base, sistema nervioso central alterado, músculos blandos o muy rígidos.
- Los niños con problemas auditivos tienen déficit y retrasos en el desarrollo de habilidades motoras como el equilibrio, la postura, la coordinación, la dinámica, la coordinación ojo-mano o visomotora.
- Estos niños poseen inseguridad en los movimientos.
- Tienen problemas en el desarrollo de actividades relacionadas con motricidad como son el saltar, correr, rasgar, agarrar y lanzar objetos.

- La coordinación dinámica general del niño se encuentra afectado, provocando que su proceso en el desarrollo de sus movimientos también se encuentre afligidos.
- Existe un bajo desarrollo de su tono muscular, equilibrio y coordinación, esto influye en la agilidad de los movimientos del niño.
- Poseen una falta de disociación de extremidades proximales y distales durante el proceso de escritura.
- Poseen dificultad en la manipulación de la pinza y apertura de los dedos
- El control de la cabeza y la marcha es más lento que la de los niños sin discapacidad auditiva.
- Los niños con discapacidad auditiva presentan un rendimiento pobre en la ejecución de la marcha, con fuerzas de reacción anormales en el suelo, mayor propulsión y menor libertad de movimiento.
- Los niños que poseen amplificadores o implantes cocleares adquieren mejores habilidades en la marcha y la estabilidad durante esta, si son los usan desde temprana edad.
- Poseen problemas inestabilidad postural y movimiento de la cabeza menos amplios,
- Los niños con discapacidad auditiva poseen tiempos de reacción más lentos y deficiencias en la ejecución de acciones que requerían una coordinación viso-motora, espacial y temporal precisa (por ejemplo, atrapar una pelota).
- Poseen problemas de percepción del movimiento.
- El procesamiento temporal de las señales propioceptivas y táctiles se ve comprometido en niños con discapacidad auditiva.

Entre las características sociales y culturales que tienen el niño con discapacidad auditiva se identificaron:

- Muchos de los niños del instituto provienen de hogares humildes, sin muchos lujos, de familias comúnmente numerosas, viviendo en espacios reducidos.
- Predomina la sobreprotección de los niños con algún tipo de discapacidad
- Es muy común observar en las familias con niños con discapacidad auditiva que la madre es cabeza de hogar y no puede asistir a su hijo de forma adecuada, dejándolos al de sus hermanos mayores o familiares.
- El entorno social y cultural no es muy adecuado para el desarrollo del niño, ya que viven en zonas peligrosas con poco acceso a la salud y educación lo cual ocasiona que los niños que poseen algún tipo de discapacidad, como es la auditiva, no accedan fácilmente a una atención temprana y un desarrollo adecuado.
- Las familias de niños con discapacidad auditiva de bajos recurso normalmente no tienen acceso a la educación, generando dentro del núcleo familiar, el analfabetismo.
- Las familias de niños con discapacidad auditiva y con mayores recursos, hacen continuamente uso de los centros de rehabilitación y de cirugías que permitan mejorar el desarrollo de sus hijos, sin embargo, existe una sobreprotección, por su condición o por apariencia.
- En Colombia, el acceso a ayudas para cirugías para implante coclear o para subsidiar al uso de amplificadores en niños es muy baja, y lo realizan algunas ONG que trabajan

directamente con los centros como el instituto de niños ciegos y sordos que poseen su propia clínica visual y auditiva.

- En Colombia no son claras las leyes que permiten la inclusión de niños con discapacidad auditiva en colegios normalizados o para el acceso a empleos dignos.
- En países europeos como España, existe un apoyo directo del gobierno y de fundaciones sin ánimo de lucro como ASPAS o la fundación Atresmedia.
- Algunas de las fundaciones españolas poseen servicios de inclusión al empleo, hasta poseen negocios o industrias vinculadas, que promueven la contratación de personas con discapacidad auditiva, este es el caso de ASPAS Mallorca que tiene una cafetería la cual es administrada y atendida por personal con discapacidad auditiva.
- Muchas de las instituciones y centros de rehabilitación, especialmente de niños con discapacidad auditiva ofrecen apoyo al aprendizaje y logopedia en instituciones educativas, con el fin de mejorar el bienestar de los niños.
- Existen campañas que promueven las adecuaciones en aulas de clase con niños con discapacidad auditiva.
- En México existen leyes que establecen los mecanismos para la inclusión de niños y personas con discapacidad a la educación normalizada y la inclusión al trabajo.
- En los colegios de México existe personal entrenado en el lenguaje de señas para el apoyo a los estudiantes con discapacidad auditiva, también existen capacitaciones para docentes en lenguaje de señas y asistencia al discapacitado.

3.7.2 Caracterización de las actividades y objetos mediadores de rehabilitación psicomotriz

Durante las visitas a los diferentes centros se realizaron observaciones y entrevistas que permitieron obtener un panorama de las diferentes actividades de rehabilitación psicomotriz que se trabajan con los niños con discapacidad auditiva, con el fin de poder construir una caracterización de las actividades que promueven el desarrollo y rehabilitación de las habilidades fundamentales y perceptivas en los niños. Este trabajo se dividió entre las características de los diferentes ejercicios que de rehabilitación que se realizan interior de las diferentes instituciones y los objetos o herramientas que se usan en los procesos o actividades de rehabilitación psicomotriz.

Entre las características de los diferentes ejercicios y actividades que se identificaron durante la observación y entrevistas realizadas a los profesionales de los centros, se encuentran:

- Desarrollo motor del niño, objetivo principal es el fortalecimiento de habilidades motrices adquiridas en su etapa de crecimiento.
- Normalmente los procesos de rehabilitación psicomotriz en los niños con discapacidad auditiva se trabajan del mes hasta los 13 años de edad.
- Las actividades y ejercicios de rehabilitación se centran principalmente en la coordinación del cuerpo, el espacio, el desarrollo físico y el desarrollo mental del niño, con el fin de afianzar sus habilidades y movimientos.

- En los primeros años de niño, entre los 0 meses y 3 años se realizan diferentes actividades de estimulación temprana, en donde se trabajan las diferentes dimensiones de desarrollo del niño (comunicación, cognición, corporales y afectivas)
- En la estimulación temprana se realizan actividades junto con los padres y los niños para afianzar su conexión y comunicación, además para replicar los ejercicios realizados en casa.
- La estimulación temprana se realiza a través del juego, estimulando el sistema sensorial a través de diferentes objetos y herramientas sonaras y tangibles.
- Normalmente las actividades de estimulación temprana tienen una duración aproximada de 30 minutos.
- En los niños más grandes se trabajan patrones de motores fundamentales, actividades de esquema corporal, coordinación dinámica general, equilibrio, agilidad, coordinación viso-manual, fortalecimiento muscular general, coordinación dinámica general, adquisición y potenciación de habilidades deportivas.
- Normalmente en las actividades grupales de rehabilitación, los grupos no son homogéneos teniendo niños más atrasados en su desarrollo que otros.
- Con grupos no homogéneos se trabajan tareas más complejas para aquellos niños más avanzados y tareas sencillas para niños más atrasados, pero trabajando la misma actividad.
- En este tipo de actividades se estimula el trabajo colaborativo en donde los niños más avanzados ayudan a los niños más atrasados a realizar las diferentes actividades.
- Las actividades que se realizan son las mismas para los niños con asistencia electrónica, como el implante coclear o los amplificadores, y los niños sin asistencia. Sin embargo, se requiere más atención por parte del profesional en el momento de que realizan actividades complejas, debido a que los niños con asistencia pueden perder su amplificador o se puede dañar el sistema del implante coclear.
- Entre las actividades de rehabilitación motora gruesa más comunes se encuentran, la marcha, el agarre, lanzar objetos, saltar, correr, caminar sobre líneas rectas.
- Los ejercicios más comunes a nivel cognitivo, son el reconocimiento del cuerpo a través del espejo y estimulación sensorial táctil a través de la manipulación de texturas.
- A nivel de comprensión se trabajan por circuitos en donde se realizan actividades de reconocimiento y trabajo físico.
- Entre las actividades para el desarrollo de la motricidad fina se encuentran el uso de la plastilina, el punzón, el rasgado, el uso de tijeras, identificación y clasificación de objeto, lanzar, agarrar pelotas pequeñas y grandes, pintura con los dedos, ensartado.
- Con los niños ente los 7 y 13 años, las actividades son más serias y concretas sonde deben seguir instrucciones, además de que se motiva la actividad a través de la recompensa.
- Los espacios para las diferentes actividades deben ser amplio para los ejercicios que involucren actividades físicas y mesas amplias para actividades que involucren manualidades.

Entre los objetos o juguetes usados en las sesiones de rehabilitación psicomotrices fundamentales se identificaron:

a. Objetos para actividades de motricidad gruesa:

- Túneles.
- Colchonetas.
- Balones.
- Obstáculos.
- Cuerdas.
- Cubos de madera o espuma.
- Juguetes de plástico.
- Muñecos.
- Aros de plástico.
- Cubos de construcción
- Tarjetas gráficas con acciones.

b. Objetos para actividades de motricidad fina y habilidades perceptivas:
   - Tijeras y Punzones.
   - Hilo y lana.
   - Hojas y Cartulinas.
   - Colores, marcadores y pinturas.
   - Lápices y pinceles.
   - Cubos didácticos.
   - Juguetes de construcción.
   - Plastilina.
   - Instrumentos musicales (para niños con asistencia auditiva electrónica)
   - Rompecabezas y Laberintos didácticos.
   - Figuras geométricas básicas (cuadrados, círculos, triángulos, estrellas, rombos, elipses, rectángulos, pentágonos, hexágonos y losangos).
   - Torres de Hanói.
   - Elementos con diferentes texturas.

4. Desarrollo de la Metodología APRehab y sus componentes

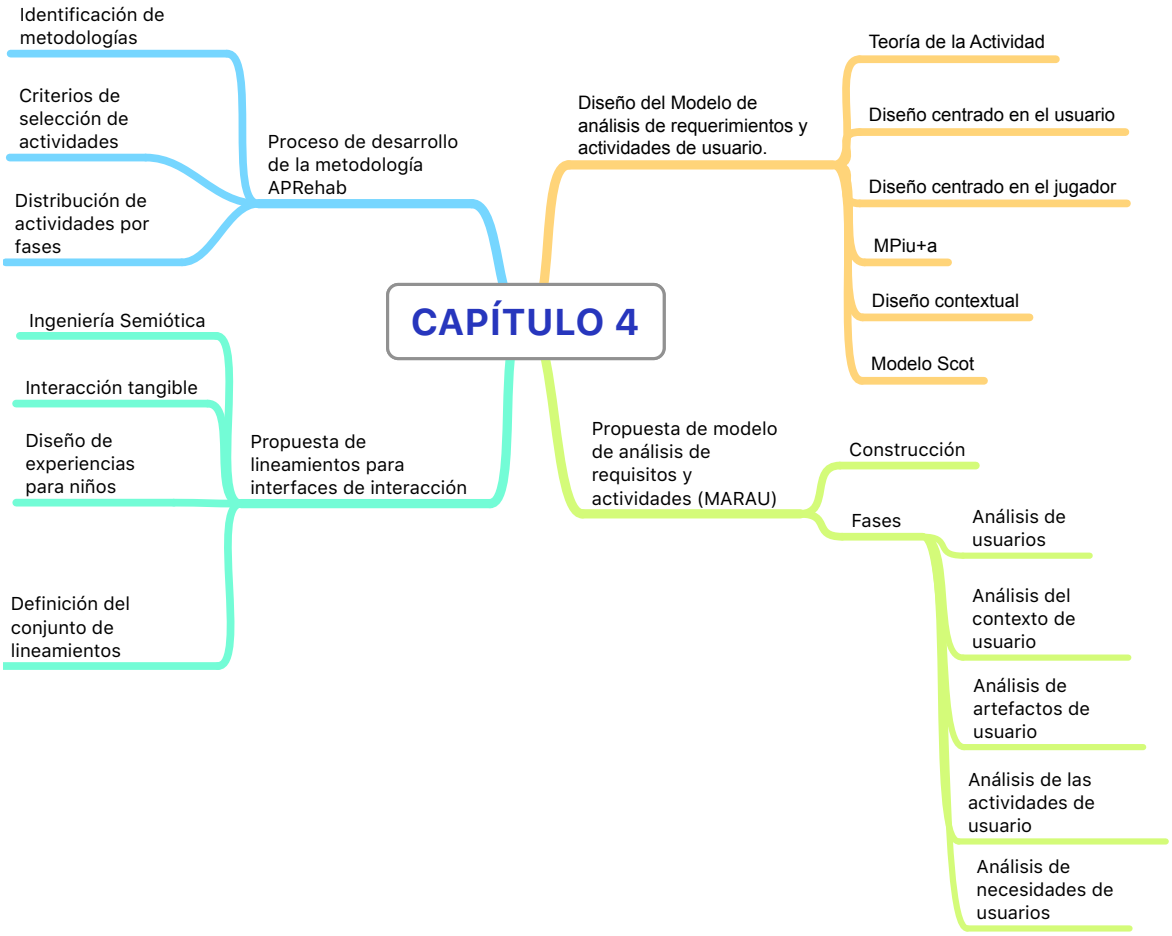
"Lo que hace excepcional a la especie humana,
es que estamos diseñados para jugar durante toda la vida".
Stuart Brown.

Uno de los principales problema detectados durante el proceso de investigación he indagación del estado actual de los juegos serios orientados a la rehabilitación de niños con discapacidad auditiva, es que actualmente estos juegos tienen problemas de identificación de las limitaciones y necesidades de estos niños, adicionalmente las actividades de rehabilitación que se realizan durante las sesiones no se encuentran adecuadamente adaptadas como mecánicas de juego, lo que impide que el niño disfrute plenamente de la actividad lúdica de rehabilitación. Este problema es debido a que actualmente se carecen de metodologías de diseño que ofrezcan procesos formales que permita modelar, visualizar, especificar, construir y documentar todos los componentes, actividades y roles involucrados en el juego serio, permitiendo así realizar un diseño equilibrado entre los elementos formales de del juego y las actividades de rehabilitación, además de permitir una adaptación eficiente de las diferentes interfaces de interacción con el fin de ofrecer un juego serio que garantice la seguridad, la comprensión, la facilidad de uso y el alcance de los diferentes objetivos de rehabilitación de forma divertida y estimulante por parte del niño con discapacidad auditiva.

En este capítulo se mostrará como fue el proceso de diseño APRehab con el objetivo de dar respuesta a esta problemática. Como primer paso del diseño de la propuesta metodológica se describirán el conjunto de técnicas y teorías que contribuyeron a la construcción de un modelo de análisis de requerimientos y actividades de usuario (Marau) con el fin de realizar una primera fase que permitiera una identificación adecuada de los actores, de las actividades y de los objetos mediadores que hacen parte del modelo de actividad que servirá de insumo para el diseño del juego serio. Luego se describirá como la ingeniería semiótica contribuyó a la implementación de una serie de lineamientos de diseño para el diseño de las diferentes interfaces gráficas y tangibles que se ofrecerán a través de APRehab con el objetivo facilitar el diseño de juegos serios adaptados a las actividades de rehabilitación psicomotriz, y a las limitaciones y necesidades de los niños con discapacidad auditiva. Finalmente, se mostrará el proceso de selección y adaptación de las mejores prácticas y

actividades identificadas de un conjunto de metodologías y modelos de diseño e implementación de videojuegos y juegos serios que ayudaron a la construcción de las actividades de la metodología APRehab.

Figura 4-1: Mapa estructural del capítulo.



4.1 Diseño del Modelo de análisis de requerimientos y actividades de usuario.

EL primer paso de la implementación de la metodología APRehab, era establecer una herramienta que permitiera el identificar los diferentes elementos que se deben tener en cuenta para el diseño del juego serio. Para Pressman [121] una de las tareas más importantes es el análisis de requisitos, la cual debe realizarse durante todo proceso de desarrollo ya que a través de esta actividad se puede identificar y especificar las características de un sistema (que puede ser software o hardware) y las diferentes funcionalidades, datos, rendimiento, interfaces y restricciones que se deben construir y garantizar durante el diseño y la implementación del sistema.

Con el análisis de las actividades se pretende entender el comportamiento, limitaciones y necesidades de los usuarios. Esto se realiza a través de la comprensión de los diferentes objetivos de las actividades que desarrollan los usuarios y como estos objetivos dependen de las diferentes acciones, operaciones y herramientas que les permiten a los usuarios el poder realizar las diferentes actividades para lograr sus metas de forma eficiente.

La integración de estas dos herramientas ofrece elementos que permiten desde el inicio del proceso de diseño de juegos serios identificar los diferentes actores involucrados, las necesidades y limitaciones de los usuarios finales, la identificación del contexto del usuario y la identificación de los diferentes artefactos u objetos mediadores y requisitos tecnológicos que se usaran en las diferentes actividades que se modelaran y permitirán definir un modelo de actividad que servirá de insumo para la ideación y diseño de los diferentes componentes y mecánicas del juego serio. De esta integración del proceso de análisis de requisitos y el análisis de las actividades nace el modelo de análisis de requerimientos y actividades de usuario MARAU.

MARAU fue diseñada a partir la identificación, análisis y selección de diferentes teorías y técnicas para el diseño e implementación de sistemas interactivos y juegos serios centrados en el usuario. El primer paso del diseño de la propuesta, fue determinar cuáles iban a ser las diferentes etapas que harían parte de las actividades principales del modelo de análisis y facilitarían la identificación de los requisitos, actividades y necesidades que se necesitan previo a la ideación del juego serio. El resultado de este proceso fue la implementación de cinco etapas, Análisis de Usuarios, Análisis del Contexto de Usuario, Análisis de Artefactos de Usuario, Análisis de Actividades de Usuario y Análisis de Necesidades de Usuario. En cada una de estas etapas se adaptaron varias de las mejores prácticas y técnicas de filosofías, teorías, metodologías y modelos como la teoría de la actividad, el diseño centrado en el usuario, el modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad (MPIU+a), el diseño contextual, el modelo construcción social de la tecnología (Modelo Scot) y el diseño centrado en el jugador. A continuación, se realizará la descripción de cada una de estas.

4.1.1 Teoría de la Actividad

Actualmente la teoría de la actividad se entiende como la relación existente entre la persona (sujeto) y el objeto el cual se caracteriza por dos aspectos, el primero se refiere a que los sujetos que participan de la actividad poseen necesidades que se deben satisfacer a través de la interacción con el mundo y el segundo aspecto se centra en cómo se determinan mutuamente las actividades, los sujetos y los objetos.

Según la Teoría de la actividad, los sujetos realizan una determinada actividad a través de la experiencia que posee, sin embargo, también el sujeto que no posee la experiencia puede adquirirla a través de la ejecución de la actividad [122].

El principal creador y promotor de esta teoría fue el psicólogo Lev Vigotsky, quien propone el concepto teórico del artefacto como instrumento mediador y la acción orientada al objeto, en donde la relación existente entre el sujeto y los objetos del contexto en el que se encuentra la persona están mediados por herramientas, señales y factores culturales. Tras el fallecimiento de Vigotsky, Leont'ev

propone una base de tres niveles en donde la actividad se ubica en el nivel más alto, y se encuentra en relación directa con lo que el sujeto quiere lograr o su motivación. La actividad conlleva a las acciones quienes se encuentran en el nivel medio y es el componente más básico de la actividad, las acciones están orientadas a los objetivos o a las metas. Las acciones están formadas por las operaciones que están en el nivel más bajo de la jerarquía, y las cuales son las estrategias o condiciones que permiten ejecutar la actividad [123] [124]

Figura 4-2: Los niveles de la teoría de la actividad de Leont'ev.

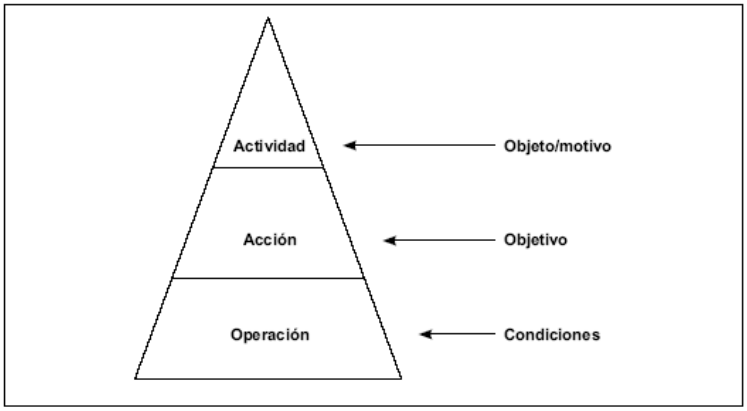


Imagen tomada de [123]

La Teoría de la Actividad permite analizar las características físicas y mentales de los usuarios junto a los diferentes procesos que se involucran en la actividad, por lo que permite comprender realmente que es lo que motiva a una persona alcanzar un resultado u objetivo a través de las acciones, las operaciones que realizan las personas y los elementos o herramientas que le facilitan alcanzar los objetivos. Esta teoría dice que las actividades, quienes han evolucionado y cambiado a través del tiempo, se realizan inicialmente en un plano externo, la actividad a realizar para luego internalizarla para hacerla parte de sus procesos mentales y cognitivos [123 - 125].

Uno de los elementos más relevantes en la teoría de la actividad es el concepto de "Órgano funcional". Este concepto se originó con trabajos realizados por psicólogos rusos como Ukhtomsky [126], quien definió a este elemento como "Cualquier combinación temporal de fuerzas que sea capaz de alcanzar un fin definitivo". Igualmente, Leontiev extendió este concepto en 1981, diciendo que los órganos funcionales eran creaciones de los sujetos de la actividad, mediante la combinación de diferentes recursos internos y externos. En términos generales los órganos funcionales se definen como la combinación de las habilidades y capacidades humanas naturales con artefactos que le permiten fácilmente al sujeto el poder alcanzar las metas propuestas en una actividad específica. Algunos ejemplos de estos órganos funcionales son las gafas para leer, el computador, microscopio, etc.

Para Kaptelininin [127], todo sujeto tiene la capacidad de crear órganos funcionales, sin embargo, para poder hacer esto necesita el conocimiento de la funcionalidad de la herramienta y las competencias para usarla. El objetivo principal de los órganos funcionales es ampliar significativamente las habilidades o capacidades humanas [123] y servir como elementos de

mediación durante la actividad, que según para Leontiev, es una de las características principales que nos diferencian de los animales, permitiendo a través de herramientas tangibles o intangibles (como el idioma o los símbolos), que el sujeto pueda interactuar con el mundo y lo que lo rodea.

Las teorías de Leontiev, han mostrado que las actividades, su externalización e internalización y el uso de órganos funcionales como herramientas de mediación usadas y realizadas por los seres humanos, son generalmente individuales, a pesar que dentro de su teoría hable de que estas actividades puedan llevarse a cabo por entidades sociales, sin embargo, esta entidad social se ve como una entidad individual dentro de su modelo. Con el fin de extender esta visión de la actividad individual (sujeto-objeto/motivo) de la teoría de la actividad tradicional, en 1987, Engeström [128] propuso un modelo conceptual de la actividad (modelo de sistema de actividad o triangulo de Engeström) en donde aparece el concepto de actividad colectiva, con el fin analizar todos los elementos que intervienen en la actividad humana. Este modelo de sistema de actividad se dividió en seis elementos fundamentales: el sujeto, el objeto/motivo, instrumentos mediadores, la comunidad, la división de trabajo y las reglas.

- **El sujeto** se refiere a la persona o a un grupo de personas, quienes son el foco principal del análisis de la teoría de la actividad.
- **El objeto** es la materia prima o el contexto del problema a la que se dirige la actividad convirtiéndola en los resultados a través de las operaciones y los instrumentos que se usan.
- **Los instrumentos mediadores** que son las herramientas que permiten al sujeto facilitar la forma de realizar la actividad. Estos instrumentos pueden ser elementos físicos o simbólicos, externos o internos.
- **La comunidad** son el grupo de personas o individuos que comparten el mismo objeto que posee el sujeto a partir de la actividad.
- **La división de trabajo o roles** refiere a la distribución de tareas entre el sujeto y la comunidad para llegar a los resultados que espera alcanzar la actividad.
- **Las reglas** son aquellas normas y convenciones explicitas o implícitas permiten o reprimen cualquier tipo de interacción y acción que desee realizar el sujeto durante la actividad.

Figura 4-3: Sistema de actividad basado en Egeström y Sannino.

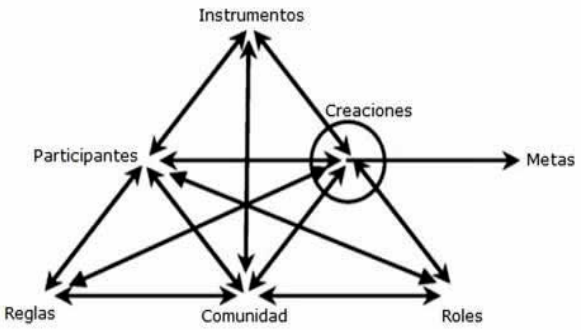


Imagen tomada de [128]

Para entender cómo funciona el sistema de actividad, Fuente Prieto [129] en su artículo expone que "debemos comenzar por ubicar a los participantes como sujetos en un lado del modelo. Al otro lado se sitúan sus creaciones mediadas en el vértice superior por los instrumentos considerados como herramientas y signos utilizados. A este sistema hay que añadir un contexto social y cultural, identificado con la comunidad en la base de la pirámide. Esta comunidad se caracteriza por unos roles de trabajo entre expertos y novatos, así como unas reglas que constituyen el uso de unos determinados medios y discursos asociados a estas prácticas. El objetivo final, representado en las metas supone identificar tanto el sentido personal como el significado colectivo de estas prácticas".

4.1.2 Diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario (DCU) es una teoría centrada en el análisis de las necesidades y los diferentes intereses de os usuarios, permitiendo la creación de productos o servicios utilizables y fácilmente comprensibles. El diseño centrado en el usuario promulga que para asegurar el éxito de un producto se debe involucrar al usuario en todo el proceso o fases del diseño de este. El DCU como metodología ofrece un conjunto de métodos, principios, técnicas y herramientas que permiten planificar los proyectos y facilitan el trabajo en todas las fases principales.

En el 2001, Vrenderburg [130] definió el DCU como "Un enfoque para diseñar la facilidad de uso en la experiencia total del usuario con productos y sistemas. Se trata de dos elementos fundamentales: el trabajo en equipo multidisciplinario y un conjunto de métodos especializados para adquirir las aportaciones de los usuarios y convertirlas en diseño".

Según Donald Norman [131], durante el proceso de diseño de productos debería tenerse en cuenta lo siguiente:

- Facilitar la determinación de que acciones se pueden realizar en un momento dado, teniendo en cuenta las limitaciones.
- Ofrecer que las cosas sean visibles, que permitan que el modelo conceptual del sistema, las acciones y los resultados de estos se puedan adaptarse fácilmente al modelo mental del usuario.
- Permitir que se pueda apreciar y evaluar el estado actual del sistema fácilmente.
- Permitir seguir las topografías entre la intención y las acciones necesarias; entre las acciones y su consecuencia, y entre la información perceptible y la interpretación del estado del sistema.

El diseño centrado en el usuario incluye cuatro actividades iterativas en las cuales se deben incluir la participación de los usuarios finales:

1. Se debe comprender y especificar el contexto de uso, a los usuarios, los objetivos y tareas, y el entorno en el que se usará el producto.

2. Se debe especificar los requisitos de los usuarios y de la organización, teniendo en cuenta la usabilidad del producto y la asignación de las diferentes funciones entre los usuarios y el sistema.
3. Creación de diseño y prototipos de posibles soluciones.
4. Realizar evaluaciones basadas en los usuarios.

El diseño centrado en el usuario es un modelo de proceso que se divide en diferentes fases o etapas, que se llevan a cabo de forma iterativa con el fin de generar un producto que puede ir evolucionando con cada iteración que se realiza hasta lograr la aceptación final de los usuarios.

Figura 4-4: Ciclo del Diseño Centrado en el Usuario.

Imagen tomada de [130]

En la fase de planificación, es una de las etapas clave de ciclo, en este se identifican a los usuarios, sus necesidades y limitaciones, los requisitos y funcionalidades que debe tener el producto. En la siguiente etapa de especificar el contexto de uso, a través del uso de las técnicas de observación se puede recoger información importante sobre el lugar, el ambiente, los objetos y la organización en la que el usuario realiza sus actividades, es importante para entender el entorno, las acciones y las herramientas que usa el usuario final para alcanzar los objetivos de la tarea y luego el poder adaptarlas al sistema interactivo que se estaría desarrollando. En la etapa de especificar requisitos, es en donde se aterrizan y se le da prioridad aquellos requisitos o funcionalidades más importantes para alcanzar la satisfacción del usuario, esto se logra a partir de la comprensión de las necesidades del usuario y el reconocimiento de los diferentes elementos que componen el contexto de uso al que va dirigido el sistema interactivo. Luego de definir los requisitos se producen varias soluciones a través del uso de prototipos para que finalmente sean validados o evaluados en la etapa final. Este proceso al ser iterativo o cíclico permite ir evolucionando el producto durante cada iteración hasta conseguir la solución adecuada y validada por el grupo de usuarios finales, logrando satisfacer las necesidades y expectativas de estos.

El Diseño Centrado en el Usuario ha sido una fuente de inspiración en la creación de diferentes metodologías como el Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad (MPIu+a) del investigador Toni Granollers y el Pensamiento de Diseño (Design Thinking) de investigador Tim Brown, y en la aparición de nuevas corrientes como son el Diseño Centrado en el Niño y en Diseño Centrado en el Jugador.

4.1.3 Diseño centrado en el Jugador

La filosofía del Diseño Centrado en el Usuario ha facilitado el diseño de sistemas informáticos e interactivos a través de procesos, técnicas y actividades en donde se involucran a los usuarios, sus necesidades y limitaciones con el fin de crear herramientas usables y accesibles que permitan realizar las actividades de forma eficiente y eficaz [130]. Se podría pensar que, si un videojuego es un software interactivo, entonces se podría usar el DCU como herramienta para facilitar el diseño de un producto exitoso dirigido a los jugadores. Sin embargo cuando se habla del diseño de videojuegos, términos que están relacionados con el DCU y la usabilidad como son la curva de aprendizaje y la facilidad de uso cambian, y esto es debido a que en los videojuegos se busca que el jugador adquiera habilidades a través de retos que van aumentando su dificultad a medida del tiempo dentro del juego, permitiendo así que el jugador sienta satisfacción, no solo de la recompensa obtenida por lograr el objetivo, sino también el incremento adquirido en su habilidad durante el proceso de juego. Esta mirada contradictoria a la que nos ofrece la filosofía DCU en donde su objetivo es crear productos fáciles de usar, con poca carga cognitiva y que satisfagan las necesidades de los usuarios dentro del marco de sus limitaciones. Pero, a pesar de esto el DCU sigue siendo un componente importante que facilitan muchos otros procesos dentro de la creación de videojuegos.

Actualmente el diseño de videojuegos centrados en el usuario o jugador parte de la base del DCU, pero adaptándola y extendiéndola a niveles completamente diferentes. En el diseño centrado en el jugador se reconoce claramente que un videojuego debe ser jugado lo que hace que cobre importancia de que el videojuego deba funcionar correctamente para el jugador [135].

El diseño centrado en el jugador al estar basado en el diseño centrado en el usuario, hereda características y principios como el análisis de los usuarios, la participación de los jugadores en el proceso de diseño, uso de las pruebas heurísticas y las evaluaciones con jugadores, dentro de un proceso iterativo. Hoy en día grandes compañías de videojuegos, como la línea de videojuegos y pruebas de Microsoft [136], están involucrando estos principios como componente esencial para el diseño y construcción de videojuegos exitosos.

Actualmente existen pocas contribuciones o propuestas de procesos de DCJ, sin embargo, existen aproximaciones como las usadas por la gamificación para lograr una caracterización adecuada de los jugadores o usuarios para el diseño de plataformas gamificadas [137]. Para esta área del diseño enfocados en la creación de experiencias interactivas no orientadas al entretenimiento y que usan elementos de juego para motivar o estimular ciertas características de los usuarios durante el uso del producto, el diseño centrado en el jugador propuesto desde la gamificación, se encuentra dividido en varios pasos, dentro de un marco iterativo y flexible que permite ir evolucionando el producto interactivo con cada interacción hasta lograr la satisfacción del grupo de jugadores objetivo. Entre estos pasos tenemos:

- **Entender al jugador**: Primero paso en el cual se debe entender al jugador y su contexto, con el fin de entender todo sobre este. Actualmente existen algunos estudios como el del investigador Richard Bartle [137], donde se clasifican a los jugadores dependiendo de sus

intereses y características dentro del juego. Identificar en donde se clasifica el jugador es importante para ofrecer las mecánicas adecuadas para lograr su interés y motivación.

- **Entender la misión**: En este paso se debe entender el escenario en el que el usuario realiza sus actividades, entender el objetivo de las actividades que realizan y plantear el conjunto de misiones apropiadas para el juego.
- **Entender la motivación humana:** Esto permite la construcción adecuada de las mecánicas que se incluirán en el juego. Estudios actuales indicas que existen dos tipos de motivación que son la intrínseca que se refieren a aquellas motivaciones internas de la persona como la autonomía, el dominio, el sentido y el aprendizaje. Y la extrínseca la cual se refiere a técnicas de motivación externas como recompensas, dinero, trofeos, etc.
- **Aplicar las mecánicas de juego:** Aquí se debe implementar las mecánicas de juego a partir de la información recolectada en las etapas anteriores con el fin de generar elementos y componentes que atraigan la atención del jugador y lo motiven a jugar.
- **Gestionar, supervisar y medir:** Paso en el que se involucran los procesos de evaluación y testeo por parte de los usuarios para recibir la retroalimentación adecuada que permita realizar los ajustes necesarios al juego, siempre con el fin de satisfacer al jugador. Las técnicas sugeridas en este paso son el monitoreo continuo de las mecánicas de juego y la observación del comportamiento de los jugadores dentro del juego.
- **Otras Consideraciones:** dentro de los procesos de gamificación es importante que durante el diseño centrado en el jugador se tengan en cuenta las consideraciones éticas, legales y contextuales del entorno en donde se desempeña el jugador

Figura 4-5: Diseño Centrado en el Jugador desde el contexto de la gamificación.

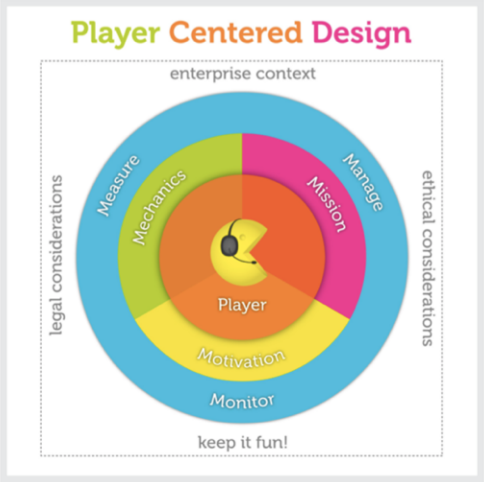


Imagen tomada de [135]

4.1.4 Modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la accesibilidad (MPiu+a)

Este modelo parte de la premisa de que el usuario debe estar presente en todo el proceso de desarrollo de software. Este modelo reposa sobre tres pilares principales, el primer pilar está conformado por las diferentes fases de la ingeniería de software clásico (Análisis de requisitos, Diseño, Implementación y lanzamiento), el segundo pilar es el prototipado, y el tercero es la evaluación. Entre estos dos últimos pilares (prototipado y evaluación) se realiza una sinergia que alimenta las diferentes fases del proceso de desarrollo de software clásico que le permite garantizar la usabilidad y la utilidad del producto [132].

Figura 4-6: MPiu+a - modelo de procesos de la ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad.

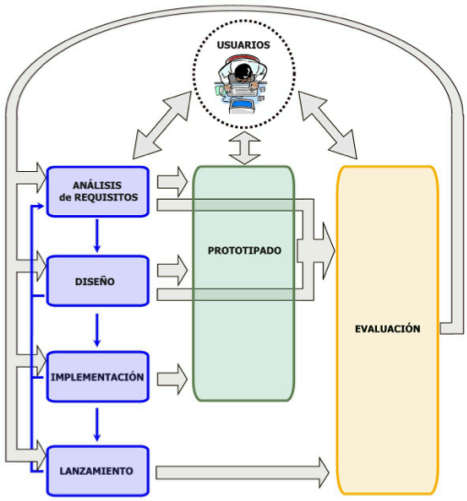


Imagen tomada de [132]

En la Figura 4-5, se puede observar como los tres pilares bases del modelo se relacionan uno con otros, siendo los pilares de prototipado y evaluación los más importantes durante el proceso, además se puede observar que el usuario está presente durante todo el desarrollo del modelo, siendo el eje fundamental para la construcción de los sistemas interactivos.

El modelo invita a los desarrolladores para que a partir de la ingeniería de software se involucre la elaboración de prototipos que servirán para evaluar desde las primeras fases de desarrollo los conceptos iniciales que nacen desde el análisis de requisitos. La fase de prototipado es divida en dos actividades, la primera se basa en recoger información oportuna de sugerencias, modificaciones o adiciones de funcionalidades y facilidad de uso que debe poseer la aplicación mientras los usan los usuarios de prueba, la segunda actividad surge de la necesidad de conceptualizar de forma explícita como debe quedar la aplicación, sobre todo la interfaz, a los directamente involucrados en el diseño y la implementación de la aplicación. La construcción de prototipos le provee también al pilar de evaluación, insumos o herramientas que permiten realizar los test de los cuales se obtendrá la información pertinente para implementación de la aplicación interactiva.

Hoy en día se está observando, que involucrar la evaluación desde las etapas tempranas del desarrollo permite garantizar, que lo que se identifica durante al análisis de requisitos es lo que se va a recibir durante la etapa de lanzamiento. El modelo Mpiu+a, permite además de involucrar estas evaluaciones durante el tiempo que dure el proyecto, también permite involucrar al usuario en este proceso.

El modelo MPiu+a integra la ingeniería de software usando un ciclo de vida iterativo o evolutivo. A continuación, se definirá cada etapa del desarrollo y se explicará cómo éstas se integran con las otras fases.

Análisis de requisitos: En esta etapa lo que se busca es identificar a los usuarios, a los interesados, y las necesidades de ambos, entender su entorno y su contexto y las tareas que realizan, es lo más importante porque a partir de esta observación se podrán definir los perfiles y roles que poseerán en el sistema interactivo. Además, se plantean los objetivos funcionales, de usabilidad y accesibilidad que deberán tenerse en cuenta en el momento de la construcción del producto.

Diseño: Después de tener resueltas las cuestiones sobre los perfiles, roles funcionalidades que poseerá el producto, se pasa a ver cómo todo esto se realizará y con qué herramientas se construirán. En esta etapa la información es identificada, analizada y clasificada con el motivo de que el equipo de desarrollo pueda interpretar y modelar lo que se quiere hacer antes de empezar la codificación del sistema. Esto se logra a través de dos frentes de trabajo, en el primer frente se elabora el diseño de la actividad que se realizarán dentro del sistema, esto se hace a través de la identificación de las funcionalidades que tendrá el sistema, la tecnología que se usará y las posibilidades que ofrecerá éste a las actividades diarias de los usuarios (“Diseño de la actividad”). El segundo frente tiene como objetivo diseñar todo lo que tiene que ver con los aspectos físicos de la interacción, el lenguaje, los modelos de la información y la consistencia y la coherencia, todo esto para garantizar la mejor percepción, interpretación y comprensión de la información y el uso del sistema interactivo (“Diseño de la información”).

Prototipado: Fase en la cual se representan las ideas, necesidades, funcionalidades, requisitos que han sido identificados en las etapas anteriormente discutidas (Análisis de requisitos y Diseño), lo que se busca con el prototipo en las etapas tempranas del desarrollo es poder detectar errores que provoquen un mal uso, funcionamiento, comprensión o visibilidad del sistema y su interfaz en los usuarios, dando la oportunidad al equipo de desarrollo poder corregir y mejorar el producto interactivo que se está construyendo. Además de permitir un análisis de cómo puede funcionar el sistema, el prototipado le da un valor agregado adicional a la etapa de implementación, ya que en ella se pueden probar versiones funcionales del producto para realizar pruebas de funcionalidad, robustez y rendimiento antes del lanzamiento.

Implementación: Momento en el cual el equipo de desarrollo codifica a través de un lenguaje de programación compatible con la plataforma escogida, toda la información, necesidades, actividades, requisitos, funcionalidades y criterios de accesibilidad que poseerá el sistema interactivo. En este

punto el equipo debe tener claro lo que se va a construir, como se va realizar y cuáles son las necesidades de los usuarios.

Lanzamiento: Etapa en la cual se entrega el producto finalizado. A partir de este momento se deberá comprobar si el sistema es aceptado y usado por los usuarios, midiendo su experiencia con el sistema y la satisfacción que obtuvieron al usarlo, para ello la etapa de evaluación permite cualificar y cuantificar la opinión de los usuarios. El autor del modelo Toni Granollers dice en su documento que el éxito del sistema dependerá de: Por un lado, que el usuario se sienta cómodo con el sistema. Entendiendo como sentirse cómodo que no le dé errores, que no le resulte complicado usarlo, que recuerde fácilmente dónde están las diferentes opciones y sus funcionalidades, etc. Por otro, que los responsables obtengan los resultados esperados.

Evaluación: Última etapa que da soporte a todo el resto de fases del modelo, por medio de diferentes tipos de pruebas y test, permite conocer cómo funciona el sistema interactivo creado, además de cómo será la relación entre el usuario y el sistema en el momento del uso. A través de diferentes técnicas el equipo de trabajo podrá detectar en fases tempranas de desarrollo, cambios que se deban realizar en diferentes partes del producto, garantizando que el sistema cumpla con la lista de requerimientos y requisitos solicitados por los interesados y clientes, además de cumplir con las necesidades de los usuarios finales.

4.1.5 Diseño Contextual

El diseño contextual [138] es un modelo de proceso desarrollado por los investigadores Hugh Beyer y Keren Holtzblatt y se encuentra basado en las teorías del diseño centrado en el usuario. Este proceso incorpora dentro de sus actividades, métodos etnográficos con el fin de analizar los datos importantes para el diseño de sistemas interactivos. El proceso está conformado por siete etapas:

Investigación contextual: En esta etapa se usan diferentes técnicas de recolección de datos de campo con el fin de identificar información detallada de los usuarios de cómo interactúan con un sistema interactivo en un contexto determinado.

Interpretación: Durante esta etapa se analizan los diferentes datos obtenidos de las observaciones y entrevistas con el fin de identificar cuáles son los temas claves y las diferentes percepciones que tienen los usuarios del sistema con el que interactúa. También en esta etapa se crean los diferentes modelos de trabajo que se usan para el diseño del sistema interactivo. El diseño contextual posee cinco diferentes modelos, el modelo de flujo, el modelo de secuencia, el modelo cultural, modelo físico y el modelo de artefacto.

Consolidación de datos: Los datos de las diferentes entrevistas que se realizaron a los usuarios se analizan con el propósito de identificar los diferentes patrones y estructuras. Esto procesamiento de los datos se puede trabajar a través de un diagrama de afinidad con el fin de agrupar las diferentes ideas, opiniones, temas y expresiones identificados durante la entrevista con los usuarios.

Visión: En esta etapa el equipo se reúne con el fin de crear las diferentes historias de cómo los nuevos conceptos servicios y tecnologías pueden ayudar a facilitar las diferentes actividades de los usuarios.

Guion Gráfico o StoryBoarding: Durante esta etapa se crean una serie de guiones gráficos con el fin de representar los posibles escenarios y la forma como interactuaría el usuario con el sistema interactivo que se diseñara.

Diseño de los entornos de usuarios: En esta etapa se genera un panorama del sistema interactivo que se está diseñando, se muestra cada parte del sistema, cómo puede soportar el trabajo del usuario, las funciones que se encuentran disponibles y cómo el usuario puede interactuar con las diferentes partes del sistema.

Creación de prototipos: Aquí se crean los diferentes prototipos de baja y alta fidelidad con el fin de recibir retroalimentación de los usuarios en diferentes pruebas y finalmente obtener la información requerida para la posterior implementación del sistema.

Figura 4-7: Proceso del diseño contextual.

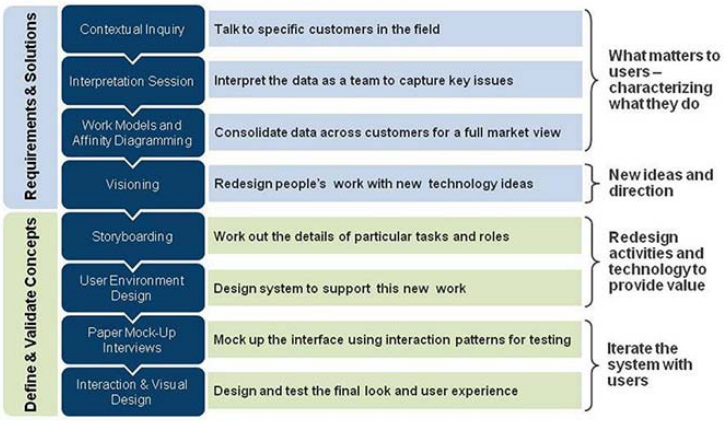


Imagen tomada de [138]

4.1.6 Construcción social de la tecnología (SCOT)

Scot [139] es una modelo que promueve la teoría de que la tecnología no determina la acción humana, más bien el humano condiciona la tecnología para el desarrollo óptimo de sus actividades. El primer paso del modelo es comprender como la tecnología se encuentra integrada en el contexto social. Para este modelo no es suficiente que la tecnología sea categorizada como la mejor, ya que son los investigadores los que identifican e indagan cuales son los aspectos para que esa tecnología pueda ser categorizada como la mejor. El modelo Scot formaliza los pasos y los principios a seguir para analizar las causas de del éxito o el fracaso de una tecnología.

El modelo Scot promueve el considerar que las interacciones, las ambigüedades y las complejidades de los diferentes grupos que desarrollan tecnología y consideran las perspectivas sociales. En el modelo Scot se busca la construcción social de las diferentes actividades, mediadas a partir de la comunicación y la interacción humana. Los conceptos principales del modelo Scot son los siguientes:

Flexibilidad Interpretativa: Es la capacidad que tiene un artefacto o producto tecnológico para ser diseñada y fabricado de diferentes maneras y con distintas características dependiendo de las necesidades y visiones de la sociedad.

Clausura Interpretativa: Proceso en donde se trata de entender el artefacto o el producto tecnológico desde algún punto de su evolución.

Grupos sociales relevantes: El grupo más relevante son los usuarios y son aquellos que producen los artefactos o productos tecnológicos. Este grupo comparte un conjunto de significados vinculados a un artefacto tecnológico en específico.

Flexibilidad de diseño: Los artefactos tecnológicos poseen la capacidad de tener diferentes interpretaciones o pueden ser construidos de múltiples formas dependiendo de la actividad a realizar por los grupos relevantes.

Cierre: Es la aceptación de la tecnología por parte de los diferentes grupos relevantes.

Evaluación: Proceso en el cual se realizan los diferentes test de usuarios con el propósito de identificar las posibles necesidades y problemas futuros que no son fácil de visualizar por parte usuarios y desarrolladores, también se examinan aquellas brechas entre los diferentes puntos de vista de los grupos relevantes. Durante este proceso se realiza una evaluación de necesidades a través de mapas conceptuales, generación de declaraciones en donde de se construye una lista de ideas, luego se realiza una implementación de prototipos y se ejecuta una nueva evaluación de necesidades como segunda fase del proceso y finalmente, se evalúa el prototipo y se comunican las discrepancias del mismo.

4.2 Propuesta de modelo de análisis de requisitos y actividades de usuario (MARAU)

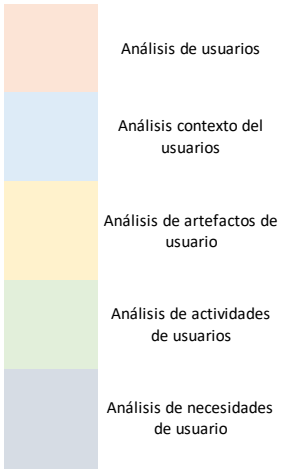
A partir de los conceptos descritos durante la investigación del diseño centrado en el jugador, el diseño centrado en el usuario, la gamificación y el modelo Scot, se evidenció que el análisis de requisitos es una tarea que permite especificar las características de un sistema y que debe realizarse desde el inicio de los proceso de desarrollo con el fin de garantizar el obtener la información adecuada que permitirá el diseño e implementación de las diferentes elementos que tendrá el sistema interactivo como son las funciones, los datos, el rendimiento, la interfaz de usuario y las restricciones que debe cumplir el sistema. Así mismo, a partir de lo encontrado sobre la teoría de la actividad, es

que el análisis de dichas actividades permite entender a profundidad el comportamiento humano a través de la comprensión de sus objetivos y como estas dependen de las diferentes acciones, operaciones y herramientas que le permiten realizar diferentes actividades para lograr sus metas de forma eficiente.

Con el fin de ofrecer una herramienta que permita que enriquecer las etapas previas de la metodología APRehab y para que los equipos de desarrollo de experiencias interactivas puedan realizar un análisis previo al diseño en donde se tenga en cuenta las variables relacionadas con los requisitos del sistema, las actividades humanas y las necesidades de los diferentes usuarios, nace la propuesta de construir un modelo de análisis de requisitos y actividades de usuario llamado modelo MARAU.

El modelo de análisis de requisitos y actividades de Usuario (MARAU) fue desarrollada a partir del estudio, identificación y análisis de las diferentes teorías y técnicas para el diseño e implementación de sistemas interactivos, juegos serios y tecnologías centrados en el usuario. Para ello se realizó inicialmente un análisis y selección de las diferentes etapas, que deberían tenerse en cuenta durante un proceso de análisis de requisitos y actividades de usuarios, que permitieran obtener información de las diferentes variables relacionadas con las necesidades de usuario, actividades humanas, las herramientas, el contexto y los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Durante este trabajo se propusieron cinco etapas entre las que están el análisis de los usuarios, el análisis del contexto de los usuarios, análisis de los artefactos de usuario, análisis de actividades de usuario y análisis de necesidades de usuario. En la tabla 4-1 se encuentran las diferentes etapas propuestas para el modelo MARAU.

Tabla 4-1: Etapas del modelo MARAU por colores.



Luego de identificar cada una de las etapas del modelo se prosiguió con la identificación de aquellas actividades y mejores prácticas de las diferentes teorías, lineamientos, modelos y metodologías descritas en los apartados anteriores con el de aptarlas al proceso que se quería lograr con MARAU En la Tabla 4-2, se pueden encontrar todas las actividades seleccionadas de cada una de las propuestas y teorías para el análisis de requisitos y actividades de usuario. Estas actividades fueron

clasificadas con un color, cada uno de esos colores pertenece a cada una de las diferentes etapas del modelo MARAU, esto se puede ver en la tabla 4-1.

Tabla 4-2: Conjunto de actividades seleccionadas.

Análisis de usuarios y actividades						
Teoría de la Actividad	**Diseño Centrado en Usuario**	**HCI**	**Mpiu + A**	**Diseño Contextual**	**Modelo Scot**	**Diseño centrado en el jugador - Gamificacion**
Análisis de la internalización de los usuarios (actividades internas).	Perfil de Usuarios.	Análisis de los factores humanos (Físicos y psicológicos).	Análisis etnográfico.	Indagación contextual.	Análisis de los grupos sociales relevantes.	Análisis contexto del jugador.
Análisis de la Externalización de los usuarios (actividades externas).	Observación de usuarios.	Análisis de habilidades de usuario.	Perfil de usuarios.	Modelado de trabajo.	Análisis de la flexibilidad interpretativa.	Definición de las actividades del jugador .
Análisis de la actividad de usuario.	Investigación y Requisitos de usuarios.	Análisis de la cognición humana.	Análisis contextual de tareas.	Modelo de flujo.	Diagrama de actores e interesados.	Análisis de mecánicas.
Análisis de acciones de usuario (a partir de la actividad).	Indagación.	Modelo mentales de los usuarios.	Identificación de Interesados.	Modelo Cultural.	Evaluación de grupos e individuos.	Análisis del jugador.
Análisis de operaciones de usuario (a partir de las acciones de una actividad).	Definición de la audiencia.	Análisis de tareas.	Lista de tareas.	Modelo de secuencias.	Identificación de los usos, necesidades y problemas futuros.	Requerimiento de habilidades perceptual motor.
análisis del objetivo o motivo del usuario a partir de la actividad.	análisis del contexto de uso.	Análisis de necesidades de usuario.	Identificación de la plataforma.	Modelo Físico.	Análisis de la aceptación de la tecnología por parte de los usuarios.	Perfil de los jugadores.
Análisis de las reglas de la actividad y los roles de usarios y actores.	Escenarios de usuarios.	Análisis de la plataforma o sistema.	Objetivos funcionales y no funcionales.	Modelo de artefactos.		Requrimientos jugables.
Análisis de la interaccion con la comunidad.	Definición de contenidos.	Análisis de los factores contextuales del usuario (Organizacional, social, cultural).	Objetivos de Usabilidad.	Consolidación.		Análisis de necesidades y requisitos del jugador.
División del trabajo.	Análisis comparativo.		Objetivos de Accesibilidad.	Diagramas de afinidad de necesidades.		Objetivos de jugabilidad (Efectividad,Eficiencia, Flexibilidad, seguridad, satisfacción).
Análisis contextual a partir de la relación con la actividad.	Monitoreo de actividades de usuario.			Construcción de modelos.		
Análisis de los objetos mediadores, artefactos o herramienta.	Recolección de información de necesidades y requisitos.			Contrucción de personas.		
Analisis historico de la actividad.	Estudio de las tareas de usuario.			Diseño del entorno del Usuario.		
Examinar prácticas y actividades actuales de los usuarios.	Identificación de requerimientos.					
Identificación de tensiones, controversias y conflictos entre los sistemas de actividad.						
Análisis de uso de la tecnología en diferentes contextos de uso del usuario.						
Análisis de tareas basadas en el método conductista.						
Análisis del entorno en donde se realiza la actividad.						

Luego de clasificar cada una de las diferentes actividades, se realizó una comparación entre ellas y se hizo un filtro, a partir de dos criterios, El primer criterio se relacionó con aquellas actividades que se repitieran en más de una propuesta y el segundo criterio estuvo relacionada con aquellas actividades que no aplican para el objetivo del modelo. Luego de esto se tomaron las actividades y

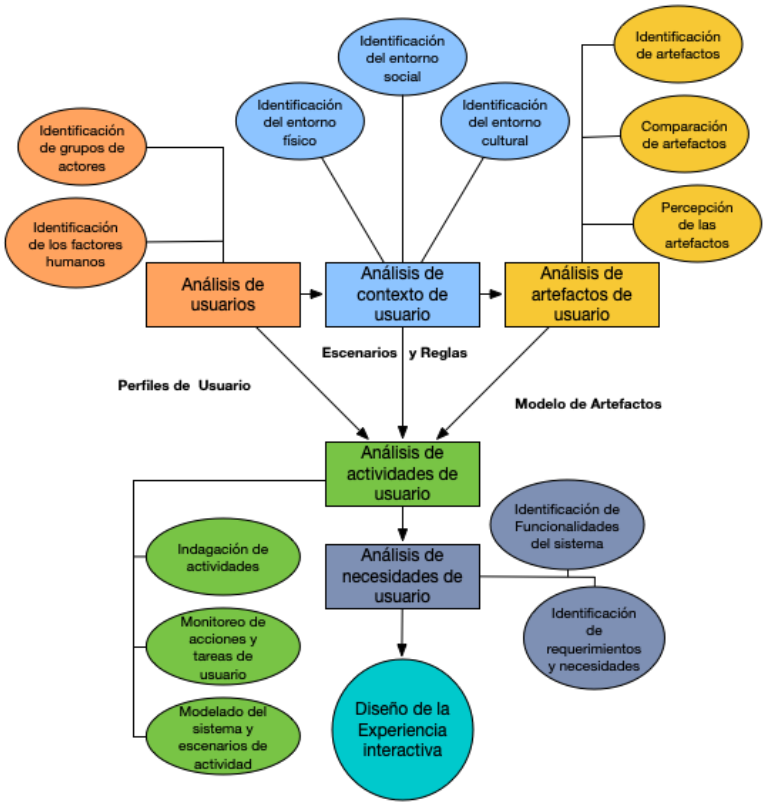
se agruparon a partir de las diferentes etapas propuestas en el modelo. A continuación, en la Tabla 4-2 se muestra el resultado de la selección y filtro de las actividades.

Tabla 4-3: Resultado de la clasificación y selección de actividades para MARAU.

Fases de análisis				
Análisis de usuario	**Análisis de contexto del usuario**	**Análisis de Artefactos de usuario**	**Análisis de Actividades de Usuario**	**Análsis de Necesidades de usuario**
Definición de la audiencia.	Análisis etnográfico.	Identificación de los objetos, herramienta y plataforma.	Indagación.	Investigación y requisitos de usuarios.
Análisis de los grupos sociales relevantes.	Indagación contextual.	Análisis de los objetos mediadores, artefactos o herramienta.	Análsis historico de la actividad.	Recolección de información de necesidades y requisitos.
Análisis demografico (Edad, Sexo).	Análisis del entorno en donde se realiza la actividad.	Análisis de uso de la tecnología en diferentes contextos de uso del usuario.	Análisis de la actividad de usuario.	Diagramas de afinidad de necesidades.
Identificación de usuarios finales.	Análisis de los factores contextuales del usuario (Organizacional, social, cultural).	Análisis de la Flexibilidad interpretativa.	Estudio de las tareas de usuario.	Análisis de necesidades de usuario.
Identificación de Interesados.	Modelo Cultural.	Análisis Comparativo.	Análisis de la internalización de los usuarios (actividades internas).	Análisis de Intereses y gustos del usuario
Diagrama de actores e interesados.	Modelo Físico.	Análisis de la aceptación de la tecnología por parte de los usuarios.	Análisis de la Externalización de los usuarios (actividades externas).	Identificación de requerimientos.
Consolidación.	Escenarios de usuarios.	Modelo de artefactos.	Lista de tareas.	Requrimientos de interacción.
Análisis de los factores humanos (Físicos y psicológicos).	Análisis contextual a partir de la relación con la actividad.		Análisis contextual de tareas.	Objetivos funcionales y no funcionales.
Análisis de habilidades de usuario.	Análisis del contexto de uso.		Monitoreo de actividades de usuario.	Objetivos de usabilidad.
Análisis de la cognición humana.			Examinar prácticas y actividades actuales de los usuarios.	Objetivos de accesibilidad.
Modelos mentales de los usuarios.			Análisis de tareas basadas en el método conductista.	Objetivos de jugabilidad (Efectividad,Eficiencia, Flexibilidad, seguridad, satisfacción).
Requerimiento de habilidades perceptual motor.			Modelado de trabajo.	Diseño del entorno del Usuario.
Clasificación de los usuarios.			Modelo de flujo.	Identificación de los usos, necesidades y problemas futuros.
Perfil de usuarios.			Modelo de secuencias.	
Contrucción de personas.			Definición de las actividades del jugador.	
			Análisis de la actividad de usuario.	
			Análisis de acciones de usuario (a partir de la actividad).	
			Análisis de operaciones de usuario (a partir de las acciones de una actividad).	
			Análisis del objetivo o motivo del usuario a partir de la actividad.	
			Análisis de las reglas de la actividad y los roles de usarios y actores.	
			Modalidad de juego (Individual o grupo).	
			Análisis de la interaccion con la comunidad.	
			División del trabajo.	
			Construcción de modelos.	
			Evaluación de grupos e individuos.	

Finalmente, cada una de las actividades seleccionadas se conformaron grupos de actividades en cada una de las diferentes fases del modelo dando como resultado el modelo conceptual presentado en la Figura 4-7.

Figura 4-8: Modelo Conceptual de MARAU.



Lo que se pretende con la propuesta MARAU es que, a partir del usuario, su contexto en el que actúa y las herramientas que usa, se puede definir y estudiar las diferentes actividades que realiza en el tiempo en un determinado contexto, adicionalmente permitirá identificar y analizar las diferentes necesidades y requisitos de usuario que se convertirán en funcionalidades de la experiencia interactiva para la rehabilitación. Cada una de las etapas está subdividida en actividades que agrupan las diferentes técnicas, lineamientos y teorías que permiten realizar diferentes acciones que nos ayuden a obtener información importante previa al diseño de la experiencia interactiva. A continuación, se describirá como funciona cada fase [140]:

Análisis de usuario: Etapa que se divide en la identificación de grupo de actores (usuarios finales e interesados), y la identificación de los factores humanos (físicos, procesos cognitivos y modelos mentales). A partir de estos dos procesos de identificación se usa la técnica "Persona" en cual consignamos las características y habilidades de los diferentes actores que intervienen en la actividad y se generan los perfiles de usuario que unificará los diferentes subgrupos que pertenecen al grupo de audiencia.

Análisis de contexto de usuario: En esta etapa se identifica el entorno físico, social y cultural que rodea al usuario. Cabe recordar que el modelo se dirige a un entorno de un paciente que requiere de diferentes elementos que lo ayuden a la rehabilitación, es por eso la importancia de identificar plenamente estos elementos y como pueden afectar (positivamente o negativamente) su actividad. Entre las técnicas que se pueden usar están las de inspección y de indagación contextual que nos permitan generar diferentes escenarios en donde se involucren los aspectos de los usuarios y sus actividades. A partir del análisis del contexto de usuario se puede dar una aproximación de los escenarios y las reglas que se regirán entorno a la actividad como tal del usuario.

Análisis de artefactos de usuario: Durante esta etapa se identifican las diferentes herramientas que se usan en el proceso de la actividad, luego se indaga cómo funcionan y como pueden ser usadas los artefactos o herramientas en los diferentes contextos del usuario, el identificar la percepción que posee el usuario de la herramienta y como la usa para alcanzar los objetivos de las actividades que realiza, y finalmente se hace una comparación con herramientas similares a las que usa y se genera un modelo final de artefacto que se usará como elemento de interacción con el sistema que se diseñara.

Análisis de actividades de usuario: La etapa siguiente es el análisis de las actividades de usuario. En esta etapa se inicia con la indagación de las actividades actuales relacionadas con la motivación del usuario, para ello se hace una revisión histórica y evolutiva de las actividades que desarrolla el usuario o el paciente (dentro del proceso de rehabilitación), luego se analiza el sistema de la actividad como tal (actividades, acciones y las operaciones), a través del monitoreo de las acciones de los usuarios y la elaboración de listas de tareas, para identificar aquellas actividades que se han internalizado en el usuario y cuales están aún el proceso de externalización. En el caso de existir más de un actor que intervenga en la actividad, se debe realizar un análisis de cómo se dividen las tareas. Al final se establece los modelos de actividad junto a los posibles escenarios de actividades que se desarrollan durante el proceso de rehabilitación.

Análisis de necesidades de usuario: A partir del planteamiento de los posibles modelos y escenarios de actividad del usuario o paciente se establecerá un nuevo modelo de actividad futura a través de la identificación de los requerimientos y necesidades que luego se convertirán en funcionalidades del sistema interactivo que ayudarán a la rehabilitación del usuario. Para esto, en esta etapa se identificarán los requisitos de usuario a través de la recolección de información y uso de los diagramas de afinidad que permitirán establecer los gustos, intereses, necesidades y problemas futuros que luego servirán para establecer las funcionalidades y los objetivos de usabilidad, jugabilidad y de accesibilidad que tendrá y deberá garantizar el sistema interactivo cuando se desarrolle.

4.3 Propuesta de lineamientos para las interfaces de interacción

Uno de los objetivos de la propuesta, es facilitar el proceso de diseño y adaptación de las diferentes interfaces graficas o tangibles a partir de las necesidades, limitaciones y características físicas, cognitivas y socio-culturales del niño con discapacidad auditiva. Uno de los principales problemas detectados en los juegos serios que se ofrecen actualmente es que no pueden ser usados por personas con limitaciones ya que estos juegos necesitan de las habilidades físicas, cognitivas o mentales que estas personas no poseen por su discapacidad [16], además las interfaces usadas por estos juegos serios no son las adecuadas e impiden la comprensión del contenido y de las actividades a realizar [37], además de que los dispositivos usados para la interacción no se encuentran adaptados adecuadamente a las limitaciones de la persona con discapacidad [8].

El anterior análisis realizado por los autores Marques, Martin y Fernández, permitió obtener una evidencia clara de la importancia de ofrecer interfaces que se adapten a las necesidades y ofrezcan una experiencia placentera y motivante a los niños con discapacidad auditiva, a través del análisis de temas como la ingeniería semiótica para el diseño adecuado de las interfaces interactivas y la interacción tangible para generar una experiencia lúdica y divertida en el juego serio. Durante el proceso de investigación y creación de la metodología APRehab, se buscó la creación de una serie de lineamientos que tomaran como base las diferentes dimensiones de la experiencia del jugador, el diseño de experiencias para niños y los conceptos de la de la ingeniería semiótica para el diseño de interfaces gráficas y tangibles de usuarios con el fin de garantizar la satisfacción, la utilidad, la experiencia y la facilidad de uso de las diferentes interfaces de interacción que debe contener el juegos serio.

Como primer paso se definirá la ingeniería semiótica con el fin de conceptualizar la teoría que implica el diseñar interfaces que ofrezcan los mensajes adecuados que quiere expresar el diseñador. Luego describirá el concepto del diseño de experiencias para niños y las propuestas existentes para la creación y adaptación de interfaces dirigidas a estos. Finalmente se planteará el conjunto de lineamientos creados con el fin de facilitar el diseño de las interfaces gráficas y tangibles para los juegos serios a partir de las necesidades y limitaciones de los niños con discapacidad auditiva.

4.3.1 Ingeniería Semiótica

El término de semiótica se introdujo gracias al filósofo norteamericano Charles Sanders Pierce [141], él decía que cualquier cosa que se encuentre alrededor tiene la facultad de ser un signo siempre y cuando este tenga un significado propio en la mente del intérprete. Dentro del concepto de semiótica de Pierce, se modela el signo a partir del representamen, el interpretante y el objeto, formado una triada y cuya interacción se le conoce como semiosis.

Figura 4-9: La triada de Pierce.

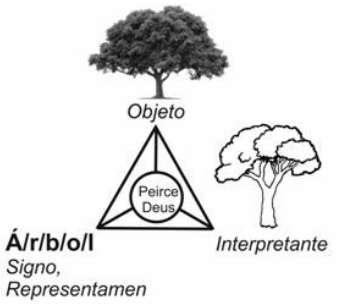


Imagen tomada de [141]

Según Saussure [141] la teoría de los signos proviene "de su perspectiva del lenguaje como un sistema de unidades significativas arbitrarias y cuya preocupación era encontrar los mecanismos para los cuales dichas unidades que corresponden a los símbolos, eran organizados en construcciones abstractas que los individuos tienden a usar en una variedad de contextos sociales, llamando este sistema abstracto como lengua y a su realización en instancias específicas del uso de signos como libertad del discurso". Para Saussure el signo lingüístico se dividía en dos componentes: el significado siendo el concepto mental que posee el individuo sobre el signo, y el significante es la imagen acústica o representación gráfica o visual del signo.

Figura 4-10: Modelo binario de Saussure.

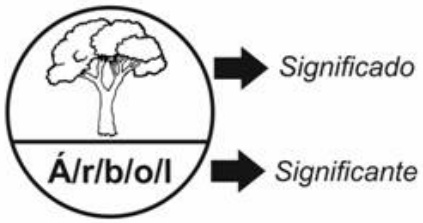


Imagen tomada de [141]

Leite [142], planteó que "La ingeniería semiótica estudia el problema del diseño de software como un problema de comunicación, donde la interfaz de usuario es un mensaje el cual debe estar compuesto por signos de interfaz de usuario, tal que el diseñador debe crear un buen modelo conceptual y comunicarlo usando un adecuado repertorio de signos de interfaz de usuario.

Actualmente la interacción humano computador es un tipo de meta-comunicación el cual se encuentra mediada a través del computador, y del tipo no verbal, ya que es claro que los elementos con los que interactúa la persona son diseñados con el fin de enviarle al usuario un mensaje único, este mensaje le dice a la persona o usuario como es que debe plantear la comunicación con él para lograr algún tipo de retroalimentación debido a la interacción [141][143].

Existen tres aspectos importantes en la ingeniería semiótica en el HCI [141]:

- Los diseñadores de HCI deben estar necesariamente involucrados en la comunicación que se establece entre el usuario y el sistema durante su interacción.
- Las dimensiones cualitativas inmersas en el HCI deben estar incrustadas en el proceso de doble meta comunicación existente entre el usuario, el computador y el diseñador del sistema.
- La tarea de codificar el mensaje del diseñador durante la meta comunicación, captura y congela solo un segmento de la semiosis del diseño del sistema realizado por el diseñador.

El objetivo principal del HCI desde la visión de la ingeniería semiótica es el diseñar señales que permitan desencadenar una conexión o semiosis entre el diseñador y el usuario, convergente en torno al significado implementado en la señal. Según el modelo de las funciones comunicativas de Jakobson existen seis elementos que se deben tener en cuenta en la creación de artefactos en la meta comunicación del HCI [144]:

- **Emisor:** Corresponde a esa persona, grupo o máquina que habla, usando la primera persona. En otras palabras, es el encargado de la fuente del mensaje.
- **Receptor:** Es la persona, grupo o máquina que recibe el mensaje.
- **Mensaje:** Es el conjunto se símbolos y signos que se transportan desde el emisor hasta el receptor. El generar un mensaje conlleva la selección y combinación de diferentes signos o símbolos.
- **Contexto:** Es de lo que se habla o la referencia a la que hace el discurso entre el emisor y el receptor.
- **Código:** Es el sistema de símbolos o signos seleccionado para codificar el mensaje.
- **Canal:** Es el medio físico por donde se transporta el mensaje entre el emisor y el receptor.

Figura 4-11: Modelo de las funciones comunicativas de Jakobson.

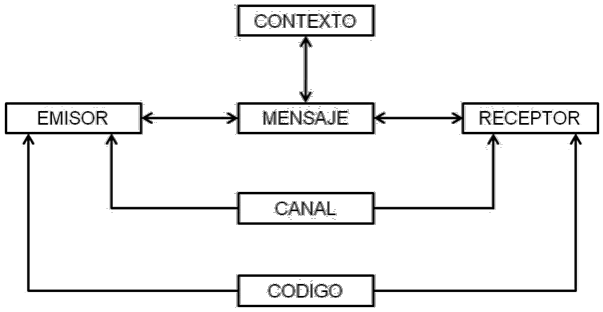


Imagen tomada de [144]

De acuerdo a lo establecido por el modelo de Jakobson, un diseñador de sistemas interactivos debe tener en cuenta durante su trabajo [141]:

- **¿Quién es el emisor?:** Los aspectos de sus propias limitaciones, motivaciones, creencias y preferencias va a ser comunicadas al usuario en beneficio de la meta comunicación.

- **¿Quién es el receptor?:** Los aspectos de sus propias limitaciones, motivaciones, creencias y preferencias del usuario, como las concibe el diseñador y deben ser comunicados a los mismos usuarios con el fin de apoyar su proyección de sí mismos en el papel de interlocutor del sistema.
- **¿Cuál es el contexto de la comunicación?:** Los elementos del contexto involucrados en la interacción con el usuario deberán ser procesados (y como deberán ser procesados) por los cálculos del sistema.
- **¿Cuál es el código de la comunicación?:** El código que se usara para apoyar una meta comunicación adecuada con el usuario.
- **¿Cuál es el canal de la comunicación?:** Los canales de comunicación disponibles para la meta comunicación entre el diseñador y el usuario.
- **¿Cuál es el mensaje?:** El mensaje que se quiere transmitir a los usuarios y su posible efecto en la interacción.

Entonces se entiende que la meta comunicación entre el diseñador y el usuario se establece a partir de la interacción entre el usuario y la máquina, ya que a través de esta el diseñador envía el mensaje que desea sea percibido por el usuario y genere una retroalimentación que provoque una comunicación entre el usuario y la maquina a través de la codificación creada por el diseñador del sistema. De acuerdo a esto la maquina aparte de ser el canal que transmite el mensaje desde el diseñador al usuario, también es el que determina los códigos, los canales, los mensajes, los textos y los niveles de libertad que podrán usar los diferentes interlocutores durante la interacción [141].

Figura 4-12: Modelo de comunicación en la ingeniería semiótica y el HCI.

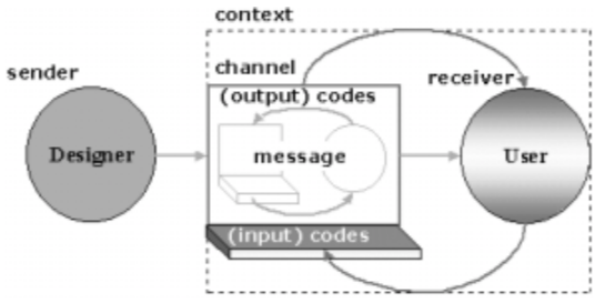


Imagen tomada de [141]

Finalmente, De Souza [145] propuso cuatro lineamientos para el diseño de la meta comunicación entre e diseñador y el usuario.

- El primero, los diseñadores de los lenguajes de interfaz de usuario deben producir signos que reconozcan como expresiones codificadas de los contenidos intencionados;
- El segundo, los diseñadores de los lenguajes de interfaz deben tratar de seleccionar expresiones que son reconocidas como señal (token) de un tipo establecido de expresión el cual considera el contenido intencionado (ratio facilis);

- El tercero, los signos de interfaz de usuario, que se refieren a objetos de un dominio y a soluciones para problemas modeladas vía computadora, debe ser homo-material, siempre y cuando la representación de los elementos de entrada y salida sea homo-material y sujeta a manipulación directa;
- Finalmente, el cuarto lineamiento, El lenguaje de la interfaz de usuario debe siempre recurrir a expresiones derivadas de un sistema (basado en reglas) reconociblemente codificado.

4.3.2 Interacción Tangible

En 1995, el investigador Fitzmaurice [146] introduce el primer concepto sobre la interacción con objetos digitales a través de la manipulación de objetos físicos, dando así origen a las interfaces agarrables o manipulables. En su experimento creo una serie de bloques de madera, los cuales se encontraban anclados a los diferentes elementos gráficos de la interfaz gráfica de usuario permitiendo así la interacción con el mundo digital más simple y manipulable. Gracias a algunos de los comandos creados por Fitzmaurice, para este tipo de interacción con objetos físicos y digitales, permitió que actualmente se pudiera hablar de la interacción gestual usando las manos o los dedos sobre pantallas multitáctiles.

Unos años más tarde, el investigador Hiroshi Ishii [147] junto con sus alumnos introdujo el concepto de Bits Tangibles provocando la aparición de la interfaz de usuario tangible. El objetivo principal de la creación de Ishii era dar la capacidad de que los bits pudieran ser accesibles y manipulables usando como pantalla y dispositivo de manipulación, al mundo real y los elementos físicos que hacen parte de él.

Según Ishii [147] "Las interfaces graficas de usuario (GUIs) no llegan a abrazar la riqueza de los sentidos humanos y las habilidades que la gente ha desarrollado a través de una vida de interacción con el mundo físico. Nuestro intento es convertir los *bits pintados* en *bits tangibles* aprovechando los múltiples sentidos y la multimodalidad de las interacciones humanas con el mundo real. Creemos que el uso de objetos comprensibles y medios ambientales nos llevará a una experiencia multisensorial mucho más rica de información digital".

Para Ulmer [148], las interfaces de usuario tangible permiten que los objetos físicos aumenten computacionalmente cuando estos son acoplados a los datos digitales, permitiendo que estos sirvan como la representación directa y tangible de los diferentes datos digitales, ofreciéndole al usuario una retroalimentación en paralelo (háptica, visual y auditiva), dando respuesta al usuario a la petición u acción que ha realizado con el sistema.

Hiroshi Ishii [149] en el 2008, expuso cinco beneficios del uso de las interfaces de usuario tangibles:

- Un bucle doble de interacción que permite la retroalimentación táctil de forma inmediata.
- Persistencia de los tangibles, permitiendo la representación física de los elementos digitales.

- Acoplamiento de un espacio mixto de entrada y salida, permitiendo una representación de la información tangible como de lo intangible.
- Pasar de un tipo de interfaz de propósito general (GUI) a un tipo de interfaz de propósito específico, permitiendo la adaptación de objetos físicos a ciertas aplicaciones ofreciendo un aumento en su sencillez e intuición durante la interacción.
- Las interfaces de usuario tangibles (TUI) a través de un espacio de entrada múltiple, permiten con cada representación, a través de un objeto físico, un control dedicado con un espacio propio que fomenta la interacción simultanea usando las dos manos o la interacción simultanea entre varios usuarios, ofreciendo así un espacio adecuado de colaboración en donde se ofrece una manipulación de la información de forma concurrente.

Desde niños la manipulación los objetos ha sido una forma de aprendizaje y de estimulación sensomotora que ha permitido como entender he interactuar todo lo que se encuentra alrededor. Es por esta razón que las interfaces de usuario tangible han sido y gran utilidad en la creación de herramientas dirigidas al aprendizaje y la rehabilitación motora de niños. A continuación, se presentarán algunas de las contribuciones de las interfaces tangibles dirigidas el bienestar y el aprendizaje de los niños:

- Druin [150 - 151] señaló que “los niños quieren que la tecnología les brinde control, experiencias sociales y herramienta expresiva. La tecnología debe apoyar sus curiosidades, su amor por la repetición y su necesidad de control”. Es por esto que las TUI`s se vuelven dispositivos inminentes dentro de los procesos del desarrollo físico y cognitivo de los niños.
- En la Universidad Limerik [152] en el 2004, propusieron un proyecto para la incorporación de TUI’s con el fin de aumentar digitalmente objetos como papeles, libros y exhibiciones dentro de los museos provocando una experiencia enriquecedora mágica en los niños.
- En el 2004, Ryokai [153] creo el I/o Brush, una herramienta de dibujo que permitía que los niños interactuaran con un pincel físico, que tiene elementos electrónicos como cámaras y sensores, sobre un lienzo digital ofreciendo una experiencia de juego a los niños.
- Stringer y Toye [154] propusieron una aplicación llamada “Teaching Rhetorical Skills with Tangible User Interface”, que a través del uso de una interfaz gráfica de usuario y el uso de bloques de colores de diferentes tamaños representaran secciones de argumentos, con el fin de fomentar el desarrollo de habilidades retoricas en los niños.
- Ogata y Akamatsu [155], crearon una aplicación para dispositivos móviles llamado Tango (como el PDA) que lee etiquetas RFID las cuales se encuentran dispuestas en diferentes objetos dentro de un entorno con el fin de desplegar diferente información del objeto identificado. El objetivo principal de la propuesta era ofrecer una herramienta para el aprendizaje de idiomas.
- Zuckerman [156] propuso la construcción de interfaces de interacción tangible basados en juguetes educativos del tipo de construcción Montessori, con el objetivo de permitir a

los niños explorar diferentes conceptos que involucran procesos temporales y de programación.

- En el 2011 los investigadores Rybarczyk y Fonseca [157] crearon una interfaz de usuario tangible con el fin de ser utilizada en la terapia de comprensión escrita y oral en pacientes afásicos.
- Farr y Yuill [158] en el 2010, adaptaron un conjunto de juegos y juguetes con temas de castillo y caballeros con el fin de aumentarlos incorporándoles elementos electrónicos que permitieran que el niño con autismo pudiera configurar libremente los diferentes elementos e interactuar de forma cooperativa con el juego y otras personas. Ofreciendo a través de ese un mayor autocontrol por parte del niño y estimular la interacción social.
- El investigador Vandermaesen [159] y su equipo en el 2013 crearon la plataforma PhysiCube con el fin de ofrecerle a los pacientes con trastornos neurológicos una herramienta de rehabilitación de extremidades superiores usando objetos tangibles y omnipresentes desde la comodidad de su hogar. El objetivo principal de la propuesta era ofrecer una herramienta que motivara y situara a los pacientes en un entorno diferente al de la rehabilitación tradicional, para realizar actividades divertidas que contribuyeran al mejoramiento de sus extremidades superiores.
- La investigadora Meenal Mandil [160] junto con su equipo crearon el PhysiTable, herramienta dirigida a la rehabilitación de la motricidad fina en niños con parálisis cerebral, cuyo objetivo principal era el mejoramiento de la precisión de la rotación de la mano del niño.
- Egusa et al. [62] desarrollaron un sistema interactivo basado en marionetas o títeres, el sistema permite a los niños con discapacidades auditivas involucrarse con la historia, a través del uso de marionetas. El proyecto funciona usando el reconocimiento de los gestos del cuerpo utilizando un sistema de Kinect.
- Fengyuan Zhu y su equipo construyeron BoomChaCha [66], juego de colaboración que involucra objetos tangibles que permiten interactuar con los elementos digitales, todo ello enmarcado en un juego de roles sobre caballeros y monstruos.

4.3.3 Propuesta de diseño de experiencias interactivas dirigidas a niños con discapacidad auditiva.

Con el fin de aprovechar de que los niños sienten una atracción fuerte por el uso de la tecnología, han aparecido varias contribuciones desde la creación de dispositivos hasta la implementación de aplicaciones en áreas como la educación y la salud, permitiendo usar este tipo de elementos como herramientas para motivacionales para la busca de nuevo conocimiento o para beneficiar a los niños en procesos de recuperación o rehabilitación, ofreciendo un medio para que los niños vean esos procesos tradicionales como procesos divertidos y estimulantes.

Sin embargo, mucha de la tecnología actual está diseñada pensada en personas adultas y en las actividades que ellos realizan, es tanto así los procesos actuales de diseño se centran en el análisis de las necesidades y limitaciones de las personas sin pensar que los procesos físicos, mentales y cognitivos de los infantes son muy diferentes a de los adultos, dando a entender que esta área de

trabajo no se ha trabajado con mucha profundidad desde el área académica e investigativa [161]. Según Davenport y Wood [162], si se diseña para los niños se debe observar muy detenidamente como juegan, que dicen y cómo interactúan y reaccionan al mundo que los rodea, siendo esto esta actividad la más eficiente para entender la mentalidad y el comportamiento de estos.

Según Bräne [163] "varias de las consideraciones de diseño, como las capacidades cognitivas limitadas, las habilidades motoras deficientes, el desarrollo individual y la falta de experiencia previa, deben tenerse en cuenta para crear una experiencia digital bien diseñada que los niños quieran utilizar". Bräne en su trabajo, afirma que el diseño de experiencias interactivas para niños debe dividirse en cuatro grupos: general, preescolar, escolar y preadolescente. En esta propuesta define una serie de pautas generales en las que propone que el sistema interactivo debería haber definido el propósito de la experiencia, ofrecer retroalimentación positiva todo el tiempo y equilibrar el reto.

- Para los niños en edad preescolar, sugiere ofrecer tareas cortas, simples y repetitivas, limitar el número de distractores, evitar las cargas de pantallas largas, evitar grandes cantidades de información, usar imágenes y audio en la interfaz, usar acciones físicas simples, ofrecer botones e iconos grandes.
- Para los niños en edad escolar propone que se les ofrezca un nivel de libertad y exploración en el que puedan compartir y participar en actividades, proporcionar reglas positivas, proporcionar información antes de la interacción, ofrecer pasos simples y bien definidos, ofrecer textos sencillos.
- Y finalmente, para los preadolescentes, el autor propone ofrecer niveles de dificultad con mayores desafíos, evitar repeticiones, ofrecer más contenido, permitir la personalización y ofrecer herramientas para explorar su creatividad.

Druin en 2002[164], en su trabajo, expone la importancia de incluir a los niños en el proceso de diseño de experiencias interactivas, y ofrece una serie de roles que se diferencian por las acciones y el nivel de participación del niño (Usuario, Tester, Informante y Design Partner).

- **Usuario**: durante este rol, el niño es observado como interactúa con los prototipos en escenarios específicos o naturales con el fin de identificar cuáles son sus actividades y comportamientos. Este proceso se puede realizar en cualquiera de las etapas del DCN usando técnicas de observación y análisis etnográfico.
- **Probador o tester:** Durante este rol se observa al niño probando la tecnología y luego se les pide que den su apreciación a través de encuestas, entrevistas, cuestionarios o a través del uso de la técnica de pensamiento voz en alta mientras usan el producto.
- **Informante:** En este rol el niño es considerado como experto, ayudando al equipo de diseño a desarrollar ideas tempranas desde su experiencia y probando prototipos en desarrollo.
- **Socio de diseño:** En este último rol el niño trabajan como miembros del equipo de diseño ayudando a identificar posibles problemas y soluciones con el fin de mejorar la tecnología que van a usar.

Figura 4-13: Los roles de los niños en el diseño según Druin.

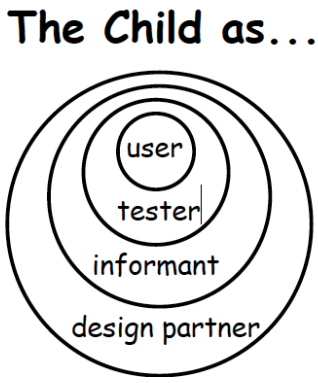


Imagen tomada de [164]

En 2008, Hourcade [165] ofrece una serie de principios que él clasifica como:

- Diseño visual, donde propone que los iconos diseñados con foco en los niños representen acciones u objetos que puedan ser reconocidos como interactivos, que los iconos tengan el tamaño adecuado para la interacción, y que usen una pequeña cantidad de texto para los niños que no saben leer. Para los niños principiantes utilizan menos elementos en las interfaces y los aumentan a medida que crecen.
- Estilos de interacción, aquí propone ofrecer manipulación directa mediante acciones rápidas, reversibles e incrementales, no utilizar menús demasiado complejos o con jerarquías, utilizar dispositivos de entrada cuatro veces más grandes para niños pequeños, y limitar el uso de botones en los objetos de interacción tangible que podrían aumentar según la edad del niño.

Además, Hourcade ofrece una serie de sugerencias para niños con necesidades especiales, incluyendo el uso de interacciones táctiles y auditivas mejoradas en niños con problemas visuales, el uso de la interacción háptica a través de la vibración en diferentes objetos interactivos y el uso de elementos gráficos atractivos para niños con discapacidades auditivas. Finalmente sugiere seguir la filosofía del diseño para las habilidades de los niños en lugar de diseñar alrededor de sus discapacidades o limitaciones.

Debra Levin Gelman[166] en su libro : "Design for Kids", divide las diferentes pautas de diseño en función de la edad del niño.

- En el primer rango de 2 a 4 años sugiera resaltar los objetos con los que el niño puede interactuar, usar pocos colores en la interfaz con iconos altamente representativos.
- Para los niños de 4 a 6 años de edad, sugiere dividir las instrucciones en partes manejables, permitiendo la invención y la autoexpresión, y usando la retroalimentación positiva para recompensar el buen trabajo.
- Para los niños de 7 a 9 años de edad, recomienda que el objetivo y el propósito de la experiencia se muestren claramente, que se ofrezca un conjunto de reglas claras y que se permita a los niños ganar y cobrar premios.

- Para los niños de 10 a 12 años de edad, propone que se les debe proporcionar ayuda contextual después de que ocurra un error, se debe poner énfasis en la autoexpresión y el logro, e invitar a la tontería y la irreverencia en la experiencia interactiva.

Finalmente, en 2013, los autores Melonio y Gennari [167] propusieron en su publicación una serie de pautas de diseño dirigidas a los niños con problemas auditivos. Las recomendaciones son cosas como:

- El uso de palabras familiares, si hay palabras complejas, ofrecer pistas para que su significado sea fácil de extraer.
- Las palabras no deben ser demasiado largas.
- Las instrucciones deben usar frases cortas y sencillas, usar pistas visuales o animaciones para dirigir La atención del niño a la información relevante.
- Las instrucciones deben estar en un lugar separado de la pantalla principal, y deben ser mostradas antes de comenzar con el sistema interactivo.
- Usar menos opciones para los niños más pequeños y para los más grandes aumentar las opciones. Usar la misma posición de los objetos todo el tiempo, tratar de usar distractores en las áreas periféricas hasta el lugar de la tarea principal a realizar por el niño.
- El movimiento de objetos debe estar en relación con la tarea principal a realizar por el niño, usar la vibración o retroalimentación de movimiento para dirigir la atención del niño.
- Usar una tarea interactiva a la vez.
- Ofrecer juegos o sistemas interactivos que funcionen con un solo jugador.
- Ofrecer experiencias en las que esté involucrado el movimiento.
- Usar interacciones de corto tiempo con el sistema.
- Usar contenido apropiado para la edad del niño.
- Usar avatares similares a los humanos.

4.3.4 Definición del conjunto de lineamientos para el diseño de experiencias interactivas dirigidas a niños.

A partir de la identificación del problema, en la que existe una falta de adaptación de las diferentes interfaces interactivas de los juegos serios enfocados a niños con necesidades especiales, especialmente a aquello con discapacidad auditiva, y la definición de los diferentes conceptos relacionados con la ingeniería semiótica, el diseño de experiencias interactivas para niños y la interacción tangible, se plantea desde la construcción de la metodología APRehab, una serie de lineamientos que desde las dimensiones de la experiencia de jugador se ofrecen recomendaciones que se deben seguir en el momento de diseñar y construir interfaces gráficas y objetos tangibles que serán en el juego serio resultado del uso de la metodología APRehab.

Cuando se habla de experiencia de jugador, se refiere a la forma como se puede provocar en un jugador estados mentales y emocionales a corto y largo plazo como son la alegría, seguridad, comodidad, felicidad y orgullo. Cuando un jugador se somete a un juego, este es consciente de los objetivos o sub-objetivos, dependiendo de la prioridad que le ha dado el jugador, que debe alcanzar

a través de las reglas y las mecánicas que permite realizar el juego. En el momento en que estos objetivos son alcanzados, se genera un efecto acumulativo de los tonos hedónicos positivos permitiendo que el jugador sienta placer y satisfacción durante el juego. El estudio de la experiencia de jugador se centra en analizar los aspectos psicológicos, cognitivos, fisiológicos y emocionales durante una partida de juego [168].

Según los docentes Enric Marati y Pere Nolla [169], en su curso de diseño de videojuegos que dictan en la Universidad Autónoma de Barcelona, plantean que la forma de poder generar los estados mentales y emocionales al jugador a través del juego es de gran importancia tener en cuenta en el diseño, las cinco dimensiones del jugador, las cuales son la dimensión física, la dimensión emocional, la dimensión cognitiva, dimensión social y la dimensión motivacional.

- **Dimensión Física:** Esta dimensión está dada por los aspectos motores y fisiológicos del jugador, en este caso debe tener en cuenta la cantidad, la intensidad, la distribución y la coordinación de la actividad física que contendrá el juego.
- **Dimensión Emocional:** Esta dimensión esta data por los aspectos emocionales del jugador y como se estimulan a través del juego. Estas emociones pueden ser estimuladas por elementos que generen alegría, la sorpresa o miedo, la tristeza, la ira, el desplacer o menosprecio o disgusto, la vergüenza o la humillación, el interés y la culpa, a través del juego.
- **Dimensión Cognitiva:** En esta dimensión se busca trabajar todos los aspectos cognitivos y elementos de aprendizaje del jugador a través de actividades para la estimulación de la percepción sensorial, la atención, la concentración, la memoria, la capacidad de análisis, la capacidad de planificación, y la identificación de patrones.
- **Dimensión Social:** Tiene que ver con los aspectos sociales del jugador y la relación que tiene con otros, se busca la generación de relaciones a través de elementos de cooperación, competición y aportación, la generación de grupos y la comunicación.
- **Dimensión Motivacional:** Son los aspectos que impulsan y dirigen la voluntad y el deseo del jugador. Cuando se diseña un juego debe tenerse en cuenta uno o más de los siguientes aspectos como la exploración, la manipulación y construcción, el reto y la recompensa, la competición, la cooperación, la personalización, el coleccionismo, el drama, inmersión, y la auto superación.

Para APRehab es muy importante generar una experiencia adecuada a las necesidades y limitaciones de los niños con discapacidad auditiva. A partir de la metodología APRehab se propone dividir la experiencia de niño con discapacidad auditiva como jugador a partir de las dimensiones que permiten clasificar los diferentes lineamientos y facilitan el diseño del juego serio dirigido a la rehabilitación psicomotriz. Este conjunto de lineamientos se trabajó bajo las primeras cuatro dimensiones de las cinco planteadas por Marati y Molla [169], ya que se considera que los aspectos motivacionales deben estar inmersos o deben permear cada una de las dimensiones físicas, cognitivas, emocionales y sociales del juego serio dirigido a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva.

- **Dimensiones físicas:** Las actividades de rehabilitación psicomotora se centran generalmente en el trabajo físico, por lo que se deben ofrecer actividades físicas cortas con objetivos claros y específicos para el niño con discapacidad auditiva, por lo cual se recomienda realizar estas actividades de una en una, ya que el niño con discapacidad auditiva tiene problemas para entender las instrucciones y las actividades secuenciales.

  Dependiendo de la edad del niño, cuanto más joven sea, una actividad puede repetirse varias veces y cambiar a medida que aumenta la edad del niño. Esto también es similar con la intensidad o el nivel de dificultad de la actividad que ofrece el juego, cuando el niño es más pequeño se debe ofrecer niveles de dificultad alcanzables debido a la discapacidad, ya que una de sus características es que no son muy tolerantes a la frustración y cuando sienten que una actividad es demasiado compleja la abandonan o pierden el interés. Se recomienda que desafíos estén adaptados de acuerdo a su edad permitiendo que el niño aprecie o no una actividad desde sus habilidades.

  Los objetos que se incorporan a la actividad deben ser adaptables a la edad y a las limitaciones del niño, no deben implicar trabajo físico adicional a la actividad y también deben tener elementos que permitan al niño comprender cuál es la intención de utilizar el objeto. En otras palabras, debe haber una relación directa con la mecánica del juego y la acción de rehabilitación que se va a realizar.

- **Dimensiones cognitivas:** La interfaz del juego serio debe ser construida de tal manera que para el niño con discapacidad auditiva sea fácil de entender y que no se cree distractores innecesarios. Para ello, debe ser útil utilizar imágenes de palabras para los niños más pequeños, para que puedan relacionar fácilmente las funciones y actividades que tienen que realizar, e ir más allá incluyendo palabras sencillas utilizadas por el niño en su vida diaria. Si el grupo objetivo es más numeroso o dispone de asistencia electrónica como un implante coclear o un audífono, intente siempre conectar el icono a un texto que represente la función del mismo, facilitando al niño el aprendizaje y la relación entre las palabras y el texto.

  La ubicación de los objetos en la interfaz debe ser siempre respetada, ya que es necesario para que la memorización de los diferentes elementos de esas interfaces serias del juego sea fácil para el niño. El juego serio debe ofrecer mecanismos adicionales donde el niño pueda analizar y construir una estrategia, a partir de las acciones de rehabilitación que deba realizar, para lograr alcanzar la meta u objetivo del juego. Las instrucciones deben estar divididas en fragmentos, y colocadas en áreas de acceso que no impidan o distraigan al niño; así mismo se recomienda que las instrucciones se adjunten con imágenes o animaciones y siempre al inicio de la actividad.

  Los elementos de realimentación que se utilizan en los dispositivos de interacción y en la interfaz de usuario deben ser adecuados en función de si el niño dispone o no de asistencia electrónica. En el caso de los niños que no tienen ayuda, se deben utilizar elementos visuales como animaciones cortas o cambios de color en aquellos elementos con los que el niño ya halla interactuado o aquellos con lo que debería interactuar. Para que el niño con asistencia

electrónica como los implantes cocleares o amplificadores es preferible utilizar sonidos agradables y fáciles de percibir en lugar de usar ruidos estridentes.

Los dispositivos de interacción u objetos mediadores deben utilizar retroalimentación háptica a través de la vibración. Los objetos también deben estar diseñados de tal manera que su forma represente fácilmente un elemento asociado a la mecánica del juego o a los elementos de la interfaz, para que sepan qué hacer con él y cómo utilizarlo fácilmente.

- **Dimensiones Emocionales:** A los niños con discapacidad auditiva o sin necesidades especiales les gusta la exploración, sin embargo, esta exploración a veces se ve limitada por las inseguridades causadas por la condición del niño discapacitado. El juego serio debe permitir un nivel de exploración en el que el niño o niña tenga la oportunidad de sentir que controla el juego a su manera, a través de una guía imperceptible que genera la seguridad que el niño o niña necesita, marcando el camino por el que puede transitar o indicando las acciones que puede realizar, se le deben ofrecer elementos con los que pueda interactuar y debe sentir que sus acciones tienen consecuencias dentro del juego.

  Los objetos tangibles o mediadores deben proporcionar las herramientas necesarias para que el niño interactúe y realice las acciones requeridas en el juego. El juego serio debe permitir que el niño se identifique con el protagonista (si se utiliza), para los niños mayores este protagonista debe asemejarse al niño para generar una relación directa con él, en el caso de los más pequeños se pueden utilizar personajes ficticios como animales o personajes animados con el fin de proporcionar un juego neutro que no diferencie el sexo del niño, se debe permitir la identificación de personajes secundarios u obstáculos, para lo cual se recomienda trabajar en talleres de co-creación que permitan la participación del niño como socio en el diseño del juego serio.

  El juego debe ofrecer elementos que premien el buen hacer del niño durante la actividad y que lo motiven constantemente a la superación o al logro del objetivo de rehabilitación que ofrece el juego serio, para ello se recomienda utilizar elementos de gamificación como medallas o estrellas que se acumulan cada vez que se realiza una actividad bien hecha y que pueden intercambiarse por otros elementos dentro del juego, así como ofrecer animaciones que estimulen su alegría por alcanzar el objetivo.

- **Dimensiones sociales:** Al niño con discapacidad auditiva le gusta realizar actividades en solitario, por lo que la primera opción dentro del diseño de juegos serios es ofrecer actividades que pueda desarrollar sin compañía, sin embargo es importante que el niño socialice con sus compañeros, amigos o familiares, por esta razón se sugiere incluir actividades cortas que incluyan retos cooperativos que deban ser trabajados con otros niños o personas para superarlos y así estimular al niño a mejorar las actividades de socialización y comunicación.

4.4 Proceso del desarrollo de la metodología APRehab.

Siguiendo el mismo proceso de construcción realizado en el modelo de análisis de requerimientos y actividades de usuario MARAU, se realizó la construcción de la metodología APRehab siguiendo las pautas, lineamientos y actividades, de modelos y metodologías identificadas a través de la del análisis sistemático realizado al inicio del proceso de la investigación y metodologías que se usan actualmente para el desarrollo de videojuegos y juegos serios que fueron identificados posteriormente en una segunda búsqueda durante la construcción de la metodología APRehab.

Este proceso se hizo con el objetivo de adaptar las mejores prácticas de cada una de estas propuestas, como actividades al proceso de diseño que ofrecería la metodología APRehab. Para la selección de estos modelos y metodologías, siguieron algunos criterios de selección entre los que están:

- El modelo o la metodología seleccionada sirviera para el diseño o desarrollo de videojuegos.
- Qué estuvieran claras las diferentes actividades y los roles quien las desarrolla.
- Qué se encontrará información suficiente que permitiera comprender como funciona el proceso de implantación o diseño de juegos.
- Qué fueran reconocidos a nivel académico o industrial.
- Qué ofrecieran elementos de formalización de procesos de diseño y desarrollo de videojuegos y juegos serios.
- Qué plantearan una serie de etapas y actividades para el diseño y desarrollo de videojuegos y juegos serios
- Qué permitieran el diseño de juegos serios dirigido a niños con necesidades especiales, específicamente niños con discapacidad auditiva. En este caso este criterio fue opcional, ya que como se observó en el análisis sistemático, se carecen de metodologías de diseño y desarrollo de juegos serios dirigidos a este grupo objetivo.

Luego de realizar el análisis de las diferentes metodologías a partir de los criterios seleccionados se seleccionaron los siguientes:

- Marati y Molla [169], proponen una metodología de diseño de videojuegos que promueven a partir del curso que ofrecen de diseño de videojuegos en la Universidad de Barcelona, España. En esta metodología planean una serie de actividades como la definición de la experiencia que tendrá el juego, el análisis del jugador, ideación, definición de los elementos del juego, la definición de las mecánicas, del control, del balance, de la jugabilidad, del genero del juego, diseño de niveles, diseño de la progresión, diseño de la ambientación, definición de la narrativa, objetivos de usabilidad que tendrá el juego, definición del guion del juego, diseño de personajes, enemigos y obstáculos, diseño de los eventos y testeo del juego.
- Hummel y Nadolki [21] proponen la metodología para el desarrollo de juegos serios titulada EMERGO. En esta propuesta los juegos son modelados de tal forma que simulen actividades y situaciones de la vida real con el objetivo de ofrecer una herramienta de aprendizaje de toma de decisiones, resolución de problemas, razonamiento y competencias cognitivas

complejas. Esta metodología se encuentra dividida en cinco etapas que pasan por **Idea de caso** en donde se conceptualiza la idea y se analizan los diferentes elementos que se desea construir en el juego serio; **Idea de escenario,** aquí se diseñan todos los componentes del juego serio; **Caso de desarrollo,** se desarrollan e integran los elementos del juego serio; **Caso de envío**, etapa donde se implementa el juego, y finalmente el **Caso de evaluación,** se realizan las evaluaciones funcionales y de requerimientos del juego serio.

- Dung [170], propuso un entorno de creación para el diseño de juegos serios a partir de tres modelos. El objetivo de esta metodología era disminuir los tiempos y el costo del diseño de los juegos, combinando los objetivos de aprendizaje y las características lúdicas en el menor tiempo y costo posible. Los tres modelos usados por EDoS son, el modelo de dominio especifico de los objetivos pedagógicos, el modelo formal de modelado IMS-LD, que permite la definición de los objetivos de enseñanza y aprendizaje, identificación prerrequisitos, definición de los componentes y la definición del método de aprendizaje y condiciones, el modelo de tareas CTT para representación formal de los escenarios del juego serio.
- Marfisi-Schottman [171], propuso la metodología llamada LEGADEE como herramienta para el diseño de juegos educativos. El objetivo de la metodología es ofrecer elementos que permitan generar una conexión colaborativa entre los diferentes actores que intervienen en el proceso de diseño del juego educativo. La metodología se encuentra dividida en bloques: **el Método**, el cual se encuentra dividido en siete etapas (necesidades de clientes, especificación de los objetivos pedagógicos, concepción del juego, control de calidad. Realización, evaluación con cliente y utilización o mantenimiento) que se encuentran permeadas por los otros seis bloques de la metodología; **El Medio**, donde se identifican todos los elementos y actores que intervienen en el proceso de diseño del juego; **La Mano de Obra**, son los expertos encargados de la implementación del juego y son los que poseen los diferentes roles con actividades asignadas durante el proceso; y **los Materiales**, son todos los insumos que permitirán la construcción del juego serio. Finalmente, la metodología ofrece dos modelos que son, el de **objetivos pedagógicos** y el **de escenarios** con el fin de formalizar los procesos de aprendizaje que ofrecerá el juego y su contexto de uso.
- McMahon [172] propuso la metodología Doodle con el objetivo de crear experiencias pedagógicas. Su metodología la dividió en diferentes fases el análisis de la situación, la propuesta de diseño, diseño y documentación del juego, producción y documentación, construcción de prototipo y finalmente el desarrollo e implementación. Cada una de las fases esta permeada por la evaluación constante del proceso del juego serio.
- Mehment [173][174], propuso en el 2012, la metodología ESD cuyo objetivo principal el desarrollo de juegos serios aplicados a las terapias del lenguaje. La base de la metodología es diseñar el juego desde la visión del desarrollo de software. Una de las características de la metodología es la inclusión de personal experto de las áreas de la salud y la educación durante el proceso de diseño. La metodología posee cuatro etapas o estaciones que van desde el análisis, diseño, implementación y pruebas. También la metodología ofrece insumos y herramientas para incluir a los pacientes o niños en el proceso de diseño del juego serio.
- Sandra Cano [28] propuso la metodología Meconesis, esta metodología se divide en cuatro fases: **Análisis:** En donde se identifica al usuario**,** luego el escenario o contexto de uso, luego se plantean las estrategias, los objetivos pedagógicos y la plataforma tecnológica, para

continuar con la selección de los juegos educativos, después se evalúa la UX y la usabilidad, para que finalmente se analicen los resultados y se seleccionen los diferentes aspectos que tendrá el juego serio**. Pre-producción:** Durante esta fase se busca el diseño de las diferentes interfaces interactivas del juego a partir de los diferentes patrones y guías de diseño orientados a la construcción de sistemas interactivos dirigidos a niños con discapacidad auditiva; **Producción:** es donde se realiza la integración de todos los componentes necesarios y la implementación del juego serio; Finalmente, **Post producción:** en donde se concluye el proceso con la evaluación del producto resultante o juego serio con usuarios finales y expertos en el dominio.

- Fullerton [175] propone un enfoque metodológico iterativo, que involucra al jugador en el proceso de diseño del juego, desde su concepción hasta su finalización, manteniendo en todo momento la experiencia del jugador probando el juego en cada una de las etapas de la metodología. Una de las características de la metodología es el prototipado continuo del juego, con el fi de ir mejorando y evolucionando el juego a partir de la retroalimentación de que ofrecen los jugadores. Al ser un proceso iterativo, la metodología posee una serie de etapas que se van repitiendo en cada ciclo del proceso hasta lograr los requerimientos de la experiencia del jugador que se desea obtener con el juego. Los pasos son los siguientes, **Lluvia de ideas:** en donde se establece las metas de la experiencia de jugador, el concepto y la mecánica base del juego, **Prototipo Físico:** etapa en donde se crean los diferentes prototipos del juego y se prueban con los jugadores. **Presentación:** paso opcional en el que se realiza una presentación del juego a diseñar con el objetivo de obtener fondos o retroalimentación del juego, **Prototipos de software:** luego de construir los diferentes prototipos físicos o de baja fidelidad se continua con la construcción de prototipos de alto nivel en los cuales se plantean las diferentes mecánicas aproximadas a la versión final que tendrá el juego, **Documentación del Diseño:** etapa en la cual se documenta todo el proceso de diseño del juego serio, **Producción:** donde se realiza la implementación del juego a través de uso de sprints de metodologías ágiles, **Aseguramiento de la Calidad:** etapa con la que se finaliza el proceso de diseño del juego, se realizan las respectivas pruebas con jugadores finales con el fin de comprobar elementos de calidad y usabilidad con el objetivo de entregar un juego que satisfaga plenamente la experiencia del jugador.
- Bethke [176], en el 2003, propuso una metodología, basada en el modelo cascada de Royce, en donde se establecen una serie de etapas secuenciales. Esta metodología de divide entre etapas fundamentales, **Preproducción:** etapa en la que se lleva a cabo la concepción del juego, identificando sus elementos formales y generando un diseño conceptual del juego a través de un documento de diseño de juego, Producción**:** etapa en la que se trabaja el desarrollo de videojuego y se genera un documento técnico de diseño, **Post producción:** etapa en donde se realiza proceso de mercadeo, explotación y mantenimiento del juego.
- Vaden y Schutter [177] en el 2012 propusieron un método de diseño y desarrollo de juegos serios llamado P-III el cual se encuentra basado en cuatro pilares, **Diseño centrado en el jugador:** pilar que promueve la identificación las diferentes los diferentes deseos y expectativas de los jugadores, **Desarrollo Iterativo**: el método parte de un proceso iterativo e incremental del juego serio, este se divide en tres etapas que son el **diseño conceptual, el diseño de juegos y el desarrollo de juegos**, **Trabajo de equipo interdisciplinario**: el método promueve el trabajo en equipo desde los diferentes saberes y profesiones de los

actores involucrados en el diseño y desarrollo del juego serio, **Integración del juego y el aprendizaje:** este pilar promueve la elección de las mecánicas de juego adecuadas que provoquen respuestas emocionales por parte de los jugadores y que paralelamente estén alineados con los objetivos serios del juego.

- Bergeron [178], a través de la publicación de su libro titulado "desarrollando juegos serios", plantea un proceso metodológico que facilita el diseño y la implementación del juego serio tomando como base la construcción del documento de diseño del juego serio o SGDD. Este documento permite construir y diseñar el juego serio a partir de los diferentes apartados etapas de diseño de juegos. Las etapas propuestas por el autor son, **Especificación de los requisitos:** etapa en donde se plantea el propósito del juego, los objetivos, los requerimientos los contenidos, etc., **Arquitectura Técnica:** aquí se identifican y se documentan todos los requerimientos y aspectos técnicos que se necesitan para la construcción del juego serio, **Diseño del juego:** Etapa en donde trabaja y documenta todos los elementos conceptuales y formales del juego como son el tema, la historia, la narrativa, el flujo del juego, las mecánicas y el diseño de los niveles, **Programación:** etapa en la que inicia con el desarrollo e integración de los diferentes elementos de software, hardware y las mecánicas de juego, **Adquisición y desarrollo de los Assets:** aquí se construyen todos los elementos gráficos del juego, como son los personajes, los escenarios, los obstáculos y los enemigos, **Testeo y corrección de errores:** como su nombre lo indica, se identifican las herramientas para la validación, luego se evalúan los diferentes componentes del juego serio como el código del juego y se realizan las correcciones pertinentes, **Despliegue:** Aquí es donde se plantea el empaquetamiento, documentación y distribución del juego serio, **Evaluación:** etapa en donde se diseña el protocolo de pruebas que se realizaran sobre el juego serio, **Mantenimiento y solución de problemas**: etapa en la que se trabaja en la corrección de errores, la documentación del plan de pruebas y la resolución de los errores encontrados en la etapa de evaluación, Finalmente se recomienda documentar los procesos concernientes a la **administración del proyecto** y los **aspectos legales** que se deben cumplir para la finalización del juego serio.

Luego de analizar cada una de los métodos, modelos y metodologías seleccionadas a partir de los criterios de selección, se prosiguió con la identificación de las diferentes fases que tendría la metodología APRehab. Para esto se determinó cuáles eran los hitos que debería tener la metodología y que entregables deberían ser el resultado de cada fase, con el objetivo se alimentar el siguiente hito y facilitar el proceso de diseño. Estos hitos debían estar acordes a los diferentes aspectos de diseño del juego serio, como la identificación de los usuarios, sus actividades, la identificación objetos que usa para alcanzar sus objetivos, la identificación de las necesidades, la conceptualización del juego serio, el planteamiento de la experiencia de jugador, la identificación de los requerimientos técnicos y de interacción que tendrá el juego, el diseño de los elementos formales del juego, el prototipado para las diferentes validaciones del juego.

Luego se analizaron las diferentes fases, etapas o pasos que contenían las propuestas analizadas. A partir de esto se planteó finalmente seis fases que harían parte de la metodología APRehab, la primera fase **Análisis de usuarios y actividades**, la segunda fase **Concepto del juego serio y la experiencia de jugador**, la tercera fase **Diseño de los elementos formales del juego**, cuarta fase **Diseño de los**

requerimientos y la interacción, la quinta fase **Diseño de prototipos**, y finalmente la última fase **Test del juego.**

Después de identificar cuáles serían las diferentes fases, se tomaron las propuestas y se analizaron las actividades que ofrecían, para luego contratarlos con los objetivos de cada una de las fases que ofrecería APRehab.

Tabla 4-4: Impacto que tienen las diferentes propuestas sobre las fases de APRehab.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
Curso de diseño de videojuegos [169]	X	X	X	-	X	X
EMERGO [21]	-	-	X	X	-	X
EDoS [170]	X	X	-	-	-	X
LEGADEE [171]	-	X	-	X	-	-
DOODLE [172]	-	X	X	X	-	-
ESD [173 -174]	-	X	-	-	X	X
MECONESIS [28]	X	X	-	X	-	X
PlayCentric [175]	X	X	X	-	X	X
Waterfall model [176]	-	-	X	X	-	X
P-III Framework [177]	-	-	X	-	X	X
Serious Game Design [178]	X	X	X	X	-	X

Como se puede observar en la tabla, se evidencia que la mayoría de las actividades, técnicas y herramientas que se trabajan en el diseño de juegos serios se dirigen a la conceptualización del juego serio, sus componente y la experiencia de juego, también se puede ver que algunas de las actividades de estas propuestas están dirigidas a la parte del diseño técnico, de los elementos de interacción y el test de los videojuegos y juegos serios resultantes de la ejecución del proceso de cada una de las metodologías analizadas.

Luego se prosiguió con el despliegue de cada una de las diferentes actividades, técnicas y herramientas de las propuestas que fueron analizadas, con el fin de identificar y filtrar cuales serían las actividades que harían parte, y cuales actividades harían falta para completar todas las tareas que deben estar incluidas en cada una de las fases de APRehab.

Tabla 4-5: Fases de la metodología APRehab por colores.

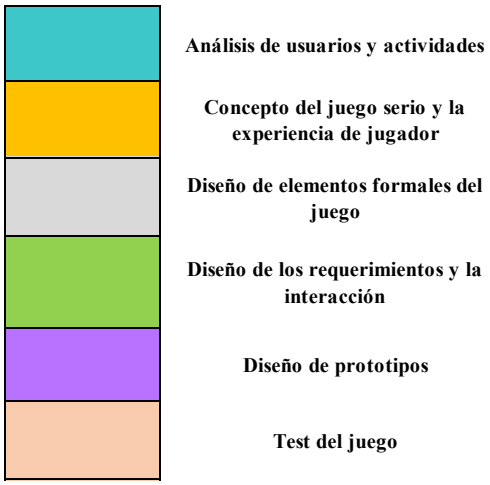


Tabla 4-6: Tabla de actividades de las propuestas analizadas (a).

Diseño de Videojuegos UNIVERSIDAD DE BARCELONA	Emergo	EDoS	LEGADEE	DOODLE	ESD
Definición de la experiencia de usuario (identificacion de las dimenciones físicas, cognitivas, emocionales, sociales y motivacionales).	Definición de los requerimientos y necesidades del juego.	Definición de Objetivos pedagógicos.	Identificación de las necesidades del cliente.	Descripción de los objetivos del juego.	Especificación de requerimientos por parte de los expertos.
Definición del público objetivo.	Análisis y definición del contenido del juego.	Identificación del conocimientos y comportamientos de usuario.	Especificación de los objetivos pedagógicos.	Descripción de la metodología de aprendizaje.	Especificación de requerimientos por parte de los usuarios finales (pacientes).
Identificación de las conductas del jugador.	Análisis de la progresión del juego.	Análisis de las competencias de usuario.	Concepción o idea del juego serio.	Definición del perfil del estudiante.	Diseño del juego.
Identificación de los Rangos de Edad.	Análisis de costos.	Diseño de la evaluación del grado de aprendizaje obtenida del juego serio.	Definición del escenario y actividades.	Descripción del contexto de formación.	Implementación del juego.
Identificación del genero.	Análisis de los elementos multimedia.	Diseño del escenario pedagógico.	Selección del modelo de escenario (escenario pedagógico y escenario lúdico).	Conceptos pedagógicos.	Prototipado.
Creación de las ideas de juego.	Análisis del entorno del usuario o estudiante.	Definición formal de los procesos de enseñanza aprendizaje (Objetivos de aprendizaje, prerrequisitos, propiedades, roles, actividades y secuencia de actividades).	Descripción general del juego educativo.	Enfoque y tipo de juego a utilizar.	Evalución con expertos.
Identificación del genero del juego.	Análisis del contacto con otros compañeros.	Diseño de acciones y tareas de usuario en el juego serio.	Investigacion de los compoenentes lógicos.	Diseño de los retos y retroalimentación.	Evaluación con usuarios finales.
Definición del concepto e historia del juego.	Análisis de la entrega de Casos.		Descripción detallada del juego educativo.	Diseño de la jugabilidad.	
Diseño de prototipos iniciales del juegos.	Análisis de soporte.		Entrada del control pedagógico (Verificaciones de especificaciones y habilidades objetivo del juego serio).	Diseño de la estructura del juego.	
Identificación de los elementos del juego.	Análisis de propiedad intelectual.		Especificación detallada de las Interfaces.	Información y contenido del juego.	
Construcción de las mecánicas del juego (Objetos o elementos del juego, comportamientos, reglas, interfaz de usuario, manejo de camaras).	Descripción de las actividades globales de los estudiantes u usuarios.			Diseño de las interfaces de interacción.	
Diseño de niveles y progresión del juego.	Identificación de herramientas y recursos para realizar las actividades.			Descripción de la Historia.	
Definición de la jugabilidad que tendrá el juego.	Diseño de la evaluación de desempeño en la actividad del estudiante.			Especificaciones globales del juego (reglas).	
Generación de Balance o equilibrio del juego	Diseño de niveles de juego.			Diseño y descripción de las mecánicas de juego.	
identificación y selección de los dispositivos de interacción.	Analisis y diseño de la Interacción.				
Incorporación de elementos de usabilidad.	Descripcioón detallada de las actividades en terminos de sus herramientas y recursos necesarios.				
Diseño de los prototipos del juego.	Diseño de los materiales de los casos a trabajar en el juego serio.				
Test del juego.	Diseño de locación.				
Entrega.	Diseño de tareas.				
	Scripting.				
	Diseño de los recursos.				
	Diseño de los mensajes.				
	Diseño de las opciones y selecciones.				
	Diseño de la Historia.				

Tabla 4-7: Tabla de actividades de las propuestas analizadas (b).

MECONESIS	PlayCentrico	Modelo Clásico de diseño de videojuegos	P-III Framework	Serious Game Design (BRYAN BERGERON)
Identificación del usuario.	Conceptualización.	Concepto del juego (preproducción) GDD.	Conceptualización.	Especificación de requerimientos.
Análisis del contexto / Escenario.	Establecer objetivos de experiencia del jugador.	Diseño del juego (producción) DTD.	Análisis de usuarios.	Propuesta del juego.
Estrategias pedagógicas.	Identificación de los elementos formales del juego.	Diseño técnico (producción).	Análisis de tareas.	Alcance del juego.
Objetivos pedagógicos.	Identificación de los elementos dramaticos del juego.	Implementación (producción).	Diseño participativo.	Definición de objetivos.
Análisis de la plataforma tecnológica.	Identificación de los sistemas dinámicos del juego.	Pruebas Alpha (producción) .	Definición del concepto del juego.	identificación de los perfiles del jugador.
Selección de juegos educativos.	Desarrollar conceptos de juego o mecánicos para alcanzar los objetivos de la experiencia de jugador.	Pruebas Beta (producción).	Discusión con expertos.	Definición del trasfondo del juego.
Evaluación de UX y usabilidad.	Descripción del concepto o idea de juego.	Gold Master (producción) (Lanzamiento).	Construcción de Story boards.	Identificación de necesidades.
Análisis de Resultados	Bocetos y prototipos de la idea o concepto de juego.	Postproducción.	Focus Group.	Requerimientos de usabilidad.
Selección de aspectos.	Prueba de concepto.	Desarrollo de parches.	Construcción de prototipos de bajo nivel.	Identificación del contexto de uso.
Diseño de interfaces de juego.	Diseño y creacion de prototipo jugable.	Expanciones.	Evaluación de prototipos de bajo nivel.	Definición de los contenidos de entretenimiento.
Patrones de diseño y guias de estilo.	Evaluación del prototipo.	Explotación.	GDD.	Definición de los contenidos serios.
Definicion del modelo de tareas.	Diseño de modelos digitales del juego (software).		Revisión con expertos.	Definición de conocimiento especifico, habilidades y actitudes de los jugadores.
Modelo de escenarios (Juego).	Prototipo digitales (software).		Desarrollo del arte.	Requerimientos del negocio.
Estrategias de comunicación (teorías de aprendizaje).	Evaluación de los prototipo digitales (software).		Desarrollo del juego (software).	Requerimientos tecnicos.
identificación de aspectos del juego.	Definición de objetivos del juego.		Prototipos de alto nivel.	Requerimientos conceptuales.
Producción (Identificación e implmentación de requerimientos funcionales y no funcionales, Modelos UML, Modelos de Escenarios, tipo de interacción).	Cosntrucción del GDD.		Evaluación de prototipos de alto nivel.	Características del juego y diferenciación.
Postproducción (Modelo de evaluación, Uso de heuristicas).	Planificación de sprints de desarrollo.		Prototipo final.	Análisis de Factibilidad.
	Evaluación del juego en cada Sprint.		Evaluación con expertos.	Definición de tareas.

Análisis técnico.
Requerimientos de la plataforma.
Estilo de codificación.
Compatibilidad de estandares.
Interfaces externas.
Medios de distribución.
Tipo de videojuego
Concepto del juego.
Caracteristicas del juego.
ajustes del juego.
Historia.
Personajes.
Efectores.
Definición del flujo del juego.
Diseño de pantallas y menús
Diseño del control del juego.
Opciones del juego.
Diseño sonoro.
Diseño de niveles.
Diseño de escenas.
Diseño de seguimiento de puntaje.
Diseño del sistema de ayuda y localización.
Diseño de las mecanicas de juego.
Evaluación y test.

Este despliegue de las actividades, técnicas y herramientas permitió identificar los diferentes vacíos que poseían las propuestas analizadas y obtener un panorama de cuales de las fases era necesario construir nuevas actividades que permitieran llenar esos vacíos en el proceso de diseño y que facilitaran el alcance del objetivo o entregables de la fase. Además, este análisis sirvió para identificar aquellas actividades o mejores prácticas que pudieran ser parte de las tareas que se realizarían dentro de los procesos de APRehab.

Luego se procedió a filtrar las actividades, técnicas y herramientas de las propuestas seleccionadas a partir de una serie de criterios que debían cumplir acorde a cada fase. Para la primera fase de **Análisis de usuarios y actividades**, las actividades técnicas y herramientas deben:

- Facilitar la identificación de los usuarios, características y limitaciones.
- Ofrecer un panorama del entorno del usuario y sus características socioculturales.
- Permitir identificar la actividad de rehabilitación y sus diferentes aspectos y componentes.
- Permitir identificar los diferentes objetos mediadores y ofrecer un análisis que tiene los usuarios de su uso a partir de la actividad que realiza.
- Permitir realizar una identificación profunda de las necesidades y requerimientos de los usuarios y del sistema que se desea construir.

En la fase de **Conceptualización del juego serio y experiencia de jugador** se buscan que las actividades, técnicas y herramientas que se seleccionen o se creen, deben contribuir a:

- Definir los elementos para generar la experiencia adecuada en el jugador o niño con discapacidad auditiva.
- Identificar los posibles escenarios lúdicos y de rehabilitación que se integraran en el juego serio.
- Que faciliten la formalización del concepto, objetivos, características del juego y las actividades de rehabilitación.
- Que permitan dar un panorama general de los elementos y características que tendrá el juego serio.
- Que ayuden a la conformación de grupos, asignación de roles y la distribución de tareas entre los diferentes actores del proceso.
- Que faciliten el análisis de tiempos y costos del proyecto.

Para la fase de **Diseño de los elementos formales del juego** se espera que las actividades, técnicas y herramientas identificadas o creadas ayuden a:

- Permita la identificación y definición de los diferentes contenidos estáticos y dinámicos del juego serio.
- Facilite la identificación y el análisis de los diferentes elementos que deben hacer parte de la jugabilidad del juego serio.
- Facilitar el planteamiento y definición de cada uno de los elementos básicos del juego como los elementos formales, los objetivos o metas, las reglas, las mecánicas, etc.

- Permitan el planteamiento de las diferentes acciones y tareas que harán parte de las mecánicas de juego.
- Que faciliten el proceso de creación e integración de los diferentes elementos y componentes del juego serio.
- Que permitan el diseño de jugabilidad.

En la fase de **Diseño de los requerimientos técnicos y de interacción**, se plantearon los siguientes criterios de selección de actividades, técnicas y herramientas:

- Que faciliten la identificación de los diferentes elementos tecnológicos e interactivos que tendrá el juego serio.
- Que permitan definir los objetivos que tendrán cada uno de los componentes de interacción del juego con respecto al objetivo de la actividad de rehabilitación que se pretende simular a través de las mecánicas de juego.
- Que ayuden facilitar la identificación y agrupación de los diferentes requerimientos funcionales y no funcionales.
- Que faciliten la identificación, selección, y especificación del tipo de interacción y de las diferentes interfaces interactivas que tendrá el juego serio.
- Que ofrezcan herramientas y lineamientos para el diseño de las diferentes interfaces interactivas.

Para la fase de **Diseño de prototipos** se requieren actividades, técnicas y herramientas que:

- Faciliten el proceso de integración de los diferentes elementos en cada fase que se requiera de un prototipo.
- Que permita el diseño de algunos componentes necesarios para la visualización y comprensión de las diferentes mecánicas y objetivos del juego serio.
- Que permitan la integración de los diferentes componentes básicos del juego serio con las actividades de juego y ofrecer herramientas para probar la funcionalidad y la experiencia interactiva de cada una.
- Que permitan la implementación de los diferentes elementos y mecánicas propuestas en las fases s de diseño.
- Que facilite la integración de los diferentes componentes del juego serio.

Finalmente, para la etapa de **Test del juego** se busca que las actividades, técnicas y herramientas faciliten.

- El diseño del plan de pruebas que se harán con los diferentes actores del proceso de diseño del juego serio.
- La identificación de los objetivos y posibles resultados esperados de la prueba.
- La ejecución de la prueba.
- El análisis de los resultados obtenidos para posteriormente identificar posibles elementos de retroalimentación o lograr la aceptación final del juego serio.

Luego del filtro y selección de las diferentes actividades, técnicas y herramientas se prosiguió con la creación de actividades que suplieran los vacíos detectados en el análisis de las propuestas para finalmente clasificar todas las actividades, herramientas y técnicas según las fases de la metodología. Como se puede observar en las Tablas 4-7 y Tabla 4-8 se encuentran aquellas actividades marcadas con un calor específico, estas son aquellas actividades y tareas que se seleccionaron para tenerlas en cuenta dentro de cada una de las fases de la metodología. Las que están con fondo blanco, son aquellas que no fueron seleccionadas debido a que posiblemente estaba ya propuesta o repetida, o porque no aplicaba o estaba relacionada con el objetivo de algunas de las fases de APRehab.

Finalmente se construyó una tabla (Tabla 4-8 a y b) en donde se agruparon cada una de las actividades con el fin de generar una secuencia de tareas y acciones que deban realizarse de forma ordenada y secuencial durante la ejecución de cada una de las fases de la metodología con el objetivo de alcanzar al final de cada fase el resultado esperado o el insumo de la fase siguiente. Estos diferentes procesos que se plantearon en cada fase se explicarán en el siguiente capítulo en donde se describirán cada una de las fases de la metodología APRehab y el orden de ejecución de cada una de las tareas que se debe seguir para asegurar el diseño adecuado del juego serio dirigido a a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva

Tabla 4-8: Fases y actividades de APRehab (a).

Análisis de usuarios y actividades	Concepto del juego serio y la experiencia de jugador	Diseño de elementos formales del Juego
Análisis de usuario.	Identificación de experiencias tecnológicas y de rehabilitación.	Identificación de requerimientos del juego.
Análisis del contexto de usuario.	Descripción general del juego Serio.	Identificación de objetivos de conocimiento y habilidades del juego.
Análisis de artefactos de usuarios.	Características del juego.	Descripción de las actividades globales de los usuarios.
Análisis de actividades de usuarios.	Planteamiento de objetivos, metas o logros del juego.	Análisis de los elementos multimedia.
Análisis de necesidades de usuario.	Definición del concepto e historia del juego.	Análisis y definición del contenido del juego.
	Identificación del género del juego.	Selección del tipo de contenido que tendra el juego serio (estático o dinámico).
	Descripción de la historia según el genero seleccionado.	Requerimientos de jugabilidad (Análisis).
	Definición del trasfondo del juego.	Identificación de los elementos formales del juego.
	Descripción de los alcances y objetivos del juego.	Identificación de los elementos dramaticos del juego.
	Enfoque y tipo de juego .	Identificación de los sistemas dinámicos del juego.
	Especificaciones globales del juego (reglas).	Identificación de los elementos de rehabilitación.
	Identificación del objetivo característico.	Definición de acciones y tareas de usuario en el juego serio.
	Identificación del uso previsto del juego.	Análisis de la progresión del juego.
	Identificación de las restricciones que tendrá el juego.	Selección de acciones (bloques de accion).
	Definición de la experiencia de usuario (identificación de las dimensiones fisicas, cognitivas, emocionales, sociales y motivacionales).	Selección de la mecánicas de Juego (Ludica).
	Establecer objetivos de experiencia del jugador.	Identificación de principios de diseño.
	Especificación de requerimientos por parte de los expertos.	Identificación de patrones de diseño y guias de estilo.
	Especificación de requerimientos por parte de los usuarios finales (pacientes).	Diseño de la estructura del juego.
	Definición y especificación de Objetivos de rehabilitación	Diseño del guión del juego.
	Definición formal de los procesos de rehabilitación (Objetivos de rehabilitación, prerrequisitos, propiedades, roles, actividades y secuencia de actividades).	Identificación y modelado de los componentes del videjuego (mecánicas, reglas, dinámicas, estética)
	Definición del escenario y actividades.	Integración de las mecanicas del juego serio.
	Selección del modelo de escenario (escenario pedagógico y escenario lúdico).	Diseño de los retos y retroalimentación.
	Descripción de la metodología y estrategias de rehabilitación.	Diseño de los niveles del juego.
	Descripción de la estrategias de comunicación.	Diseño de personajes y enemigos.
	Definición de los Contenidos de entretenimiento.	Diseño de recursos.
	Definición de los Contenidos serios.	Diseño de los mensajes.
	Planeación.	Diseño del apartado artístico
	Análisis de costos.	Diseño de la jugabilidad.
	Análisis de propiedad intelectual.	Construcción del deocumeto de diseño del juego (GDD).
	Consruccion de bocetos y portotipos de la idea o concepto de juego.	Revisión del documento de Diseño GDD.

Tabla 4-9: Fases y actividades de APRehab (b).

Diseño de los requerimientos técnicos y de interaccíón	Diseño de prototipos	Test de juego (PlayTest)
Descripción detallada de las actividades en terminos de sus herramientas y recursos necesarios.	Diseño de prototipos iniciales del juego.	Diseño de evaluación del concepto.
Especificación de requerimientos.	Construcción de prototipos de bajo nivel.	Prueba de prototipos de concepto.
Análisis de la plataforma tecnológica.	Construcción de prototipos Jugables.	Diseño de evaluacion de prototipo inicial jugable.
Requerimientos de la plataforma.	Implementacion de Prototipos de alto nivel.	Evalución heuristica con expertos (rehabilitación y en juegos serios).
Requerimientos de usabilidad.	Implementción de prototipo final.	Análisis de resultados (Inicial).
Identificación e implmentación de requerimientos funcionales y no funcionales.	Historial de versiones.	Diseño de prueba para el prototipo de alto nivel.
Identificación de herramientas y recursos para realizar las actividades.		Evaluación del prototipo final.
Identificación de los objetivos y la interacción del juego.		Evaluación de desempeño en la actividad del usuario.
Especificación detallada de las Interfaces.		Evaluación del grado de rehabilitación obtenida del juego serio.
Análisis y diseño de la Interacción.		Evaluación de UX y usabilidad
Identificación de patrones y lineamientos de diseño de las interfaces y de la interacción.		Evaluación con expertos.
Incorporación de elementos de usabilidad y accesibilidad.		Evaluación con usuarios finales.
Selección del tipo de interacción.		Análisis de resultados (final).
Identificación y selección de los dispositivos de interacción.		
Diseño de las interfaces de interacción.		
Diseño de pantallas y menús.		
Diseño de seguimiento de puntaje.		
Diseño del sistema de ayuda y localización.		
Diseño del control del juego.		
Diseño de dispositivos de interacción tangible para rehabilitación.		
Construccion del documento técnico de diseño (DTD).		
Revisión del documento de DTD.		

5. Metodología para el diseño de juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva (APRehab)

"Que el niño decida a qué quiere jugar, no que el juguete le diga cómo tiene que jugar"
Pablo R. Boj.

Los juegos serios surgen como respuesta a la necesidad de ofrecer herramientas con las cuales se puedan realizar procesos o actividades formativas o de rehabilitación a través de medios lúdicos, tecnológicos (digitales y tangibles) y entretenidos. Estas herramientas han demostrado que el desarrollo de habilidades cognitivas y físicas de sus usuarios se incrementan debido a las novedosas y constantes estrategias para la motivación del aprendizaje no pasivo a la que estos juegos los exponen, incentivando la sensación de satisfacción personal por los logros obtenidos durante la interacción, en un entorno distinto al tradicional. Es por ello que involucrar herramientas basadas en el juego como estrategia, podrían ayudar a que niños con necesidades especiales, especialmente con discapacidad auditiva, a que mejoren su desarrollo físico y cognitivo de una forma agradable y satisfactoria con procesos interactivos acompañados de elementos gamificados y de rehabilitación.

Como se apreció en las secciones anteriores, en la actualidad se cuentan con un buen número contribuciones de juegos serios dirigidos a aprendizaje y rehabilitación de niños con discapacidad auditiva. Sin embargo, algunas de estas propuestas han evidenciado algunos problemas de adaptación, uso, comprensión y seguridad por parte de los niños con discapacidad auditiva, y esto es debido a la falta de un proceso que les permita facilitar y comprender desde la perspectiva del niño y los expertos en el área, las necesidades y limitaciones que estos niños poseen debido al nivel de desarrollo físico y cognitivo limitado provocado por su discapacidad.

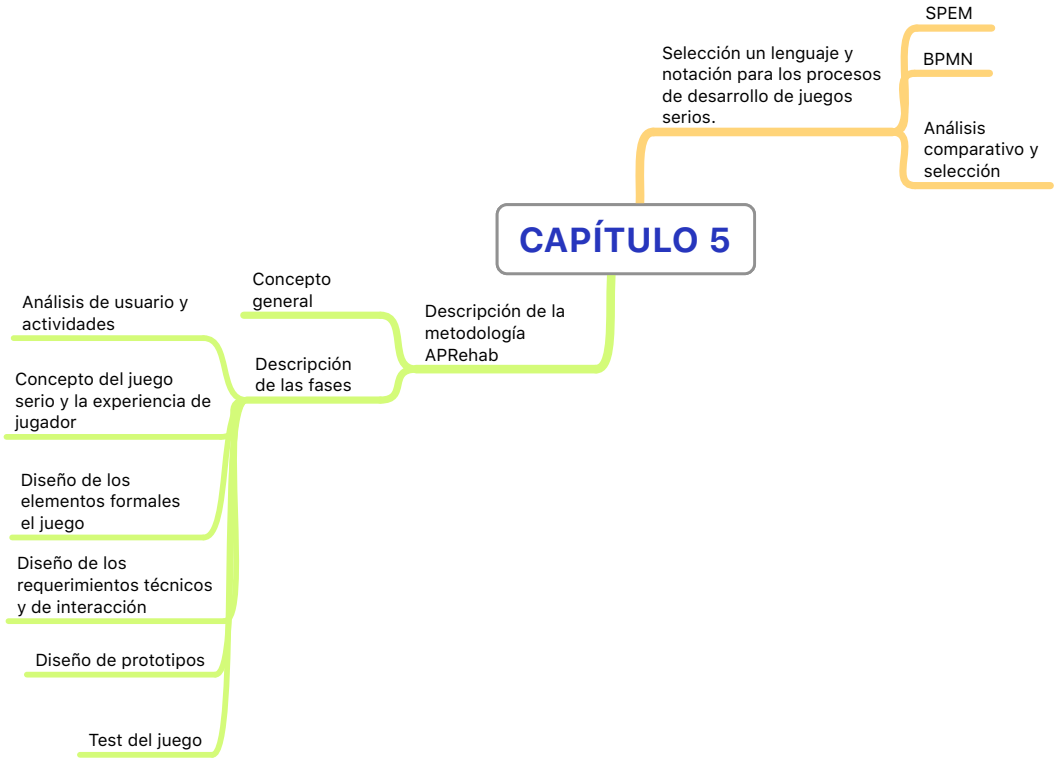
Con el fin desarrollar experiencias interactivas enfocadas a la rehabilitación de niños con discapacidad auditiva con retrasos motrices nace la metodología APRehab. En este capítulo se presenta una propuesta metodológica que recurre a las técnicas y herramientas más importantes

provenientes del Diseño Centrado en el Usuario (DCU), la Teoría de la Actividad, de diferentes metodologías de diseño e implementación de videojuegos y juegos serios, permitiendo realizar un diseño más profundo de todos los elementos formales, las mecánicas y del tipo de interacción del juego serio, creando así las diferentes funcionalidades que permitirán que el niño alcance los objetivos de rehabilitación propuestos por el juego.

APRehab fue construida siguiendo los lineamientos, parámetros y componentes del lenguaje de modelado y notación estandarizado para el desarrollo de software SPEM 2 con el fin de facilitar la construcción de una metodología formal de diseño que permita el modelado, visualización, especificación, construcción y documentación de cada uno de los procesos, roles, actividades, tareas y productos generados en cada una de las instancias que se realicen en cada fase de la metodología.

El presente capítulo se divide en dos secciones. En la primera sección se expondrán las razones de la selección del meta modelo a partir de un análisis comparativo entre BPMN y SPEM 2 que permitieron concluir porque este último fue la mejor opción que se podría adoptar en la metodología APRehab para modelar los diferentes procesos de diseño del juego serio. En la segunda sección se definirá la metodología APRehab y se realizará un recorrido por cada fase de la metodología, en donde se explicará el objetivo de cada una y se describirán las diferentes actividades, tareas, productos y roles relacionados con estas fases, con el objetivo de ofrecer un panorama de los principales aspectos de la metodología y sus diferentes componentes.

Figura 5-1: Mapa estructural del capítulo.



5.1 Selección de un lenguaje y notación para los procesos de desarrollo de juegos serios.

Cuando se desarrollan sistemas interactivos como son los videojuegos o los juegos serios, se requiere seguir un proceso formal de construcción en donde se deben realizar actividades secuencialmente que ayudan a garantizar el desarrollo adecuado estos. Hoy en día, muchos de los procesos de desarrollo de software y de sistemas interactivos se encuentran basados en los diferentes métodos y técnicas que han nacido de la ingeniería de software con el objetivo de mejorar los procesos y el conocimiento que poseen las organizaciones desarrollo. Actualmente la ingeniería de software ofrece un conjunto de modelos que le permiten a los desarrolladores obtener una descripción simplificada de cómo deben seguir un proceso de desarrollo de un producto de software o sistema informático [179]. Estos modelos pueden incluir una serie de actividades y tareas, que hacen parte de los diferentes procesos de desarrollo.

Sin embargo, para que estos equipos de desarrollo puedan entender claramente cómo se debe visualizar los procesos y como se deben seguir la secuencia de las actividades asociadas al desarrollo, debe existir una notación fácil de leer, comprender y seguir. Como respuesta a esta necesidad aparecen los lenguajes de modelado. Uno de los consorcios más grandes de estandarización de procesos de desarrollo de tecnología es la OMG o Object Management Group [180]. Este consorcio, sin ánimo de lucro desde su fundación en 1989 ha promovido uso de guías y especificaciones estandarizadas con el fin de facilitar la ejecución de los diferentes procesos que involucran el desarrollo de tecnologías, como son los sistemas informáticos. Actualmente los lenguajes de modelado más populares que ofrece la OMG son el SPEM (Software Process Engineering Metamodel) [181 - 185] y el BPMN (Bussines Process model and notatión) [186].

Con el fin de poder ofrecer a través de APRehab una notación y un lenguaje que permita que los desarrolladores se les facilite la compresión de los diferentes procesos, actividades, tareas y roles que harán parte de cada una de las fases de la metodología, se realizó una comparación entre los lenguajes de modelado de procesos de desarrollo más populares ofrecidos por la OMG. A continuación, se describirán en términos generales a SPEM y BMPN, y al final se realizará una comparación entre estos leguajes con el fin de justificar por qué se optó al final trabajar con el metalenguaje SPEM.

5.1.1 Meta modelo para procesos de ingeniería de software (SPEM)

Como se dijo anteriormente, SPEM es un meta modelo UML (Unified Modeling Language) estandarizado propuesto por la OMG basado en MOF (MetaObject Facility), el cual tiene como objetivo ofrecer un marco de referencia formal que ayude a la definición de procesos, componentes y elementos de desarrollo de sistemas informáticos y de software. Actualmente se encuentra en la versión 2.0 [184 - 185]. Spem al ser un meta modelo de UML posee su propia notación y permite visualizar, especificar, construir y documentar los procesos de desarrollo de software.

SPEM ofrece herramientas que ayudan a representar conjuntos de procesos de desarrollo de software y sus componentes, a través de un conjunto de elementos que permiten el modelado y representación gráfica de los diferentes procesos y actividades con el fin de facilitar su descripción. Para esto SPEM tiene implementado una sintaxis y estructura para representar cada uno de los componentes y elementos que intervienen en el desarrollo de software, como son:

- Roles.
- Tareas.
- Artefactos.
- Listas de verificación.
- Productos de trabajo.
- Técnicas y herramientas.
- Estructuras de trabajo.
- Capacidad de Rastreo y refinamiento.
- Ayuda sensible al contexto.
- Descripción textual de elementos

SPEM parte de la idea de que un proceso de desarrollo es un trabajo en conjunto entre los diferentes elementos activos llamado roles. Estos roles usualmente representan a las personas, los cuales son los que realizan las actividades y tareas con el fin de obtener productos de trabajo. La mayor unidad de trabajo en SPEM se denomina actividad la cual consta de una serie de pasos, que representan las diferentes acciones o tareas que se deben realizar dentro de la actividad.

El meta modelo SPEM también ofrece una serie de elementos que permiten la estructuración del ciclo de vida de un proyecto de desarrollo, los cuales permiten organizarlo en fases e iteraciones. Los principales elementos que posee el meta modelo son los siguientes [182-185]:

- WorkProduct (Producto de trabajo).
- WorkDefinition (Definición de trabajo).
- Activity (Actividad)
- ProcessPerformer (Ejecutor de procesos)
- ProcessRol (Rol de proceso)
- ProcessPackage (Paquete de proceso)
- Guidance (Guías)
- ProcessComponent (Componente de proceso)
- Discipline (Disciplina)
- Process (Proceso)

Finalmente, SPEM permite la representación gráfica de los procesos con el objetivo de facilitar la visualización y comprensión de cómo funcionan los diferentes procesos relacionados con las actividades de una fase. Gracias a la facilidad de permitir la representación de los procesos de

desarrollo, SPEM se ha usado actualmente en infinidad de proyectos de desarrollo, incluidos el desarrollo de videojuegos [186].

Para realizar esta representación gráfica ofrece una serie de estereotipos que representan los diferentes componentes que se necesitan para la representación de un proceso.

Figura 5-2: Estereotipos de SPEM.

Elemento	Estereotipo UML
Activity	
Document	
Guide	
Process	
Phase	
Process Package	
Rol	
WorkProduct	
WorkDefinition	
Model	

Con la aparición de SPEM 2.0. También se cambiaron algunos elementos y representación que se venían usando anteriormente. A continuación, se muestra una comparación de los estereotipos más usados y como cambiaron.

Figura 5-3: Comparación entre los estereotipos SPEM 1.1 y SPEM 2.0.

Estereotipo	SPEM 1.1	SPEM 2.0
Activity		
Category		
Guidance		
ProcessComponent		
Rol		
Step		

En conclusión, SPEM ofrece una buena cantidad de herramientas que dan soporte a la especificación y facilita la definición de los procesos, da mecanismos para incluir elementos que no se pueden formalizar a partir del lenguaje natural, ofrece repositorios de almacenamiento de procesos y les ofrece a los desarrolladores la decisión de la elección de la notación, lo que permite solucionar los problemas de expresividad de representación de algunos procesos más complejos.

5.1.2 Modelo y notación para procesos de negocio (BPMN)

BPMN es una un estándar que nació de la Business Process Management Initiative y que actualmente hace parte de la OMG. El principal objetivo de BPMN es proporcionar una notación que todos los integrantes del negocio puedan comprender fácilmente [186 - 187]. BPMN ofrecen herramientas para generar conexiones entre los procesos de diseño y los procesos de negocio y la implementación del desarrollo, adicionalmente a esto se ofrece una notación gráfica la representación de los diferentes procesos y actividades que se llevan al interior del negocio.

Cabe recordar que BPMN solo permite el modelado los diferentes procesos de negocio por lo que la estructura de la organización, recursos, modelos de datos, estrategias, reglas de negocio, etc. no se permiten modelar. En otras palabras, BPMN representa los procesos o actividades que realiza una organización para alcanzar su propósito u objetivo.

Los diferentes modelos BPMN se expresan gráficamente a través de los diagramas BPMN o BPD, los cuales representan la secuencia de actividades que se realizan durante un proceso. Los BPD se pueden clasificar en cuatro categorías, los objetos de flujo (eventos, actividades y pasarlas), los conectores (flujo de secuencia, flujo de mensaje y asociación), las calles (pool y line) y los artefactos (datos, grupos y anotaciones) [186 - 188].

Entre las diferentes ventajas que ofrece BPMN están [188]:

- Es un estándar internacional que facilita el modelado de los procesos de negocio y fuertemente aceptado por la comunidad.
- Es totalmente independiente de cualquier tipo de metodología de modelado de procesos.
- Facilita la conexión entre los procesos de negocio y la implementación de los mismos.
- Ofrece una manera unificada para el modelado de los procesos permitiendo facilitar la comprensión de estos por parte de los interesados o Stakeholders.

Algunos de los objetos gráficos que usa BPMN para modelar los diferentes procesos y actividades del negocio son los siguientes [188]:

Figura 5-4: Objetos de Flujo

Figura 5-5: Objetos de conexión.

Figura 5-6: Canales o Calles.

Figura 5-7: Artefactos.

En conclusión, BPMN al ser una notación más expresiva, permite ofrecer una herramienta de modelado que es capaz de expresar una mayor cantidad de patrones o actividades dentro de los procesos de negocio. También ofrece una herramienta más rica gráficamente, donde existen menos elementos básicos o fundamentales, pero ofrece diferentes variaciones que facilitan el uso y la comprensión de los procesos por parte de personas no expertas.

5.1.3 Comparación y selección del lenguaje y notación para el modelado de los procesos de APRehab

Existen diferentes trabajos [190 - 191], que han sido dirigidos a realizar un análisis comparativo de los diferentes lenguajes y notaciones para el modelado de procesos que actualmente se usan en el mercado de la industria del desarrollo de software y de sistemas interactivos. Estos trabajos han tenido como principal objetivo la selección de un conjunto de criterios que faciliten el análisis comparativo, la identificación y posterior elección de un lenguaje de modelado, que ayude a la comprensión de los procesos y actividades que se llevan a cabo en el desarrollo de software y al interior de una organización o negocio.

En el trabajo de investigación hecho por Juan Pérez [190], se realizó una comparativa entre diferentes lenguajes de notación entre las que incluyo el SPEM 2.0 y BPMN. Para este proceso de comparación selecciono una serie de criterios.

- La capacidad de modelar la complejidad de los procesos de negocio.
- La capacidad de la representar roles y su asignación a diferentes tareas.
- Capacidad para especificar las características de calidad de los procesos de negocio.
- Capacidad para especificar repositorios de procesos.
- Capacidad para especificar atributos que permitan gestionar los procesos.
- Permitir una vista multinivel de los procesos.
- Facilidad de comprensión para aquellos que no son especialistas en modelado.
- Permitir la integración y soporte para otro tipo de notaciones.
- Posibilidad de enlazar de manera directa una actividad con un lenguaje de programación.
- Existencia de herramientas de trabajo.

El resultado que realizo del análisis de cada uno de los diferentes lenguajes de notación dio como resultado una tabla comparativa, la cual se muestra a continuación.

Figura 5-8: Comparativa entre notaciones.

Características / Notación	SPEM	BPMN	XPDL	jBPM-jPDL	ARIS	IDEF	AD
Expresividad	(1)	✓	✓	✓	(1)	✓	✓
Roles	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓
Calidad	×	×	×	×	✓	×	×
Reuso	✓	×	×	×	×	×	×
Gestión	✓	×	×	×	✓	×	×
Multinivel	(1)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Comprensible	(1)	✓	×	×	✓	×	×
Integración y soporte	BPMN AD XPDL UML	XPDL	BPMN	×	UML SAPR/3	×	×
Código	×	×	×	✓	×	×	×
Herramientas	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Imagen tomada de [190]

A pesar de que el objetivo principal de Pérez [190], era seleccionar una notación que le facilitará el modelado de procesos de negocio, concluyó que no era conveniente seleccionar solo uno, ya que cada uno de los lenguajes analizados posee diferentes particularidades y características que los hacen únicos y útiles para el modelado de procesos. El autor recomienda que antes de realizar una selección, se debe realizar análisis del dominio del problema a solucionar. Luego de esto se debe identificar si la notación seleccionada permite dar soporte al problema detectado y si ofrece herramientas para realizar las actividades necesarias para trabajar en el modelado y la definición de los procesos que se quieren modelar.

En el 2010, la autora Pilar Vásquez [191] presentó un análisis comparativo de diferentes lenguajes notacionales para el modelado de procesos basados en el estándar de la OMG. En este análisis seleccionó los lenguajes SPEM, BPMN y Diagramas de Actividades de UML. Entre los criterios de selección que usó para este análisis comparativo fueron:

- El tipo de formalización que usa el lenguaje (Formal, Semi-formal, Informal).
- Objetivos de modelado.
- Capacidad de representar diferentes vistas de proceso (Funcional, Estructural, Comportamiento).
- Capacidad de Abstracción y modularidad.
- Capacidad de expresividad de la notación.
- Facilidad de aplicación.
- Facilidad de comprensión de la notación.
- Posibilidad de automatización del proceso.

Figura 5-9: Tabla comparativa de lenguajes notacionales del estándar OMG.

CRITERIOS		BPMN	SPEM	DA-UML
Formalismo		Semi-formal	Semi-formal	Semi-formal
Objetivos de modelado		Proveer notación legible y entendible para usuarios de negocios, estandarizar notación de procesos de negocio.	Proporcionar un marco formal para la definición de procesos de desarrollo de sistemas y de software.	El propósito del diagrama de actividad es modelar un proceso de flujo de trabajo (workflow) y/o modelar operaciones.
Representa las diferentes vistas del proceso:	**Funcional**	☑	☑	☑
	Estructural	☑	☑	☑
	Comportamiento	☑	☒	☑
Abstracción y Modularidad		☑	☑	☑
Capacidad de Expresión		☑	☒ [1]	☑
Facilidad de aplicación		☑	☒ [1]	☑
Facilidad de comprensión		☑	☒ [1]	☑
Posibilidad de automatización		☑	☒	☒

	SPEM	BPMN	DA-UML
Basado en MOF	☑	☑ [1]	☑
Modelado de comportamiento	☒	☑	☑

Imagen tomada de [191]

A partir de este trabajo comparativo Pilar Vázquez concluye que a pesar de que BPMN e un lenguaje notacional practico, claro y preciso para el modelado de procesos de diferentes tipos de negocio, este se queda a veces corto en aquellos procesos que son muy específicos como se presentan en la industria de software, por lo que para este tipo de procesos recomienda el uso de SPEM por que ofrece una semántica completa que facilita el modelado de procesos de software.

Para finalizar, la contextualización que se realizó en este apartado sirvió de panorama para comprender como funciona y que elementos nos ofrecen los dos lenguajes de notación de modelado de procesos más usados en la industria. También el análisis comparativo realizado por Pérez [190] y Vázquez [191] suministro elementos y criterios importantes para la selección de lenguaje de notación para el modelado de los procesos que se ofrecen en cada una de las fases de APRehab. Como Pérez sugirió en su conclusión, el primer paso que se realizó fue el identificar cual es el

dominio de la problemática que se desea resolver, y en este caso la principal necesidad que quiere resolver APRehab es ofrecer una guía que le facilite a los diseñadores y desarrolladores la construcción de juegos serios dirigidos a la rehabilitación de psicomotriz de niños con discapacidad auditiva, pero para lograr esto APRehab ofrece una serie de fases, actividades, tareas, roles, plantillas y productos que se deben realizar y usar durante el proceso de diseño del juego serio, por lo que es de gran importancia el ofrecer a través de APRehab una herramienta que permita facilitar el modelado, visualización, especificación, construcción y documentación de cada uno de los procesos que esta ofrece.

Si se ve de esta forma se podría decir que BPMN ofrece un formalismo semi estructurado con diferentes niveles de representación de los procesos, facilidad de aplicación y comprensión, y la gestión de roles tan necesarias para que APRehab ofrezca los elementos necesarios para el modelado de cada uno de los procesos, sin embargo si profundizamos en el tipo de producto que se desea obtener a través de la ejecución de cada uno de los procesos que ofrece la metodología, se puede identificar claramente que los procesos de APRehab, no son actividades de negocio, sino la generación de juego serio como producto final, el cual necesita de la ejecución de actividades especializadas en el diseño y desarrollo de este tipo de productos interactivos que hacen parte de la industria del software.

Para este caso, si se analiza lo sugerido por Vásquez, se podría llegar a la conclusión de que como el producto esperado por APRehab es un juego serio o sistema interactivo que tiene diferentes componentes de software, como los videojuegos, entonces la metodología podría tener procesos especializados que no se podrían modelar fácilmente con BPMN, por lo que la selección más adecuada seria la notación que ofrece SPEM, ya que este ofrece un framework con una serie de elementos que permitirán facilitar el modelado, visualización, especificación, construcción y documentación de cada uno de los procesos, actividades, tareas y roles que se especifican en cada una de las fases de APRehab. Además, que entre los beneficios que trae el uso de SPEM, es que existe documentación en donde se ha implementado su notación en los procesos involucrados en el desarrollo de videojuegos [186], por lo que ofrece un punto de partida para facilitar la adaptación de la notación SPEM a los procesos de diseño de juegos serios para rehabilitación que ofrece la metodología APRehab. Adicionalmente a esto, la fundación Eclipse [192], ofrece una plataforma libre, llamada EPF Composer [193], que facilita el trabajo a través de las diferentes herramientas que permiten la creación y descripción de las fases, actividades, tareas, pasos, roles y productos necesarios para el modelado gráfico de los diferentes procesos de una metodología. El EPF Composer dentro de sus características, permite la generación de una página en donde se pueden desplegar a través de internet cada uno de los procesos con sus gráficos y descripciones con el fin de ofrecer un acceso directo a las personas a las que iría dirigida la metodología.

En conclusión, con los elementos, ventajas y beneficios como la facilidad de uso, la facilidad de comprensión y aplicación, por la expresividad en procesos específicos en el área de software, por la facilidad de gestión de las actividades los roles y los productos, por la generación automática de modelos gráficos de los procesos, por la generación de una plataforma online para la distribución y visualización de los contenidos de la metodología y la documentación existente en el área de los videojuegos, se tomó la decisión de adoptar el lenguaje de modelado y notación SPEM para la

representación y descripción de cada uno de los procesos que ofrece la metodología APRehab para el diseño de juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva.

5.2 Descripción de la metodología APRehab

APRehab es una propuesta metodológica de diseño de juegos serios para rehabilitación que permite guiar a los desarrolladores en la creación de experiencias interactivas para procesos de recuperación y adquisición de habilidades psicomotrices de niños con problemas auditivos. La metodología APRehab posee la particularidad de ofrecer las herramientas y técnicas que permiten realizar un análisis profundo de los niños con discapacidad auditiva, sus características físicas, cognitivas y lo más importante las actividades que realizan y los elementos mediadores que usan para lograr los objetivos deseados en la recuperación.

La metodología APRehab trabaja bajo la base de un proceso iterativo, que permite en cada ciclo generar una evolución consistente del juego serio además de la claridad procedural para la documentación adecuada. Ofrece adicionalmente un proceso de evaluación continua en cada fase con el acompañamiento de expertos en el dominio de la salud y los niños con discapacidad auditiva, con el fin que desde las primeras fases del diseño se esté recibiendo retroalimentación constante del producto en ciclos de mejora consistentes para generar una experiencia de usuario satisfactoria y una herramienta que permita alcanzar los objetivos de rehabilitación psicomotriz y motivación necesarias para este tipo de sistemas interactivos.

La metodología fue creada bajo los criterios, pautas, lineamientos y teorías de diferentes vertientes de la interacción humano computador y los juegos serios. Los principales elementos claves que se incluyeron dentro del proceso de construcción de la metodología fueron el **Diseño Centrado en el Usuario**, con el objetivo de facilitar la identificación de las características, limitaciones y necesidades del usuario a partir de su acompañamiento durante todo el proceso de diseño del juego serio, **La teoría de actividad** con el fin de identificar los diferentes componentes que componen la actividad y esta como motiva y estimula el comportamiento del niño para lograr los objetivos propuestos por ella, **La ingeniería semiótica** para ofrecer elementos que faciliten el proceso de diseño adecuado de las diferentes interfaces y componentes de interacción, Los juegos serios con el fin de ofrecer materiales que permitan comprender y estructurar las diferentes actividades y procesos que son necesarios para su adecuado diseño e implementación y Finalmente, **La interacción tangible** con el propósito de ofrecer nuevas formas de interactuar más fácilmente y de forma divertida con el juego serio.

Figura 5-10: Elementos claves en la construcción de APRehab

Diseño centrado en el usuario

Filosofía de diseño que tiene como objetivo la creación de productos que resuelvan necesidades concretas de sus usuarios finales, consiguiendo la mayor satisfacción y mejor experiencia de uso posible con el mínimo esfuerzo de su parte.

Teoría de la Actividad

Teoría que se enfoca principalmente en entender la unión entre la conciencia y la actividad, con el fin de comprender como las personas y los artefactos mediadores, se fusionan para llevar a cabo las diferentes acciones y cumplir sus objetivos.

Ingeniería semiótica

Campo que ayuda al diseño de artefactos a partir del modelo de comunicación tradicional usando técnicas para el diseño de interfaces que contribuyan en la comprensión del mensaje a través del uso del signo y las metáforas en las interfaces.

Juegos serios

Son juegos cuyo objetivo principal va más allá del puro entretenimiento de los jugadores, debido a que se dirigen principalmente a ofrecer un producto lúdico que permita que sus usuarios puedan desarrollar aspectos formativos.

Interacción tangible

Interfaz de usuario con la que una persona interactúa con la información digital a través del entorno y elementos físicos, cuyo propósito es potenciar la colaboración, el aprendizaje y el diseño dando formas físicas a la información digital, aprovechando así la capacidad humana para captar, manipular objetos y materiales físicos.

La metodología APRehab posee cuatro fases principales (Análisis de usuarios y actividades, Concepto de juego serio y la experiencia de jugador, Diseño de los elementos formales del juego, diseño de los requerimientos y la interacción) y dos fases que son transversales a las anteriores (diseño de prototipos y Test del juego), lo que permite realizar en cada fase principal un prototipo y una evaluación ofreciendo así un proceso iterativo y flexible que permite ir mejorando y evolucionando el juego serio que se esté diseñando. En la figura 5-10 de despliega el modelo conceptual de la metodología APRehab y se muestra como es el proceso de comunicación entre las diferentes fases

Figura 5-11: Modelo conceptual de APRehab

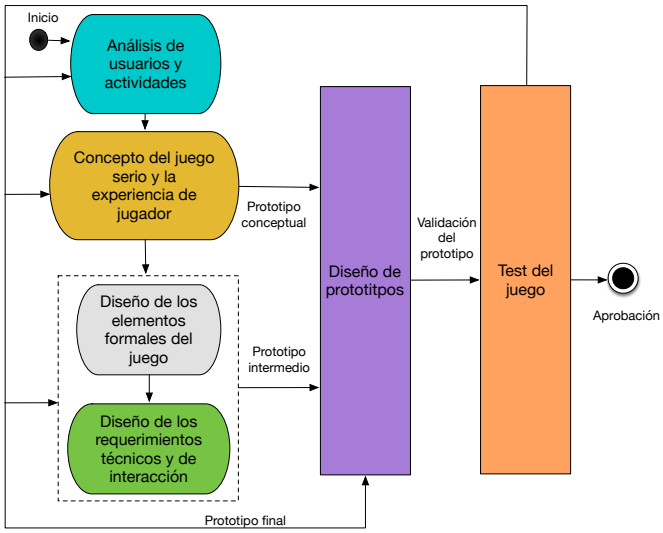
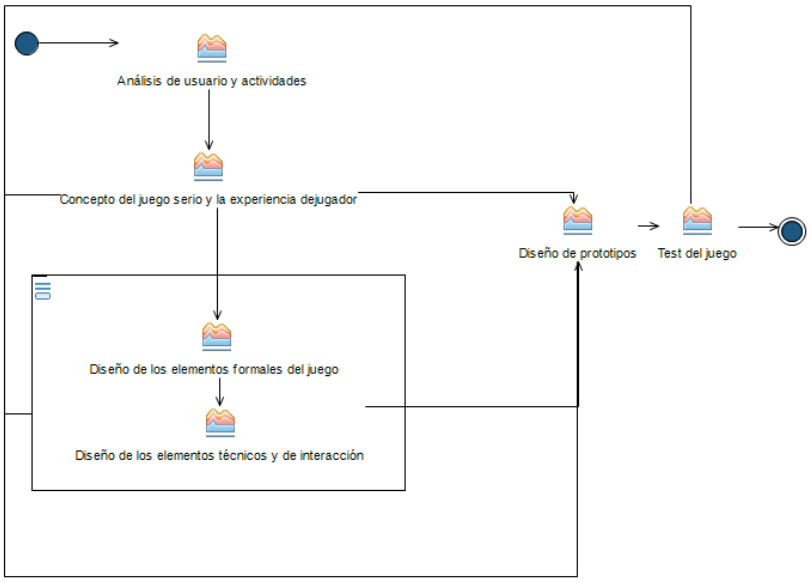


Figura 5-12: Modelo conceptual APRehab en Spem.



5.2.1 Fase 1: Análisis de usuarios y actividades

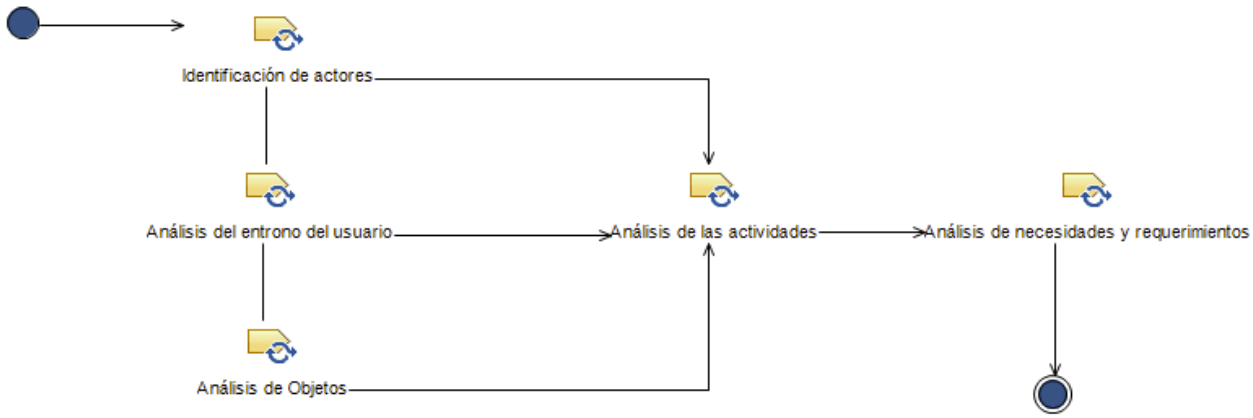
Fase construida a partir del modelo de actividades y requerimientos de usuario (MARAU), que facilita el proceso de la identificación de los diferentes actores del problema y análisis de los aspectos físicos y cognitivos de los niños con discapacidad auditiva (Identificación de actores), el análisis del contexto físico, social y cultural del niño con discapacidad auditiva (Análisis del entorno

de usuario), el análisis de artefactos de usuario e instrumentos mediadores (Análisis de los objetos), la identificación y análisis de actividades de usuario y de rehabilitación psicomotriz (Análisis de actividades), y finalmente la identificación y definición de las necesidades de usuario y requerimientos que debe tener el juego a construir (Análisis de actividades y requerimientos).

A partir de MARAU, APRehab obtiene un modelo de actividad que ayuda a definir la tipología del niño con discapacidad auditiva, los objetos mediadores que se usarán como instrumentos de interacción, las reglas que tendrá la actividad, la comunidad o grupo de actores que intervendrá en el proceso de rehabilitación psicomotriz del niño con discapacidad auditiva, la división de roles o acciones a realizar durante la actividad y el objetivo de la actividad de rehabilitación a alcanzar. Con esta información más el perfil y las necesidades de los niños con discapacidad auditiva, se obtienen los insumos para la conceptualización y diseño tanto del juego como de la experiencia de usuario, elementos necesarios para abordar adecuadamente la siguiente fase. El producto resultado de esta fase es un documento donde se describen las diferentes actividades y perfil de usuario.

A continuación, se describirá cada tarea con sus respectivos pasos y roles identificados para cada uno.

Figura 5-13: Proceso de la fase de análisis de usuario y actividades.



5.2.1.1 Identificación de actores

Actividad en la cual se debe construir los perfiles de usuario de cada uno de los actores que intervienen en la actividad de rehabilitación del niño con discapacidad auditiva.

Rol: Analista (Encargado de analizar e identificar las características de los pacientes, las actividades que realizan, su contexto, los objetos que usa para la rehabilitación, las personas que lo rodean y las necesidades de rehabilitación Psicomotriz)
Roles secundarios: Niño con discapacidad auditiva y Terapeuta.

Pasos:

1) **Identificación de grupo de actores:** Tarea donde se realiza la identificación de grupo de actores (usuarios finales y a los diferentes involucrados). A partir de este proceso de identificación se usa la técnica de creación de personas en donde consignamos las características de los diferentes actores que intervienen en la actividad y se generan los perfiles de usuario (niño con discapacidad auditiva) que unificará los diferentes subgrupos que pertenecen al grupo de audiencia.

   Para el caso de la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva, los actores son todas aquellas personas que intervienen en el proceso o actividad de rehabilitación y que deben estar involucrados dentro del diseño del juego serio. El objetivo de esta actividad es identificar estos actores para luego construir un perfil de cada uno y poder detectar el rol que poseen durante el proceso de rehabilitación psicomotriz del niño con problemas auditivos. Cabe recordar que el niño con discapacidad auditiva hace parte de estos actores y es por ello que es de gran importancia para identificar sus necesidades que condicionarán las actividades que harán parte del juego serio. Para la identificación de este grupo de actores se recomienda usar técnicas como la observación de campo y el análisis contextual.

2) **Identificación de los factores humanos:** Tarea en donde se identifica y se analiza los procesos cognitivos, físicos y socioculturales que pertenecen al grupo de actores y al niño con discapacidad auditiva. Para la identificación y construcción de los perfiles de usuario se recomienda.

   - Realizar una observación de campo en los diferentes entornos en los que se encuentran los actores.
   - Usar la observación encubierta de las actividades que realiza en niño con discapacidad auditiva en cada uno de sus entornos, para identificar sus capacidades físicas, cognitivas y mentales.
   - Para conocer a profundidad a los actores se debe construir un mapa de empatía de cada uno.
   - Finalmente, para consolidar la información se recomienda el uso de la técnica persona en donde se describirá a cada una de las personas que hacen parte de los actores dentro de la terapia.

Salida: "Perfil de usuario", con la información detallada de los diferentes actores involucrados en el proceso de diseño del juego serio y las características físicas y cognitivas de los niños con discapacidad auditiva. (sección de anexos).

5.2.1.2 Análisis del entorno del usuario

Actividad en donde se debe identificar el entorno físico, social y cultural para conocer el contexto de las actividades diarias y de rehabilitación del niño con discapacidad auditiva, además para obtener posibles escenarios en los cuales se realizarán las actividades con el juego serio.

Cabe recordar que el modelo se dirige a un entorno de un niño que posee una discapacidad auditiva y que requiere de diferentes elementos que lo ayuden a la rehabilitación psicomotriz, es por eso la importancia de identificar plenamente estos elementos y como pueden afectar (positivamente o negativamente) su actividad. Entre las técnicas que se pueden usar están las de inspección y de indagación contextual que nos permitan generar diferentes escenarios en donde se involucren los aspectos de los usuarios y sus actividades. A partir del análisis del contexto de usuario se puede dar una aproximación de los escenarios y las reglas que se regirán entorno a la actividad como tal del niño con discapacidad auditiva.

Rol principal: Analista
Roles secundarios: Niño con discapacidad auditiva y Terapeuta.

Pasos:

1) Identificación del entorno físico del usuario: Paso en donde se identifica el entorno físico y todos los elementos que se encuentran relacionados con las actividades que desarrolla el niño con discapacidad auditiva (casa, colegio, centro de rehabilitación). Para esta identificación se pueden usar herramientas y técnicas como el análisis etnográfico, mapa de contexto, observación encubierto o sombra.

2) Identificación del entorno social y cultural del usuario: Paso donde se debe identificar el entorno social y cultural que pueden afectar el comportamiento, las actividades y las experiencias del niño con discapacidad auditiva. Se pueden usar herramientas y técnicas como el análisis etnográfico, mapa de contexto, observación encubierto, sombra.

Salida: "Escenarios y restricciones", con la información detallada del entorno educativo y del hogar que rodea al niño, adicionalmente se describen aquellas restricciones que limitan o restringen ciertas actividades y comportamientos del niño y su familia.

5.2.1.3 Análisis de los objetos

Durante esta actividad el analista debe identificar las herramientas y objetos mediadores que ayudan que los niños con discapacidad auditiva logren sus objetivos de rehabilitación psicomotriz. En el momento de ser identificado todos los objetos mediadores, se deben analizar desde el contexto en el que se usan, para que se usan y como estas intervienen como herramientas de ayuda para realizar las acciones relacionadas con la actividad de rehabilitación psicomotriz y cumplir con los objetivos. Adicionalmente a esto, se debe comprender como los niños perciben las herramientas desde su

accesibilidad y su ergonomía. Finalmente se debe realizar una comparación de los artefactos que se usan en las actividades e identificar por cuales podrían ser remplazados o mejorados.

Rol principal: Analista
Roles secundarios: Niño con discapacidad auditiva y Terapeuta.

Pasos:

1) Identificación de los objetos mediadores: En este paso se debe realizar observación de las actividades e identificar los elementos físicos que se usan para lograr los objetivos de las terapias, durante esta identificación se debe analizar cómo se usa y en qué tipo de contextos o actividades. Se recomienda usar la observación de campo o encubierto, y mapas de contexto.

2) Percepción de los objetos: Paso donde se debe analizar cómo se perciben los objetos mediadores que se usan dentro de las actividades de rehabilitación. Para ello se debe cuestionar o preguntar:

    - ¿Los objetos mediadores son adecuados?
    - ¿Los objetos mediadores brindan el apoyo que se requiere para realizar la actividad?
    - ¿Los objetos mediadores son esenciales para el alcance o cumplimiento del objetivo?
    - ¿Los objetos mediadores están diseñados pensando en su discapacidad?
    - ¿Los objetos mediadores son ergonómicos?

    Para esto se recomienda trabajar con grupos focales o grupos de discusión, integrados por los expertos en el dominio, los niños con discapacidad auditiva, los terapeutas e integrantes del equipo. También se pueden usar encuestas, entrevistas o interacción constructiva, para indagar sobre la experiencia del uso de los objetos mediadores y la percepción que se tiene de estos. Adicionalmente a esto se puede usar la técnica del costumer journey para analizar cómo es la experiencia de usar los artefactos que tiene a disposición para realizar la actividad.

3) Comparación de los objetos mediadores: Paso donde se analizan los objetos mediadores y se comparan con otros que ofrezcan los mismos servicios. Luego de esto se elige el que mejor se acomode a las necesidades del juego serio que se desea construir. En el caso que el objeto que se usa no cumple con los requerimientos de los niños con discapacidad auditiva se deben realizar propuestas de mejoras o de uso de nuevos dispositivos que permitan la interacción con el juego. Entre las herramientas que se pueden usar en esta actividad están los mapas mentales, las tablas comparativas y la inmersión cognitiva.

Salida: "Análisis de objetos mediadores", con la información detallada de los objetos y la percepción que tienen los niños de estos.

5.2.1.4 Análisis de las actividades

Actividad en la cual se debe identificar y comprender el objetivo de la rehabilitación, analizar la actividad desde sus comienzos y su evolución en el tiempo, asociar los objetos mediadores identificados y comprender su función en la actividad de rehabilitación.

En esta tarea se inicia con la indagación de las actividades actuales relacionadas con la motivación del niño con discapacidad auditiva, para ello se hace una revisión histórica y evolutiva de las actividades que desarrolla el niño (dentro del proceso de rehabilitación psicomotriz), luego se analiza el sistema de la actividad como tal (actividades, acciones y las operaciones), a través del monitoreo de las acciones de los niños y la elaboración de listas de tareas, para identificar aquellas actividades que se han internalizado en el niño y cuales están aún el proceso de externalización. En el caso de existir más de un actor que intervenga en la actividad, se debe realizar un análisis de cómo se dividen las tareas. Al final se establece los modelos de actividad junto a los posibles escenarios de actividades que se desarrollan durante el proceso de rehabilitación psicomotriz.

Rol principal: Analista
Roles secundarios: Niño con discapacidad auditiva y Terapeuta.

Pasos:

1) **Identificación del objetivo:** Paso donde se debe identificar el objetivo de rehabilitación y comprender la motivación que impulsa al niño con discapacidad auditiva a realizar la actividad.

2) **Indagar sobre la actividad:** Paso donde se debe identificar y comprender la razón de ser de la actividad, los procesos, las tareas y como están asociadas con el objetivo que debe alcanzar el niño con discapacidad auditiva. Se debe realizar un seguimiento de la actividad a través de la historia para comprender la razón de ser y los resultados obtenidos a través del tiempo.

3) **Monitoreo de acciones y tareas de usuario:** Paso donde se analizan las acciones que debe realizar el niño con discapacidad auditiva durante la actividad de rehabilitación, su objetivo y la relación que tiene con los elementos mediadores.

4) **Modelado del sistema y escenarios de actividad:** Cuando se tenga identificado el contexto, los elementos mediadores, el perfil del niño, los objetos mediadores y las actividades del niño, se debe realizar un modelo de actividad en donde se define el sujeto, los instrumentos, las reglas de la actividad, la comunidad que rodea al sujeto, la división de tareas y el objeto o motivo de la actividad de rehabilitación.

Salida: "Modelo de Actividad", donde se detalla los objetos, el sujeto, las reglas, los roles, la comunidad y las metas de la actividad de rehabilitación que se diseñará en el juego serio.

5.2.1.5 Análisis de necesidades y requerimientos

A partir del análisis de las actividades, los perfiles de usuario, los escenarios de las actividades y los objetos mediadores se establecerá un nuevo modelo de actividad, que permitirá realizar un análisis e identificación de los requerimientos técnicos y las necesidades de los niños con discapacidad auditiva, y, además, las del grupo de actores que intervienen en el proceso de la rehabilitación psicomotriz.

Para esto, se identificarán los requisitos de usuario a través de la recolección de información y uso de los diagramas de afinidad que permitirán establecer los gustos, intereses, necesidades y problemas futuros que luego servirán para establecer las funcionalidades y los objetivos de usabilidad, jugabilidad y de accesibilidad tendrá y deberá garantizar sistema interactivo cuando se desarrolle.

Rol principal: Analista
Roles secundarios: Niño con discapacidad auditiva y Terapeuta.

Pasos:

1) **Identificación de necesidades:** Paso donde se debe realizar la identificación de las necesidades de los niños a partir de sus características físicas, cognitivas, socioculturales y de la discapacidad que lo aflige (para nuestro caso la discapacidad auditiva). Se debe comprender como sus actividades y procesos cognitivos afectan la actividad de rehabilitación que se desea realizar. ¿Entre las herramientas y técnicas que se pueden usar la inmersión cognitiva, el mapa mental, técnica de los 5 por qué?, técnica de los 5 para qué?

2) **Identificación de las necesidades de los actores involucrados:** Paso donde se analiza e identifica las necesidades de los terapeutas, médicos o expertos en el dominio o profesionales de la salud. Adicionalmente a esto se deben identificar las necesidades de los familiares o acompañantes de los niños con discapacidad auditiva. ¿Entre las herramientas y técnicas que se pueden usar se tienen la inmersión cognitiva, el mapa mental, técnica de los 5 por qué?, técnica de los 5 para que?

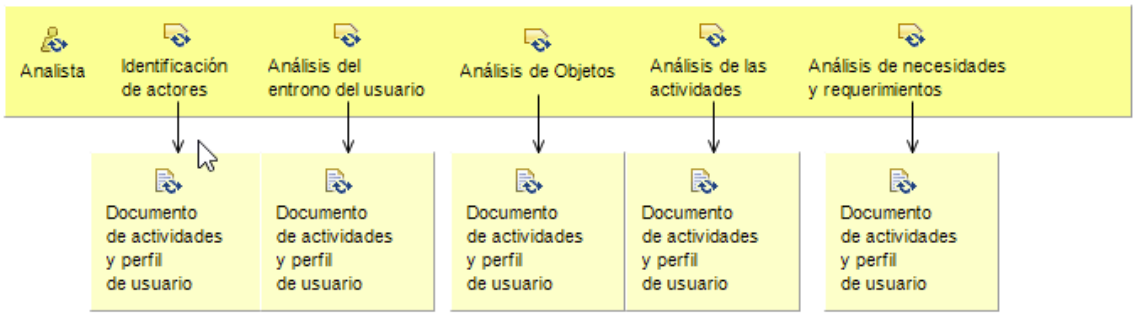
3) **Identificación de los requerimientos funcionales del juego serio:** Paso donde se identifica las funciones y actividades que el sistema deber realizar o permitirle hacer al niño con discapacidad auditiva y los actores. Entre las herramientas y técnicas que se pueden usar se tienen la inmersión cognitiva, el mapa mental, entrevistas, focus group, identificación de tareas contextuales.

4) **Identificación de los requerimientos no funcionales del juego serio:** Paso en la que se realiza la identificación de los elementos de hardware, los criterios de calidad, usabilidad, diseño universal, aspectos legales y políticos. Entre las herramientas y técnicas que se pueden usar se tienen la inmersión cognitiva, el mapa mental, entrevistas, focus group, identificación de tareas contextuales, análisis de la plataforma.

Salida: "Identificación de las necesidades de usuario y actores", donde se entrega información de detallada de las necesidades de niños con discapacidad auditiva y terapeutas, adicionalmente se obtiene una primera versión de los requerimientos que se necesitarían en el diseño del juego serio.

El proceso finaliza con la integración de cada uno de los insumos obtenidos en cada una de las diferentes tareas, en un documento final de fase llamado "Documento de actividades y perfil de usuario".

Figura 5-14: Diagrama de tareas por actores de la Fase 1 (Analista).

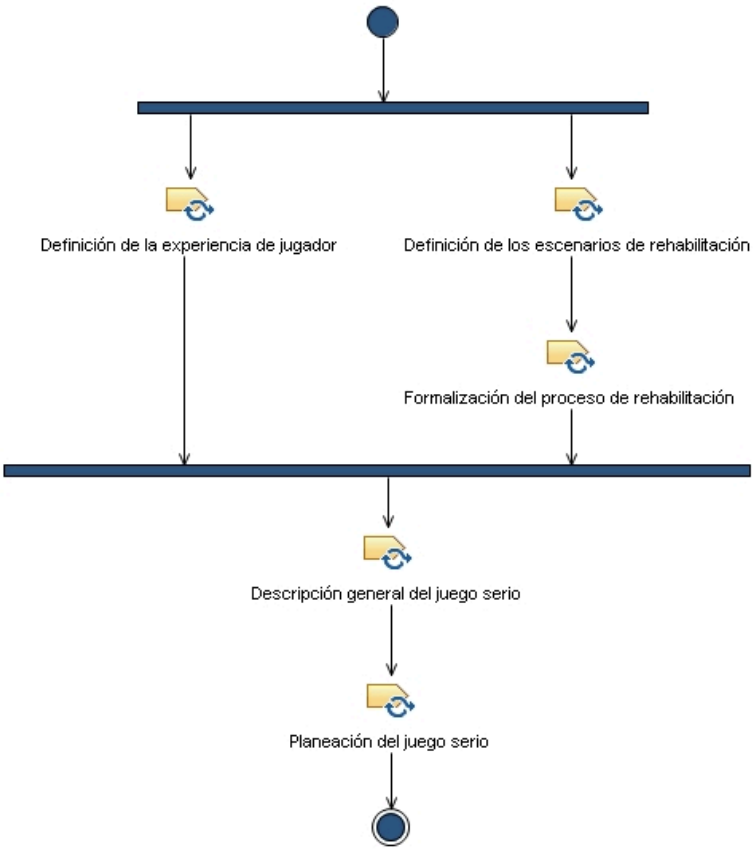


5.2.2 Fase 2: Concepto del juego serio y la experiencia de jugador

Esta fase se divide en tres momentos clave, la primera etapa se encarga de la definición de las dimensiones de la experiencia del usuario o niño con discapacidad auditiva (física, cognitiva, emocional, motivacional) y sus objetivos, la definición formal de los procesos de rehabilitación psicomotriz (objetivos, prerrequisitos, propiedades, roles, actividades, secuencias de acciones y la definición de los escenarios; Además de la identificación de las experiencias tecnológicas para los procesos de interacción. La segunda etapa tiene como objetivo establecer una descripción general del juego serio a partir de una aproximación de cada uno de los elementos del juego (características, objetivos, metas, logros, historia, género, trasfondo, restricciones, reglas y uso).

Al final de la fase se realizará todas las actividades de planeación del juego, en donde se establecen los roles, el equipo de trabajo, el tiempo y costo de implementación, los contenidos y el análisis de la propiedad intelectual; Todo esto da como resultado la construcción de los primeros bocetos y prototipos de la idea o concepto de juego serio que posteriormente será evaluado por el equipo de expertos y los niños con discapacidad auditiva.

Figura 5-15: Proceso de la fase de concepto del juego serio y la experiencia de usuario.



5.2.2.1 Definición de la experiencia de jugador

A partir del documento de perfil de usuario y la especificación de necesidades y requerimientos técnicos, en esta actividad se debe definir las diferentes dimensiones de la experiencia de jugador que harán parte de la estética del juego serio durante la actividad de rehabilitación psicomotriz.

Rol principal: Diseñador del juego serio (Encargado de definir la estructura y todos los elementos que interactúan en el videojuego. Su labor está enfocada en buscar el equilibrio de todos los elementos que componente el videojuego o juegos serio).

Roles secundarios: Niño con discapacidad auditiva y Terapeuta.
Pasos:

1) **Definición de las dimensiones físicas:** Durante este paso se debe definir los aspectos relacionados con la cantidad, la intensidad, la distribución y la coordinación de la actividad física que se realizará durante el juego serio. Estas definiciones deben realizarse partiendo de las actividades de rehabilitación psicomotriz identificadas en la fase anterior y que harán parte de las mecánicas de juego.

2) **Definición de las dimensiones cognitivas:** Proceso en el cual se debe establecer las estrategias para estimular la percepción, la atención, la concentración, la memoria, la capacidad de análisis, la capacidad de planificación, la resolución de problemas y la identificación de patrones del jugador a través de las actividades del juego serio dirigido a los procesos de rehabilitación psicomotriz de los niños con discapacidad auditiva.

3) **Definición de las dimensiones emocionales:** Paso en el que se debe definir los aspectos que impulsan y dirigen la voluntad y el deseo del jugador. Entre los aspectos se encuentran la exploración, manipulación, construcción, reto, recompensa, competición, cooperación. personalización, coleccionismo, drama, inmersión y auto superación.

4) **Definición de las dimensiones sociales:** Paso en el que definen los aspectos sociales en relación con otros individuos como la generación de relaciones (cooperación, competición, aportación), generación de grupos y comunicación.

5) **Establecer los objetivos de la experiencia del jugador:** Luego de identificar y definir las experiencias de jugador que recibirá el niño con discapacidad auditiva, se plantean los objetivos del mismo a partir de las diferentes acciones y actividades de rehabilitación psicomotriz que tendrá el juego serio.

Entrada: "Documento de actividades y perfil de jugador".

Salida: "Definición de la Experiencia de jugador", se describen las deferentes dimensiones y el objetivo alcanzar de la experiencia de jugador.

5.2.2.2 Definición de los escenarios de rehabilitación

A partir de la identificación y la definición de los procesos de rehabilitación psicomotriz, se debe plantear los posibles escenarios tanto lúdicos como de rehabilitación en los cuales se desarrollarán los diferentes tipos de interacción con el juego serio.

Rol principal: Diseñador del juego serio y Terapeuta.

Roles secundarios: Analista y Niño con discapacidad auditiva.

Pasos:

1) **Escenario de Rehabilitación:** Paso en donde se definen los objetos mediadores de las actividades de rehabilitación psicomotriz y la secuencia de acciones identificadas. A partir de esta identificación se puede plantear el posible escenario y la relación entre los dispositivos de interacción y las acciones que debe realizar el niño con discapacidad auditiva para lograr el objetivo de rehabilitación de la actividad.

2) **Escenario lúdico:** Paso donde se plantea los posibles escenarios de socialización e interacción donde el niño con discapacidad auditiva podrá desplegar su imaginación, adentrarse al juego serio y explorar las posibilidades del mismo, todo esto respetando las actividades establecidas a partir del objetivo de rehabilitación psicomotriz que se desea lograr con el niño.

Entrada: "Documento de actividades y perfil de jugador".

Salida: "Definición de Escenarios" se detallan los diferentes escenarios de rehabilitación los escenarios lúdicos, y se realiza una integración de los diferentes escenarios identificados.

5.2.2.3 Formalización de los procesos de rehabilitación

A partir del modelo de actividad y la especificación de las necesidades de los usuarios y requerimientos técnicos identificados en la fase anterior, se definen cada uno de los aspectos y elementos que se requieren para la construcción de las mecánicas y dinámicas del juego serio a través de las actividades de rehabilitación psicomotriz del niño con discapacidad auditiva. Entre los aspectos a definir están los objetivos de la rehabilitación, los prerrequisitos del niño con discapacidad auditiva, las propiedades que debe tener la actividad, los roles relacionados con el proceso de rehabilitación psicomotriz y la secuencia de acciones de la actividad.

Rol principal: Diseñador del juego serio y Terapeuta.

Roles secundarios: Analista y Niño con discapacidad auditiva.

Pasos:

1) **Definición de los objetivos de rehabilitación:** En este paso se debe definir el objetivo de la actividad de rehabilitación psicomotriz que el niño con discapacidad auditiva debe alcanzar a través de las mecánicas y dinámicas del juego serio.

2) **Identificación de los prerrequisitos de la actividad de rehabilitación:** Paso en donde se establecen los prerrequisitos que se deben cumplir para el uso del juego serio y la actividad de rehabilitación psicomotriz a realizarse. Estos prerrequisitos pueden ser físicos, cognitivos o socioculturales.

3) **Identificación de las propiedades de la actividad de rehabilitación:** Paso en el que se identifican las diferentes propiedades de la actividad de rehabilitación psicomotriz y que deben tenerse en cuenta durante la construcción de las mecánicas o acciones que podrá realizar el niño durante la interacción con el juego serio. Entre las propiedades se tienen el espacio físico, los elementos de apoyo a la actividad, las tareas a desarrollar y los aspectos ergonómicos.

4) **Identificación de las acciones relacionadas a la actividad de rehabilitación:** Paso en donde se identifican las acciones asociadas a la actividad de rehabilitación psicomotriz que se adaptarán como mecánicas dentro del juego serio.

5) **Definición de la secuencia de acciones de la actividad de rehabilitación:** Paso en donde se define como se deben realizar la secuencia de acciones relacionadas con la actividad de rehabilitación psicomotriz para que tengan una respuesta eficiente en el proceso de rehabilitación del niño con discapacidad auditiva.

6) **Identificación de roles:** Paso en donde se identifican los diferentes roles involucrados durante la actividad de rehabilitación psicomotriz y que harán parte de los roles que se establecerán en el juego serio.

Entrada: "Documento de actividades y perfil de jugador".

Salida: "Formalización del proceso de rehabilitación" se detallan los aspectos relacionados con las actividades de rehabilitación que harán parte del juego serio y la secuencia de acciones que servirán como mecánicas de juego.

5.2.2.4 Descripción general del juego serio

A partir de los requerimientos técnicos, las necesidades de los usuarios, las actividades de rehabilitación y la experiencia de jugador y los posibles escenarios de interacción (tanto lúdica como de rehabilitación), se debe definir la idea principal del juego serio, sus objetivos, las mecánicas básicas, la historia, los requisitos, reglas y el contexto de uso, a partir de las acciones que debe realizar el niño con discapacidad auditiva para cumplir su objetivo de rehabilitación psicomotriz.

Rol principal: Diseñador del juego serio.

Roles secundarios: Ninguno.

Pasos:

1) **Identificación del escenario del juego:** Durante este paso se define la idea básica el juego, los elementos (dinámicos y estáticos) que contendrá el juego serio y el grupo objetivo al que va dirigido (en este caso son niños con discapacidad auditiva), también se debe identificar las restricciones desde el objetivo característico del juego (lo que pretende el juego serio alcanzar durante su uso) y el contexto o uso previsto de este.

2) **Características del juego serio:** Paso en donde se definen las características que debe tener el juego serio partiendo de los objetivos de rehabilitación psicomotriz y la experiencia de usuario identificados anteriormente.

3) **Planteamiento de los objetivos, metas y logros del juego:** Paso donde se plantean cuáles van a ser los objetivos del juego serio. Las metas y los logros que conseguirán los niños con discapacidad auditiva durante la interacción del juego. Estos elementos deben estar relacionados con las acciones y ejercicios que el niño con discapacidad auditiva debe realizar como parte de las acciones y mecánicas del juego serio.

4) **Definición del trasfondo del juego:** Paso en donde se define la historia, el tema y el contexto en que se ubicará el juego.

5) **Descripción de las reglas básicas del juego:** En este paso se describen las reglas básicas del juego a partir de los elementos y acciones que se deben realizar a partir de la identificación de las características y los objetivos del proceso de rehabilitación psicomotriz.

Salida: "Descripción general del juego serio" se detallan los aspectos relacionados con el trasfondo, los objetivos, metas y logras, las características, la identificación de los escenarios y las reglas básicas del juego serio.

5.2.2.5 Planeación del juego serio

Actividad en donde se identifican y se analizan los diferentes aspectos a planificar para el desarrollo del juego serio como son los contenidos, los roles del equipo y el presupuesto.

Rol principal: Diseñador del juego serio.

Roles secundarios: Analista.

Pasos:

1) **Conformación de equipo de trabajo y asignación de roles:** Paso en donde se construye el equipo de trabajo según los requerimientos del juego. Luego de conformar el equipo se asignarán los roles de los integrantes según su perfil profesional. Entre los roles que se pueden establecer se tienen:

   - Diseñador Game Designer: Líder del proyecto, es el encargado de definir el estilo del juego, la apariencia, el comportamiento, etc. Tiene a cargo la redacción del documento de diseño del juego o GDD (Game Document Design).
   - Artistas / Animadores: Profesional encargado de crear los elementos gráficos de juego como escenarios, personajes, interfaces, etc. También se encarga de darle vida y movimiento a los diferentes objetos y personajes del juego.
   - Programador: Son los encargados de llevar a cabo el juego a partir de la programación de los diferentes elementos dándole la inteligencia y personalidad al juego y todos sus componentes. Se puede encontrar dos tipos de programadores.

  - FrontEnd: Encargados de crear los controles del juego y el comportamiento de todos los objetos y de la interfaz del juego.
  - BackEnd: El que se encarga de programar los demás elementos internos del juego como el manejo de datos, comportamientos, objetos, servidores, conexiones.
- Escritor: Profesional encargado de la creación de la historia y de los diferentes guiones y diálogos que tendrán lugar en el juego. También son los que marcan la narrativa del juego o el hilo conductor que enlace todos los elementos con los diferentes niveles, escenarios, reglas, mecánicas y objetivos que tendrá el juego.
- Tester: Personas encargadas de testar el juego, encontrar errores y fallos del juego.

2) **Análisis de tiempo y costos:** Paso en el cual se debe realizar un análisis del tiempo y costos a partir de las tareas que deben desarrollarse durante el diseño del juego serio. Estas tareas dependen del grupo de profesionales que se tengan a disposición y el rol que tengan dentro del equipo. También es necesario tener en cuenta los costos por hora de cada integrante del equipo ya que, según su actividad, deberá dedicar más o menos tiempo el cual se verá afectado por el costo del mismo, para ello es importante generar un presupuesto en donde se consigne todos estos datos. Además, se debe incluir los costos de las licencias de software que se necesitarán, capacitación de personal del equipo, asesorías y los recursos de hardware que se usarán durante la construcción del juego serio.

3) **Análisis de propiedad intelectual:** Paso en el cual se revisan los derechos de autor, patentes y todos los permisos para el uso de elementos gráficos, sonoros y de dispositivos de interacción de terceros que se podrían usar dentro del juego serio en el caso de ser necesario. También es importante revisar las licencias de algunas tecnologías que se necesiten para el diseño del juego serio.

4) **Elementos de capacitación:** Paso en el cual se planean todo lo concerniente a capacitaciones tanto del equipo de desarrollo, por ejemplo, en el caso de capacitación de uso de software o hardware especializado para el diseño del juego, como de personas externas como terapeutas, niños con discapacidad auditiva y familiares, como por ejemplo en el caso para el uso del producto final.

5) **Identificación de contenidos del juego:** En este paso se hace una identificación y planeación inicial de los contenidos que se diseñaran el en juego serio. Entre los contenidos que se deben planear se tienen:

   - Contenidos de la rehabilitación: Son aquellos contenidos que acompañaran los procesos o acciones dentro del juego serio y que se encuentran relacionados con las actividades de rehabilitación psicomotriz (como por ejemplo animaciones de las acciones que deben ser ejecutados en un estado determinado del juego).
   - Contenidos lúdicos del juego: Son elementos motivacionales que acompañarán las acciones del juego serio y que estimularán al niño con discapacidad auditiva sintiendo la terapia más divertida.

También se debe realizar una descripción de cómo es la estrategia de comunicación que tendrá el juego serio con el niño, permitiendo entender como el juego va entregar un mensaje claro de lo que se debe realizar y el objetivo a alcanzar por niño con discapacidad auditiva. Adicionalmente a esto, se debe entregar los objetivos funcionales, de usabilidad y de diseño universal que deberán diseñarse para garantizar la creación de un juego serio que se adapte fácilmente a las necesidades de los terapeutas y niños con discapacidad auditiva.

Salida: "Planeación y presupuesto" se detallan los aspectos relacionados con el personal, los recursos del proyecto, el cronograma de actividades y la asignación de tareas por rol.

La fase finaliza con la generación del "Documento de conceptualización del juego serio y la experiencia del jugador" en donde se integran los insumos, recursos y evidencias de cada una de las tareas realizadas durante la ejecución de la fase, con el fin de ofrecer datos e información importante para la siguiente fase y la construcción del primer prototipo de concepto.

A continuación, se despliegan los diagramas relacionados con los actores y las tareas que realizan.

Figura 5-16: Diagrama de tareas por actores de la Fase 2 (Diseñador del juego serio).

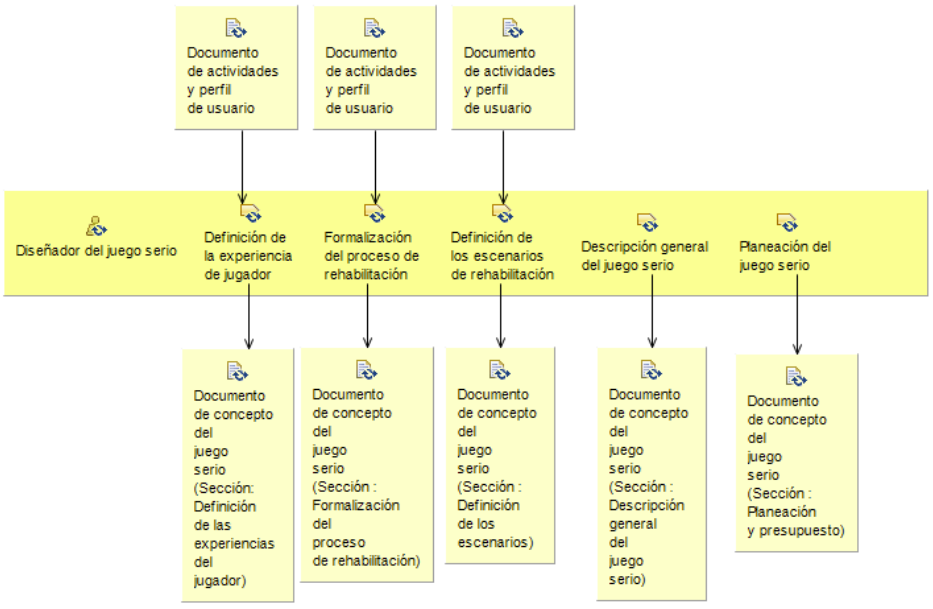
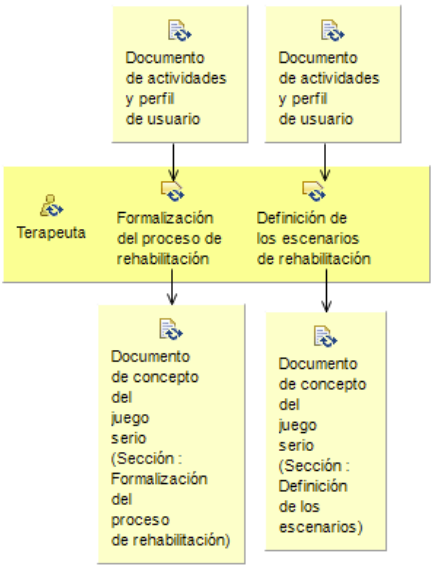


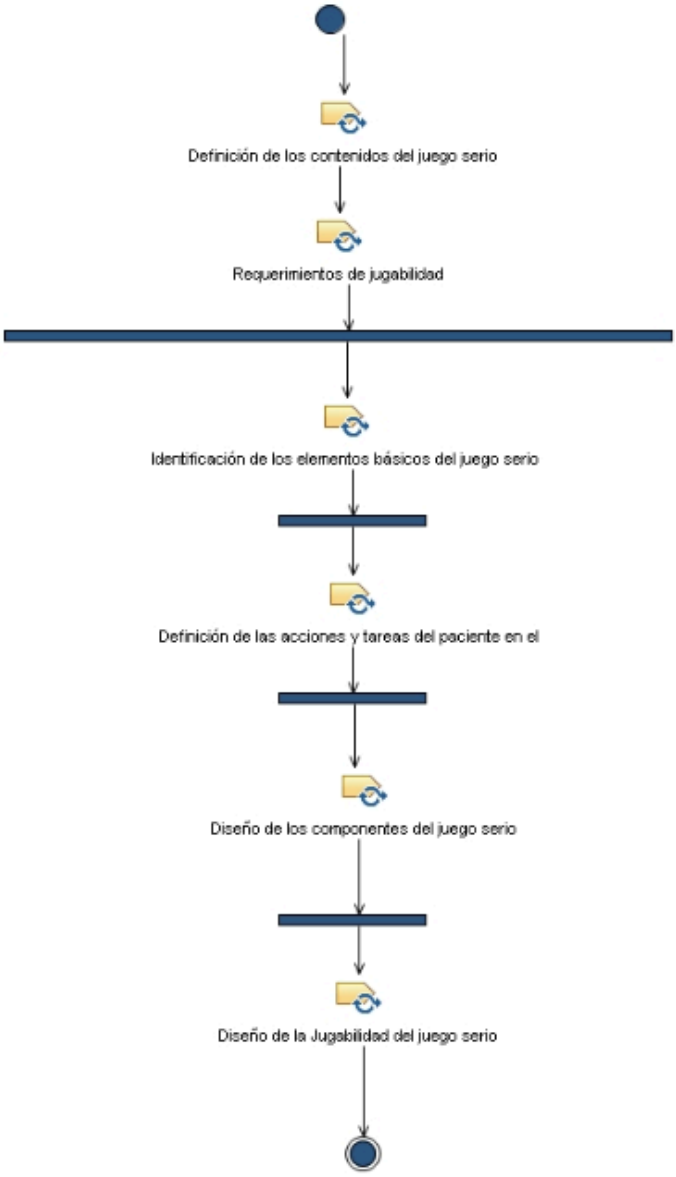
Figura 5-17: Diagrama de tareas por actores de la Fase 2 (Terapeuta).



5.2.3 Fase 3: Diseño de los elementos formales del juego

Fase centrada en la identificación, definición, selección y diseño de los diferentes requerimientos, el contenido, la jugabilidad, los elementos básicos y formales, las mecánicas, progresión, reglas, acciones, componentes artísticos y estéticos del juego serio. Al final de esta fase se ofrece un documento de diseño de juego (GDD), con todos los parámetros y planteamientos necesarios, que permitirá documentar todo el proceso realizado anteriormente y tener un insumo para la posterior implementación del prototipo.

Figura 5-18: Proceso de la fase de Diseño de los elementos formales del juego.



5.2.3.1 Definición de los contenidos

Durante esta actividad se identifican las habilidades físicas que se estimularán en los niños con discapacidad auditiva, las actividades que se van a realizar y que harán parte de las acciones y mecánicas que se usarán durante el juego, los tipos de contenido y los elementos multimedia como imágenes, textos, videos y audios.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio, Expertos en el dominio en salud

Roles secundarios: Animador, artista de sonido, artista gráfico, escritor.

Pasos:

1) **Identificación de las habilidades que estimulará el juego serio:** Para identificar las habilidades que se estimularán, se debe identificar inicialmente el objetivo de las actividades de rehabilitación psicomotriz que se adoptarán como acciones y mecánicas de juego. Luego se identificará las características físicas y cognitivas mínimas que deben tener los niños con discapacidad que servirán como requerimientos mínimos que permitirá garantizar que las acciones del juego se puedan desarrollar sin problema por parte de los niños con discapacidad auditiva y se logre alcanzar los objetivos satisfactoriamente. Para esto se debe tener cuenta:

    - Identificación de las actividades de rehabilitación a realizar.
    - Objetivos de las actividades.
    - Las acciones de juego relacionadas con las actividades de rehabilitación.
    - Habilidades mínimas que deben tener los niños con discapacidad auditiva.

2) **Descripción de las actividades globales de rehabilitación del juego serio:** En este paso se describirán las acciones relacionadas con la actividad de rehabilitación psicomotriz y que serán adaptadas como acciones que harán parte de las mecánicas y dinámicas de juego. Se debe tener en cuenta que estas acciones deben cumplir con el objetivo de rehabilitación psicomotriz que se desea alcanzar en el niño con discapacidad auditiva durante la interacción con el juego serio. En el momento de la descripción se debe identificar el tipo de acción, la actividad de rehabilitación psicomotriz a la que hace parte y el tipo de mecánica o dinámica de juego en la que se clasificaría.

3) **Identificación y análisis de los contenidos y elementos multimedia:** En este paso se identifican aquellos elementos multimedia que acompañarán el juego serio, como los fondos, iconos y textos para los menús de navegación, los videos o animaciones (acompañado en lenguaje de señas o subtitularían) que serán parte de los tutoriales y las cinemáticas, y los efectos de sonido, banda sonora y los doblajes que acompañarán los diferentes niveles del juego serio. (Esto se hace por si alguno de los niños posee algún tipo de ayuda como audífonos o implante coclear)

4) **Selección de los contenidos del juego serio:** En este paso se definen aquellos contenidos estáticos, como imágenes textos que no dependerán de ninguna interacción o acción del jugador, y los contenidos dinámicos que se desplegarán o actuarán dependiendo del tipo de acción que realice el niño con discapacidad auditiva. Por ejemplo, al presionar un botón se despliegue un video introductorio o tutorial de lo que debe realizar.

5.2.3.2 Requerimientos de jugabilidad

Durante esta tarea se deben analizar e identificar los diferentes requerimientos jugables a partir de las facetas y los atributos de la jugabilidad.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio, Expertos en el dominio en salud.

Roles secundarios: Animador, Artista de sonido, Artista gráfico, Escritor.

Pasos:

1) **Identificación de las facetas de la jugabilidad:** Paso que en el que se deben identificar las diferentes facetas que permitirán identificar más adelante los diferentes atributos de la jugabilidad del juego serio. El investigador José Luis González y Francisco Luis Gutiérrez [193] propusieron una serie de facetas que facilitarían esa tarea, entre las que se tienen:

    - Jugabilidad Intrínseca: Esta jugabilidad es medida desde la propia naturaleza del juego, como estas se proyectan al jugador. Aquí se debe tener en cuenta las reglas, los objetivos, el ritmo y las mecánicas del juego serio.
    - Jugabilidad mecánica: Esta jugabilidad está asociada a la calidad del juego serio, desde su motor hasta los efectos sonoros y animaciones que acompañan las actividades de juego.
    - Jugabilidad interactiva: Faceta que está asociada a todos los elementos interactivos, interfaces y dispositivos del juego serio.
    - Jugabilidad Artística: Está asociada a todos los elementos artísticos y estéticos del juego que servirán como elementos motivacionales para el jugador.
    - Jugabilidad intrapersonal: Está relacionado con aquellos elementos del juego que permiten que el jugador obtenga una percepción y un sentimiento por parte del juego.
    - Jugabilidad interpersonal: Es la percepción que reciben los jugadores por parte del juego cuando juegan en grupo.

2) **Identificación de los atributos de la jugabilidad:** Paso en el que se deben identificar los atributos que permitirán obtener aquellos requerimientos que harán parte de la jugabilidad del juego serio. Entre los atributos que se deben tener en cuenta durante el diseño del juego serio se tiene:

    - Satisfacción: Nivel de agrado o complacencia del jugador ante el videojuego, para ello el diseño del juego serio debe usar elementos y acciones entretenidas, dinámicas y fáciles de realizar por el niño con discapacidad auditiva, sin olvidar un manejo de dificultad adaptable y dinámica que no permita frustraciones.
    - Aprendizaje: Facilidad para entender el sistema y mecánicas del juego serio como son los objetivos, reglas y formas de interactuar con el juego serio.
    - Eficiencia y efectividad: Tiempo y recursos necesarios para lograr los objetivos propuestos por el juego serio y sus diferentes actividades.
    - Inmersión: El juego serio debe diseñarse de tal manera que permita que el niño con discapacidad auditiva sienta que hace parte del juego y que sus decisiones afectan el flujo de este, permitiendo que logre sus objetivos.

- Motivación: El juego serio debe ofrecer elementos que motiven a los niños con discapacidad auditiva y no produzcan conflicto ni frustraciones y que le garanticen estar en un estado de flujo que les permita realizar las actividades de rehabilitación mientras se divierten.
- Emoción: El juego serio debe ofrecer elementos que produzcan estímulos en el niño con discapacidad auditiva, por ejemplo, ofreciendo una retroalimentación positiva o negativa dependiendo de que si se realizó o no la actividad de forma satisfactoria. Cabe recordar que los estímulos negativos deben ser elementos que produzcan la necesidad de seguir continuando con la actividad y no que generen descontento o frustración en el niño con discapacidad auditiva.
- Socialización: Atributo que permite que el juego serio ofrezca diferentes opciones a parte de jugar en solitario, se recomienda que este tipo de juegos orientados a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva, contenga elementos colaborativos que permitan disfrutar de las actividades en compañía (por ejemplo, entre el niño y su acompañante).

5.2.3.3 Identificación de los elementos básicos del juego serio

Tarea que se debe realizar con el objetivo de identificar los elementos base que harán parte del diseño del juego serio. En este punto de deben identificar los elementos formales del juego (mecánicas, dinámicas y estéticas), identificar los elementos dramáticos, la identificación de los sistemas dinámicos, los elementos de rehabilitación psicomotriz y los principios de diseño. Todo esto con el fin de construir un documento de diseño y tener un marco de trabajo para la construcción del juego serio.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio.

Roles secundarios: Animador, Artista de sonido, Artista gráfico, Escritor, Desarrollador, Experto en juegos serios o videojuegos.

Pasos:

1) **Identificación de los elementos formales del juego serio:** Llamados átomos de juego, la identificación de los elementos formales del juego serio permite tener en cuenta los aspectos jugables que permiten que el niño con discapacidad auditiva sepa que es el juego, cuál es su objetivo y como puede interactuar en él. Entre los elementos atómicos de los juegos se encuentran:

    - Los jugadores: ¿En el momento de diseñar cualquier tipo de juego debe tenerse en cuenta cuantos jugadores se permitirán en el juego?, que pasa si a cantidad de jugadores no es homogénea? que sucede con el juego o con sus reglas si un jugador llega a retirarse de la partida? qué tipo de relación existirá entre los jugadores? Existen estructuras para manejar la cantidad de jugadores lo cual permite diseñar modos de juego. Entre estas estructuras de jugadores están:

- Solitario.
- Uno contra uno.
- Múltiples jugadores contra la máquina.
- Uno contra muchos.
- Todos contra todos.
- Uno contra la Maquina.
- Competencia en equipos.

- Objetivos o metas: Donde se define qué es lo que el jugador motiva a realizar las acciones dentro del juego. Para este caso el objetivo de juego debe diseñarse a partir del objetivo de rehabilitación psicomotriz que se quiere lograr. Actualmente existen algunos objetivos como:

    - Capturar/ destruir, por ejemplo, cuando el objetivo es destruir todas las piezas de tu contrincante.
    - Control Territorial.
    - Coleccionar, o recolectar recursos o elementos que permitan avanzar o ganar puntaje dentro del juego.
    - Resolver.
    - Perseguir/carrera/escape.
    - Alineación espacial o posicionamiento de elementos.
    - Construir.
    - Negación de otra meta o acto prohibido por las reglas que ocasiona que termine el juego.

- Reglas: Se definen como las normas del juego. Es donde se define qué acciones pueden realizar los jugadores delimitando la interacción de los elementos y sus comportamientos entre si. Las reglas permiten que los jugadores mantengan motivados. Entre los tipos de reglas tenemos los modos de juego, niveles de dificultad, condiciones de inicio, progresión y fin de juego, objetivos, requisitos, recompensas, castigos, turnos, puntuaciones y tiempo. Existen algunos tipos de reglas como:

    - Reglas operacionales: Estas son las que definen el juego. Se pueden clasificar en tres tipos, Reglas de disposición o aquellas reglas que definan las acciones que se pueden realizar durante el inicio del juego. Reglas de progresión que son las que definen que acciones o condiciones se pueden realizar o ejecutar durante el juego. Reglas de resolución o aquellas condiciones que deben cumplirse para que el juego finalice.
    - Reglas implícitas: Son aquellas que no se encuentran explícitamente explicadas o construidas intencionalmente en el juego, pero son resultado de acciones o condiciones que son resultado de algunas acciones o estrategias que realizan los jugadores.
    - Reglas constructivas: Son aquellas que pueden pertenecer a otro tipo de juegos y pueden ser adaptados dentro de los elementos a diseñar dentro del juego serio.

- Administración de recursos: Es todo lo que puede estar bajo el control de un jugador, en este caso se debe identificar qué tipo de recursos podrán ser controlados por los jugadores y cuáles pueden ser manipulados durante la partida para luego diseñar la mecánica que permita dicha administración.
- Estado de juego: Son todos los elementos e información perteneciente al jugador y al juego en un momento en el tiempo determinado. La identificación del estado de juego y sus elementos permite que se pueda diseñar fácilmente cuales son las acciones o dinámicas que deben ser ejecutadas después de una acción anteriormente ejecutada.
- Información: Se debe tener en cuenta en el momento del diseño el identificar previamente que tanta información se le suministrará al jugador durante la partida. Dependiendo de la calidad y la cantidad de información que se ofrezca, será más fácil o más difícil que el jugador comprenda que debe realizar, que recursos posee, la ubicación de ciertos objetos o enemigos, o simplemente como debe alcanzar el objetivo.
- Secuenciado: Es el orden o la forma en que un jugador puede realizar sus acciones dentro del juego. ¿Por ejemplo, si son varios jugadores se puede ofrecer un juego por turnos? o juegan todos los jugadores al tiempo?
- Interacción de los jugadores: Antes de diseñar las acciones del jugador se debe identificar como él interactuará con los demás elementos del juego o con otros jugadores, como por ejemplo el atacar a un enemigo o intercambiar recursos con otro jugador o personaje del juego.
- Tema: Es de gran importancia el definir o identificar el tema del juego ya que esto permite el poder construir una historia que le dará vida al juego y una razón de ser a las acciones, reglas y objetivo del mismo. El tema permite una conexión emocional entre el jugador y el juego haciendo que este le dé más importancia a sus decisiones y acciones dentro del mismo, además permite que el niño con discapacidad auditiva se sienta más cercano al juego y comprenda fácilmente que es lo que debe realizar y cuál es el objetivo que debe alcanzar.

2) **Identificación de los elementos dramáticos del juego serio:** En este paso se identifican aquellos elementos que definen el valor emocional del juego. Entre los elementos dramáticos que se deben tener en cuenta durante el juego están:

- Reto: Es el nivel de dificultad que se encuentra con el nivel de habilidad del jugador y hace que este continúe enganchado al juego.
- Las posibilidades del juego: Aquellos elementos que permiten que el juego sea divertido.
- La premisa: Es el argumento base para iniciar el juego.
- Los personajes: El avatar con el que se identificará el jugador. (Para este cado se recomienda que se realice una construcción colaborativa con los niños con discapacidad auditiva del diseño de los diferentes personajes del juego).
- La historia: Elementos narrativos que nos conducen a entender de qué se trata el juego.

3) **Identificación de los elementos dinámicos del juego serio:** Paso donde se identifican aquellos elementos que permiten que el jugador tome decisiones o elija las acciones que

debe realizar a partir del reto y el objetivo a alcanzar. Entre los elementos dinámicos que se debe identificar para su posterior diseño son:

- Las relaciones entre los diferentes personajes o entre el personaje principal, la historia y el objetivo del juego.
- La estructura de la información y la retroalimentación.
- Resultados de la acciones y dinámicas que realiza jugador (niño con discapacidad auditiva).

4) **Identificación de los elementos de rehabilitación:** Se debe identificar todos los elementos relacionadas con la actividad de rehabilitación psicomotriz que harán parte de del juego serio. Esta identificación de las acciones permitirá crear las diferentes actividades, reglas y mecánicas que podrá hacer uso el niño con discapacidad auditiva durante la interacción con el juego. Durante la identificación de estos elementos se debe tener en cuenta:

   - El perfil del niño con discapacidad auditiva, sus habilidades físicas y cognitivas.
   - Las actividades o acciones que se realizan durante la terapia o rehabilitación tradicional.
   - El contexto en el que se realiza la acción y los objetos que le ayudan alcanzar el objetivo.

   Todo esto se puede obtener a través de modelo de actividad que se construye en la primera fase de la metodología.

5) **Identificación de principios de diseño del juego serio:** En este punto se identifican y se definen los patrones, los lineamientos y las guías de estilo que permitirán guiar el equipo para diseñar efectivamente todos los objetos físicos de interacción, los elementos gráficos de las interfaces del juego y los comportamientos del sistema, para seleccionar el tipo de interacción que permitirá ejecutar las acciones o comandos de juego durante las actividades.

   Estos principios de diseño dependen de los objetivos de usabilidad y accesibilidad que se definieron en la etapa anterior y que deben ser parte de la representación visual y física de los diferentes elementos de las interfaces y de los dispositivos de interacción con los que se encontrará el jugador. Para ellos se debe tener en cuenta elementos como el perfil del niño con discapacidad auditiva, sus habilidades físicas y cognitivas, sus experiencias y sus discapacidades.

5.2.3.4 Definición de acciones y tareas

Para este punto se debe seleccionar el bloque de acciones que fueron analizadas e identificadas al comienzo de la fase. Estas acciones deben estar asociadas a las capacidades y a las habilidades mínimas que debe tener el niño con discapacidad auditiva para poder interactuar con el juego. Estas acciones deben ser diseñadas como mecánicas de juego y finalmente organizadas para que estas mecánicas cumplan con los requisitos de los ejercicios de rehabilitación psicomotriz y cumplir su objetivo.

Rol principal: Diseñador del juego serio y terapeuta.

Roles secundarios: Desarrollador, Niño con discapacidad auditiva.

Pasos:

1) **Selección de bloques de acción:** Durante este junto con los expertos o terapeutas se deben seleccionar aquellas acciones o ejercicios que debe realizar el niño con discapacidad auditiva con el fin de poder ser adaptado como comandos de juego que harán parte de las mecánicas de este. Para hacer esto se recomienda:

   - Identificar la actividad de rehabilitación psicomotriz seleccionada que se adaptará al juego serio.
   - Identificar el objetivo de la actividad de rehabilitación.
   - Analizar las condiciones del entorno que se recrean en el juego serio.
   - Identificar los objetos físicos que hacen parte de los ejercicios que se realizan dentro de la actividad.
   - Analizar todas las acciones que realizan los niños durante el proceso de rehabilitación y que se adaptarán en el juego serio.
   - Selección de acciones que harán parte de las mecánicas del juego.

2) **Selección de las mecánicas interactivas del juego serio:** Luego de identificar y seleccionar el bloque de acciones y ejercicios de la actividad de rehabilitación psicomotriz que se diseñarán, se deben identificar y seleccionar cuáles de esta harán parte de las mecánicas de interacción o comportamiento del juego serio. Para ello se debe tomar los ejercicios y acciones identificados y clasificarlos en:

   - Acciones que involucren el movimiento de alguna extremidad del cuerpo del niño con discapacidad: Acciones consecuentes al realizar algún tipo de acción o mecánica asociada al juego, por ejemplo, si la actividad es mover un objeto y ubicarlo en otro sitio, en este caso el niño con discapacidad auditiva debe mover su brazo para alcanzar un objeto, luego debe abrir y cerrar la mano para tomar el objeto y finalmente soltarlo en la ubicación indicada. En este ejemplo se ve claramente que el ejercicio involucra una extremidad, pero esta interacción no es parte de las mecánicas del juego si no que hacen parte del ejercicio que debe hacer el niño permitiendo cumplir el objetivo dentro del juego.
   - Acciones que involucren la manipulación de algún dispositivo u objeto físico: Acciones en las cuales el usuario debe manipular un dispositivo de interacción o un objeto tangible que hacer parte del juego serio. Estas acciones de manipulación hacen parte de las entradas o comandos que permiten que el niño con discapacidad auditiva se pueda comunicar con el juego y cumplir sus objetivos. Por ejemplo, la acción de tomar el objeto con forma de círculo y ubicarlo en el lugar con forma de círculo para que se active la puerta que se encontraba cerrada y nos permite seguir al siguiente nivel. Como se ve

claramente estas son acciones que hacen parte de las mecánicas y ocasionan una reacción en el juego.

3) **Definición del sistema de progresión del juego**: Luego de identificar las acciones y clasificarlas en comportamientos que harán parte de las mecánicas del juego se debe analizar cuáles son las secuencias de acciones que debe realizar el niño con discapacidad auditiva durante el nivel en el que se encuentre jugando. Para ello se debe:

- Identificar cuáles son las acciones o comandos que hacen parte del juego y que permitirán superar los retos u obstáculos.
- Luego de ser identificado esas acciones, se debe analizar cómo debe actuar el niño con discapacidad, ósea cuales son las acciones que él debe realizar para poder interactuar, que movimientos debe realizar con su cuerpo o con alguna extremidad. Hay que recordar que estos movimientos no hacen parte del juego, pero hacen parte del ejercicio implícito que debe realizar el niño con discapacidad auditiva para lograr los objetivos de la terapia. Estas acciones pueden ser parte de las reglas del juego serio ya que le pueden exigir al jugar que debe realizar un movimiento específico para poder interactuar con el juego.
- Después de identificar las acciones se deben organizar en forma de secuencia permitiendo que el jugador debe realizar paso a paso el movimiento de su extremidad o cuerpo, y la acción que debe realizar durante la manipulación del dispositivo de interacción para lograr realizar una acción el en juego y recibir una retroalimentación adecuada.

5.2.3.5 Diseño de los componentes

En esta tarea se deberá diseñar cada uno de los componentes que se encuentran consignados en el documento de concepto y los prototipos iniciales del juego serio, además de los requerimientos identificados a partir del análisis, identificación y selección de las habilidades del niño con discapacidad, las acciones y actividades de rehabilitación psicomotriz y los elementos formales y de jugabilidad. En este punto se deben diseñar:

- La estructura del juego serio.
- El guion del juego serio.
- Mensajes.
- Mecánicas, las reglas y las dinámicas o estrategias de juego.

Rol principal: Diseñador del juego serio, Animador, Artista de sonido, Artista gráfico, Escritor.

Roles secundarios: Desarrollador, Experto en juegos serios y videojuegos.

Pasos:

1) **Diseño de la estructura del juego:** Durante este paso se debe diseñar la estructura del juego serio. La estructura del juego serio puede variar según su tipo o género. Es por esto que se deben identificar claramente cuáles son esos elementos que influirán en el juego, por ejemplo, existe juegos que no poseen una historia o personajes, pero contienen muchos retos y niveles de dificultad que lo hacen divertido. Los elementos que hacen parte de la estructura del juego y se diseñan en este punto son:

   - La historia y el guion: En este punto se debe tener claro cuál es la temática que rodeará al juego, ya que con esta se diseñará la historia o tema y el guion del juego que acompañarán a las acciones y los objetivos del juego serio. La historia o temática permite enganchar al jugador en un relato y le permitirá comprender fácilmente por que debe realizar las acciones y por qué debe alcanzar ciertos objetivos permitiendo ir avanzando en el juego y sintiéndose parte de él. Cuando se diseña o se crea la historia y el guion del juego serio se debe tener en cuenta.

     - Los personajes y su personalidad.
     - El entorno y el contexto en el que se desarrollará la historia.
     - Los sucesos y la implicación en la que se encontrará nuestro personaje.
     - Argumento o misiones del juego.
     - La línea de tiempo.
     - Desenlace.

   - Personaje principal: Avatar el cual será usado por el niño con discapacidad auditiva y le permitirá realizar las diferentes acciones e interacciones dentro del juego. En el momento de crear al personaje principal se debe tener en cuenta que la historia debe girar alrededor del personaje. Esto nos permitirá diseñar fácilmente su apariencia, personalidad, habilidades y cualidades. Cabe recordar que nuestro personaje puede ser cualquier cosa, sin embargo, debe ser diseñado de tal forma que pueda interactuar sin dificultad con los elementos y objetos del juego, además de poder crear y realizar situaciones y actividades que le permitirán ir avanzando entre retos y obstáculos hasta lograr el objetivo.

     Se recomienda que el diseño del personaje principal se diseñe inicialmente junto a los niños con discapacidad auditiva con el fin de que ellos se identifiquen fácilmente con el personaje y cuando estén interactuando en el juego se sientan parte de este. A partir de ese diseño colaborativo inicial se podrá diseñar la versión definitiva del personaje. No olvidar que este debe ser aceptado por el público objetivo.

     Entre los elementos a diseñar en el personaje principal están:
     - Apariencia.
     - Personalidad.
     - Habilidades, movimientos especiales y poderes (si los tiene).
     - Acciones o movimientos básicos.
     - Parlamento o dialogo.

- Elementos gamificados y escenarios: El escenario es el área donde se ubicarán todos los elementos que pertenecerán al nivel y que pueden interactuar entre sí y con el jugador. Los elementos gamificados son componentes que aparecen en el escenario lúdico y dependen del diseño del nivel. Los elementos gamificados que se pueden encontrar en un escenario o en un nivel pueden ser:

    - Recompensas.
    - Puntos.
    - Monedas.
    - Obstáculos.
    - Enemigos.
    - Recursos.
    - Componentes de la escenografía

- Objetivos: El diseño de los objetivos del juego son de gran importancia ya que le permiten al juego tener una razón para ser jugados. En el momento de diseñar los objetivos, se debe entender claramente que es lo que se desea que alcance el jugador mientras esta interactuando con un nivel y que le dé la oportunidad de obtener una recompensa o pasar a un siguiente nivel con un mayor reto o dificultad. Cabe recordar que, en el momento de diseñar los diferentes objetivos de los niveles del juego serio, se debe tener en cuenta la lista de ejercicios de rehabilitación psicomotriz que se identificaron y que se diseñaron como acciones de juego y las reglas que limitarán las acciones, movimientos y estrategias del jugador.

  Los objetivos deben ser alcanzables y deben estar acondicionados a la dificultad que se diseñe en cada nivel. Se debe procurar que el objetivo pueda ser alcanzado, pero de una forma en que el niño con discapacidad auditiva adquiera las habilidades necesarias que requiere el nivel para poder alcanzarlo. Es por eso que se debe tener en cuenta durante el diseño de los objetivos lo siguiente:

    - Los objetivos de la rehabilitación.
    - Las acciones y ejercicios que deben realizar los niños con discapacidad auditiva.
    - Las habilidades que deben ser adquiridas durante los niveles.
    - El argumento de la misión.
    - El nivel de dificultad que tendrá el nivel de juego.
    - Las interacciones con los objetos que deben realizar los jugadores.
    - La historia y su narrativa.

2) **Diseño de los mensajes:** En este paso se diseñarán los mensajes que ayudarán al niño con discapacidad auditiva a obtener una retroalimentación de lo que debe realizar o de lo que realizó. Estos mensajes pueden ser:

- Mensajes tipo tutorial: Son aquellas animaciones o imágenes que acompañarán a los niveles y que permitirán comprender que es lo que debe realizar el jugador y cuál es el objetivo a alcanzar. Para el diseño de estos mensajes tipo tutorial se recomienda usar aquellos elementos visuales ya diseñados para que el jugador sepa que con que se encontrará en el nivel y que debe realizar. Este tipo de mensaje debe mostrar paso a paso las acciones importantes que debe realizar el niño con discapacidad.
- Mensajes de retroalimentación: Son aquellos mensajes que acompañaran las diferentes acciones que realice el jugador, este tipo de mensajes pueden ser diseñados usando elementos visuales, auditivos o hápticos. Se debe tener en cuenta en que momento debe activarse la retroalimentación y para ello debe tener claro las acciones de juego y sus consecuencias, con esto se comprenderá en que momento debe ser activado. Por ejemplo, si está haciendo un movimiento erróneo o colocando un objeto en una ubicación errónea, el dispositivo podría vibrar dando un mensaje de aviso o mensaje de "acción errónea", igualmente se le puede acompañar con una retroalimentación visual que refuerce el mensaje. Estos mensajes también pueden ser usados en el momento en que el usuario termina un nivel exitosamente o cuando alcanza un recurso o resuelve un acertijo.
- Cinemáticas: Animaciones que acompañarán cada uno de los niveles y mostrarán el progreso de la historia. Este puede ser diseñado usando los diferentes personajes del juego teniendo conversaciones o interacciones, puede ser una línea de tiempo o puede ser el recorrido sobre un mapa donde se muestren los niveles que se van habilitando. Recuerden que estas cinemáticas no son jugables solo permiten comprender como va avanzando la historia según el progreso del jugador.
- Mensajes de aviso o notificación: Elementos gráficos, auditivos o textuales que permiten ubicar ciertos elementos cercanos que deben ser alcanzados o manipulados por el jugador para obtener puntos, resolver un acertijo, activar otros elementos, obstáculos o puertas. Se puede usar acciones de retroalimentación para la visualización de estos elementos usando un radar, un icono en el mapa, o un destello en alguna ubicación de un mapa o del mismo nivel del juego.

3) **Diseño y modelado de las mecánicas, dinámicas y estéticas del juego serio:** Durante esta tarea de diseñarán los diferentes componentes de las mecánicas, y a partir de esto se construirán las dinámicas explícitas que contendrá el juego para generar una experiencia de juego satisfactoria y una herramienta de rehabilitación psicomotriz eficiente. También con todo lo anterior se realizará el diseño del balanceo del juego que permitirá que garantice que no se presenten frustraciones entre los jugadores. Entre los elementos que se diseñaran este paso están:

- Mecánicas: Son todos los componentes jugables o no que forman parte del juego, son todos los elementos que interactúan en el juego y las relaciones que existen entre dichos elementos. "Las mecánicas se componen de herramientas, técnicas y programas que se utilizan de forma complementaria entre ellos para lograr la consecución de los objetivos de forma precisa y completa". Dentro de las mecánicas existen tres tipos de elementos importantes que se deben tener en cuenta durante el diseño del juego.

- Objetos o elementos entre los que se encuentran los interactivos, los activos y los pasivos (Escenarios, personajes, enemigos armas, objetos especiales, vehículos, etc.).
- Comportamientos: son acciones o reacciones relacionadas al tipo de desplazamiento por el escenario del juego, el movimiento y la interacción con otros objetos.
- Tipos de mecánicas: Actualmente existen 51 mecánicas [194] entre los que tenemos: Actuar o interpretar, programación de acciones, puntos de acción, recolección de cartas, juego cooperativo, memoria, asociaciones, patrón de construcción, reconocimiento de patrones, coger y llevar, juego de roles, piedra-papel-tijera, movimiento por dados, colección de piezas o recursos, habilidades de cada jugador, comercio y selección simultanea de acciones.
- Otras mecánicas usadas en la actualidad son: supervivencia (condiciones que nos mantienen en el juego o nos hacen perder), puntaje y/o experiencia, por niveles, premios y/o regalos, misiones y retos, confrontaciones y enfrentamiento, etc.

- Dinámicas: Situaciones o estrategias que crean los jugadores a partir de las mecánicas definidas. Para el diseño de estas se debe tener en cuenta que acciones puede hacer el niño con discapacidad, cuales objetos y elementos se encuentran en el entorno, cuales obstáculos o retos se encuentran frente al niño en un determinado momento, que limitaciones tengo y el objetivo alcanzar. Con estos elementos se podría diseñar un estado de juego que permita conocer en un tiempo determinado que está pasando y crear una dinámica explícita que podría ser usada por el niño con discapacidad y lograr el objetivo.

  Las dinámicas desde la gamificación se pueden definir como las necesidades e inquietudes que motivan a los jugadores. Algunas de las dinámicas usadas actualmente son la recompensa, el estatus, el logro, la expresión, la competición, y el altruismo. El diseñar bien estos elementos permiten que el juego sea divertido y satisfactorio para los jugadores.

- Estética: La estética de un juego está relacionado con las respuestas emocionales del jugador cuando interactúa con el juego. Durante el diseño de la estética del juego se debe tener en cuenta aquellos objetivos y dimensiones de la experiencia de usuario que se plantearon e identificaron durante la fase de concepción del juego (físicas, cognitivas, emocionales, motivacionales, y sociales). Estos aspectos permiten establecer esos elementos que estarán inmersos en las mecánicas y las dinámicas que harán que la experiencia del niño con discapacidad auditiva sea estimulante y divertida.

  Algunos de los elementos que se deben tener en cuenta durante el diseño de la estética del juego serio son, la sensación (uso de los sentidos), la fantasía, la narrativa, la

competición, lo social, el descubrimiento, expresión (donde el jugador pueda generar contenido), pasatiempos.

4) **Diseño de Niveles:** Durante este paso las mecánicas deben ser distribuidas para construir los niveles que tendrá el juego serio. Para ello se deben seleccionar las mecánicas que pertenecerán al nivel y mezclarlas entre si buscando que la experiencia motivadora en el nivel que se está diseñando. En el momento de construir el nivel se debe tener diseñado el escenario que lo albergará, se debe tener en cuenta la escala o tamaño del escenario, ya que esto puede afectar o influir en la experiencia del jugador, en el apartado artístico y en algunas de las mecánicas del juego. En el momento del diseño de los niveles del juego serio se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

   - La información que se le suministra al niño con discapacidad auditiva, la forma en como se le da, el punto en que se lo ofrecerán, y la técnica o medio que se usará. Además, también se debe tener en cuenta aquella información que no está disponible al niño y aquella que él debe deducir.
   - Tener en cuenta la lógica de cómo debe suceder los diferentes eventos dentro del nivel.
   - En el momento que se configure el nivel se debe tener en cuenta la dificultad que tendrá y la habilidad que debe tener el niño para superarlo.
   - Tener en cuenta cómo será la progresión entre cada nivel y como este se verá afectado por la dificultad y la habilidad del niño.

   Finalmente, el diseño de niveles debe desarrollarse teniendo en cuenta todos los componentes del juego y como estos irán evolucionando para afectar la jugabilidad del juego serio.

5) **Diseño de los Eventos:** Cuando se construyen los niveles del juego serio, también se debe construir la lógica de los elementos, objetos, obstáculos y acciones que intervendrán en el juego. Es de gran importancia tener en cuenta cuales son los retos y objetivos que se presentarán en cada nivel, ya que estos pueden desencadenar de forma directa o indirecta los eventos que sucederán durante el progreso del niño con discapacidad auditiva en el nivel, es por ello que deben estar programados para se activen debidamente y no afecten la experiencia de juego. Otro elemento a tener en cuenta durante el diseño de los eventos son las posibles acciones que pueden realizar los personajes y las consecuencias que traerán durante su ejecución.

   Es muy importante brindarle al jugador un constante feedback o retroalimentación de las acciones que está realizando, es por ello que cuando se ejecuten eventos se debe mostrar lo que sucedió y como sucedió permitiendo ofrecerle al jugador información de donde está y que acción fue lo que provocó la reacción del evento.

6) **Balanceo del juego:** El balance es la actividad en el diseño de juegos en la cual se preparan los componentes como las reglas, comportamientos, atributos y mecánicas para que sean menos influyentes con el fin de equilibrar o prevenir que cualquiera de estos componentes

sea inefectivo haciendo que el juego tenga componentes en los cuales sea más difícil o fácil alcanzar algunos objetivos. No siempre al diseñar el balance o el equilibrio del juego significa que sea justo ya que esos componentes que generan cierta falta de elementos para lograr los objetivos se convierten en habilidades que el jugador va adquiriendo lo necesario para poder llegar a la meta o alcanzar el objetivo. Entre los criterios que se deben tener en cuenta están:

- Simetría: Se deben repartir por igual todos los recursos y habilidades iniciales que va tener el jugador o los jugadores debe ser distribuida de forma equitativa.
- Reto o logro: Se sugiere trabajar con los niveles de dificultad del juego para que de tal forma haya situaciones fáciles de superar y otras más difíciles, con el fin de ir adquiriendo más habilidad por parte del niño con discapacidad auditiva.
- Habilidad contra el azar: se recomienda usar con cuidado aquellos comportamientos producidos por el azar y compensarlo incluyendo más situaciones que involucren la habilidad del jugador.
- Cabeza contra mano: este criterio sugiere que debe asignarle un peso a aquellas mecánicas que exigen la resolución de problemas o aquellas que exigen experiencia manual. Esto depende del tipo de juego y debe estar en una proporción determinada para no generar situaciones de frustración en los jugadores.
- Simple contra complejo: criterio que aconseja combinar situaciones simples y complejas de forma progresiva en función del tipo de juego.
- Libertad contra experiencia controlada: Se recomienda ofrecer situaciones de libertad en las decisiones del jugador, pero combinándola de forma equilibrada con mecánicas que dirijan ciertas acciones que realiza el jugador.

Algunas técnicas que se usan actualmente para el equilibrio dentro de los videojuegos son el análisis estadístico, la aleatorización, los bucles de retroalimentación (positiva y negativa) y la observación de una sesión de juego con jugadores reales.

7) Diseño de los elementos gráficos del HUD: En este paso se diseñan aquellos elementos que permitirán ofrecer información al usuario sobre un estado de juego en un momento determinado. Entre los elementos a diseñar están:

- La puntuación.
- La cantidad de vida.
- Los recursos.
- El mapa y sus iconos de ubicación.
- El radar de objetos u enemigos.
- Los mensajes de notificación y retroalimentación.
- Habilidades activadas y habilidades pasivas.
- Tiempo.

El diseño de uno o más de estos elementos depende del tipo de juego que se esté diseñando. Se recomienda el uso de metáforas visuales y textuales para la fácil comprensión de los elementos de información, también se sugiere configuraciones adaptables (tamaños, formas colores y tipografía) que permita una personalización que ofrezca una plena visualización de los elementos por cualquier persona y usar los principios del diseño universal en la construcción de los elementos del HUD del juego serio.

5.2.3.6 Diseño de la jugabilidad

La jugabilidad son todos los elementos que hacen que se pueda jugar un juego. El objetivo principal de un buen diseño de la jugabilidad es que el juego sea divertido y genere una experiencia placentera al jugador.

Durante el proceso del diseño de la jugabilidad lo que se trata de realizar es la distribución de la mecánica de forma balanceada en cada uno de los niveles diseñados, esto es debido a que la jugabilidad se diseña a través del uso de las mecánicas de juego. Hoy día existen algunos tipos de jugabilidad, entre las cuales tenemos:

- Casual: Son juegos que tienen cualquier tipo de mecánica, poseen reglas simples y no requieren de un compromiso exclusivo por parte del jugador, ni requieren dedicación de tiempo a largo plazo o habilidades especiales.
- Arcade: Juegos que, con mecánicas simples, repetitivas y de acción rápida.
- Hardcore: Faceta que está asociada a todos los elementos interactivos, interfaces y dispositivos del juego serio.
- Simulación: Juegos cuyas mecánicas están basadas o diseñadas para recrear situaciones del mundo real.

Actualmente existen diversas teorías sobre el término de jugabilidad y de cómo se debe diseñar. Una de las teorías que aún es referencia para el diseño de juegos la teoría GNS, la cual fue formulada por el autor Ron Edward [195], en el cual se definen tres estilos dirigidos a la actuación del juego:

- Lúdico o ludismo: Son aquellos juegos que enfocan sus mecánicas a jugadores con gustos a juegos más jugables, divertidos y equilibrados. Las mecánicas están dirigidas a crear un mayor beneficio al más bajo costo, ya sea permitiendo la personalización y optimización del personaje, dejando muchas veces en segundo plano la narrativa del juego.
- Narrativo o narrativa: Son aquellos juegos que se diseñan sus mecánicas dirigidas a ofrecer a los jugadores elementos que fomentan una narración. El objetivo principal es una resolución de conflictos rápida para centrarse en la trama. Esto se logra a partir de la integración de reglas ligeras y buscar enlazar más fuertemente las mecánicas con la narrativa.
- Simulación o simulacioncita: Son aquellas mecánicas diseñadas para crear juego orientado a la toma de decisiones y la narración de los jugadores dirigido al realismo. El fin es simular la realidad de la ficción del juego, tanto a nivel de la narrativa como del mismo personaje.

Este tipo de juegos se apoyan tanto de la narración como de la mecánica de juegos, siendo ambas profundamente desarrolladas enfocadas al realismo. Esto no significa que deba diseñarse mecánicas complejas, pero se pueden incluir técnicas y factores orientados al fortalecimiento de la simulación.

Finalmente, en el momento de diseñar la jugabilidad del juego serio debe tenerse en cuenta que para desarrollar una jugabilidad que motive al niño con discapacidad auditiva, la estética, la mecánica, la historia y la tecnología debe estar en completo equilibrio.

Rol principal: Diseñador del juego serio, Animador, Artista de sonido, Artista gráfico, Escritor, Desarrollador.

Roles secundarios: Experto en juegos serios y videojuegos.

Pasos:

- Selección de las mecánicas.
- Escoger un tipo de jugabilidad Se puede usar para esto la teoría de GNS o trabajar con las diferentes características que brindan los géneros de juego.
- Distribución de las mecánicas.
- Balancear las mecánicas, la estética, la historia y la tecnología.

Al final del proceso se construye un documento de diseño de juego serio en donde queda registrado la definición y el diseño de cada uno de los diferentes componentes formales y básicos del juego serio, con el fin de servir como parte de los insumos necesarios para la construcción de prototipo intermedio. Adicionalmente los datos suministrados por el documento sirven de parámetros o elementos de requeridos por algunas de las actividades de la próxima fase.

A continuación, se mostrarán los diferentes diagramas de interacción de los diferentes actores con las actividades de la fase 3.

Figura 5-19: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Diseñador del juego).

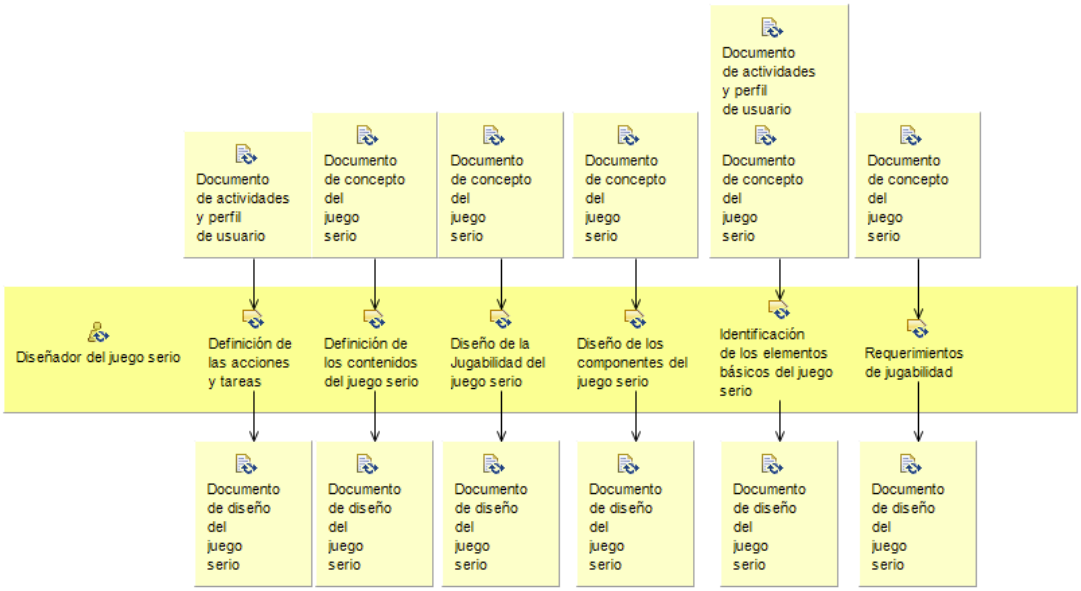


Figura 5-20: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3(Terapeuta).

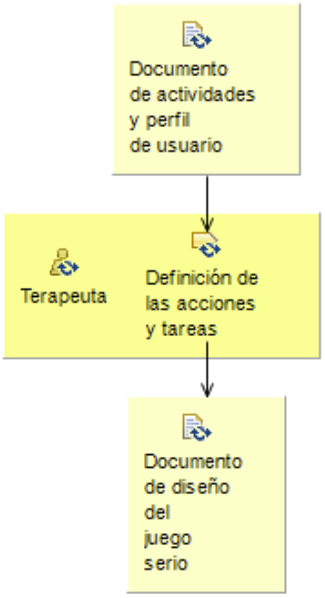


Figura 5-21: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Analista).

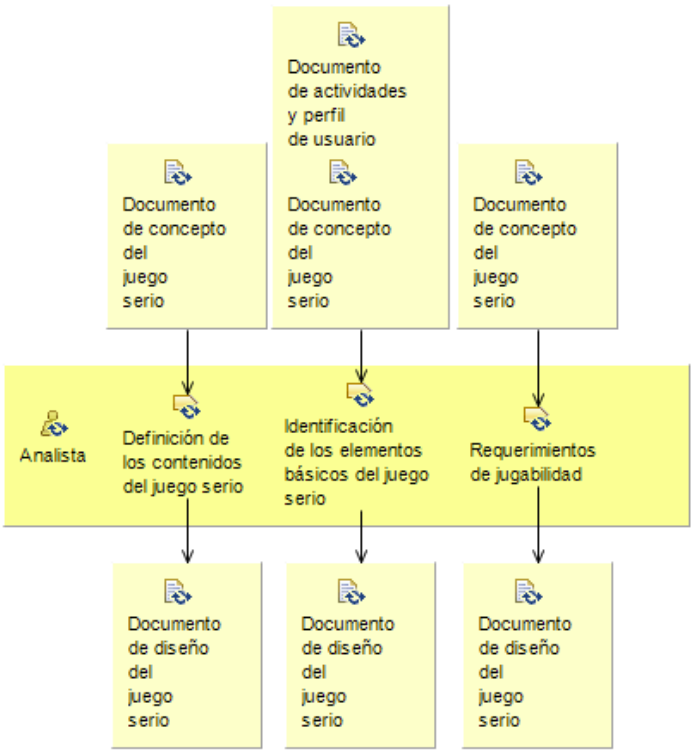


Figura 5-22: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Experto en salud).

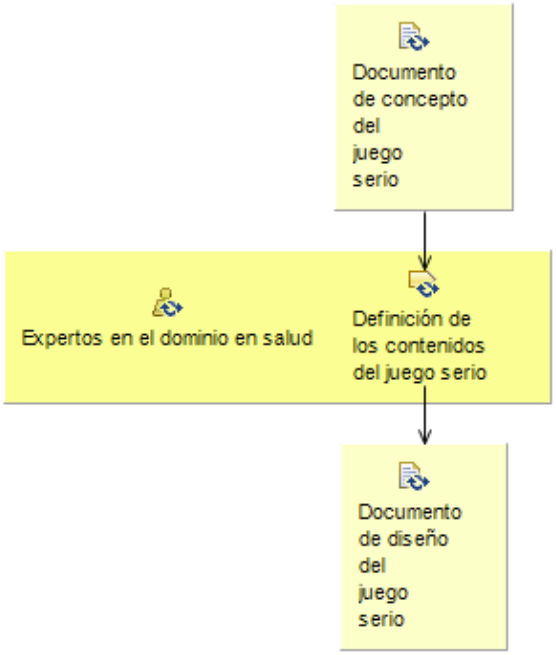


Figura 5-23: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Animador).

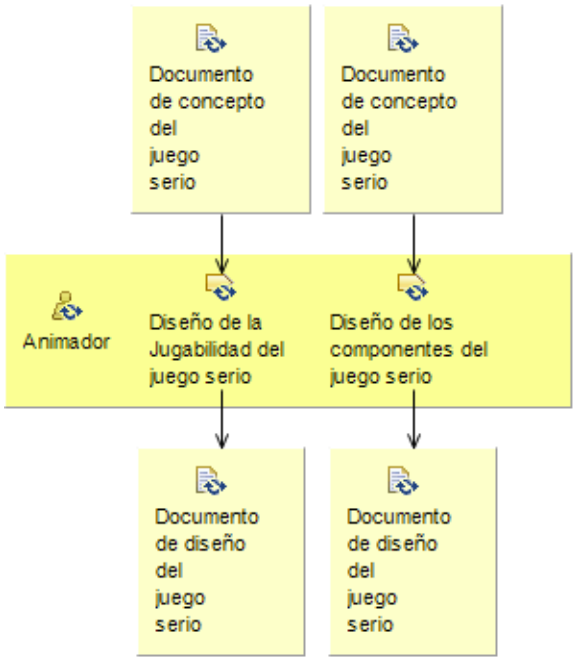


Figura 5-24: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Artista de sonido).

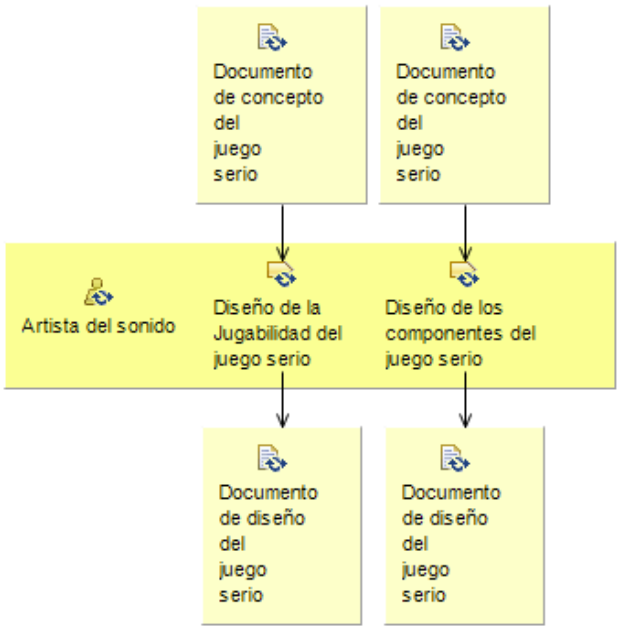


Figura 5-25: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Artista Gráfico).

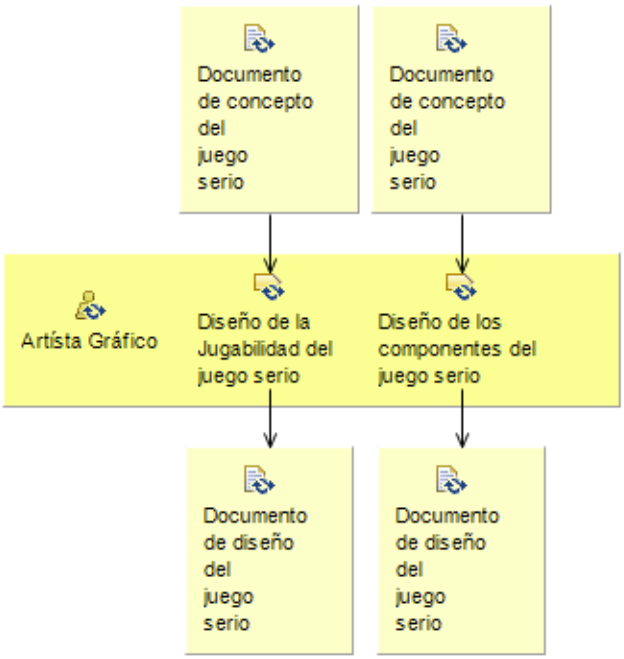


Figura 5-26: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Escritor).

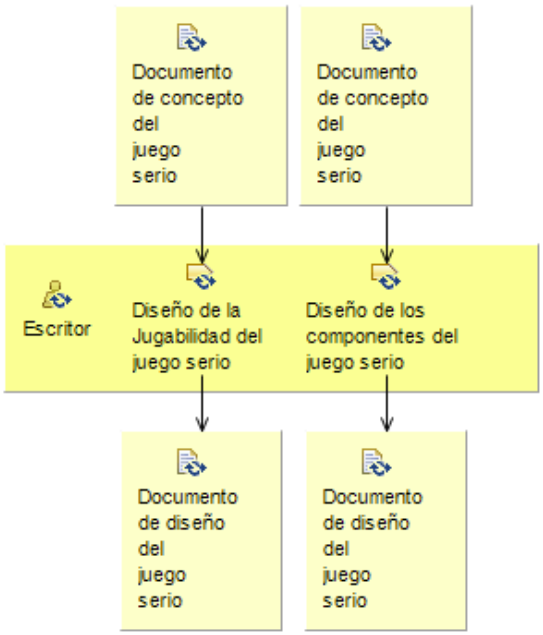


Figura 5-27: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Desarrollador).

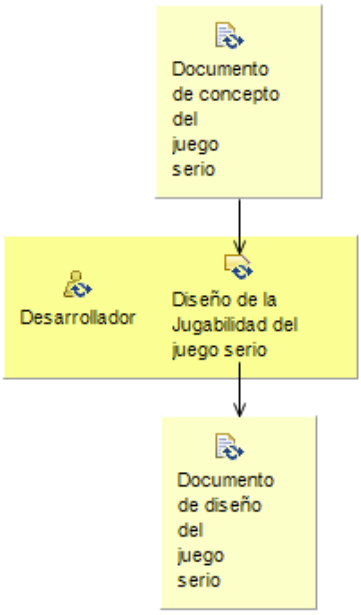
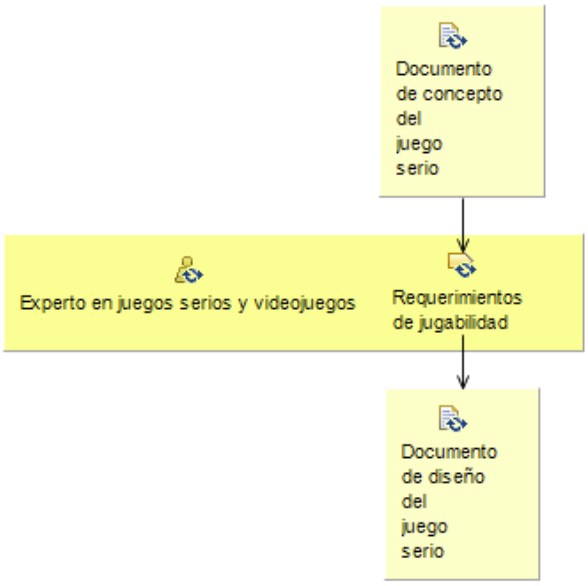


Figura 5-28: Diagrama de tareas por actores de la Fase 3 (Experto juegos serios y videojuegos).

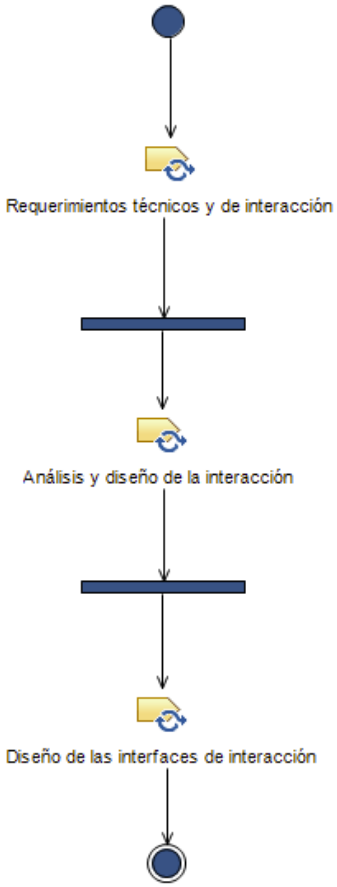


5.2.4 Fase 4: Diseño de los elementos técnicos y de interacción

En esta fase del proceso se empieza con una descripción detallada de las actividades de rehabilitación psicomotriz que se desarrollarán dentro del juego serio en términos de herramientas, recursos y requerimientos tecnológicos que se usarán para el posterior diseño de los diferentes interfaces y dispositivos interactivos. Al final de esta fase como entregable se encuentra la construcción del

documento técnico de diseño (DTD) para que el equipo de diseño y desarrollo pueda construir un prototipo intermedio con todos los aspectos jugables y tecnológicos necesarios. Este prototipo será evaluado por el equipo de expertos en el dominio y por el grupo de niños con discapacidad auditiva involucrados.

Figura 5-29: Proceso de la fase de Diseño de los elementos técnicos y de interacción.



5.2.4.1 Requerimientos técnicos y de interacción

Tarea en donde se identifican los requerimientos que se deben implementar en el juego serio a partir de los elementos necesarios para la jugabilidad, usabilidad, accesibilidad y actividades de rehabilitación psicomotriz.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio.

Roles secundarios: Desarrollador.

Pasos:

1) **Identificación de los objetivos y la interacción del juego:** Paso en el cual a través de lo que se quiere lograr como rehabilitación psicomotriz se plantean los objetivos que se quieren lograr con las actividades propias del juego serio y la interacción con los diferentes objetos tangibles o dispositivos físicos que se deben desarrollar como elementos mediadores para lograr el objetivo que se desea en la rehabilitación psicomotriz. Para ello se debe tener en cuenta:

   - Las características físicas del niño con discapacidad auditiva.
   - El tipo de habilidad psicomotora que se desea recuperar.
   - La actividad que realizan en las sesiones de rehabilitación psicomotriz y sus objetivos.
   - Los objetos físicos que usan durante las terapias de rehabilitación psicomotriz.
   - Los requerimientos de jugabilidad, mecánicas y reglas del juego.

2) **Identificación requerimientos funcionales y no funcionales:** Paso en el que se debe identificar cuáles van a ser las funciones que contendrá el juego serio. Estas funciones deben estar relacionadas con lo que el sistema deba hacer, la respuesta con los dispositivos de interacción y las acciones de los usuarios. Al hacer la identificación se debe realizar posteriormente un listado de requerimientos funcionales en donde se consigne lo que debe hacer el sistema de acuerdo a la función que debe realizar. Para realizar el listado de requerimientos funcionales se debe tener en cuenta:

   - Las opciones que ofrecerá el juego en el menú de navegación, como iniciar juego, guardar partida, cargar partida, configuración (video, audio y dispositivos de interacción), loguear usuario, crear usuario, etc.
   - Interfaz HUD del juego serio, el cual debe ofrecer información al usuario sobre su progreso, puntaje, recursos, enemigos y vida.
   - Las acciones que se podrán realizar durante el juego, teniendo en cuenta las mecánicas, las reglas y los comandos de entrada a través de los dispositivos de interacción.

   Adicionalmente a los requisitos funcionales, se debe identificar los requisitos no funcionales o aspectos relacionados con:

   - Requerimientos mínimos del sistema en donde se ejecutará el juego.
   - Conexiones de los dispositivos de interacción.
   - Software necesario para la ejecución del juego serio.
   - Software para el diseño e implementación del juego serio y sus dispositivos de interacción tangible.
   - Aspectos legales, derechos de autor, protección al infante, seguridad y protección de datos personales o habeas data.

3) **Identificación de las herramientas y recursos para realizar las actividades:** Durante esta tarea de debe realizar un análisis de la plataforma tecnológica, en la cual se debe identificar los requerimientos a partir de las mecánicas de juego, la actividad de rehabilitación

psicomotriz, los objetos tangibles y los dispositivos de interacción. A partir de este análisis se debe realizar un listado de requerimientos tecnológicos básicos que permitan la ejecución del juego serio y la interacción con el niño con discapacidad auditiva. Se debe tener en cuenta:

- Requerimientos tecnológicos para dispositivos de interacción como dispositivos de entrada y salida.
- Requerimientos básicos del sistema.
- Actividades de rehabilitación psicomotriz.
- Mecánicas de juego.

4) **Objetivos de Usabilidad y Accesibilidad:** En esta actividad se deben definir los aspectos de usabilidad y accesibilidad. Con respecto a la usabilidad se debe tener asegurar que el juego serio debe tener la capacidad de ser comprendido, aprendido, usado y atractivo para los niños con discapacidad auditiva en las condiciones específicas para los procesos de rehabilitación psicomotriz. Dentro de los aspectos de usabilidad que deben tener en cuenta como objetivos dentro del diseño del juego serio están:

   - Facilidad de aprendizaje.
   - Facilidad de uso.
   - Flexibilidad.
   - Robustez.

   Con respecto a la accesibilidad, como el juego está dirigido a niños con discapacidad auditiva con ciertas condiciones especiales, el juego serio debe asegurar que sea usado con facilidad y sin ningún impedimento. Durante el diseño del juego serio se debe tener en cuenta:

   - Igualdad y facilidad de uso, independiente de las capacidades y habilidades del niño con discapacidad auditiva.
   - Flexibilidad, el juego serio debe adecuarse a un amplio rango de preferencias y habilidades individuales.
   - Simple e intuitivo, el juego debe ser fácil de entender sin tener en cuenta la experiencia o los conocimientos.
   - Información comprensible.
   - El juego serio debe exigir poco esfuerzo físico.
   - El juego serio debe minimizar el riesgo de cometer un error.
   - Tamaños y espacios apropiados.

Salida: "Objetivos y requerimientos del sistema", se detallan en este documento los objetivos de interacción, la relación entre el objeto mediador y la actividad o mecánica de juego, se enlista las herramientas tecnológicas identificadas, se plantean los requerimientos funcionales y no funcionales definitivos y finalmente se establecen los objetivos de usabilidad y accesibilidad.

5.2.4.2 Análisis y diseño de la interacción

Durante esta actividad identifican los diferentes patrones y lineamientos de interacción del juego serio, la especificación detallada de las interfaces, la integración de los objetivos de usabilidad y accesibilidad, el tipo de interacción y sus dispositivos.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio.

Roles secundarios: Desarrollador.

Pasos:

1) **Selección del tipo de interacción:** A partir de los procesos, actividades y herramientas de rehabilitación psicomotriz se debe analizar e identificar los diferentes tipos y paradigmas de interacción que mejor se adapten a estos aspectos. Entre los tipos de interacción que se pueden usar en los juegos serios orientados a la rehabilitación psicomotriz están:
    - Interacción natural.
    - Interacción tradicional.
    - Interacción multimodal.
    - Interacción tangible.

    Actualmente estos tipos de interacción se están trabajando junto a paradigmas como la realidad virtual y la realidad aumentada. De acuerdo a las necesidades que se identifiquen en el juego serio que se desea construir se podría seleccionar uno o varios tipos de interacción.

2) **Identificación y selección de dispositivos de interacción:** En este paso se debe identificar y seleccionar los dispositivos tanto de entrada como de salida que permitirán que el juego pueda ofrecer un medio de comunicación directa para la interacción y retroalimentación con el niño con discapacidad auditiva durante la actividad que ofrecerá el juego serio.

    Se debe tener en cuenta para la selección de los dispositivos, el tipo de canal (visual o háptico) que se usará para la comunicación e interacción con el niño con discapacidad auditiva. Adicionalmente se debe analizar como este tipo de canal podría ser adaptado al tipo de interacción se seleccionó en el paso anterior.

3) Identificación de patrones, lineamientos de las interfaces y la interacción del juego serio: Durante este paso se identifican los patrones y lineamientos que se deben usar durante el proceso de diseño de la interfaz y de los dispositivos de interacción. Estos patrones y lineamientos permitirán facilitar el proceso de diseño de los procesos interactivos con el juego serio debido a que se hace uso de elementos y técnicas ya usadas y comprobadas en contextos de uso determinados.

Para el caso del diseño de juegos serios enfocados a la rehabilitación psicomotriz se debe indagar e identificar aquellos patrones y lineamientos que permitan diseñar interfaces tanto gráficas como tangibles dirigidas a personas con limitaciones físicas y cognitivas y así garantizar la adaptación y la facilidad de uso del juego serio.

Estos patrones o lineamientos de diseño deben partir de los posibles problemas o inconvenientes de usabilidad y accesibilidad asociados a los procesos de interacción con juegos serios en personas con algún tipo de discapacidad física o cognitiva. En el caso de esta metodología los problemas deben identificarse a partir de las limitaciones que poseen los niños con deficiencia auditiva temporal o total y con bajo nivel de desarrollo psicomotor. Para el caso del diseño de juegos serio o videojuegos enfocados a la rehabilitación psicomotriz se podría tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Consistencia: Problemas con la física y las colisiones de los objetos del juego.
- Personalización: Problemas en la personalización y configuración de las interfaces y dispositivos de interacción.
- Inteligencia artificial: Problemas con algunos elementos controlados por el juego.
- Saltos de contenidos.
- Desajuste de vista o visualización.
- Asignación de entradas o dispositivos de interacción.
- Problemas con los controles o dispositivos de interacción (hipersensibles, no responden, poco naturales o ergonómicos)
- Problemas con el estado de juego.
- Falta de entrenamiento y ayuda.
- Curva de aprendizaje muy alta y secuencia de comandos muy complejos.
- Problemas en la representación y significado de algunos elementos del juego serio (elementos gráficos o tangibles).
- Problemas con el tiempo de respuesta del juego serio.
- Problemas de adaptación de los dispositivos de interacción y objetos tangibles a la actividad de rehabilitación psicomotriz o mecánica de juego.

4) **Especificación detallada de las interfaces:** En este paso se realiza una descripción detallada de los elementos, contenidos y estéticas que deberán tener las interfaces tanto gráficas como tangibles. Esta especificación se construye a partir de los bocetos y prototipos de las diferentes pantallas (menús de inicio, configuración, HUD, etc.) o de los objetos tangibles, los patrones de diseño, lineamientos de interacción y objetivos de usabilidad y accesibilidad que se identifican a partir de las mecánicas, la jugabilidad, el perfil del niño con discapacidad, los procesos y actividades de rehabilitación psicomotriz.

Es importante que esta especificación detallada este acompañado por maquetación física (en el caso de los objetos tangibles) o digital (en el caso de las interfaces gráficas) y la explicación detallada de cada uno de sus elementos o componentes.

Salida: "Análisis y diseño de la interacción", documento que contendrá información detallada del tipo de interacción seleccionada para el juego, la identificación y listado de los diferentes dispositivos de interacción que se integraran en el juego serio, el lineamiento que se trabajara de acuerdo al diseño de las interfaces graficas o tangibles y finalmente una descripción detallada de las interfaces de interacción del juego serio.

5.2.4.3 Diseño de las interfaces de interacción

Durante esta tarea de integran y diseñan todos los elementos identificados y seleccionados para la interacción entre el niño con discapacidad auditiva y el juego serio. Se trabajan los componentes gráficos y tangibles que acompañarán la retroalimentación visual y háptica del juego.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio.

Roles secundarios: Desarrollador.

Pasos:

1) **Diseño de pantallas y menús:** Luego de tener identificado los patrones de interacción, lineamientos de diseño y los prototipos de papel o digitales con sus respectivas mejoras, se arranca la construcción de las diferentes pantallas (menú principal, configuración, carga de partidas, puntajes, verificación y creación de usuarios) con sus respectivos iconos, textos, fondos, imágenes y videos.

   Se recomienda hacer uso de las metáforas visuales y textuales para que los niños con discapacidad auditiva se sientan más cómodos con el significado de los elementos que vean en pantalla y disminuya la carga cognitiva en el momento de usar las diferentes interfaces.

2) **Diseño del HUD del juego:** En este paso se procede a la construcción de todos los elementos visuales que contendrá la pantalla principal del juego como son el puntaje, el mapa, la cantidad de vida, contador de recursos y contador de tiempo, etc. Estos elementos en el momento de ser diseñados deben cumplir con requerimientos mínimos como el tamaño, tipo y claridad de los textos, iconos y elementos gráficos.

3) **Diseño del control del juego:** Paso en donde se estructura las funciones del juego y se realiza la asignación de los comandos que permitirán realizar las acciones del niño con discapacidad auditiva a través de los dispositivos de interacción y los objetos tangibles.

4) **Diseño de dispositivos tangibles de interacción**: En este paso se toman los prototipos de concepto de los dispositivos tangibles de interacción, se construyen y se mejoran de acuerdo a las sugerencias y datos obtenidos de la evaluación con expertos y usuarios, para luego integrarlos con los comandos que permitirán controlar los diferentes elementos y la retroalimentación de las acciones del juego serio.

Se recomienda tener en cuenta para el diseño final de los objetos tangibles de interacción, los principios del diseño universal y los principios para el diseño ergonómico de objetos físicos. También se debe tener en cuenta los patrones de interacción que permitirán un diseño más adaptado a las mecánicas, actividades y acciones que se podrán realizar durante la interacción con el juego serio.

Al final todos los diseños estarán detallados con el resto de los insumos obtenidos de las tareas anteriores en un documento definitivo llamado **Documento de especificaciones técnicas o de interacción o documento de diseño técnico**, el cual servirá de herramienta junto con el **Documento de diseño del juego serio**, obtenido en la etapa anterior, para la construcción del prototipo intermedio el cual será evaluado por los niños con discapacidad auditiva y los expertos en salud, con el fin de recibir una retroalimentación final y realizar una ultima iteración de corrección de errores y mejoras al juego serio.

A continuación, se presenta la interacción de los diferentes actores con las tareas del proceso de esta fase.

Figura 5-30: Diagrama de tareas por actores de la Fase 4 (Analista).

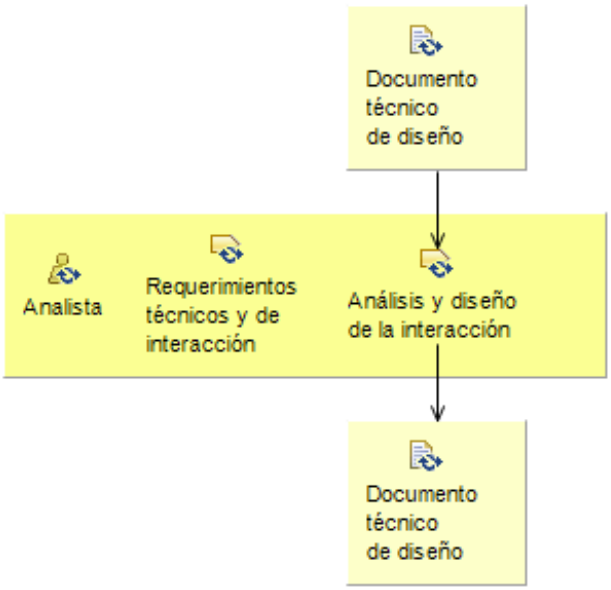
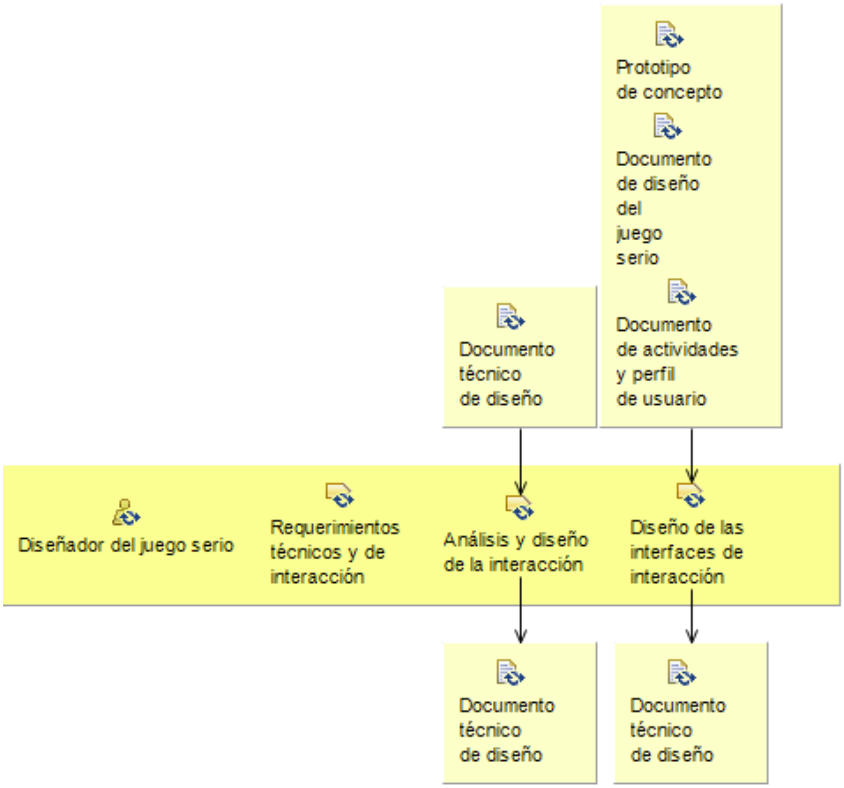


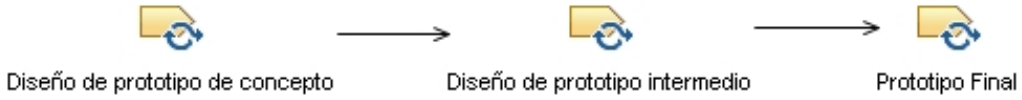
Figura 5-31: Diagrama de tareas por actores de la Fase 4 (Diseñador del juego serio).



5.2.5 Fase 5: Diseño de Prototipo

Fase transversal a todas las fases anteriores de la metodología APRehab, que permite el diseño, construcción y revisión de los diferentes resultados en las diferentes fases de la metodología. Durante conceptualización del juego y la experiencia de jugador esta fase permite generar un prototipo de bajo nivel que permite visualizar el estado inicial de la idea del juego. Mientras que en las fases de diseño de los elementos formales del juego y el diseño de los requerimientos y la interacción; se elabora el diseño e implementación de un prototipo intermedio (prototipo alfa) que después de la revisión y evaluación entre el equipo de diseño y desarrollo, junto a expertos en el dominio y usuarios finales, permitirá la construcción del prototipo de alto nivel o final, el cual sería una versión aproximada al producto final (prototipo beta).

Figura 5-32: Proceso de la fase de Diseño de prototipos.



5.2.5.1 Diseño del prototipo conceptual

Tarea que se realiza luego de finalizar la conceptualización del juego serio. Esta herramienta permitirá representar los diferentes elementos que enriquecerán la jugabilidad y la experiencia del niño con discapacidad auditiva durante la interacción con el juego serio.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio.

Roles secundarios: Experto en juegos serios y videojuegos, Niño con discapacidad auditiva, Terapeuta.

Pasos:

1) **Diseño del storyboard del juego serio:** El diseño del storyboard es de gran importancia durante el proceso de construcción del juego. Esta herramienta puede ser usada con diferentes propósitos:

   - Storyboard de actividad: este tipo de storyboard permitirá realizar una representación gráfica en escenas de las diferentes acciones que puede realizar el terapeuta y el niño con discapacidad auditiva durante una sesión de rehabilitación tradicional. Esta herramienta ofrecerá al equipo de diseño comprender fácilmente como son las actividades que se realizan, que elementos u objetos se usan y como es entorno en el que se desarrollan, con el fin de poder adaptarlo al juego serio.
   - Storyboard de juego serio: Tiene como propósito de representar gráficamente mediante diferentes escenas, los posibles escenarios de interacción de los terapeutas y los niños con discapacidad auditiva con la propuesta de juego serio. Aquí se muestra como podrían ser las actividades o acciones que deben realizar y como intervienen los diferentes dispositivos de interacción y objetos tangibles dentro del proceso de rehabilitación psicomotriz durante la interacción con el juego serio.
   - Storyboard de navegación: Storyboard que permite representar las diferentes pantallas y menús, y como se conectan entre sí. Es de gran importancia para el equipo de desarrollo del juego, ya que le permite comprender el orden de las diferentes interfaces gráficas y su participación dentro las actividades del juego serio.
   - Storyboard de estado de juego: Permite realizar una representación gráfica en un momento de tiempo durante la interacción con el juego serio, esto brinda información

importante de que acciones se están realizando en un determinado momento y que consecuencias o reacciones suceden en el juego y como esto podría afectar o generar una nueva dinámica o actividad dentro del juego serio.

2) **Diseño del guion del juego serio:** Paso en el cual se debe diseñar el concepto del guion que tendrá el juego serio. Es de gran importancia tener un concepto claro del objetivo y del hilo narrativo que dará la historia que se quiere contar a través del juego serio para ofrecer una mayor comprensión a los niños con discapacidad auditiva dentro del juego serio. Además, permitirá comprender como se deben adaptar las actividades de rehabilitación a las mecánicas del juego. Adicionalmente la construcción del guion permite darle un sentido a los diferentes niveles del juego y el objetivo que se desea alcanzar. En este guion se debe tener en cuenta lo siguiente:

   - Definir el género del juego serio (Del tipo de género depende la estructura narrativa del juego).
   - Definir los entornos, los personajes, el flujo de las misiones.
   - Definir la estructura de la narración del juego (los sucesos que dan inicio a la historia, la implicación del personaje, el argumento que tendrán las misiones del juego, la sorpresa y el desenlace del juego)
   - Adaptar la historia a las mecánicas de juego.

3) **Diseño de bocetos de personajes y enemigos:** Paso en el que se diseñan los diferentes bocetos de los diferentes personajes que tendrá el juego, tanto jugables como los controlados por el juego. Esto se hace con el fin de darle una representación gráfica inicial del protagonista y del resto de los personajes. Además, esto permite tener una idea de cómo sería la personalidad de estos personajes y enemigos.

   Se recomienda realizar un diseño participativo de los bocetos junto con niños con discapacidad auditiva con el fin de que ellos se sientan parte de la construcción del juego. Además, para que se sientan más identificados con los diferentes personajes que tendría el juego serio.

4) **Diseño de bocetos de niveles y escenografías:** Durante el diseño de niveles y escenografías, se deben diseñar los bocetos de las misiones, maquetación, obstáculos, elementos del entorno y jugables que dependen de las mecánicas del juego serio y las actividades de rehabilitación, los cuales que intervendrán durante las acciones que realizarán el niño con discapacidad auditiva durante el juego. Estos bocetos permitirán representar gráficamente o físicamente los componentes básicos que harán parte del juego serio. Para el diseño de niveles debe tenerse en cuenta:

   - Diseño de los bocetos de los mapas del juego.
   - Definición de las condiciones ambientales como el día, la noche, la lluvia, etc.
   - Determinación de las condiciones de las reglas básicas como la puntuación, el tiempo, los recursos, etc.

- Especificación de las regiones en donde se encontrarán elementos de interacción, actividades o comportamientos propios del juego.
- Especificación de la ubicación de las diversas entidades, puntos de partida y finalización de los niveles.
- Bocetos de escenas cinemáticas que acompañaran cada nivel del juego. Para esto se puede usar el storyboard

5) **Diseño de bocetos de recursos del juego y obstáculos:** En este paso se empiezan a construir los bocetos de los posibles recursos y obstáculos que el jugador o niño con discapacidad auditiva deberá adquirir y administrar o superar durante la interacción con el juego serio. Se debe indicar con qué fin y objetivo se crea ese recurso y obstáculo y como se debe adquirir o ser superado de acuerdo a la acción que debe ejecutar el niño con discapacidad. Se debe recordar que esta acción de juego debe estar asociada a la actividad de rehabilitación psicomotriz que debe realizar el niño dentro del juego serio.

6) **Diseño de las reglas básicas:** En este paso se debe diseñar las reglas o las acciones que podrían activar ciertos eventos que pueden ejecutar el niño con discapacidad auditiva o el mismo juego. Estas reglas deben estar construidas a partir de las actividades de rehabilitación psicomotriz que previamente se identificaron y que permitirán alcanzar el objetivo del juego serio.

7) **Bocetos de los contenidos:** Adicionalmente se deben realizar bocetos de los posibles contenidos como iconos, imágenes, textos o videos que acompañaran el juego serio. También se construirán algunas pantallas como el menú principal, el menú de configuraciones, etc. El fin de esto es poder suministrar información de cómo diseñar las pantallas del juego, como distribuir los contenidos y como crear los iconos que ayudarán a los niños con discapacidad auditiva y terapeutas a entender fácilmente como interactuar con el juego serio.

Entrada: Documento de conceptualización del juego serio y la experiencia del jugador.

Al terminar la construcción del prototipo conceptual de diseño se recomienda pasar inmediatamente a la fase de Test del juego en donde se realiza la evaluación del prototipo conceptual.

5.2.5.2 Diseño del prototipo Intermedio

La construcción del prototipo intermedio permite aterrizar los conceptos planeados desde la primera etapa en requerimientos funcionales, jugables y técnicos que se requieren para el juego serio. Este prototipo se construye a partir de herramientas de baja y alta fidelidad, ya que en algunos casos se requieren probar la jugabilidad, las interfaces gráficas de usuario y la ergonomía de algunos de los dispositivos físicos de interacción antes de ser implementados completamente.

En esta actividad se recomienda crear varios prototipos en pequeña escala y de forma separada con el fin de evaluar algunas de ellas de forma individual y con objetivos distintos, por ejemplo, la visualización de las interfaces, la distribución de contenidos, la representación gráfica de los personajes, escenografías, obstáculos y recursos, objetos tangibles, etc.

Finalmente, al tener todo lo anterior, se integrará todo lo anterior en un solo prototipo funcional, el cual pueda ser probado por expertos y algunos niños con discapacidad auditiva.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio, Animador, Artista de sonido, Artista Gráfico, Desarrollador, Escritor.

Roles secundarios: Experto en juegos serios y videojuegos, Experto en el dominio de salud Niño con discapacidad auditiva, Terapeuta.

Pasos:

1) **Implementación de la estructura del juego serio:** Paso en el que se implementa la estructura de las interfaces y pantallas gráficas del juego serio a partir de los storyboards de navegación y los bocetos que mostrarán la distribución de contenidos. Para esto se deben usar prototipos de papel que representarán las diferentes interfaces, también se debe usar software de construcción de wireframes que permitan cierta interacción con los usuarios. Luego de tener la aprobación de esto ya podría integrarse en el prototipo funcional del juego serio.

2) **Construcción de guion técnico de juego serio:** A partir del concepto de la historia inicial y la primera aproximación del guion es debe construir el guion técnico del juego serio que permitirá que los elementos formales del juego como las mecánicas y las dinámicas tengan un sentido y un propósito para el jugador o niño con discapacidad auditiva.

   El guion técnico debe estar acondicionado a las acciones y reglas que pueden realizar los niños con discapacidad auditiva, ósea aquellas tareas permitidas en el juego que al mismo tiempo están relacionadas con las actividades de rehabilitación psicomotriz. El guion técnico se construye a partir de lo siguiente:

   - Duración del nivel.
   - Manejo de cámaras.
   - Storyboard.
   - Definición del HUD y los menús de navegación del juego.
   - Definición de los comandos del juego.
   - Definición del nivel para la progresión del juego.

3) **Construcción de los personajes y enemigos:** A partir del guion y la definición de los personajes se empieza a dar forma gráficamente a cada uno de estos. Para esto se debe tener

en cuenta que esta construcción se hace a partir de un diseño colaborativo junto con los niños con discapacidad auditiva.

4) **Implementación del apartado artístico:** En este paso se debe empezar a construir los diferentes escenarios y elementos que harán parte del mundo y sus niveles, con el fin de crear un mundo en el que se pueda sumergir el niño con discapacidad auditiva. El apartado artístico es de gran importancia en la estética del juego, ya que es lo que va ver el niño y lo que le va llamar la atención en una primera instancia. Ese apartado artístico debe estar integrado en la interfaces gráficas y físicas del juego serio.

5) **Implementación de los niveles:** En este paso se toma el concepto inicial de los niveles y se diseña e implementan con el fin de darle vida al juego. Durante la construcción de los niveles debemos tener en cuenta lo siguiente:

   - Diseño de los mapas del juego, recursos, obstáculos, entidades, puntos de partida y finalización de los niveles.
   - Integración de las condiciones ambientales como el día, la noche, lluvia, etc.
   - Integración de las reglas básicas como la puntuación, el tiempo, los recursos, etc.
   - Implementación de las regiones en donde se encontrarán elementos de interacción, actividades o comportamientos propios del juego.
   - Diseño de la dificultad.

   Se debe recordar que dentro de los niveles de juego existen los niveles de dificultad lo cual está asociado a la escenografía, a los recursos, los obstáculos, los enemigos y la progresión que debe ejecutar el niño con discapacidad auditiva a partir de las actividades y mecánicas que se podrán usar para superar los niveles y conseguir el objetivo. Esos niveles de dificultad se pueden construir a partir de las tareas sencillas dentro del plan de rehabilitación psicomotriz e ir aumentando la dificultad con actividades que requieran mayor complejidad para ejecutarlas por parte del niño con discapacidad auditiva.

6) **Implementación de los mensajes para el jugador:** Los mensajes son de gran importancia dentro del diseño del juego, ya que permitirán que el niño con discapacidad auditiva pueda comprender fácilmente lo que debe realizar en una determinada misión.

   El diseño de estos mensajes es crucial para la usabilidad y la comprensión del juego, es por eso que en el momento de empezar a construir la forma del mensaje y el medio en el que se enviarán, se debe comprender los factores cognitivos, físicos y culturales de los niños con discapacidad auditiva, con el fin de que la comprensión de los mismos sea de la forma más eficiente. Cabe recordar que los medios por los que se pueden mandar los mensajes pueden ser físicos, usando vibraciones a través de los objetos tangibles que se usen, o usando elementos visuales a través de las interfaces gráficas de usuario.

   Estos mensajes pueden ser representados a partir de imágenes que representen funciones o acciones que deben ser ejecutados por los niños con discapacidad auditiva, usando iconos,

textos, imágenes, videos y formas. Para esto es importante el uso de las metáforas que estén relacionadas con las experiencias que posean los niños con discapacidad auditiva.

7) **Implementación e integración de mecánicas y las reglas de juego:** Teniendo definido el guion y el guion técnico del juego se deben tomar las actividades de rehabilitación psicomotriz y adaptarlas como mecánicas a partir de las reglas y las restricciones del juego serio.

   Una forma de probar la efectividad es simulando algunas actividades relacionadas con el juego y comprobar si son divertidas y ayudan a enriquecer el proceso de rehabilitación psicomotriz del niño con discapacidad auditiva. Finalmente, luego de la aceptación por parte de los participantes (niños con discapacidad auditiva y terapeutas) estas se integrarán al prototipo funcional.

8) **Implementación de las dinámicas de juego:** A partir de la definición de las reglas, las mecánicas y los niveles del juego se pueden construir algunas dinámicas básicas para que los niños con discapacidad auditiva puedan usarlas y poder superar fácilmente algunos obstáculos. Sin embargo, las mecánicas y las reglas deben ser fáciles de comprender para que el mismo niño pueda crear sus propias estrategias de juego y así alcanzar los objetivos del mismo.

9) **Implementación de las pantallas y menús del juego serio:** Teniendo en cuenta los contenidos y la definición de los mensajes de retroalimentación, se diseñan las diferentes pantallas en donde se integrarán los diferentes contenidos, iconos e imágenes que harán parte de las diferentes interfaces del juego.

   También dentro de las pantallas propias del juego se deben diseñar los diferentes elementos visuales que permitirán que el jugador reciba información mientras se interactúa con el juego, como es el puntaje, la cantidad de vida, la cantidad de recursos recogidos, el tiempo transcurrido, las pruebas superadas, mapa o radar, las recompensas visuales y auditivas, etc. Esto permite enriquecer la experiencia de los niños con discapacidad auditiva, ofreciéndoles la información necesaria para comprender como está avanzando durante el juego serio.

10) **Construcción del sistema de ayuda y localización:** Se debe diseñar e implementar los sistemas de ayuda que permitan que los niños con discapacidad auditiva tengan un medio para comprender como funciona el juego, que es lo que debe hacer, como realizar ciertas acciones o funciones dentro del juego, etc. Actualmente se crean videos y animaciones tipo tutorial que permita que los niños puedan comprender fácilmente, realizando cada acción propuesta paso a paso.

11) **Construcción de los dispositivos tangibles del juego serio:** Después de definir las actividades que se pueden realizar y como se deben ejecutar a partir de las mecánicas, las reglas y las actividades de rehabilitación psicomotriz, se construyen los diferentes dispositivos de interacción tangible que se usarán como elementos mediadores dentro de la

actividad de juego y que permitirán que el niño con discapacidad auditiva pueda lograr los objetivos del juego.

12) **Construcción de los efectos visuales y sonoros:** Paso en donde se crean algunas animaciones, sprites de los personajes y efectos visuales y sonoros que se integrarán al prototipo final y que serán construidos a partir de los bocetos y el diseño de los personajes, los niveles, el apartado artístico, las acciones y los mensajes que se ofrecerán a los niños con discapacidad auditiva

Entrada: Documento de diseño del juego, Documento de especificaciones técnicas o de interacción.

Al terminar la construcción del prototipo intermedio de diseño se recomienda pasar inmediatamente a la fase de Test del juego en donde se realiza la evaluación del prototipo intermedio.

5.2.5.3 Prototipo Final

Tarea donde se integran todos los elementos y prototipos intermedios que se construyeron con el fin de crear un prototipo final para las pruebas con participantes (terapeutas y niños con discapacidad auditiva) y obtener una retroalimentación para mejorar el juego serio y recibir la aceptación para la implementación de los detalles finales del juego serio.

Rol principal: Diseñador del juego serio, Animador, Artista de sonido, Artista Gráfico, Desarrollador.

Roles secundarios: Analista, Escritor, Niño con discapacidad auditiva, Terapeuta.

Pasos:

1) **Implementación de las mejoras identificadas en el prototipo intermedio:** Paso en donde se realizan las mejoras y las sugerencias obtenidas a partir de las pruebas de prototipos intermedios realizados con los participantes y expertos, ya que permite arreglar posibles errores y mejorar aspectos visuales, estéticos, aspectos de usabilidad, accesibilidad y ergonomía.

2) **Integración de los efectos visuales, auditivos y hápticos:** Luego de crear las animaciones, sprites y los efectos especiales (visuales, auditivos y hápticos) que acompañaran a las diferentes acciones que harán los niños con discapacidad auditiva y la inteligencia artificial, se integrarán entre ellas y se vincularan a las diferentes escenas del juego para enriquecer la experiencia del niño dentro del juego serio.

3) **Integración de los dispositivos de interacción tangible con el juego:** Luego del diseño, construcción y evaluación de los objetos tangibles en la etapa de prototipos intermedios, se realizan los arreglos de los fallos detectados y de las mejoras o sugerencias realizadas por los participantes de la evaluación, después de esto se integrarán como dispositivos de

interacción en el prototipo final a través de la implementación de elementos electrónicos o de reconocimiento y la integración de los comandos que permitirán ejecutar las acciones a través de estos.

Recuerde que estos dispositivos tangibles son los elementos mediadores con los cuales el niño con discapacidad auditiva interactuaran con el juego y que lo ayudarán a conseguir sus objetivos. Estos objetos están estrechamente relacionados con la actividad de rehabilitación psicomotriz que hacen parte de las mecánicas de juego.

Estos objetos tangibles pueden ser integrados al prototipo final a través de elementos electrónicos que permitirán la transmisión de datos que servirán de comandos para el juego serio. También pueden usar patrones QR o de RFID que permitirán la lectura a través de cámaras o sensores integrados a los dispositivos donde se ejecutará el juego.

4) **Integración de las diferentes interfaces, pantallas menús y elementos formales del juego:** Luego de realizar los cambios de los fallos y sugerencias detectadas en la pruebas, se procede a realizar la integración e implementación de las pantallas de menús, los niveles de juego con sus respectivos elementos, mecánicas y dinámicas (animaciones, sprites, obstáculos, personajes, recursos, componentes artísticos, acciones, misiones, reglas y progresión) además se le debe integrar el HUD con sus respectivos elementos visuales y de retroalimentación de información.

5) **Detección y arreglos de posibles errores o bugs del juego:** Luego de realizar la integración de todos los componentes, se realiza una prueba de funcionalidad para detectar posibles errores de código o de conexión con los dispositivos de interacción en el juego con el fin de poder obtener una versión final con todos los elementos y poder realizar una prueba final con los participantes (niños con discapacidad auditiva y terapeutas) y lograr la aceptación del juego serio.

Entrada: Feedback por parte de los evaluadores.

Al terminar la construcción del prototipo final de diseño se recomienda pasar inmediatamente a la fase de Test del juego en donde se realiza la evaluación del prototipo final del prototipo.

A continuación, se mostrarán cada una de las interacciones que poseen los diferentes actores con las tareas de las fases de diseño de prototipos.

Figura 5-33: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Diseñador).

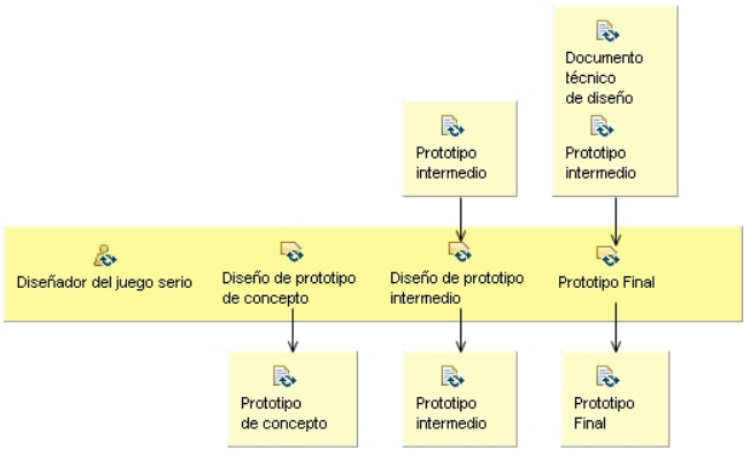


Figura 5-34: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Animador).

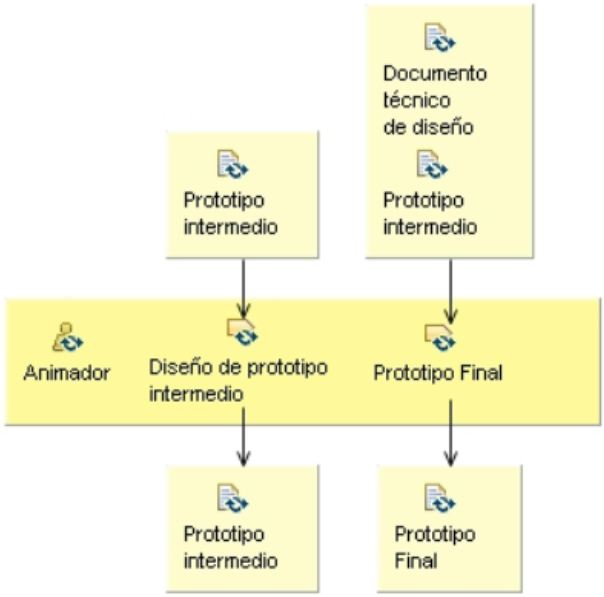


Figura 5-35: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Artista del sonido).

Figura 5-36: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Analista).

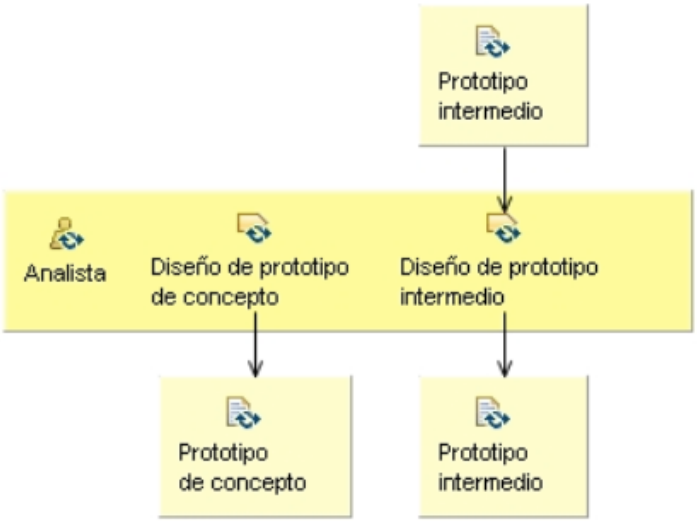


Figura 5-37: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Artista Gráfico).

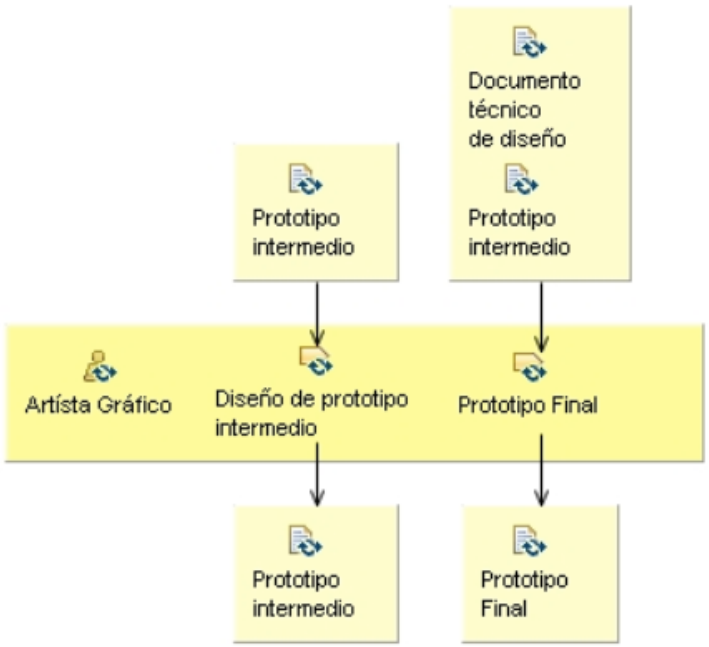


Figura 5-38: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Escritor).

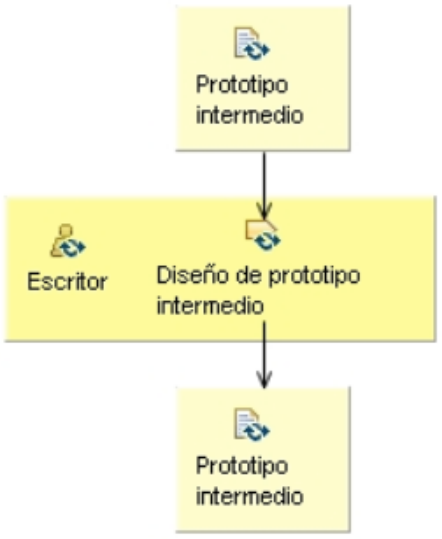
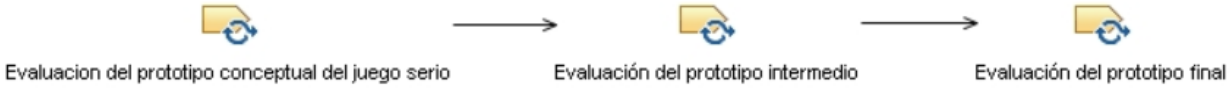


Figura 5-39: Diagrama de tareas por actores de la Fase 5 (Desarrollador).

5.2.6 Fase 6: Test del Juego (PlayTest)

Al igual que la fase de diseño de prototipos, esta fase se encuentra inmersa dentro de los procesos de las fases iniciales. A partir de la construcción de cada prototipo la metodología permite el diseño, la implantación, el uso y el análisis sobre un tipo de evaluación que corresponda a cada tipo de prototipo (prototipo de concepto, prototipo intermedio y prototipo final). Estas evaluaciones permiten obtener retroalimentación para realizar los cambios pertinentes antes de continuar a la siguiente fase o de obtener la aprobación del prototipo final. El acompañamiento del personal experto y de los niños con discapacidad auditiva durante los test o evaluaciones es muy importante para la recolección de información y generar en cada iteración un producto más completo y satisfactorio. Con esta fase se busca refinar en cada iteración, cada uno de los diferentes prototipos, pasar de un prototipo de conceptualización, a un prototipo intermedio hasta llegar a un prototipo de alto nivel con el cual se busca generar una aceptación por parte de los usuarios finales, si esta aceptación no se obtiene, la metodología es lo suficientemente flexible como para realizar una nueva iteración que permita una mejora más significativa del juego serio.

Figura 5-40: Proceso de la fase de Test del juego o Playtest.



5.2.6.1 Evaluación del Prototipo conceptual.

En esta tarea se tiene en cuenta aquellas variables como son el concepto del juego, las actividades a realizar, la relación de estas actividades con la terapia del niño con discapacidad auditiva, la jugabilidad, los elementos básicos del juego que se medirán a través del prototipo conceptual del juego serio, luego se diseña el test y finalmente se lleva a ejecución con algunos niños con discapacidad auditiva, expertos en el dominio y terapeutas, con el fin de identificar y recoger información valiosa para la construcción del juego serio.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio.

Roles secundarios: Experto en juegos serios y videojuegos, Experto en el dominio de salud, Niño con discapacidad auditiva, Terapeuta.

Pasos:

1) **Identificación del objetivo y variables:** Durante este paso se identifica cual es el objetivo o resultados que se desean obtener a partir de la prueba, también se deben identificar aquellas variables y el tipo de herramientas de medición que nos permitirán obtener los resultados que se analizarán del prototipo de concepto.

2) **Diseño del test:** Se diseñan los diferentes test de usuario que permitirán recoger la información para su posterior análisis. En este paso se recomienda el uso de prototipos de baja fidelidad (bocetos, storyboards) y el uso de encuestas o entrevistas, también el uso de técnicas como los foros acompañados de los expertos en el dominio, terapeutas y niños con discapacidad auditiva.

3) **Ejecución de la prueba:** Se ejecuta el test diseñado con los participantes (Terapeutas y niños con discapacidad auditiva) de la evaluación de concepto.

4) **Análisis de los resultados:** Paso donde se obtienen los resultados de la prueba y se analizan con herramientas de análisis cualitativo y estadístico, con el fin de obtener información crucial para la continuidad de la propuesta del juego serio

Entrada: Prototipo conceptual, Consentimiento Informado, Plan de evaluación

Salida: Documento de resultados del prototipo conceptual

5.2.6.2 Evaluación del Prototipo intermedio.

Para este tipo de evaluación se debe identificar el objetivo de la prueba, las variables a medir, las actividades a realizar por los niños con discapacidad auditiva, luego se diseña la prueba usando técnicas de test de usuarios y finalmente se obtienen los resultados las cuales serán sometidas con técnicas y herramientas de análisis para su posterior interpretación.

Rol principal: Analista, Diseñador del juego serio, Niño con discapacidad auditiva, terapeuta, tester.

Roles secundarios: Desarrollador, Experto en juegos serios, Experto en el dominio de la Salud.

Pasos:

1) **Identificación de objetivos, variables y actividades a evaluar:** Paso en el cual se debe identificar el objetivo o resultado esperado de la evaluación, con qué fin se requieren los resultados, que es lo que se desea medir durante la prueba con los niños con discapacidad auditiva y los terapeutas, adicionalmente que actividades de juego y rehabilitación psicomotriz se desea evaluar con el fin de saber si se están logrando las respuestas esperadas por parte del niño con discapacidad auditiva.

2) **Diseño del test y evaluación heurística de expertos:** Paso en el que se selecciona el tipo de herramienta o test de evaluación se desea usar con los participantes (niños con discapacidad auditiva y terapeutas) además de diseñar las tareas y actividades que deben realizarse en juego serio. Adicionalmente a esto se diseñará una evaluación especializada para expertos en construcción de juegos serios y rehabilitación virtual.

3) **Ejecución del test de usuarios y test heurístico de expertos:** Se ejecuta el test diseñado junto con los participantes (niños con discapacidad auditiva y terapeutas), se realizan observaciones, se consignan los comentarios y sugerencias de los participantes. Adicionalmente se ejecuta la evaluación con los expertos en juegos serios y rehabilitación virtual a partir de principios y heurísticas validadas.

4) **Implementación del apartado artístico:** En este paso se debe empezar a construir los diferentes escenarios y elementos que harán parte del mundo y sus niveles, con el fin de crear un mundo en el que se pueda sumergir el niño con discapacidad auditiva. El apartado artístico es de gran importancia en la estética del juego, ya que es lo que va a observar y lo que le va llamar la atención en una primera instancia al niño durante su interacción con el juego serio. Ese apartado artístico debe estar integrado en las interfaces gráficas y físicas del juego serio.

5) **Análisis de resultados:** Se analizan los datos obtenidos de la prueba y se interpretan con el fin de hallar fallos o posibles cambios que puedan mejorar la jugabilidad y las acciones que permitirán alcanzar el objetivo de rehabilitación del juego serio diseñado.

Entrada: Prototipo Intermedio, Consentimiento Informado, Plan de evaluación

Salida: Documento de resultados del prototipo intermedio

5.2.6.3 Evaluación del Prototipo Final.

Evaluar el prototipo final con el fin de corregir los últimos fallos o mejoras del juego serio antes de su versión definitiva y aceptación por parte de los involucrados en el diseño. Durante la evaluación se medirá la funcionalidad, el desempeño de los niños con discapacidad auditiva durante las diferentes actividades propuestas en el juego, el grado de rehabilitación psicomotriz obtenida a través de las diferentes actividades del juego serio, la experiencia de usuario, la usabilidad y accesibilidad. Adicionalmente a esto habrá una evaluación final con expertos en rehabilitación psicomotriz y terapeutas.

Rol principal: Desarrollador, Diseñador del juego serio, Experto en el dominio de la Salud, Niño con discapacidad auditiva, terapeuta, tester.

Roles secundarios: Analista. Desarrollador, Experto en juegos serios.

Pasos:

Diseño de los test: Se diseñan los test de acuerdo a la funcionalidad, desempeño de los niños con discapacidad auditiva, grado de rehabilitación psicomotriz del niño, experiencia de usuario, usabilidad y accesibilidad. Se recomienda realizar una sola prueba con diferentes actividades que deba realizar el niño con discapacidad auditiva y al final consignar los datos obtenidos por ellos. También en este paso se diseña un test tipo encuesta o entrevista dirigida a los expertos en rehabilitación psicomotriz y terapeutas que participaron en el proceso de evaluación del juego serio, con el fin de obtener información sobre la utilidad del sistema desde la mirada de los expertos en el dominio.

Análisis de resultados: Se analizan los resultados obtenidos por parte de cada de las variables de medición sugeridas, y se realiza su debida interpretación e identificación de los cambios finales que se deban realizar para la aceptación definitiva por parte de los involucrados y expertos.

Entrada: Prototipo Final, Consentimiento Informado, Plan de evaluación

Salida: Documento de resultados del prototipo final

Finalmente, lo que se espera con la evaluación del prototipo final, es lograr la aceptación por parte de los diferentes evaluadores (niños con discapacidad auditiva, expertos en juegos serios, terapeutas y expertos en Salud) con el fin de suministrar a los desarrolladores un insumo para realizar la postproducción, empaquetado y distribución del juego serio.

A continuación, se presentan las interacciones de los diferentes actores con la evaluación de los diferentes prototipos-

Figura 5-41: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Analista).

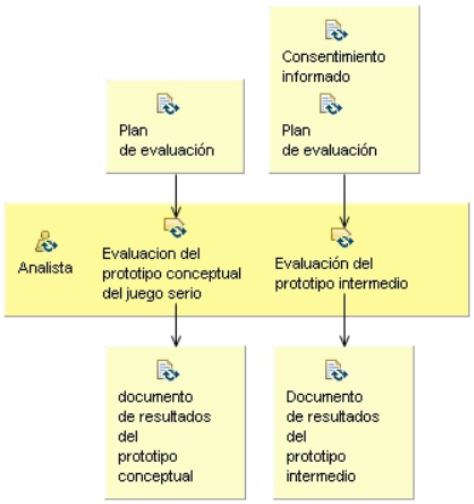


Figura 5-42: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Diseñador del juego serio).

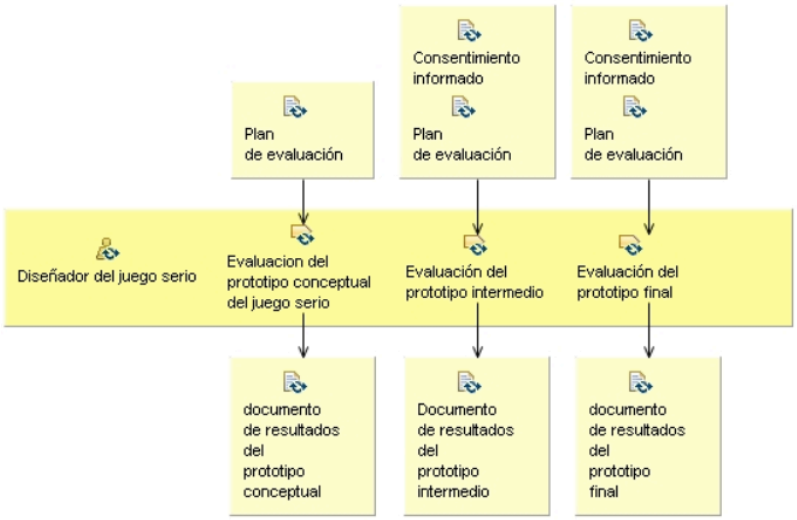


Figura 5-43: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Niño con discapacidad auditiva).

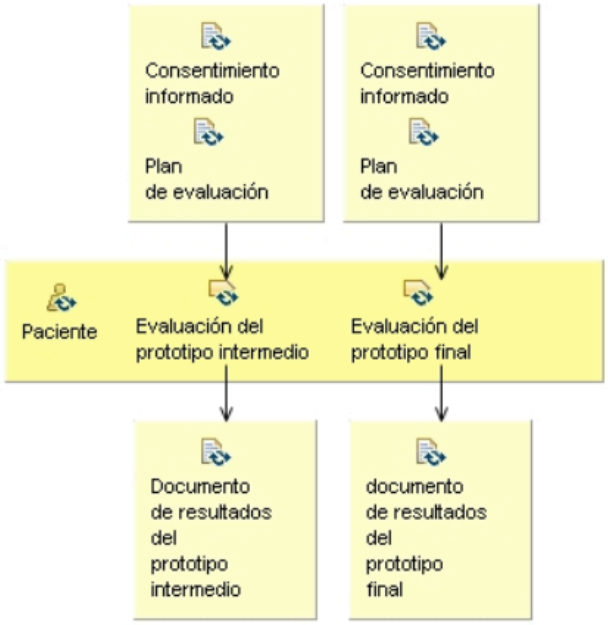


Figura 5-44: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Terapeuta).

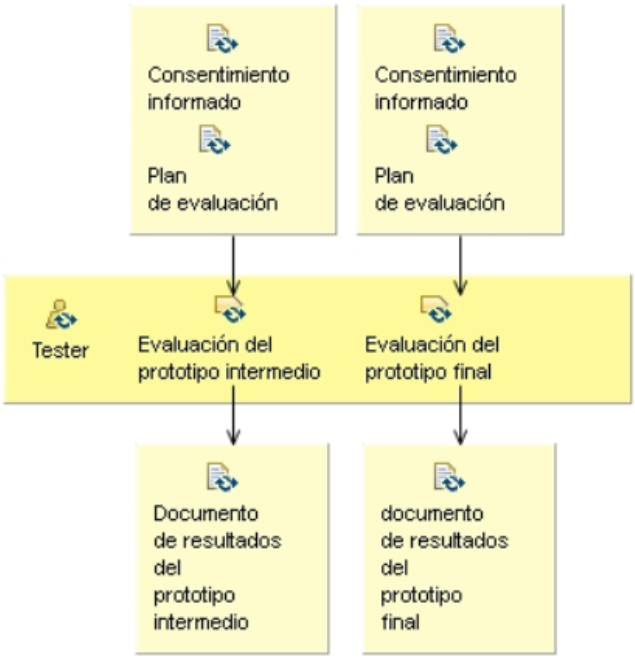


Figura 5-45: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Tester)

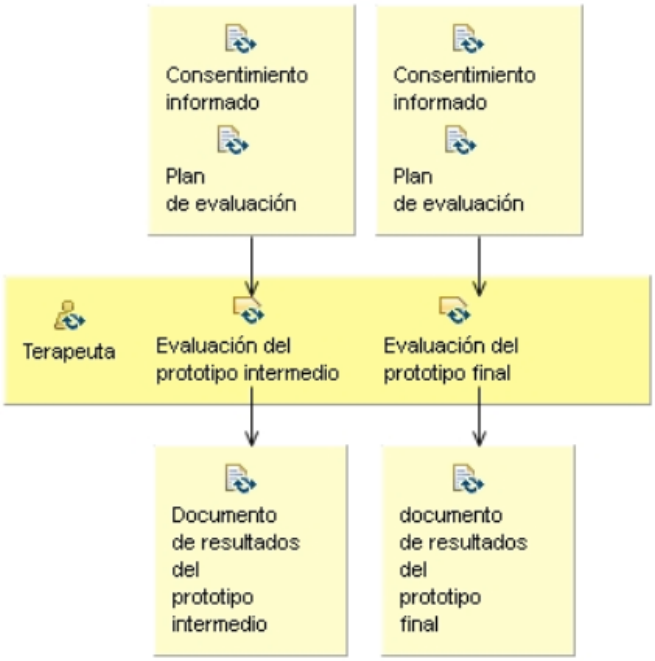
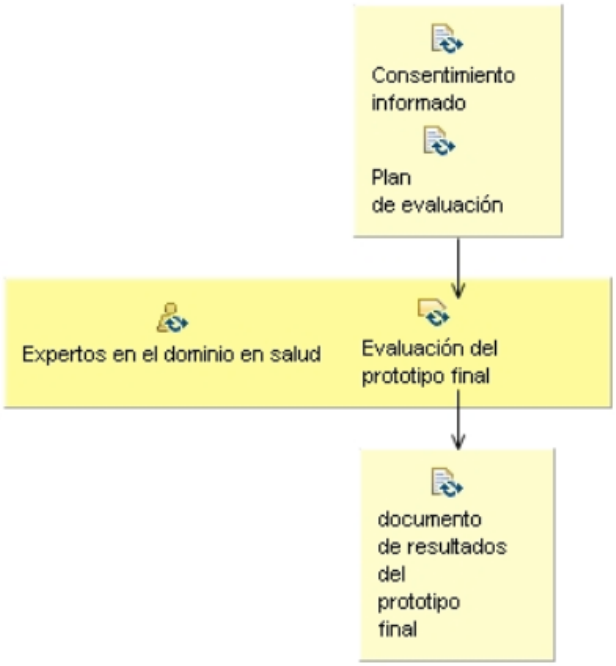


Figura 5-46: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Desarrollador).

Figura 5-47: Diagrama de tareas por actores de la Fase 6 (Experto en el dominio de la salud).



6. Validación de la metodología APRehab

"Jugar es la principal actividad de la infancia y responde a la necesidad de los niños de mirar, tocar, curiosear, experimentar, inventar, imaginar, aprender, expresar, comunicar, crear, soñar…"
Imma Marín

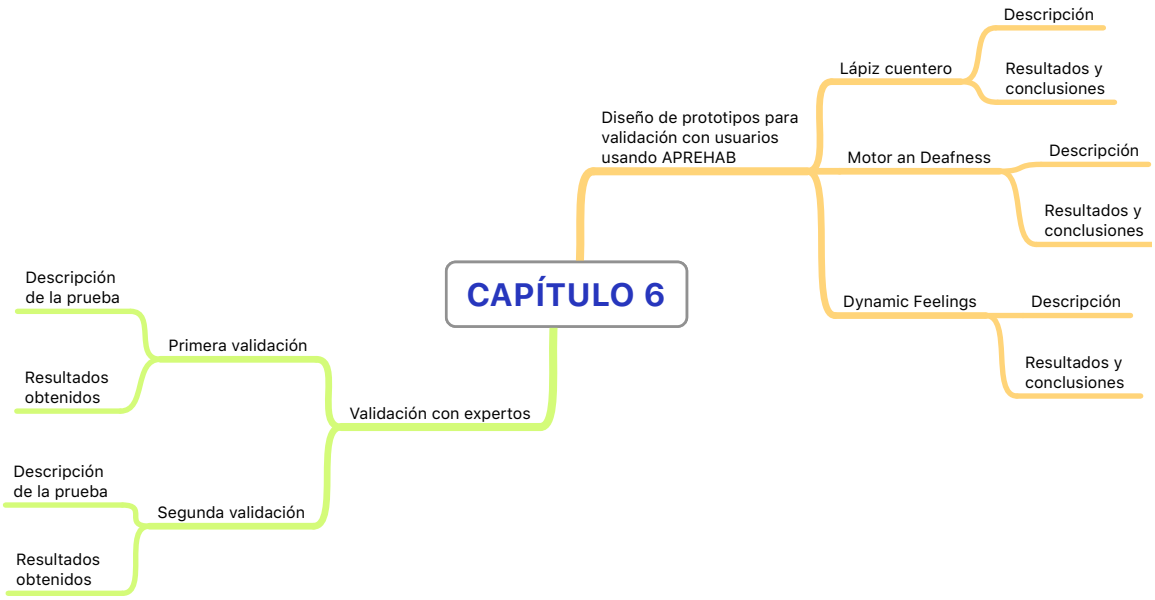
Toda propuesta metodológica debe seguir con unos estándares mínimos establecidos, que le permita ser fácilmente comprendida, aprendida, contextualizada y usada en cualquier proceso de implementación de un sistema interactivo. Entre los aspectos mínimos que debe contener una metodología se encuentra el tener diferentes fases o etapas que contengan diferentes proceso y actividades que permitan la planificación de actividades, la división de roles y distribución de tareas de los equipos de trabajo, el análisis de requisitos, el contexto de uso, el diseño, el prototipado, la codificación y las pruebas todo esto a través de una formalización que facilite la lectura, coherencia, la consistencia, la comprensión y la funcionalidad de cada elemento, aspecto, actividad y herramienta dirigido a la implementación de productos tecnológicos.

El objetivo de validar APRehab es el poder medir el nivel de cumplimiento de los estándares mínimos y el recibir una retroalimentación sobre su facilidad de uso, utilidad de los diferentes procesos, actividades y herramientas que ofrece la propuesta. Esta validación se dividió en dos partes. En la primera parte se usó la metodología APRehab para la conceptualización y diseño de cuatro prototipos de juegos serios dirigidos a diferentes casos de uso, con el fin de validar su uso, utilidad y comprensión en el momento del diseño de estos prototipos. Entre los prototipos trabajados se encuentran "El Lápiz Cuentero", "Moror and Deafness" y "Dynamic Feelings".

Para la segunda parte se realizaron tres diferentes validaciones en tiempos distintos, con el fin de obtener retroalimentación por parte de los expertos sobre los la utilidad y aceptabilidad de los diferentes procesos y elementos que ofrecía APRehab.

A continuación, se presentarán los diferentes casos de la construcción de los prototipos y sus resultados, además de la retroalimentación y aceptación de la comunidad de expertos a partir de las validaciones realizadas

Figura 6-1: Mapa estructural del capítulo.



6.1 Diseño de prototipos para validación con usuarios usando APRehab.

En esta sección se describirán el diseño de los diferentes prototipos siguiendo cada uno de los diferentes procesos que ofrece la metodología APRehab. Para esto se mostrará cómo fueron diseñados y construidos los prototipos de "Lápiz Cuentero", "Motor And Deafness" y "Dynamic Feelings".

6.1.1 Diseño del juego serio para la rehabilitación de la motricidad Fina en niños con discapacidad auditiva "Lápiz Cuentero".

Lápiz Cuentero es un juego serio que tiene como objetivo principal el ofrecer una herramienta interactiva para la rehabilitación de la motricidad fina en niños con necesidades especiales, especialmente niños con discapacidad auditiva. Este trabajo se realizó como proyecto final del curso electivo llamado Diseño de experiencias accesible por los estudiantes Leandro García y Kelly Marín, quienes durante el tiempo que duro el curso, diseñaron el juego adoptando algunos de los procesos que ofrecía la metodología APRehab.

Durante el proceso de diseño de Lápiz cuentero, los estudiantes iniciaron con la identificación de la necesidad que se quería abordar con la posible propuesta, para ello arrancaron trabajando la primera fase de "Análisis de usuarios y actividades" en donde identificaron a los diferentes usuarios, sus características físicas y las actividades de rehabilitación psicomotriz realizaban.

6.1.1.1 Análisis de usuarios y actividades

Durante el proceso de identificación de actores, reconocieron que el grupo de actores a los que iban a dirigir la propuesta eran aquellos niños que sufrieran de discapacidad auditiva y que tuvieran problemas con su desarrollo motor, especialmente problemas con la motricidad fina. También entre los actores indirectos encontraron a los docentes de la institución, los terapeutas, los padres y familiares del niño. A continuación, se muestra la tabla construida con los actores identificados.

Tabla 6-1: Tabla de implicados Lápiz Cuentero.

Implicado	Papel que desempeña
Niño con discapacidad auditiva	Actor principal al que va dirigido la propuesta, tiene problemas con el desarrollo normal de sus habilidades motrices fundamentales.
Docentes	Encargados de guiar a los niños en los diferentes temas de aprendizaje, además de realizar diferentes actividades dentro del aula de clase que fomenten el desarrollo de las habilidades fundamentales y perceptivas del niño con ejercicios de estimulación motriz.
Fisioterapeuta	Encargada de realizar las actividades de rehabilitación psicomotriz con los niños.
Padres de Familia	Encargados del bienestar y el cuidado del niño.
Familiares	Abuelos, tíos y hermanos encargados de suplir las responsabilidades de los padres de los niños cuando sea necesario.

Luego de identificar los diferentes actores, procedieron a profundizar sobre las características físicas de los niños e identificaron los siguientes problemas:

Figura 6-2: Características de los problemas motrices en niños con discapacidad auditiva.

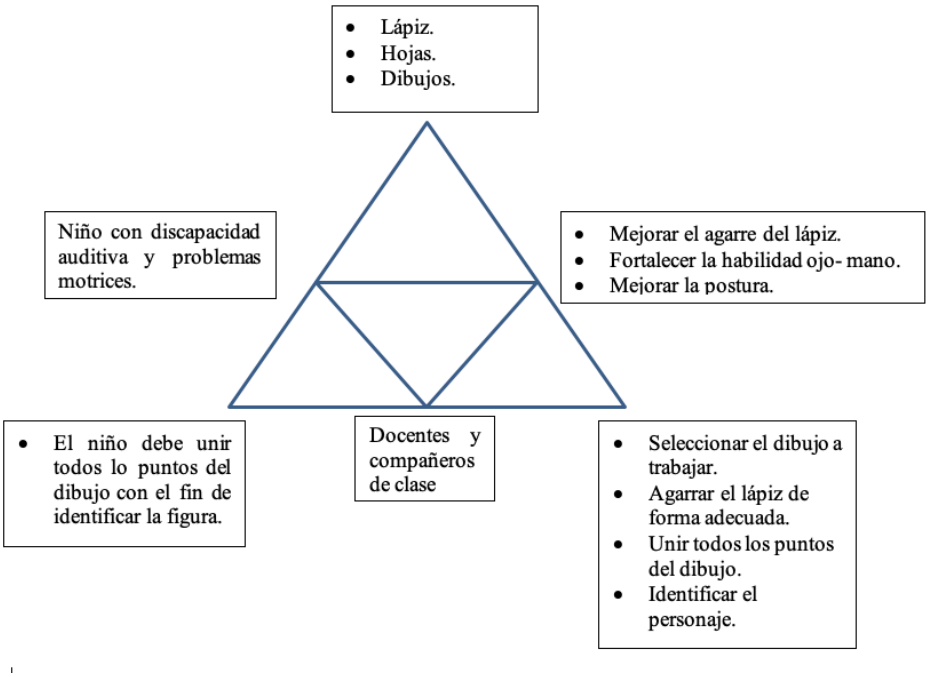
A partir de esta identificación de los diferentes problemas motrices que tenían los niños con discapacidad auditiva, encontraron evidencias que apuntaban a que estos niños poseían problemas en actividades en donde involucraban ejercicios de motricidad fina como la caligrafía. Con estas evidencias identificadas pasaron a identificar el aula de clase en donde encontraron materiales que se encuentran en todo salón de clase de niños de primaria. Tableros, mesas, escritorios, pancartas, zona para las maletas y loncheras, tijeras, punzones, hojas, temperas, pinceles, etc. Muchos de estos elementos son usados dentro de actividades donde se involucran actividades que ayudan al desarrollo de las habilidades motrices finas. Estos elementos los perciben los niños como objetos cotidianos que usan dentro de su colegio con los cuales hacen diferentes ejercicios como dibujar, recortar, perforar, unir, etc.

Con esta información se procedió identificar las diferentes actividades que se realizan en clase que tuvieran relación con el desarrollo de la habilidad de la motricidad fina. En este proceso se encontraron ejercicios de rasgado en donde involucran el agarre y el uso de los dedos con el fin de fortalecer los músculos de las manos, es uso de punzones para perforar hojas y el trabajo con lana insertándola en diferentes hoyos con el fin de potenciar las habilidades ojo-mano, ejercicios de identificación y selección de figuras, colores, objetos, actividades de dibujo y pintura, unión de puntos y actividades que involucran la escritura y la caligrafía. Estas actividades involucran tareas como:

- Cuidado de la postura.
- Ubicación de elementos, objetos textos y materiales gráficos dentro del rango visual.
- Optimización de los movimientos y fortalecimiento de diferentes partes del cuerpo.
- Estimulación ojo-mano.

En esta identificación se evidenció que los niños que poseían un desarrollo bajo de su motricidad fina tenían problemas para llevar a cabo de forma correcta el uso de los lápices y colore para realizar actividades en donde se involucraran la escritura y el dibujo, debido a la poca coordinación que puede mantener al escribir una palabra o dibujar una figura, además de la dificultad con la que los niños mantienen el agarre del lápiz. Con esta evidencia se plantea un modelo de actividad en donde establecen los diferentes elementos que tendría la propuesta.

Figura 6-3: Modelo de actividad de Lápiz Cuentero.



Luego de definir el modelo de actividad de la propuesta, se identifican algunas necesidades de usuarios.

Historia de necesidades de Usuario
Nombre necesidad: Agarre del lápiz
Prioridad de la necesidad **Alta [X] Media [ ] Baja [ ]**
Descripción: Se busca el que niño pueda agarrar con su mano de forma adecuada el lápiz con el fin de poder realizar los trazo y la unión de los puntos
Observaciones: El lápiz debe ser ergonómico y que se acomode al tamaño del niño.

Historia de necesidades de Usuario
Nombre necesidad: Visualización de los dibujos
Prioridad de la necesidad **Alta [ ] Media [X] Baja [ ]**
Descripción: Se busca ayudar al niño con la construcción del dibujo a través de la unión de pintos
Observaciones: Se debe permitir una ayuda visual con una silueta o un dibujo completo que permita que el niño con nivel bajo comprenda como debe unir los puntos.

Historia de necesidades de Usuario
Nombre necesidad: Retroalimentación visual
Prioridad de la necesidad **Alta [X] Media [ ] Baja [ ]**
Descripción: Se necesita que el niño se de cuenta en que momento ha alcanzado el logro.
Observaciones: Se debe ofrecer una retroalimentación visual positiva, que le avise al niño que a unido todos los puntos y a completado la figura satisfactoriamente.

6.1.1.2 Concepto del juego serio y la experiencia de jugador

a. Durante la "Definición de la experiencia del jugador" se establecieron en la propuesta "Lápiz Cuentero" las dimensiones de la experiencia que tendría el niño durante su interacción.

- Dimensión Física: el juego no requerirá mucho tiempo ni esfuerzo físico por parte del niño. El juego facilitará el seguimiento y la conexión de cada uno e los puntos del dibujo o personaje a través de plantillas de ayuda. El tiempo máximo

dependerá de la complejidad del dibujo o la cantidad de puntos y trazos que deba realizar el niño.

- Dimensión Cognitiva: El juego en los primeros niveles le facilitará el seguimiento de los puntos a partir del uso de plantillas. A medida que progresando en el juego. Para estimular el ejercicio se le ofrecerá una retroalimentación visual, en el momento que haya terminado satisfactoriamente el ejercicio.
- Dimensión Emocional: Se motivará al niño con una retroalimentación visual al finalizar el dibujo, este video estará asociado al personaje dibujado, se usarán las fabulas de Esopo, con subtítulos para ayudar a los niños con problemas auditivos.
- Dimensión Social: Como es un juego que contiene una actividad individual, pues solo podrá un niño interactuar con el juego, sin embargo, el resto de compañeros pueden colaborar mostrando como seguir los puntos de forma correcta.
- Objetivo de la experiencia del jugador: A través de la actividad lúdica ofrecer un sistema que divierta y fácil de usar que estimule los diferentes sentidos del niño y fortalezca sus habilidades motrices finas.

b. Se definió como posible "escenario de rehabilitación" el aula de clase ya que el espacio y los diferentes materiales de clase como los escritorios facilitan que el niño pueda interactuar con el sistema en un entorno real.

c. Para la formalización de las actividades de rehabilitación que tendrá el juego se estableció lo siguiente:

Tabla 6-2: Actividades de rehabilitación para el juego serio.

Actividad de Rehabilitación	**Objetivo**	**Prerrequisitos**	**Propiedades**	**Acciones**	**Roles**
Sujetar el Lápiz	Mejorar el agarre tipo pinza y fortalecer los músculos de la mano.	Saber agarrar objetos.	El lápiz debe tener un grosor adecuado para el agarre eficiente por parte del niño	Agarrar el lápiz, formando una pinza con las manos (dedos, pulgar, índice, corazón)	Niño con discapacidad
Tomar el Lápiz	Mejorar la coordinación ojo-mano	Identificar el lápiz y su ubicación	El lápiz debe tener la forma y el tamaño adecuado para ser reconocido, además debe presentarse	Ubicar el lápiz, medir la distancia, estirar el brazo, tomar el lápiz	Niño con discapacidad

			frente al niño con la distancia suficiente para tomarlo		
Identificar los Puntos	Mejorar la percepción visual	Reconocer los puntos	Los puntos deben tener el tamaño adecuado para ser percibidos por el niño	Ubicar los puntos en el la plantilla.	Niño con discapacidad
Unir los puntos	Mejorar la coordinación ojo-mano y el agarre y los músculos de la mano	Reconocer los puntos	La distancia entre los puntos no debe ser demasiado amplio con el fin de facilitar la construcción del contorno del personaje de forma adecuada	Ubicar los puntos en el la plantilla y unir los puntos con el lápiz	Niño con discapacidad

Tabla 6-3: Secuencia de acciones.

	Acción 1	**Acción 2**	**Acción 3**	**Acción 4**	**Acción 5**	**Acción 6**
Secuencia 1	Ubicar el lápiz	Estirar el brazo	Tomar el lápiz uniendo los dedos pulgares. Índice y corazón en forma de pinza	Levantar el lápiz y acercarlo a la plantilla del dibujo.	Ubicar los puntos	Unir los puntos a través del movimiento del lápiz encima de estos, hasta que todos los puntos estén unidos.

d. El objetivo principal de "Lápiz Cuentero" es poder ofrecer una herramienta que permita que el niño pueda adquirir de forma divertida y didáctica, las habilidades como el garre, de pinza, la percepción visual (ubicación de objetos) y la coordinación ojo – mano. El niño a través de agarre adecuado del lápiz deberá unir todos los puntos de la figura para lograr el objetivo de activar el video que desplegará la historia o fabula del personaje que acaba de dibujar.

La solución que se presenta es el desarrollo de un “libro de cuentos interactivo” por medio del cual el niño reciba estímulos al realizar tareas caligráficas; este libro pretende incitar al usuario a realizar tareas caligráficas de diferentes dificultades para así completar la meta de terminar un cuento. Para este proyecto se han escogido los cuentos de Rafael Pombo debido a su longitud y facilidad para representarlos gráficamente, además de la intención de preservar la cultura nacional.

El dispositivo está compuesto por un tablero, un lápiz, una pantalla y un arduino para controlar la interacción; el tablero está adaptado con puntos terminales de un circuito matricial que es activado al conectar los distintos puntos de una plantilla predeterminada por medio del grafito, una vez conectadas ciertas figuras o puntos del dibujo, en la pantalla se muestra una animación de un cuento, conforme el niño avanza en el dibujo la historia se sigue desarrollando.

Figura 6-4: Concepto de "Lápiz cuentero".

Con respecto al usuario, se espera que use el libro bajo la supervisión y aseso- ría de un docente o médico adecuado que le guiará en las maneras correctas de los ejercicios según su nivel de discapacidad. Los ejercicios a realizar serán la unión de diferentes puntos para formar figuras geométricas básicas y formas más complejas conforme se avanza en el entrenamiento.

6.1.1.3 Diseño de los elementos formales del juego

Durante la ejecución se recopilo información y se establecieron los aspectos jugables relacionados con las actividades de rehabilitación, lo cual dio como resultado la construcción de un documento de diseño de juego (GDD) con todos los elementos de “Lápiz Cuentero”.

a. **Introducción:** “Lápiz Cuentero” es un juego serio para la estimulación y desarrollo de la motricidad fina del niño con discapacidad auditiva. El juego se encuentra basado en las historias y personajes de las fabulas de Rafael Pombo**,** e invita al niño a participar de estas a

través del de la unión de puntos que debe realizar a mano alzada con el fin de completar la figura.

b. Concepto del juego serio: "Lápiz Cuentero" es un juego serio que a través del dibujo se estimula la motricidad fina del niño con discapacidad fina. Es un juego que se interactúa en solitario, tiene como dispositivos de interacción un lápiz, una plantilla con los personajes que debe dibujar a través de la unión de puntos, y un computador que desplegara la historia relacionada con el personaje que se ha dibujado. La principal mecánica es el uso del lápiz con el cual debe trazar líneas y curvas que permitan formar el contorno del personaje para que al final aparezca como recompensa la historia en video y subtitulada del personaje.

c. Características principales:

- **Visibilidad del sistema:** El Juego siempre mostrara el estado en el que se encuentra el niño durante la interacción.
- **Relación entre el sistema y el mundo real:** las herramientas que usa el juego como elementos de interacción están relacionados con lo que el niño puede usar dentro del salón de clase o en su hogar, lo que facilita la comprensión del uso de cada una ellas.
- **Disminución de la Carga Cognitiva:** El juego al usar metáforas de interacción como el lápiz y el papel, facilita que el niño comprenda la actividad que debe realizar, además de que el uso de puntos permite que el niño intuya que debe unirlas a través de líneas para formar la figura. En los primeros niveles se facilitan plantillas de ayuda.
- **Diseño estético y minimalista:** El juego usa elementos cotidianos como parte del sistema interactivo, la interfaz de reproducción de video solo muestra las historias de los personajes que el niño ha completado.
- **Sistema de ayuda:** Al ser un juego sumamente intuitivo no requiere de sistemas de ayuda, solo para el caso de los niveles iniciales en donde al niño se le facilita una plantilla de cómo debería quedar el dibujo terminado.
- **Simple e intuitivo:** El juego usa un lápiz y un papel con el que se permite la interacción con el reproductor de video**.**
- **Exigencia mínima de esfuerzo:** El lápiz estará construido de tal forma que permita un agarre ergonómico y adecuado para facilitar la interacción y evitar el esfuerzo de los músculos de la mano. También los puntos sobre el papel tendrán un tamaño adecuado que permita que el niño pueda visualizarlos sin ningún esfuerzo visual.
- **Tamaño y espacio para el acceso y uso:** Los elementos interactivos siempre estarán a la distancia del niño.

d. Género: un solo jugador, Party Game.

e. Propósito y público objetivo: El objetivo principal es la rehabilitación y estimulación de las habilidades motoras fundamentales, especialmente la motricidad fina, de niños con discapacidad auditiva.

f. **Jugabilidad:** El juego principalmente es un Party Game, en el cual sus actividades están dadas por situaciones que se pueden realizar en la vida real, pero de forma divertida, para este caso el niño deberá unir puntos, para la creación de un dibujo o contorno de un personaje con el objetivo de recibir como premio el reproducir el video completo de la fábula relacionada con el dibujo que ha construido. Los niveles de dificultad del juego van aumentando con cada dibujo que se le presenta, haciendo que la distancia de los puntos se vaya ampliando y no sea tan fácil el saber qué tipo de dibujo deben realizar.

g. **Estilo Visual:** El juego Lápiz Cuentero usa interfaces sencillas de interacción, representados en hojas de papel con puntos que el niño debe unir con el uso de un lápiz el cual se encuentra conectado al computador y envía la seña en el momento en que el niño ha terminado de construir todo el dibujo para que este reproduzca el video.

h. **Alcance:** Se espera que el juego logre ayudar al desarrollo de la motricidad fina, el fortalecimiento de los músculos manuales y la estimulación sensorial.

6.1.1.4 Diseño de los elementos técnicos y de interacción

a. **Requerimientos técnicos y de la interacción del juego serio:** Las actividades que se desarrollaran durante la interacción es principalmente el dibujo a mano alzada, a través del uso del lápiz y la unión de puntos. Los niños al tener problemas en su motricidad fina, los elementos de interacción deben estar acondicionados al tamaño de la mano del niño, además todas las interfaces tanto de retroalimentación como de interacción deben ser accesibles al niño. Entre los requerimientos que se necesitan están:

Tabla 6-4: Requerimientos Funcionales y no Funcionales del lápiz Cuentero.

Código del requerimiento	Descripción
RF1	El juego debe ofrecer un reproductor de video.
RF2	El juego debe permitir que el usuario pueda realizar dibujos.
RF3	EL juego debe ofrecer una interfaz adecuada para que el usuario pueda dibujar
RF4	La interfaz de interacción (lápiz, hoja) debe estar conectado al computador.
RF5	El sistema debe permitir reproducir el video luego de finalizar el dibujo
RF6	El lápiz de conducir energía

RF7	La plantilla debe tener un circuito que permita transmitir la señal que activa el reproductor de video
RFN1	El sistema debe ser económico de construir.
RFN2	Las herramientas de interacción deben estar construidas ergonómicamente, con el fin de que se adapten a las características de la mano del niño
RFN3	El jugo debe ser ejecutado con las características mínimas de un sistema.

b. **Análisis y diseño de la interacción:** La interacción seleccionada para Lápiz cuentero es de tipo natural con uso de objetos tangibles representados en un lápiz y plantillas de dibujo impresos en hojas de papel. La plantilla estará sobre otra superficie de papel el cual tendrá un circuito con cinta de cobre y el lápiz a través de su mina de grafito (la cual conduce en energía), en el momento que el dibujo estar terminado el circuito estará cerrado y permitirá enviar la señal al computador a través del arduino. Cuando se envía el voltaje al arduino él envía un dato de alto (high) al sistema el cual la aplicación de reproductor hecho en processing lo toma y reproduce el video.

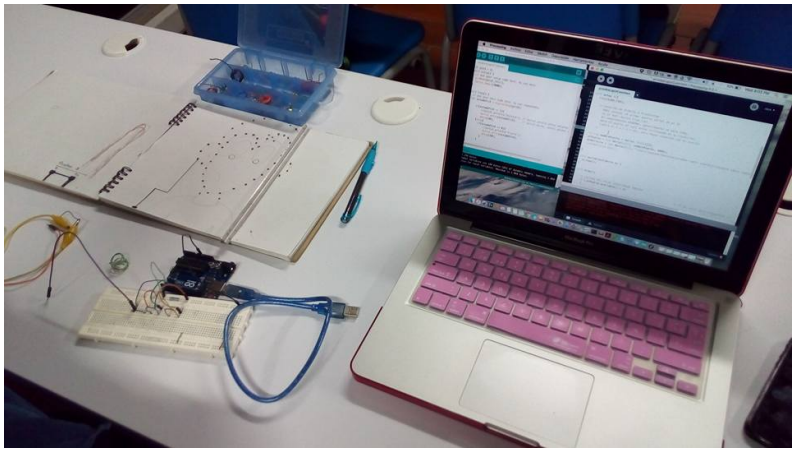
6.1.1.5 Diseño de prototipos.

A continuación, se presentarán los diferentes prototipos de juego serio de "Lápiz Cuentero".

a. **Prototipos de Concepto:** Se inició la construcción del circuito y las pruebas con el arduino.

Figura 6-5: Construcción del prototipo de concepto.

Figura 6-6: Primera versión de Lápiz Cuentero.



b. Prototipo Intermedio:

Figura 6-7: Plantillas "Lápiz Cuentero".

Figura 6-8: Diseño del lápiz y de las plantillas.

Figura 6-9: Plantilla con el circuito.

Figura 6-10: Conexión de los diferentes componentes de Lápiz Cuentero

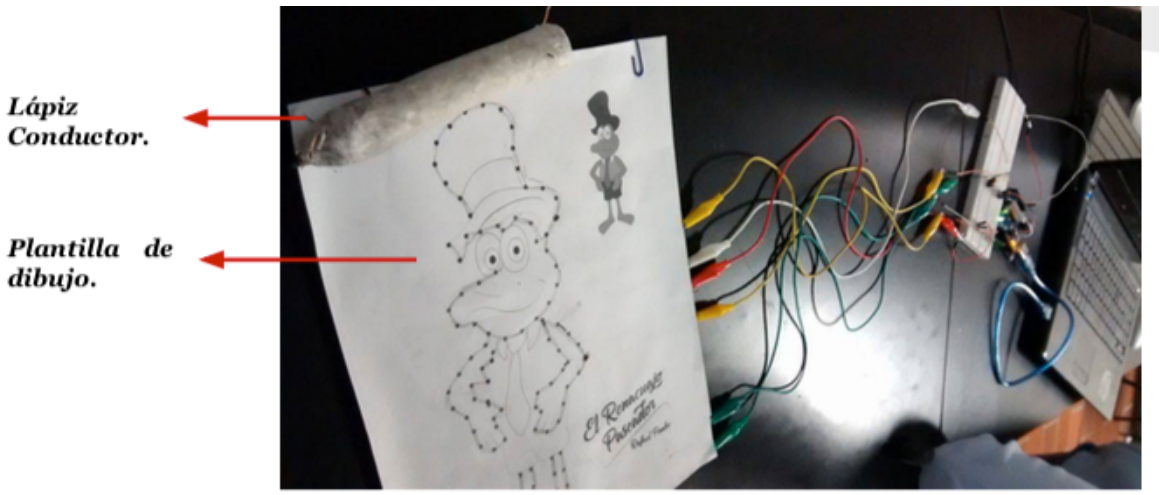
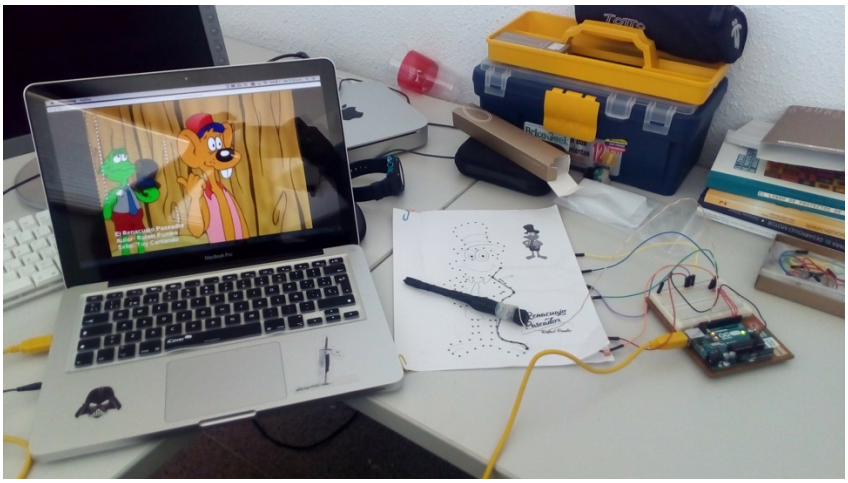


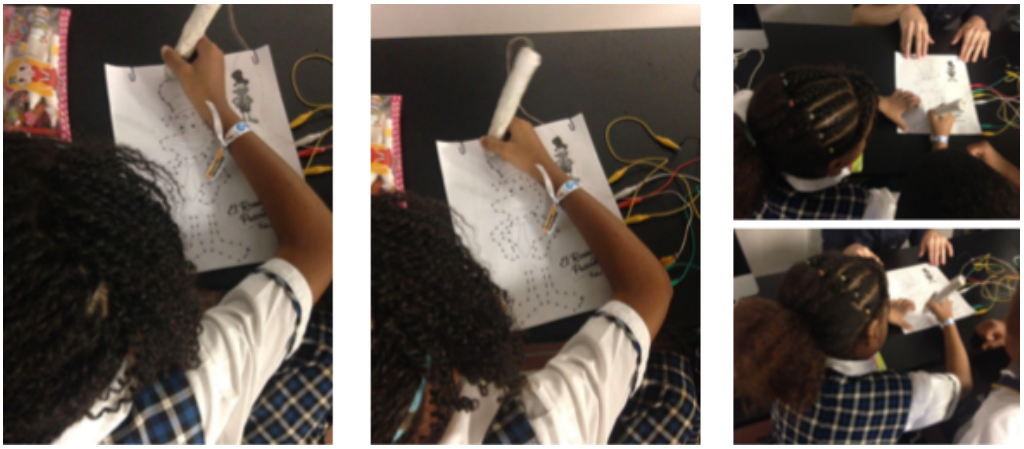
Figura 6-11: Prototipo Funcional de Lápiz Cuentero.



6.1.1.6 Test del juego

Durante el diseño de Lápiz Cuentero se realizaron diferentes pruebas y presentaciones de los prototipos conceptuales e intermedios que permitieron ir evolucionando el juego hasta una versión funcional no definitiva que fue probada por dos niñas del Instituto de niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca. Estas dos niñas tenían un promedio de edad de 7 años con amplificador en sus oídos ya que tenían una disminución auditiva leve. Estas niñas interactuaron con el juego, a través de la actividad de unir los puntos de la plantilla hasta que terminaran y luego activaran como recompensa el video relacionado con el dibujo. Para esta prueba se usó la plantilla y el video subtitulado de Rin Rin Renacuajo personaje de las fabulas de Rafael Pombo.

Figura 6-12: Pruebas de Lápiz Cuentero.



Las técnicas usadas para la recolección de información durante la prueba fueron la observación y la entrevista. Durante la observación, se evidenció que las niñas se sentían a gusto con la actividad, y las dos completaron el ejercicio, activando cada una el video de la historia de Rin Rin Renacuajo, sin embargo, la segunda niña tuvo algunos problemas con los trazos debido que la hoja se le movía mucho además se encontraba alejada del sistema por el miedo a que se desconectaran los cables que hacina funcionar el sistema. En el momento de la intervención de la entrevista la primera niña expreso su gusto con el juego calificándolo como divertido, además estuvo a gusto con el video que se presentó cuando termino la actividad, sin embargo, expreso que el lápiz era pesado, un poco incómodo, su textura de plastilina permitía acomodar bien los dedos, pero daba sensación incomoda al usar el lápiz, y que el cable que tenía conectado a veces le dificultaba realizar bien el trazo en la plantilla. La segunda niña también expreso estar a gusto con el juego sin embargo como se observó por parte de los evaluadores, ella comento que tenía un poco de miedo de dañar el juego debido a que tenían muchos cables que provocaban un poco de incomodidad en el movimiento y por eso se alejaba un poco de este.

Finalmente, las niñas cumplieron el objetivo y se evidencio que Lápiz Cuentero puede servir como herramienta para el desarrollo de la motricidad fina de los niños. Sin embargo, este prototipo necesita ciertas mejoras para recibir su aceptación final por parte de los niños y los terapeutas. Estas mejoras están en la ergonomía del lápiz (forma, peso, textura), además de los diferentes conectores y cables del lápiz y del circuito de la plantilla. El Juego "Lápiz Cuentero" concluye con esta actividad, quedando pendiente una evolución final y una validación con expertos para su aceptación definitiva.

6.1.1.7 Conclusión del Caso "Lápiz Cuentero"

En el momento de entrevistar con los desarrolladores del juego de "Lápiz Cuentero", expresaron que la metodología les facilito la comprensión del grupo objetivo y de las actividades que se realizan en los procesos de rehabilitación y que esta información les sirvió de insumo para generar una idea en

donde se trabajara una actividad cotidiana en el aula de clase que sirviera para el desarrollo de la motricidad fina usando objetos tangibles que permitieran una interacción divertida duran te la actividad. También destacaron la facilidad de seguir la metodología, debido al paso a paso de cómo estaba construida y los diagramas de actividad que estas ofrecían para ellos realizar el seguimiento adecuado de las tareas y pasos que debían realizar. El uso de las plantillas también les facilito para ir recolectando información y tener consignado todos los elementos necesarios para la construcción del juego.

Se puede concluir con este caso, que APRehab ofreció los elementos necesarios que facilitaron el diseño y la construcción de los prototipos que dieron como resultado la versión funcional de Lápiz Cuentero, un juego serio dirigido a la rehabilitación de la motricidad fina de niños con discapacidad auditiva.

6.1.2 Diseño del juego serio "Motor and Deafness"

El proyecto Motor and Deafness, que se realizó al interior de la Universidad de San Buenaventura Cali y liderado por dos egresados del programa de ingeniería multimedia, Kevind Ospina y Alejandro Narváez, que junto con docentes y fisioterapeutas del instituto de niños ciegos y sordos, diseñaron un juego serio con el objetivo de mejorar el desarrollo de la motricidad gruesa en niños con discapacidad auditiva. El juego está basado en el uso del cuerpo como objeto de interacción el cual es captado por una cámara tipo Kinect el cual está programado para seguir ciertos gestos y movimientos del niño. El uso del cuerpo como interfaz de interacción tiene dos propósitos, el primero es el controlar al avatar del juego el cual se moverá por un mundo creado para el juego, y el segundo propósito es que los movimientos que se deben realizar en el juego hacen parte de los ejercicios de rehabilitación que los niños realizan en las sesiones que hacen al interior de la institución. A continuación, se presentará como se abordó cada fase de la metodología.

6.1.2.1 Análisis de usuarios y actividades

a. **Identificación de actores:** La propuesta está dirigida a niños que se encuentran entre los 9 y 10 años de edad, con discapacidad auditiva y que se encuentran en segundo de primaria en el instituto de niños ciegos y sordos. Durante la visita al aula de clase se logró apreciar que esta estaba conformada por cinco niñas y tres niños, los cuales harían parte del proceso de diseño del juego serio. Entre las características de este grupo de niños es que hay cuatro niños con implante coclear, tres niños son oyentes y una niña que no posee implante y tiene sordera severa por lo cual la ha tocado aprender la lectura labio-facial con el fin de comunicarse. Otras características que presentan estos niños a nivel físico y cognitivo como movimientos torpes, procesos mentales un poco lentos y coordinación del sistema motora reducido, aspectos que se evidenciaron durante la observación de diferentes actividades que involucraban movimientos coordinados, finos y precisos.

   Entre los actores identificados están:

Tabla 6-5: Tabla de actores del juego serio "Motor and Deafness".

Implicado	Papel que desempeña
Niño con discapacidad auditiva	Actor principal al que va dirigido la propuesta, tiene problemas con el desarrollo normal de sus habilidades motrices fundamentales.
Docentes y fisioterapeutas	Profesionales encargados de los niños en sus diferentes actividades como de aprendizaje como rehabilitación.
Comité de ética	Encargada de velar que las actividades que se hagan en el instituto cumplan con todos los códigos de seguridad y éticos, con el fin de no dañar o perjudicar la imagen de los niños o la institución
Padres de Familia	Encargados del bienestar y el cuidado del niño.
Familiares	Abuelos, tíos y hermanos encargados de suplir las responsabilidades de los padres de los niños cuando sea necesario.

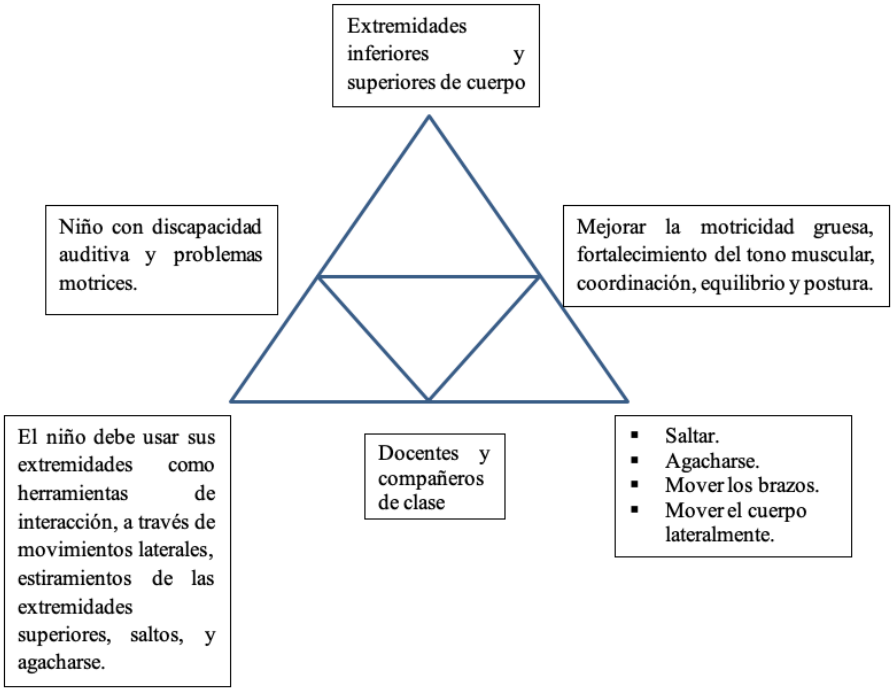
b. Análisis del entorno del usuario: Como se describió en capítulos anteriores, el instituto cuenta con diferentes espacios de esparcimiento y recreación, permitiendo que los niños puedan compartir con otros (con discapacidad auditiva, o visual o sin ninguna discapacidad) y realizar diferentes actividades tanto dentro del aula de clase como afuera. Los espacios abiertos del instituto son propicios para el trabajo de rehabilitación de la motricidad gruesa, permitiendo que el niño pueda desarrollar habilidades que involucran la marcha, el salto, el lanzamiento, etc.

c. Análisis de objetos: Entre los diferentes objetos y juguetes encontrados durante la visita al instituto se identificaron balones, colchonetas, ula-ulas, túneles, cuerdas, pelotas, etc. Estos juguetes sirven como herramientas durante las diferentes sesiones rehabilitación en donde los niños hacen actividades como girar en el piso, superar obstáculos, saltar, lanzar objetos, estiramientos y fortalecimiento del tono muscular del cuerpo. Los niños cuando inician una actividad, se les observo muy motivados debido a que los diferentes objetos los ven como juguetes con los que se pueden divertir y hacen que la actividad de rehabilitación la vean como un juego más.

d. Análisis de las actividades: Luego de identificar las diferentes características de los niños objetivo, sus necesidades, el entorno donde realizan sus actividades y los objetos que usan se llegó a la conclusión de trabajar dentro de la propuesta actividades que estuvieran relacionadas con el desarrollo de las habilidades motoras fundamentales, en este caso preciso la motricidad gruesa. Dentro de las actividades de rehabilitación de estas habilidades se espera que el niño fortalezca la coordinación, la postura y el equilibrio junto con el fortalecimiento del tono muscular del cuerpo del niño. Entre las actividades que están involucradas están la vuelta canela, el agacharse, el ventarse, el sentarse, el acostarse, el

gatear, correr, saltar, lanzar, sostener y agarrar, entre otras más. La idea principal de la propuesta es tomar algunos de estos ejercicios y trabajarlos como mecánicas jugables del juego. A continuación, se presenta el modelo de actividad relacionado con la propuesta.

Figura 6-13: Modelo de actividad "Motor and Deafness".



e. **Análisis de necesidades y requerimientos:** A continuación, se presentan las diferentes necesidades y requerimientos que deben tenerse en cuenta antes de la conceptualización del juego.

- Las sesiones y actividades no deben ser muy largas ya que pueden provocar fatiga muscular o desgarres en los niños.
- Los movimientos de las extremidades no deben ser forzados ni que requieran de mucho esfuerzo físico o de posiciones a las que no estén acostumbrados.
- Se les debe permitir mejorar la postura cuando están de pie.
- El juego debe dar una retroalimentación constante de lo que hace el niño.
- El juego debe tener un personaje con el que se identifique el niño.
- El juego debe desarrollarse en una escenografía que pueda ser reconocida fácilmente por el niño.
- El juego serio debe involucrar una temática divertida que los saque de la monotonía de las actividades de rehabilitación.

6.1.2.2 Concepto del juego serio y la experiencia de jugador

a. **Definición de la experiencia del jugador:** La experiencia del juego "Motor and Deafness" se definió a partir de las diferentes dimensiones de la experiencia de jugador que se mostraran continuación.

   - Dimensión Física: Las actividades a realizar involucran diferentes extremidades y músculos del cuerpo del niño, por lo cual las sesiones de juego no deben ser demasiado largas, un promedio de 6 minutos, para no ocasionar fatiga muscular ni cansancio. También en el juego solo se hacen movimientos naturales, nada de movimientos extraños o que requieren de mucho esfuerzo por parte del niño, con el fin de que se sienta que los movimientos que hace son correctos y lo motive a seguir jugando.
   - Dimensión Cognitiva: Se usarán elementos visuales que estimularan la precepción visual y espacial del niño, estos objetos deben ser atrapados durante el juego con el uso de las extremidades y el movimiento, también existirán obstáculos que debe superar a partir de sus movimientos y su percepción espacial.
   - Dimensión Emocional: El niño recibirá puntos por los objetos alcanzados con el fin de generar un estímulo competitivo que lleve al niño a auto superarse y superar al mismo tiempo a sus compañeros. También se contarán los obstáculos fallidos con el fin de retroalimentar al niño de que algunos de sus movimientos no lo está realizando de la forma adecuada.
   - Dimensión Social: El juego será de un solo jugador, pero sin embargo el juego está diseñado de tal forma que el niño pueda competir contra sus compañeros obteniendo la mayor puntuación posible con el menor número de errores.
   - Dimensión motivacional: El juego estará retroalimentando al niño de sus éxitos y errores, motivando a que se auto supere todo el tiempo y lograr hacer los movimientos lo mejor posible para superar los obstáculos y ganar.
   - Objetivo de la experiencia del jugador: Lo que se busca con el juego es que el niño realice una actividad lúdica de juego en donde involucra su cuerpo y sus diferentes sentidos con el fin de lograr alcanzar el mayor número de puntos y el menor número de errores por obstáculos. Estos movimientos que se encuentran involucrados como mecánicas de juego permitirán estimular y fortalecer los diferentes músculos del niño y desarrollar sus habilidades de motricidad gruesa.

b. **Definición de los escenarios de rehabilitación:** El posible escenario de interacción con el juego es el salón de clase, este debe tener un espacio adecuado para poder realizar los movimientos libremente, además de que debe contar con los dispositivos de despliegue adecuados como un televisor o un proyector. Este sitio podrá ser un salón de clase o el salón de tecnología que ofrece el instituto.

c. **Formalización de los procesos de rehabilitación:** A continuación, se plantean las diferentes actividades o acciones que harán parte de los procesos de rehabilitación y mecánicas del juego.

Tabla 6-6: Tabla de formalización de acciones de rehabilitación de "Motor and Deafness".

Actividad de Rehabilitación	Objetivo	Prerrequisitos	Propiedades	Acciones	Roles
Saltar	Mejorar el tono muscular de la pierna del niño	Tener la suficiente fuerza para saltar o no tener ningún miembro inferior lesionado	Los zapatos deben ser adecuados y el piso debe estar plano sin desnivel	saltar	Niño con discapacidad
Movimiento lateral	Mejorar la coordinación, la postura y el equilibrio.	Tener la ropa adecuada para poder hacer movimientos laterales	Realizar movimientos del tronco superior de izquierda a derecha y viceversa	Movimiento lateral del tronco superior	Niño con discapacidad
Movimiento de Cabeza	Mejorar la coordinación, la postura y el equilibrio. Fortalecimiento de los músculos del cuello.	Poder la cabeza sin impedimento.	Realizar movimientos hacia delante, hacia atrás y laterales de la cabeza	Movimiento en las cuatro direcciones de la cabeza	Niño con discapacidad
Agacharse	Mejorar el tono muscular de las piernas del niño	Tener la suficiente fuerza para agacharse o no tener ningún miembro inferior lesionado	Realizar el movimiento de agachar el cuerpo	Agachar el cuerpo con las piernas y rodillas recogidas	Niño con discapacidad
Mover miembros superiores	Mejorar el tono muscular de los brazos del niño	Tener la suficiente fuerza para estirar o no tener ningún	Realizar movimientos que involucren estirar el brazo y moverlo a	Mover los brazos en la dirección indicada por el juego.	Niño con discapacidad

		miembro superior lesionado	una dirección determinada		

d. Descripción general del juego serio: El juego trata de un niño que quiere estrenar sus nuevos patines, para ello sale a la calle en donde tendrá mucho espacio para practicar y disfrutar su nueva adquisición, durante su aventura se encontrara con muchos obstáculos y elementos que debe ir adquiriendo durante el recorrido por el camino. El juego transcurre en un escenario tipo parque en donde el personaje sorteará diferentes obstáculos y adquirirá diamantes que le darán puntos durante su recorrido. El niño debe moverse según el obstáculo que se le presenta al frente o para alcanzar los diamantes del camino. El objetivo del juego es que a través de diferentes movimientos del cuerpo que hacen mover el personaje, el niño pueda fortalecer sus músculos y pueda desarrollar efectivamente su coordinación, equilibrio y postura de su cuerpo.

e. Planeación del juego serio: Para el juego se plantearon los siguientes roles que participaran del diseño del juego serio "Motor and Deafness"

- **Roles del equipo de trabajo:** El equipo se encuentra conformado por un desarrollador, un diseñador 3D, un fisioterapeuta y un docente del instituto de niños ciegos y sordos del valle del cauca.

Tabla 6-7: Roles del equipo.

Rol	Encargado
Desarrollador	Encargado de la codificación, eventos y programación del juego serio.
Diseñador 3d	Encargado de diseñar los diferentes elementos gráficos de las interfaces y del juego, también estará encargado de seleccionar los assests adecuados para el juego serio.
Docente de tecnología	Encargada de hacer el seguimiento del diseño de los escenarios y mecánicas del juego.
Fisioterapeuta	Encargada de guiar a los desarrolladores en el diseño de las actividades de rehabilitación como mecánicas de juego. También se encargará se hacer seguimiento de los movimientos que se ejecuten en el juego, si realmente son adecuados o se integran adecuadamente a los objetivos de rehabilitación

Niños del instituto	Acompañaran al proceso de diseño durante toda la ejecución del proyecto, son los encargados de bridar la retroalimentación y serán los que testearan el juego.

- **Propiedad intelectual:** Los diferentes assets de los escenarios, obstáculos y personaje del juego fueron comprados a través de la tienda virtual de unity.

- **Contenidos que contendrá el juego:** EL juego tendrá diferentes elementos gráficos como el personaje principal y el escenario. Los obstáculos y los diamantes son contenidos jugables que hacen parte de las mecánicas del juego y las acciones para superarlos y obtenerlos hacen parte de los elementos de rehabilitación establecidos.

6.1.2.3 Diseño de los elementos formales del juego

A continuación, se plantea el GDD del juego serio "Motor and Deafness"

a. **Introducción:** "Motor and Deafness" es un juego serio para la rehabilitación de la motricidad gruesa y el desarrollo de las habilidades motoras fundamentales. Esto se logra a través de los diferentes movimientos que el niño debe realizar para que su avatar se mueva en el juego, adquiere jemas y supere los diferentes obstáculos que van apareciendo en el recorrido. Los movimientos básicos son el salto, el agacharse, los movimientos laterales del tronco y el cuello y movimiento de los brazos. El niño a medida que va realizando el recorrido obtendrá puntos positivos, y en el momento de no superar un obstáculo se ele contará como puntos no superados. El juego tomara la información de cada niño y guardara los datos con la información de cada intento.

b. **Concepto del juego serio:** "Motor and Deafness" es un juego que ocurre cuando su personaje principal sale a patinar por la calle con el fin de usar sus nuevos patines, durante su aventura se encontrara con diferentes gemas que deberá ir recolectando y superar una serie de obstáculos que impedirán que complete su recorrido. Las mecánicas son sencillas, el jugador debe mover su cuerpo para ser detectado por el dispositivo de tracking y poder simular los movimientos en el avatar con el fin de ir superando cada uno de los obstáculos del juego. Los movimientos principales son el salto, movimiento lateral del tronco, de la cabeza de los brazos y agacharse con el fin de alcanzar las gemas que se encuentran en el camino o superar los obstáculos que van apareciendo en el recorrido. Al finalizar el recorrido el jugador podrá ver su rendimiento a través de las gemas alcanzadas y los obstáculos superados. El recorrido dura aproximadamente 6 minutos dependiendo de la destreza del niño.

c. Características principales:

- **Visibilidad del sistema:** El Juego siempre mostrara el estado en el que se encuentra el niño durante la interacción, mostrara la cantidad de gemas recuperadas y la cantidad de choques u obstáculos no superados.
- **Relación entre el sistema y el mundo real:** El juego se encuentra ambientado en una calle, en donde encontrarán diferentes elementos como autos, baches, piedras, arboles los cuales en algunos momentos harán parte de los obstáculos que el niño debe superar el juego. Este tipo de escenario es lo más aproximado posible a los entornos a los que estos niños pueden estar acostumbrados en la vida real.
- **Disminución de la Carga Cognitiva:** El juego al usar como metáforas para los obstáculos diferentes objetos que se podrían encontrar en la calle, como baches, árboles y autos, además el juego mostrará en el HUD todo el tiempo la cantidad de gemas obtenida y los choques con los obstáculos, para ello el HUD tendrá iconos con metáforas representativas de cada elemento.
- **Diseño estético y minimalista:** El juego estará construido con elementos en 3D con una vista en tercera persona. El HUD estará conformado por la barra de vida la cual se va decreciendo con cada choque, también tendrá un indicador de corazón que va disminuyendo en relación con el nivel de la barra de vida. También tendrá dos indicadores de cantidad de gemas alcanzadas y los choques durante el recorrido.
- **Sistema de ayuda:** El juego tendrá un nivel de tutorial en el cual el niño aprenderá a cómo moverse dentro del mundo y cuáles son los movimientos permitidos para avanzar en el juego, adicionalmente el juego dará notificaciones en el momento en que vaya disminuyendo la vida, por ejemplo cuando llega al 50% la barra de vida se pondrá en rojo y se disminuirá un corazón. Cuando el niño alcanza una gema se sumará uno en el contador del HUD de gemas, igual sucederá con los choques con los obstáculos.
- **Simple e intuitivo:** El juego uso movimientos naturales del cuerpo para avanzar en el juego.
- **Exigencia mínima de esfuerzo:** Los movimientos del juego son naturales, no requieren mucho esfuerzo ni movimientos forzosos.
- **Tamaño y espacio para el acceso y uso:** El juego requiere de un espacio adecuado para que el niño pueda moverse libremente y ser detectado por la cámara de Traking.

d. Género: un solo jugador, árcade.

e. Propósito y público objetivo: El objetivo principal es la rehabilitación de la motricidad gruesa y el desarrollo de habilidades motrices fundamentales como el equilibrio, la coordinación y la postura de los niños con discapacidad auditiva.

f. **Jugabilidad:** El juego principalmente es un árcade, en el cual el personaje debe ir superando obstáculos, ir adquiriendo puntos e ir gestionando la cantidad de vida, a partir de los diferentes movimientos de las extremidades corporales del niño

g. **Estilo Visual:** El juego "Motor and Deafness" está construido a partir de diferentes assets en 3d que permiten crear un mundo casi abierto donde el niño puede moverse para alcanzar los diferentes objetivos y superar los obstáculos. El personaje principal, las gemas y obstáculos se encuentras también hechas en 3d. El HUD tiene una barra de vida que también se representa en unos corazones y el puntaje de las gemas y los choques de obstáculos están acompañados por iconos de 2 dimensiones.

h. **Alcance:** Se espera que el juego logre ayudar al desarrollo de la motricidad gruesa, el fortalecimiento de los músculos de las extremidades y el desarrollo del equilibrio, la coordinación y la postura.

i. **Mecánicas de Juego:**
   - **Jugabilidad:**
     - **Niveles:** El juego cuenta con dos niveles, el primer nivel es el de tutorial, en donde se le explica al jugador que es lo que debe hacer, cuales son lo movimientos que debe realizar para avanzar, adquirir gemas y superar obstáculos.

Figura 6-14: Nivel Tutorial "Motor and Deafness".

El segundo nivel, es donde arranca la aventura, este nivel es donde se encuentran los diferentes obstáculos y las gemas que se deben ir adquiriendo en el recorrido para la obtención de puntos.

Figura 6-15: Nivel uno del juego "Motor and Deafness".

- **Dificultad:** El juego no posee niveles de dificultad que pueda ser elegida por el usuario, en el nivel uno del juego, la dificultad se maneja a partir de los obstáculos y las gemas que van apareciendo de forma randomica por el camino.

- **Trampas y obstáculos:** Los obstáculos que se encuentran en el tutorial son cubos que van apareciendo en diferentes zonas de la pantalla con el fin de que el jugador vaya conociendo las mecánicas y los movimientos que deben realizar en el juego. Los obstáculos que se encuentran en el nivel jugable, se pueden encontrar automóviles, baches, columnas y árboles. No solo se encuentran los obstáculos, también existen gemas que se deben ir acumulando a través del recorrido.

- **Movimientos o acciones:** Movimiento de los pies (para simular el patinaje), Saltar, Movimientos de cabeza y tronco para superar obstáculos que aparecen en los laterales, agacharse, y para la recolección de gemas se usan los movimientos de las diferentes extremidades.

- **Progresión del jugador:** El jugador inicia el juego a través de la selección de los dos modos, Tutorial o el nivel uno del juego. Para el avanzar en el tutorial, el niño debe seguir todas las indicaciones que se le dan hasta el momento que culmina el recorrido. Igualmente sucede con el nivel uno del juego, pero este al avanzar por el camino el niño debe ir superando los obstáculos sin ayuda y debe ir adquiriendo las gemas, cuando finaliza el recorrido, el juego muestra la cantidad de vida que tuvo el jugador al final del recorrido, además de la cantidad de gemas adquiridas y la cantidad de choques contra los obstáculos.

- **Personajes:** El personaje principal es un chico que anda en patines y se mueve

en medio de diferentes caminos sorteando obstáculos y alcanzando gemas

j. Interfaces:

- **Menú principal:**

Figura 6-16: Menú principal del juego "Motor and Deafness".

a. Tutorial del juego:

Figura 6-17: Imágenes del tutorial del juego "Motor and Deafness".

b. Primer nivel del juego:

Figura 6-18: Primer nivel del juego "Motor and Deafness".

6.1.2.4 Diseño de los elementos técnicos y de interacción

a. Requerimientos técnicos y de la interacción del juego serio: Como las actividades rehabilitación están relacionadas con acciones que estimulan el desarrollo motor, el principal objetivo que tendrán las mecánicas interactivas del juego es tratar de simular aquellos movimientos que permitan realizar rehabilitar y fortalecer aquellos músculos que participan del movimiento del cuerpo y las habilidades motoras fundamentales, como el equilibrio, la postura, la coordinación y la motricidad gruesa del niño. Para eso el sistema debe permitir el seguimiento del cuerpo del niño con el fin de censar su accionar y convertirlo en acciones que pueda ver reflejada en el avatar con el fin de motivar al niño a realizar los ejercicios de forma divertida.

Tabla 6-8: Requerimientos Funcionales y no funcionales de "Motor and Deafness".

Código del requerimiento	Descripción
RF1	El juego debe permitir dos modos de juego, un tutorial y un nivel.
RF2	El juego debe ofrecer una interfaz de inicio en donde se pueda seleccionar el modo de juego.
RF3	El juego debe permitir la creación de un perfil de usuario.
RF4	EL juego debe permitir guardar la información del niño como la actividad (Número del intento, puntaje, choques, vida, fecha, tiempo).

RF5	El juego debe detectar los gestos o movimientos.
RF6	El juego debe tener un personaje con el que se identifiquen los niños.
RF7	El avatar debe moverse con los movimientos detectados del niño
RF8	El juego debe detectar movimientos como salto, agachado, movimientos laterales de la cabeza y extremidades-
RF9	El juego en su versión tutorial deberá presentar videos de los movimientos que debe hacer el niño mientras este interactúa con el juego
RF10	El juego debe generar objetos random (gemas), para obtener puntos.
RF11	El juego debe generar obstáculos de forma randomica.
RF12	El juego debe acumular la cantidad de puntos obtenidos al recoger gemas y mostrarlo en la pantalla del juego.
RF13	Debe acumular los choques con obstáculos y mostrarlo en pantalla.
RF14	El juego debe llevar un contador de vida que vaya disminuyendo a partir de los choques
RFN1	El juego debe estar ambientado en locaciones que sean similares a las que conoce el niño.
RFN2	El juego deberá construirse en el motor de Unity y debe servir con especificaciones mínimas de los computadores del instituto.
RFN3	El sistema debe permitir la conexión de una cámara de bodytraking (tipo Kinect) para el reconocimiento de gestos y movimientos corporales.
RFN4	El sistema debe ser intuitivo y fácil de usar, no debe generar esfuerzo físico, agotamiento muscular, ni movimientos extraños del cuerpo de los niños.

b. **Análisis y diseño de la interacción:** La interacción del juego será del tipo de interacción natural, en donde el cuerpo es usado como interfaz interactiva para la superación de los diferentes obstáculos y obtener los puntos durante el recorrido. Para ello el juego debe tener

un sistema de BodyTraking tipo Kienect, para censar los movimientos del cuerpo y reproducirlos en el avatar, el juego se realizará en el motor de Unity por la facilidad de las librerías de Kinect que esta ofrece para desarrollar este tipo de juegos. El juego correrá en un computador con Sistema operativo Windows, por los drivers de Kinect que el sistema ya tiene por defecto, con mínimo 4 de ram, y debe tener un sistema de despliegue que puede ser una pantalla o un proyector y unas bocinas para aquellos niños que puedan percibir algún tipo de sonido.

6.1.2.5 Diseño de prototipos:

a. **Diseño del prototipo de concepto:** Durante la fase de conceptualización del juego, se trabajó junto con docentes, terapeutas y miembros del comité de ética quienes ayudaron aterrizar el concepto inicial del juego con el fin de suplir las necesidades que poseían los niños. En este trabajo de generaron varios prototipos de papel en donde se presentaron la idea, el esquema, modo de interacción y algunas interfaces que debería tener el sistema.

Figura 6-19: Esquema del juego "Motor and Deafness".

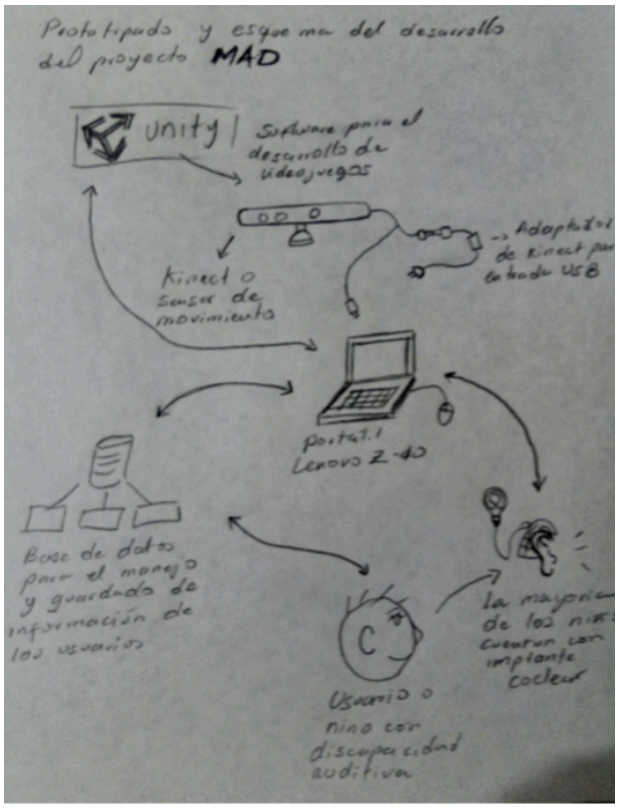
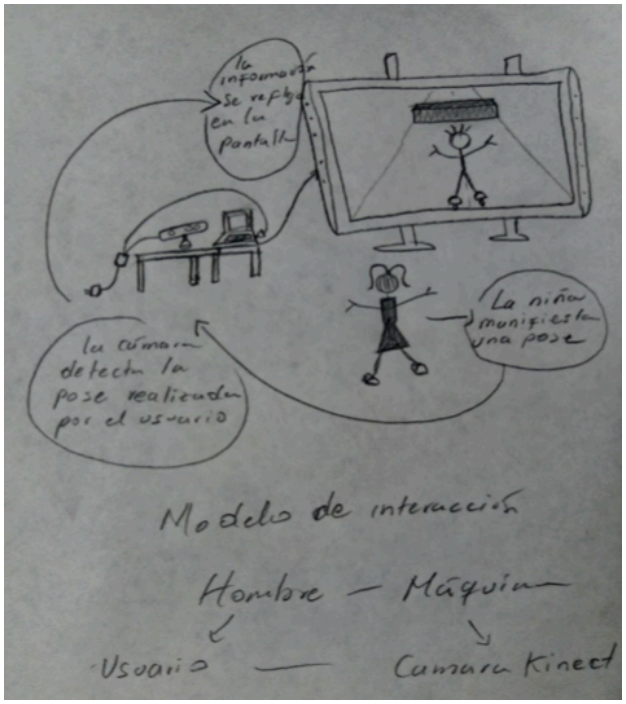


Figura 6-20: Modo de interacción e interfaces del juego "Motor Deafness".



b. Diseño del prototipo intermedio: Para la primera versión del juego, este no tenía cargada algunas texturas y además el escenario seleccionado era un entorno post-apocalíptico, el cual no era adecuado para los requerimientos iniciales del juego y el conocimiento previo que se requería del niño sobre los elementos que se podrían encontrar con el juego con el fin de volverlo familiar, también se evidenció que se necesitaba un contador de cantidad de choques que era importante para el juego. Para mejorar esto, se contó con varias sesiones con los expertos del instituto y se llegaron a varias sugerencias para mejorar la primera versión del juego. A continuación, se presentarán las diferentes interfaces del prototipo intermedio.

Figura 6-21: Interfaz para el registro del usuario.

Figura 6-22: Primera versión del menú principal.

Figura 6-23: Primera versión del tutorial del juego

Figura 6-24: Primera versión del primer nivel del juego.

c. **Diseño del prototipo final:** Luego de construir la primera versión del prototipo de "Motor and Deafness" y recibir la retroalimentación por parte del grupo de los expertos, se procedió a realizar una nueva iteración que permitiera incluir aquellas sugerencias y mejoras detectadas durante las sesiones de evaluación de los prototipos conceptuales e intermedio. El resultado del prototipo final se muestra a continuación.

Figura 6-25: Interfaz principal versión final.

Figura 6-26: Versión final tutorial.

Figura 6-27: Versión final del juego.

6.1.2.6 Test del juego

Con la última versión del prototipo se realizó la prueba del juego con los niños del instituto. Como se había comentado anteriormente se contó con un grupo de 8 niños entre los 9 y 10 años, entre los que se hallaban cinco niñas y tres niños. En este grupo había cuatro niños con implante coclear, 3 oyentes y una con sordera profunda. Durante la sesión se contó con la participación y acompañamiento de la docente encargada del salón y la docente de informática del instituto de niños ciegos y sordos.

La actividad de evaluación se dividió en cuatro jornadas repartidas en cuatro fechas distintas (el 6, 12, 20 y 27 de febrero del 2018). El primer día de la actividad de evaluación del prototipo final con los niños inicio con el reconocimiento del juego, de la interfaz y de los movimientos usando el tutorial. Luego de ese reconocimiento se procedió con cada niño a realizar la actividad propuesta en el juego. Durante las tres fechas se realizaron tres pruebas por niño, con una duración promedio de 6 minutos entre cada turno de cada niño. La prueba conto con 11 intento por niño repartidos en las

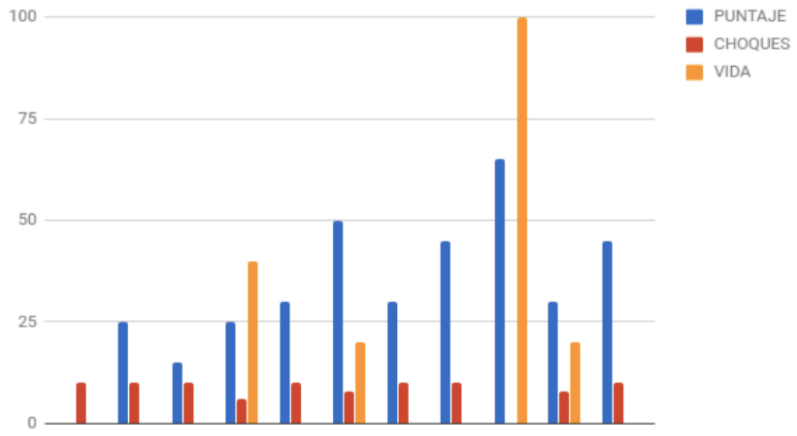
diferentes sesiones con un promedio de 3 intentos por sesión a excepción de la cuarta fecha (20 de febrero) que solo se contó con dos intentos debido a falta de tiempo. Esto se hizo con el fin de recolectar datos en sesiones distintas y poder visualizar el impacto del juego en la mejora de sus movimientos y habilidades motrices fundamentales. El juego iba recolectando los datos de cada intento del niño, en donde se podía visualizar su puntaje (Gemas alcanzadas), choques (obstáculos no superados), vida acumulada, fecha de la sesión, y hora en que inicio. A continuación, se presentarán los casos de los niños más representativos del grupo.

El primer caso es el de un niño con implante coclear, el cual, de los cuatro niños con implante, tuvo un mejor desempeño durante las pruebas hechas en el prototipo. De los 11 intentos que tuvieron durante las 4 sesiones, el niño completo el ejercicio completamente en 4 ocasiones (intento 4, 6, 9, 10) siendo el noveno intento obtuvo el mejor puntaje obtenido entre todos los niños con implante. A continuación, se presentan los datos obtenidos por el niño con implante coclear.

Tabla 6-9: Datos del niño con implante coclear.

INTENTOS	PUNTAJE	CHOQUES	VIDA	FECHA	HORA
1	0	10	0	2018/02/06	13:48:24
2	25	10	0	2018/02/06	14:09:27
3	15	10	0	2018/02/06	14:31:19
4	25	6	40	2018/02/13	14:10:33
5	30	10	0	2018/02/13	14:29:13
6	50	8	20	2018/02/13	14:50:54
7	30	10	0	2018/02/20	14:23:09
8	45	10	0	2018/02/20	14:48:53
9	65	0	100	2018/02/27	14:02:44
10	30	8	20	2018/02/27	14:27:53
11	45	10	0	2018/02/27	14:46:24

Figura 6-28: Gráfico de los resultados obtenidos del niño con implante coclear.

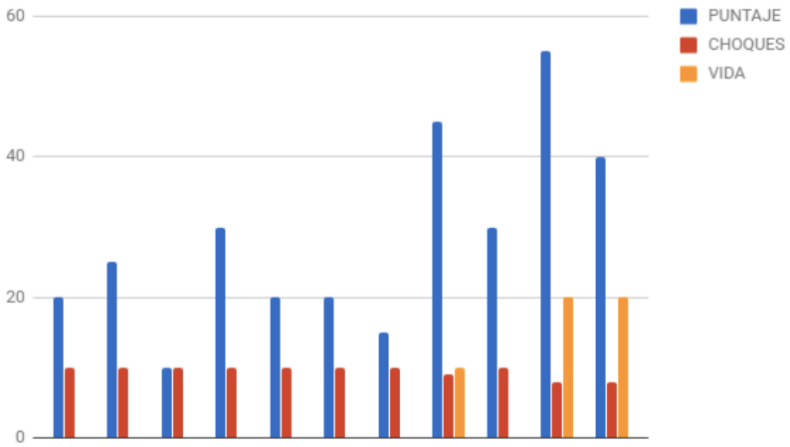


El segundo caso se seleccionó la de la niña con un nivel de sordera severa. Ella realizo los mismos 11 intentos que los niños con implante coclear. En los intentos 8, 10 y 11 la niña pudo superar el juego sin embargo tuvo puntajes muy bajos comparados con otros niños que superaron también el juego, esto fue debido a que la niña tuvo problemas con los movimientos de su cuerpo debido a que poseía un leve retraso en la coordinación de su sistema motor, ocasionando a menudo movimientos torpes que hacía que se estrellara contra los obstáculos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por la niña.

Tabla 6-10: Datos de la niña con sordera severa.

INTENTOS	PUNTAJE	CHOQUES	VIDA	FECHA	HORA
1	20	10	0	2018/02/06	13:50:44
2	25	10	0	2018/02/06	14:12:02
3	10	10	0	2018/02/06	14:33:21
4	30	10	0	2018/02/13	14:12:40
5	20	10	0	2018/02/13	14:30:44
6	20	10	0	2018/02/13	14:53:35
7	15	10	0	2018/02/20	14:24:45
8	45	9	10	2018/02/27	14:06:08
9	30	10	0	2018/02/27	14:30:10
10	55	8	20	2018/02/27	14:50:12
11	40	8	20	2018/02/27	15:02:25

Figura 6-29: Gráfico de los resultados obtenidos de la niña con sordera severa.



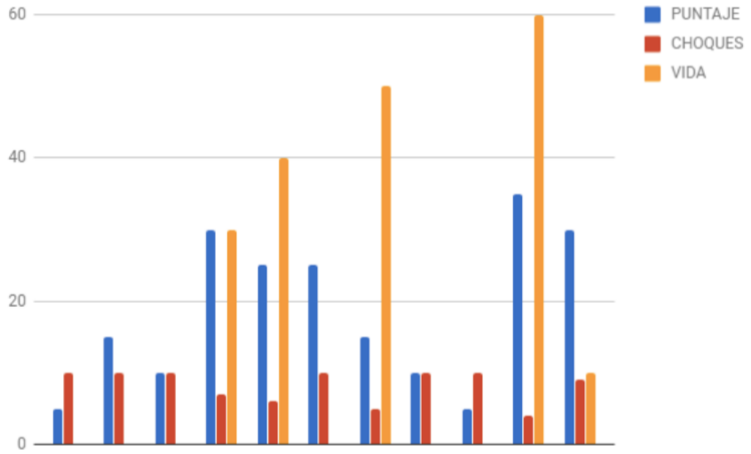
Para el último caso se tomaron los datos obtenidos a partir de los intentos realizados por una de los 3 niños oyentes, debido a que entre los tres niños este obtuvo mejor puntuación debido a que las condiciones de los otros dos eran un poco diferentes, ya que a pesar de que no tuvieran una discapacidad auditiva latente los otros dos niños tenían problemas de atención lo que impidió que realizaran la prueba de forma adecuada. El niño seleccionado mostro un buen control de sus habilidades fundamentales y de motricidad gruesa, lo que lo llevo a superar la prueba en 5 ocasiones

(intento 4,5,7,10,11) en los 11 intentos que tuvo durante la prueba con el prototipo. Obteniendo el puntaje más alto en el intento número 10.

Tabla 6-11: Datos del niño oyente.

INTENTOS	PUNTAJE	CHOQUES	VIDA	FECHA	HORA
1	5	10	0	2018/02/06	13:57:25
2	15	10	0	2018/02/06	14:19:21
3	10	10	0	2018/02/06	14:40:43
4	30	7	30	2018/02/13	14:21:21
5	25	6	40	2018/02/13	14:37:42
6	25	10	0	2018/02/13	15:02:32
7	15	5	50	2018/02/20	14:33:52
8	10	10	0	2018/02/20	15:04:06
9	5	10	0	2018/02/27	14:09:43
10	35	4	60	2018/02/27	14:38:22
11	30	9	10	2018/02/27	14:56:27

Figura 6-30: Gráfico de los resultados obtenidos del niño oyente.



6.1.2.7 Conclusión del Caso "Motor and Deafness"

Durante las pruebas iniciales con el juego, en donde se les presento a los niños como funcionaba el juego, y se les dejo interactuar con el tutorial, se evidenció el esfuerzo realizado por estos niños en el momento de interiorizar que los movimientos que ellos realizaban hacían que el personaje del juego se moviera, provocando movimientos torpes mientras se iban adaptando a este tipo de interacción. Pero a pesar de que el proceso de adaptación fue un poco lento al principio, estos niños disfrutaron la experiencia, permitiendo generar una experiencia de juego único que provoco que las acciones relacionadas con los ejercicios o actividades de rehabilitación no fueran tediosas sino

divertidas. Otro factor que contribuyó a esta experiencia fue la participación de otros niños durante la interacción con el juego, esto propició la sana competencia y el entusiasmo de auto superación.

A partir del análisis de las pruebas realizadas con los niños. Se observó que las actividades y acciones asociadas a las mecánicas aportaron al fortalecimiento de las habilidades fundamentales (equilibrio, coordinación, postura) y en el desarrollo de la motricidad gruesa. Esto se evidenció en la técnica que fueron adquiriendo los niños para la ejecución de sus movimientos, haciendo que estos fueran más rápidos y precisos.

A pesar de los buenos resultados obtenidos y de la experiencia adquirida por los niños participantes, el juego "Motor and Deafness" tiene ciertas deficiencias que se identificaron en el proceso de evaluación. Uno de los principales problemas fueron los aspectos relacionados con la iluminación, la distancia y la ubicación del sensor de BodyTraking que afecto en algunos momentos de la prueba, la precisión con la que reconocía lo movimientos del niño, por lo que para solucionar el problema, se optó por encender las luces del salón, ofreciendo una mayor iluminación para la el seguimiento de la cámara, además de poner un telón blanco a espaldas del niño con el fin de que el sistema no detectará otro tipo de objetos que provocará errores durante el reconocimiento. Otro problema es que el sistema no se desarrolló totalmente restrictivo a ciertos movimientos, por lo cual cuando el niño realizaba movimientos involuntarios irregulares, en ciertas ocasiones el sistema lo reconocía como gesto y provocaba movimientos en el avatar ocasionando que se presentaran movimientos erráticos en el avatar.

A pesar de estos inconvenientes y aspectos a mejorar en el juego, el equipo de docentes que acompaño todo el proceso y seguimiento del diseño del juego concluyó que el objetivo del proyecto fue alcanzado con éxito, superando las expectativas iniciales que tenía el instituto de niño de ciegos y sordos del Valle del Cauca.

6.1.3 Diseño del juego serio "Dynamic Feelings"

El propósito principal del juego "Dynamic Feelings" es ayudar en el desarrollo de las habilidades perceptivas (Tiempo, Espacio y Ritmo) y las habilidades cognitivas (razonamiento y memoria) del niño con discapacidad auditiva, a través de la interacción con objetos tangibles. Lo que busca el juego es que el niño logre estimular aspectos como la memoria y el ritmo a partir del uso de los colores, las figuras geométricas y las notas musicales. El juego serio está basado en el uso de objetos tangibles para la interactuar con las teclas del piano, cada objeto está asociado a un color, una figura y a una nota musical con el fin de generar una asociación triple que contribuya a mejorar la memoria y la atención del niño con discapacidad auditiva. A continuación, se describirá el proceso que se siguió en cada una de las fases de la metodología APRehab.

6.1.3.1 Análisis de usuarios y actividades

a. **Identificación de actores:** Ya como se había detallado previamente, los niños con discapacidad auditiva poseen cierto retraso en el desarrollo de su psicomotricidad la cual se

encuentra divida en las habilidades fundamentales (Coordinación, Equilibrio, Postura), las habilidades perceptivas (Espacio, Tiempo) y las habilidades cognitivas (Razonamiento, Memoria). El juego "Dynamic Feelings" estaría dirigido especialmente a aquellos niños con discapacidad auditiva, y que evidencien problemas en sus habilidades perceptivas y cognitivas en donde se evidencien problemas en la ejecución de actividades en donde se requiere dominio, control y concentración, actividades secuenciales, problemas con la exploración y estructuración del mundo que lo rodea.

Tabla 6-12: Actores identificados.

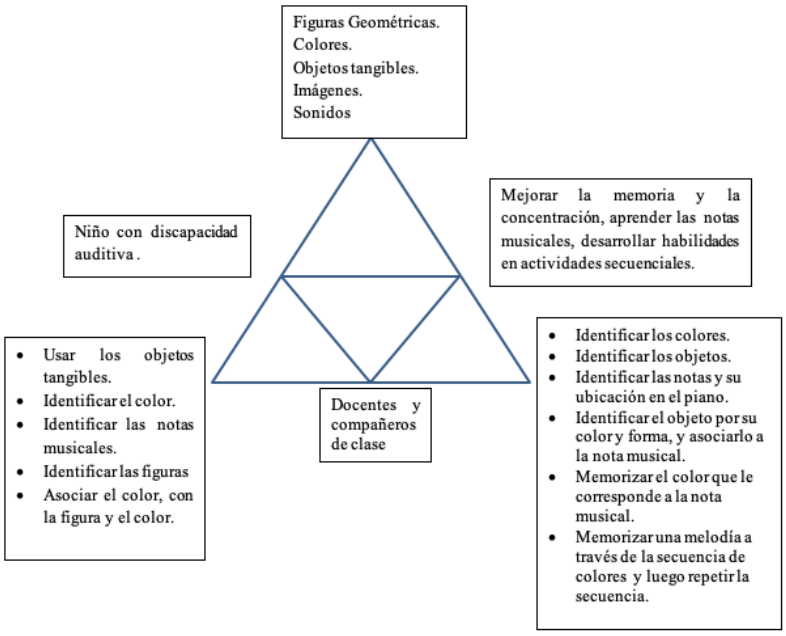
Implicado	Papel que desempeña
Niño con discapacidad auditiva	Actor principal al que va dirigido la propuesta, tiene problemas con el desarrollo normal de sus habilidades perceptivas y cognitivas.
Docentes	Encargados de guiar a los niños en los diferentes temas de aprendizaje, además de realizar diferentes actividades dentro del aula de clase que fomenten el desarrollo de las habilidades fundamentales y perceptivas del niño con ejercicios de estimulación motriz.
Docente de música	Encargada de la estimulación perceptiva a través del uso de instrumentos musicales que puedan generar sensaciones en el niño con discapacidad auditiva.
Padres de Familia	Encargados del bienestar y el cuidado del niño.
Familiares	Abuelos, tíos y hermanos encargados de suplir las responsabilidades de los padres de los niños cuando sea necesario.

b. **Análisis del entorno del usuario:** Estos niños pasan su día en las instalaciones del colegio o instituto al que asisten, normalmente sus horarios de clase son en la mañana, en donde desarrollan actividades relacionadas con el aprendizaje y la rehabilitación, por ejemplo, el Instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca y el colegio de Club Leones ITES en Cali. Los salones de los niños se encuentran acondicionados a su edad y estatura con el fin de que estén cómodos durante sus actividades dentro del aula. Durante la visita los institutos se evidencio, que dentro de las aulas de clase se trabajan actividades de estimulación en donde se involucran juguetes, instrumentos, diferentes útiles y elementos gráficos para el desarrollo de la motricidad, la percepción, la concentración y la memoria. Ya en el hogar de estos niños, muchos de estos niños son de bajos recursos por lo cual no tienen facilidad de acceder a herramientas que les permita mejorar en su desarrollo desde su hogar.

c. **Análisis de los objetos:** Durante las visitas se observó que estos niños terapias de estimulación sensorial, en donde el docente se encarga de la estimulación sensorial de los niños con discapacidad auditiva a través del uso de instrumentos musicales que generan frecuencias y ondas que sean percibidas a través de la piel y el cuerpo del niño. En estas actividades, el niño manipula los diferentes instrumentos, generando diferentes sonidos a veces de forma caótica, viendo a los instrumentos más como juguetes de diversión que herramientas para el aprendizaje, sin embargo, a medida de las sesiones el docente los va guiando para que vayan realizando la actividad de forma adecuada. Este tipo de sesiones con música le ha permitido al niño desarrollar aspectos de concentración, control y memoria, además de usar su cuerpo como un sentido más para la percepción. Dentro de los instrumentos que usan están las trompetas, los tambores, la guitarra y el piano.

d. **Análisis de las actividades:** a partir de las evidencias obtenidas a partir de la observación, se identificó que el aprendizaje de la música en niños con discapacidad auditiva es de gran utilidad, ya que les permite desarrollar temas como el ritmo (lo cual se relaciona con la coordinación), la atención y la estimulación sensorial. Sin embargo, enseñar música a niños con no escucha o escuchan muy poco y necesitan de elementos de ayudas como los implantes cocleares y los aplicadores ya es un poco más complicado, por lo cual la propuesta se quiere dirigir al aprendizaje de las notas musicales a partir del uso de elementos de estimulación visual como son los colores y de estimulación háptica a partir del uso de los objetos tangibles. A continuación, se presentará el modelo de actividad relacionada con la propuesta.

Figura 6-31: Modelo de actividad "Dynamic Feelings".



e. **Análisis de necesidades y requerimientos:** A partir del análisis de la actividad para la rehabilitación de las habilidades perceptivas y cognitivas de los niños con discapacidad auditiva y el modelo de la actividad de la propuesta se identificaron las siguientes necesidades y requerimientos para el diseño adecuado del juego serio basado en la propuesta

- La actividad no debe recurrir mucho tiempo.
- No debe recurrir mucho esfuerzo para la memoria o la concentración.
- No debe provocar esfuerzo físico o movimientos extraños.
- Los elementos de la interfaz deben ser reconocibles a la vista del niño
-
- Las figuras que se usen deben ser fácilmente reconocidas con los niños.
- Se deben usar los colores básicos para facilitar la asociación de colores son las notas musicales.
- El dispositivo debe ser adecuado para el tamaño del niño.
- La forma de los objetos debe ser adecuados para el tamaño de la mano del niño.
- Se deben usar una retroalimentación visual debe estar centrada en ofrecer la información esencial, en este caso los colores y las notas musicales.
- No generar distracciones innecesarias en la interfaz.
- Los objetos deben estar ubicados en un área que sean fácil de alcanzar y manipular por los niños.
- Para los niños con implante o con amplificador, usar altavoces para generar una retroalimentación auditiva.

6.1.3.2 Concepto del juego serio y la experiencia del jugador

a. **Definición de la experiencia de jugador:** Para el diseño de la propuesta se identificaron las siguientes dimensiones de la experiencia de jugador.

- Dimensión Física: el juego no requerirá mucho tiempo ni esfuerzo físico por parte del niño. El juego facilitara el alcance de los objetos tangibles en un área accesible para el niño, evitando fatiga muscular o movimientos extraños. La interacción con los objetos tangibles y el sistema será fluida para generar una experiencia adecuada en el momento de la manipulación de los objetos por parte del niño. Los objetos serán diseñaos para que se adapten ergonómicamente a la mano del niño y no generen incomodidad durante la manipulación.
- Dimensión Cognitiva: El juego ofrecerá al niño un nivel introductorio en donde se le enseñaran las notas musicales asociándolos con la escala de color en degrade, esta asociación se trabajará a partir de la interacción de los objetos tangibles sobre la pantalla interactiva del juego. En un segundo nivel el juego mostrara secuencia de notas representadas en colores construyendo una melodía

la cual el niño debe repetir, este ejercicio se realizará de forma lenta en un primer nivel y se irá incrementando a medida que el nivel aumente.

- Dimensión Emocional: Se motivará al niño a través de la exploración, usando los objetos para reconocer las notas musicales. También a través de los niveles de dificultad que ofrecerá el juego a través de la velocidad en la que aparezcan los colores de acuerdo a la melodía, invitaran al niño ejercitar su memoria practicando y generando un sentido de auto superación y competencia.
- Dimensión Social: Como es un juego que contiene una actividad individual, pues solo podrá un niño interactuar con el juego, sin embargo, el resto de compañeros pueden colaborar memorizando la secuencia de colores que corresponden a cada melodía, también el juego permitirá que se genere la sana competencia por saber que niño puede seguir mejor la secuencia de colores que le corresponde a la melodía.
- Dimensión motivacional: El juego le ofrecerá al niño una retroalimentación visual y auditiva cuando el niño ha realizado adecuadamente la identificación del objeto tangible con la nota musical a la que pertenece, motivando al niño a seguir explorando para ir descubriendo nuevas notas musicales. Adicionalmente a esto cuando el niño realice la secuencia adecuada de una melodía el juego activara la retroalimentación visual y auditiva siguiendo la melodía en la velocidad original.
- Objetivo de la experiencia del jugador: Lo que se busca con el juego es que el niño a través de la exploración, la manipulación de objetos y la identificación de los colores se divierta generando melodías y aprenda sobre las notas musicales.

b. Definición de los escenarios de rehabilitación: El juego "Dynamic Feelings" contendrá objetos tangibles de interacción con las que el niño interactuar para generar melodías. Las actividades que abordara el juego están relacionadas con los aspectos de la memoria, la concentración, el ritmo, el tiempo, la exploración y el razonamiento, por lo cual se necesita un espacio adecuado en donde el niño pueda concentrarse fácilmente y pueda acceder a todos los elementos tangibles. También debe ofrecer la iluminación adecuada para poder visualizar la interfaz gráfica e identificar todos los elementos interactivos del juego. Al final el niño debe acceder a una mesa que se adapte a su tamaño, con un acceso adecuado a los elementos visuales y tangibles para interactuar con la mesa.

c. Formalización de los procesos de rehabilitación: A continuación, se plantean las diferentes actividades o acciones que harán parte de los procesos de rehabilitación y mecánicas del juego.

Tabla 6-13: Tabla de formalización de acciones de rehabilitación de "Dynamic Feelings".

Actividad de Rehabilitación	**Objetivo**	**Prerrequisitos**	**Propiedades**	**Acciones**	**Roles**
Exploración del mundo	Reconocer como funciona la mesa y como se interactúa con los objetos tangibles. A través de la experiencia.	Identificar cuáles son los objetos tangibles y ubicarlos en la nota musical que le corresponde	La interfaz debe mostrar donde se ubican los elementos gráficos y los objetos tangibles, Estos deben ser del tamaño para que el niño los identifique rápidamente.	Visualizar la interfaz, identificar los objetos, identificar la ubicación de las notas musicales.	Niño con discapacidad
Agarrar el objeto tangible	Fortalecer los músculos de los dedos y las manos.	Elasticidad en las manos, tener fuerza en las manos y dedos para sujetar el objeto	El objeto debe estar adaptado al tamaño de la mano del niño	Identificar el objeto, dirigirá la mano al objeto y sujetarlo.	Niño con discapacidad
Colocar objeto sobre la nota que le corresponde	Mejorar la coordinación ojo-mano	Identificar la ubicación del objeto y tomarlo	El objeto debe estar adaptado al tamaño de la mano del niño, el tamaño de la ubicación de la nota musical debe ser adecuado para que el niño la visualice y la identifique.	Identificar la ubicación de la nota musical y llevar el objeto y dejarlo sobre este.	Niño con discapacidad
Identificar el color de la nota	Mejorar la percepción visual y la memoria	Identificar la zona en donde se despliega la retroalimentación de la nota musical.	Debe existir una retroalimentación visual (y opcionalmente auditiva) a	Identificar y memorizar el color que representa la nota y el objeto tangible.	Niño con discapacidad

		Haber puesto el objeto que corresponde sobre la nota musical que desea conocer.	través del uso de los colores.		
Seguir la secuencia de colores de la melodía	Mejorar la percepción visual, la memoria y la concentración	Identificar la zona de retroalimentación.	La zona de retroalimentación donde se mostrará la secuencia de colores debe ser del tamaño adecuado para facilitar la visibilidad de la secuencia de colores, no debe haber elementos distractores en la interfaz visual, ni auditiva.	Hacer el seguimiento de los colores que van saliendo en la interfaz y memorizar su secuencia para luego repetirla usando los objetos tangibles.	Niño con discapacidad

d. Descripción general del juego serio: "Dynamic Feelings" es una propuesta de juego serio, cuyo principal objetivo es estimular las habilitadas motrices perceptivas y cognitivas, especialmente el tiempo, el ritmo, la memoria y la concentración. El juego busca que el niño aprenda e identifique las notas musicales a partir de los colores y las figuras a geométricas. Esta asociación sucederá en el momento en que el niño interactúa con los objetos tangibles, los cuales tienen diferentes formas y colores, sobre una mesa interactiva la cual desplegará una interfaz, la cual se encuentra dividida en dos zonas, la primera es la zona de retroalimentación, en donde se usará la octava de un piano como metáfora de instrumento, con el fin de que el niño identifique la ubicación de las notas en el instrumento cuando estas sean activadas. La otra zona de la mesa es la interactiva, esta zona es donde el niño podrá interactuar con los objetos tangibles con el fin de que el teclado del piano se active dependiendo de la nota musical que se esté ejecutando. La retroalimentación será visual y auditiva, usando los colores que le corresponden a cada objeto y a la nota musical sobre la tecla que se está activando al mismo tiempo que suena la nota a través de las bocinas, por ejemplo, la nota DO tiene un objeto tangible de color rojo, cuando se ubica sobre la zona interactiva la primera tecla del piano es activada usando el color rojo y sonando la nota DO por la bocina simulando el sonido de un piano. El juego tendrá dos niveles, uno será de

exploración, en donde el niño tendrá la oportunidad de comprender como funciona la mesa, los objetos y el piano, y el segundo nivel es de seguimiento de secuencias melódicas a través de la memorización de los colores que aparecen en pantalla.

e. Planeación del juego serio:

- **Roles del equipo:** a continuación, se mostrarán los diferentes roles del equipo.

Rol	Encargado
Desarrollador	Encargado de la codificación, eventos y programación del juego serio. También es el encargado de integrar el reconocimiento de los objetos y los eventos de la mesa
Diseñador 3d	Encargado de diseñar los diferentes elementos gráficos de las interfaces gráficas y tangibles de la mesa interactiva
Experto en el área de juegos serios	Encargado de guiar a los desarrolladores en la construcción adecuada del juego serio a partir de las actividades y objetivos de rehabilitación.
Niños con discapacidad auditiva	Acompañaran al proceso de diseño durante toda la ejecución del proyecto, son los encargados de bridar la retroalimentación y serán los que testearan el juego.

- **Propiedad intelectual:** Se usarán contenidos propios para el diseño de las interfaces gráficas. Se trabajará la librería del ReacVision y sus filiales para el reconocimiento y comunicación de los objetos con la mesa. Las figuras serán construidas a partir de la impresión en 3d

- **Contenidos que contendrá el juego:** El juego contendrá un piano como metáfora de instrumento, también tendrá diferentes objetos tangibles que representaran cada nota musical que activaran las teclas del piano.

6.1.3.3 Diseño de los elementos formales del juego

A continuación, se presentará los aspectos aplicados en el documento de diseño del juego serio "Dynamic Feelings"

a. **Introducción:** "Dynamic Feelings" es un juego serio centrado en la rehabilitación de las habilidades motoras perceptivas y cognitivas a través del uso de la música y el reconocimiento de las notas musicales a través de los colores.

b. **Concepto del juego serio: "**Dynamic Feelings" es un juego serio que se basa en el concepto de sinestesia, en este caso es el uso de los colores para percibir sensaciones sonoras. Lo que busca el juego es poder contribuir al desarrollo de la memoria, concentración y el reconocimiento del tiempo y el ritmo a través de la identificación de la escala de las notas musicales a partir del uso de los colores en un piano. El juego está construido usando una mesa interactiva con la cual los niños juegan y manipulan diferentes objetos tangibles que les permiten activar las diferentes teclas del piano. El niño reconoce las notas a partir del uso de los colores lo cual le ayudará con la memoria y la concentración en el momento de reconocer y memorizar secuencias de melodías. El juego busca que el niño se involucre en el mundo musical a partir de la exploración y la practica durante la interacción con los diferentes niveles del juego.

c. **Características principales:**

- **Visibilidad del sistema:** Toda interacción que tenga el niño con los objetos tangibles sobre la zona interactiva será representada con colores sobre las teclas del piano y con el audio representativo de la nota musical activada. La interfaz tendrá las zonas de interacción y retroalimentación bien detalladas y sectorizadas con el fin de que el niño reconozca las zonas con alas que puede interactuar con los objetos y la ubicación en donde puede observar las consecuencias de sus acciones dentro del juego.
- **Relación entre el sistema y el mundo real:** Se usarán la escala de colores de degrade, escala que el niño reconoce fácilmente por ser usados dentro de varios ejercicios en el aula de clase, además los objetos tendrán formas geométricas con el fin de que el niño haga una asociación directa entre el color, la figura y la nota musical que está manipulando. También se usará una octava de un piano para incluir la interacción o aproximación de uso con un instrumento musical.
- **Disminución de la Carga Cognitiva:** Al usar la escala de color, los objetos tangibles con figuras geometrías y con un color asignado, ayudara a que el niño a partir del reconocimiento y la exploración asocie la figura, con un color y una nota musical dentro de una octava de un piano.
- **Diseño estético y minimalista:** La interfaz estará diseñada con fondos oscuros con el fin de contrastar y diferenciar la zona de visualización o despliegue donde estará el piano con la zona de interacción en donde se ubicaran los diferentes objetos que activan las teclas del piano y su nota musical
- **Sistema de ayuda:** El juego contendrá un primer nivel de exploración en donde el niño reconocerá la nota musical, el color y el objeto que le corresponde, además también reconocerá la tecla del piano que representa. En el segundo nivel, la ayuda se dará en la velocidad en la que se muestra la secuencia de colores que debe repetir el niño para crear la melodía.

- **Simple e intuitivo:** El juego usará la escala de colores y los objetos tangibles para representar las notas musicales.
- **Exigencia mínima de esfuerzo:** Los movimientos del juego son naturales, no requieren mucho esfuerzo ni movimientos forzosos.
- **Tamaño y espacio para el acceso y uso:** La mesa interactiva contara con el tamaño adecuado para que niño pueda visualizar la pantalla e interactuar con los objetos.

d. Género: un solo jugador, Party Game.

e. Propósito y público objetivo: El objetivo principal es ayudar al desarrollo y rehabilitación de las habilidades motoras perceptivas y cognitivas, especialmente la memoria, la concentración, el ritmo y el tiempo, de los niños con discapacidad auditiva.

f. Jugabilidad: El juego es un party game, en donde se usan mecánicas fáciles de usar y comprender en actividades divertidos como el seguimiento de secuencias de lores y melodías.

g. Estilo Visual: El juego "Dinamic and Feeling" usa un estilo gráfico de dos dimensiones y sectoriza las áreas de visualización y la zona de interacción. Los objetos están construidos en impresión 3d con el fin de ser fácilmente identificados por el niño.

h. Alcance: Se espera que el juego logre ayudar al desarrollo al desarrollo y rehabilitación de las habilidades motoras perceptivas y cognitivas del niño

i. Mecánicas de Juego:

- **Jugabilidad:**

  - **Niveles:** El juego tendrá dos niveles de interacción, una será como una versión tutorial en donde el niño reconocerá las funciones de la mesa y los objetos y comprenderá su funcionamiento, esto lo hará a partir de la exploración y manipulación de los objetos. El segundo nivel constara de diferentes melodías que serán representadas en las teclas del piano a partir de los colores, el fin es que el niño use los objetos tangibles del color correspondiente y siguiendo la secuencia con los objetos en la zona de interacción en la velocidad que se mostró. El nivel de dificultad se manejará a partir de la velocidad que de configure en la secuencia de las melodías.

  - **Dificultad:** El juego no posee niveles de dificultad que pueda ser elegida por el usuario, en el nivel uno del juego, la dificultad se maneja a partir de los obstáculos y las gemas que van apareciendo de forma randomica por el camino.

  - **Trampas y obstáculos:** El juego no tendrá ni trampas ni obstáculos, solo habrá secuencias de melodías que serán más rápidas y otras más lentas.

- **Movimientos o acciones:** Los movimientos que debe realizar el niño son los que involucra el movimiento del brazo y el agarre a través de la mano, para tomar los objetos y manipularlos en la zona de interacción de la mesa.

- **Progresión del jugador:** El juego llevará el puntaje de cuales melodías a realizado bien y cuantos errores a cometido.

j. Interfaces:

Figura 6-32: Interfaz de la mesa interactiva modo claro.

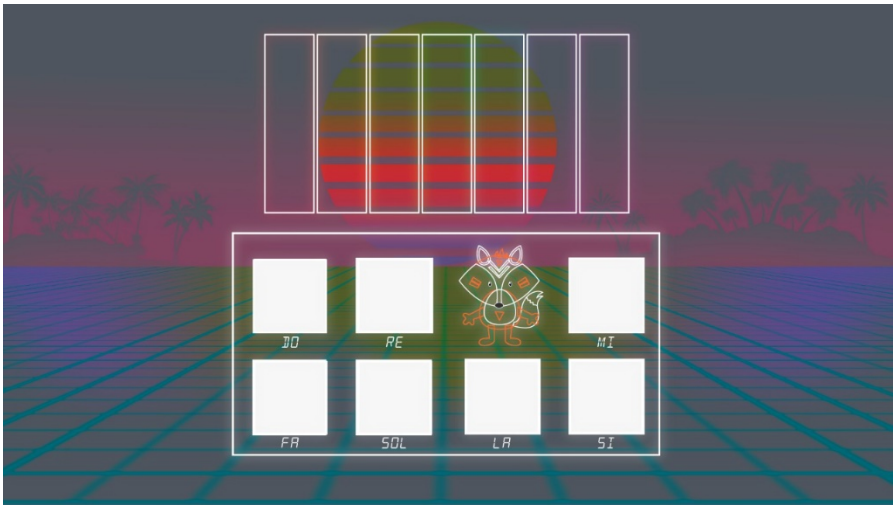
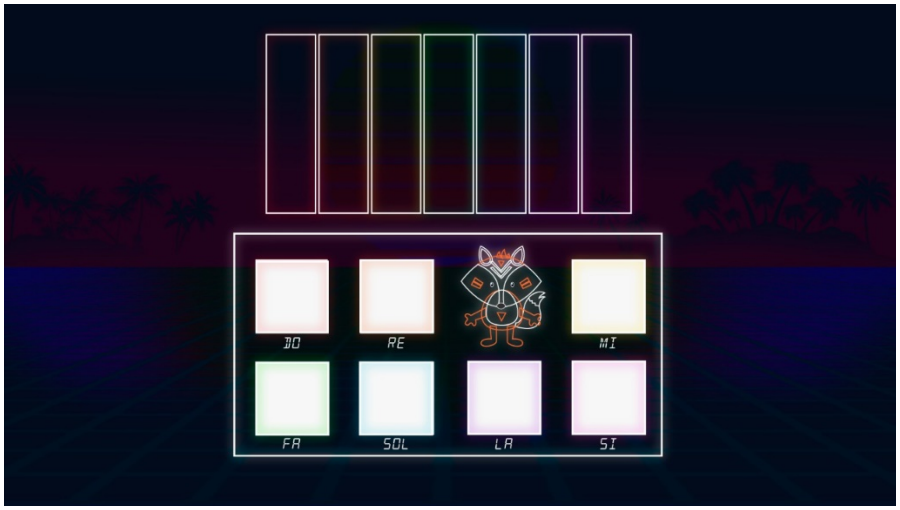


Figura 6-33: Interfaz de la mesa interactiva modo oscuro.



6.1.3.4 Diseño de los elementos técnicos y de interacción

a. **Requerimientos técnicos y de la interacción del juego serio:** La idea principal del juego "Dynamic Feelings" es la generación y estimulación de sensaciones a través de la música para el desarrollo de la concentración, la memoria, el ritmo y el tiempo, el sistema ofrecerá una interfaz interactiva con la cual el niño pueda explorar las notas musicales y simular una sinestesia a través del uso de los colores. Para ello la mesa debe ofrecer una zona interactiva con la cual el niño pueda realizar diferentes acciones manipulando diferentes tarjetas y objetos tangibles que generen diferentes notas musicales, para la representación visual el juego debe incorporar un sistema de despliegue gráfico y auditivo sobre la mesa interactiva con el fin de ofrecer una retroalimentación contante de lo que hace el niño y lo que provoca en la interacción además de presentar los diferentes colores que le ayudaran a asociar las notas musicales en el piano y realizar las actividades que ella propone. Esto se hará a través del uso de un proyector una mesa de vidrio opaco que permita proyectar lo que envía el videobeam que se encontrará conectado a un computador. Para la comunicación entre los objetos tangibles y el computador para la activación de los diferentes eventos se usará una cámara, la cual servirá para censar las marcas o filiales de las tarjetas u objetos de interacción. Se usará la librería de ReacVision que permite reconocer las marcas y asignarles tareas a través de processing. A través de esto entonces el niño podrá usar libremente los objetos he interactuar con el piano interactivo.

Tabla 6-14: Requerimientos Funcionales y no funcionales de "Dynamic Feelings".

Código del requerimiento	Descripción
RF1	El juego debe permitir dos modos de juego, un tutorial y un nivel.
RF2	El juego debe ofrecer una interfaz de inicio en donde se pueda seleccionar el modo de juego.
RF3	El juego debe permitir la creación de un perfil de usuario.
RF4	El juego debe permitir guardar la información del desempeño del niño en el juego.
RF5	El juego debe detectar los diferentes objetos tangibles o tarjetas.
RF6	El juego representara las notas musicales con colores.
RF7	El juego al detectar un objeto o tarjeta debe activar la tecla del piano que le corresponde a través de un color
RF8	El juego debe generar secuencias de melodías y mostrarlas a

	través del piano.
RF9	El juego debe ofrecer una retroalimentación positiva cuando el niño cumpla el objetivo.
RF10	El juego debe retroalimentar cuando se detecte que el niño a fallado.
RF11	El juego debe generar los sonidos de las notas cuando este detecte la tarjeta u objeto que le corresponde a esa nota musical.
RFN1	El juego debe ser de bajo costo y debe ser sencillo de construir y transportar.
RFN2	El juego permitir la conexión y proyección de una videobeam para el despliegue de el interfaz grafica
RFN3	El sistema debe permitir la conexión de una cámara de web cam para el reconocimiento de los objetos
RFN4	El juego debe permitir la conexión de bocinas para el despliegue del audio de las notas musicales,
RFN5	El sistema debe ser intuitivo y fácil de usar, no debe generar esfuerzo físico, agotamiento muscular, ni movimientos extraños del cuerpo de los niños.

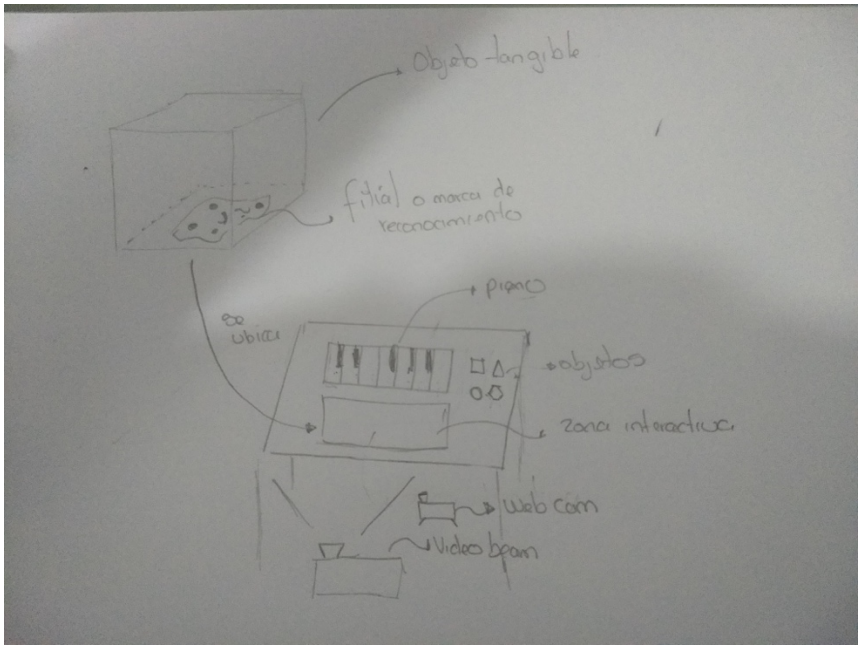
a. **Análisis y diseño de la interacción:** La interacción del juego será del tipo de interacción con objetos tangibles, donde los objetos representan cada nota musical. Cada objeto tendrá una marca o filial que permite ser detectada a través de una cámara la cual permite que computador ejecute el evento correspondiente a esa marca. Cuando se ejecuta el evento este se desplegará sobre la interfaz gráfica, específicamente sobre donde está el piano activando el color de la respectiva tecla. En pocas palabras, la interacción del niño y la mesa se realizará a través de la comunicación de los objetos que corresponden a las notas y a la actividad en curso.

6.1.3.5 Diseño de prototipos:

a. **Diseño del prototipo de concepto:** Durante la fase de conceptualización del juego, se trabajó en el esquema de cómo funcionaría la mesa interactiva y los diferentes objetos tangibles, también se muestran aquellos elementos que son necesarios para la comunicación y el despliegue del juego. Este trabajo se hizo junto con el experto

en el desarrollo de juegos serios con el fin de recibir retroalimentación de cómo debía construirse e integrarse los diferentes elementos de forma adecuada.

Figura 6-34: Esquema del juego "Dynamic Feelings".



b. Diseño del prototipo de concepto: Para la implementación de este prototipo se prosiguió con la construcción de la mesa y la integración de los elementos necesarios. En la siguiente figura se muestra el cajón de madera en donde se ubicarán el proyector, la cámara y el computador de la mesa interactiva

Figura 6-35: Cajón de madera para la mesa.

Figura 6-36: Integración de los diferentes elementos del prototipo intermedio.

Figura 6-37: Trabajo con el experto.

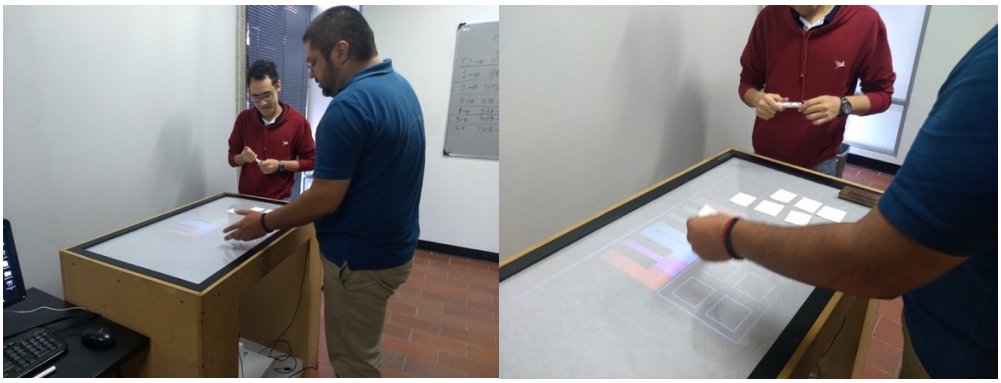
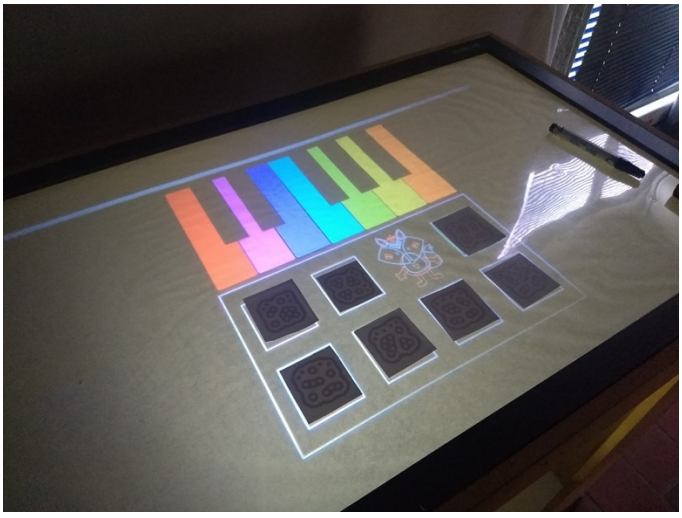
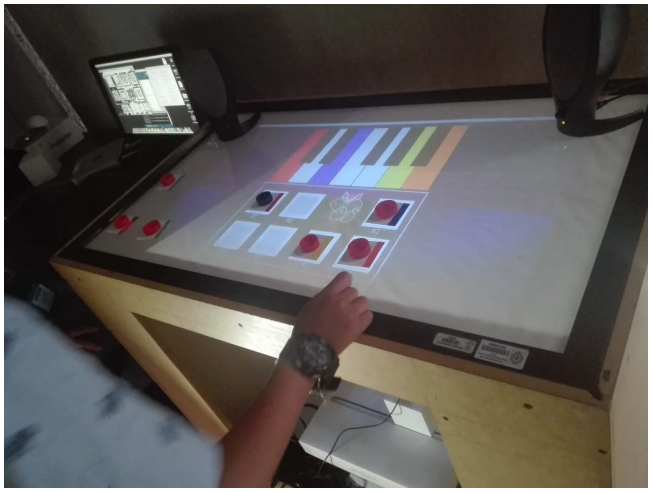


Figura 6-38: Prototipo intermedio "Dynamic Feelings"



c. **Diseño del prototipo de final:** En este prototipo final que se trabajó el único cambio que se hizo fue que se les añadió color a las tarjetas y se le adicionaron unas tapas para que se pudieran tomar mejor y se le facilitará la interacción al niño.

Figura 6-39: Primera versión del prototipo final.



6.1.3.6 Test del juego

A lo largo del diseño del juego "Dynamic Feelings" de generaron diferentes prototipos los cuales contaron con la participación de expertos y niños con discapacidad auditiva con el fin de ir mejorando e ir evolucionando el diseño de la mesa interactiva, con el fin de poder satisfacer la necesidad de ofrecer una herramienta para ayudar a la rehabilitación y el desarrollo de las habilidades motoras perceptuales y cognitivas del niño con discapacidad auditiva. Durante las pruebas de los prototipos se fueron encontrando diferentes elementos a mejorar, por ejemplo en el momento de trabajar el prototipo intermedio inicial el piano estaba en la parte central de la pantalla, y los objetos tangibles debían ponerse encima de cada tecla, pero se concluyó que esto no era adecuado ya que los objetos tangibles debían ser pequeños, haciendo que las marcas o filiales fueran aún más pequeñas y difíciles de detectar con la cámara. Esto permitió pensar en dejar dos zonas en la mesa, la primera la de visualización del piano y la segunda la zona interactiva para los objetos.

Sin embargo, uno de los problemas de la zona interactiva es que había color debido a la interfaz por lo cual se hacía muy difícil la detección de los filiales, para ese caso el experto recomendó generar unas zonas cuadradas del tamaño de los filiales que fueran de color claro y así facilitar la detección de los filiales y al mismo tiempo permitir al niño identificar cuáles eran los sitios donde debía poner las tarjetas. También el experto recomendó el uso de los colores en las tarjetas para que niño desde el comienzo asociara los colores con la respectiva nota musical que representaba, pero para eso también el experto sugirió que las zonas activas de la mesa para las tarjetas debían llevar el nombre

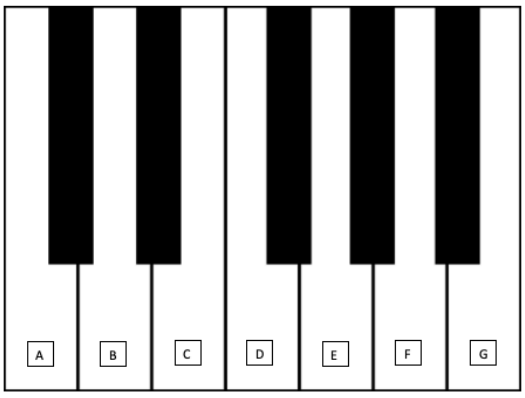
de la nota musical.

También se observó lo incomodo que era manipular las tarjetas sobre la mesa, tomarlas y ponerlas era un trabajo tedioso, para eso se sugirió para esta primera versión del prototipo hacer uso de agarradera, en este caso tapas, que permitieran tomar las tarjetas más cómodamente.

Finalmente, se realizaron las pruebas de la primera versión de prototipo. Esta prueba se diseñó a partir de la técnica de muestra única, en donde se busca evaluar el sistema o juego serio con la participación de pocos niños con las condiciones que se busca para la prueba. Para este caso se contó con la participación de dos niños (un niño y una niña) de aproximadamente 12 años de edad, el niño tiene discapacidad auditiva, y usa amplificadores debido a que su oído derecho presenta una pérdida de 60 % y en su oído izquierdo presenta un 80 % de perdida, teniendo en sus dos oídos una sordera severa. Este niño paso actualmente a 5to grado escolar. La niña no posee ninguna discapacidad y se encuentra en grado 8vo grado escolar. Este experimento se diseñó con el fin de tener un sujeto experimental y un sujeto de control. En este caso nuestro sujeto de control es la niña y el experimental es el niño con discapacidad auditiva.

La prueba consto de tres partes, la primera fue una prueba de conocimiento, en donde a los dos niños se les enfrento con una actividad que involucraba el conocimiento que tenían sobre música y las escalas de notas musicales. En la prueba con la niña se inició preguntándole si tenía algún conocimiento sobre música, la cual respondió afirmativamente, y nos contó que en el colegio había aprendido a tocar la guitarra y que en algún momento estuvo en clases de piano pero que la metodología que usaron no era aprendiendo las escala de las notas en la octava del piano si no que asociaban letras con las teclas y les pasaban libros que tenían las secuencias de las letras que debían seguir para aprender las diferentes melodías o canciones. La primera prueba con la niña se le presento la octava de un piano y se le pidió que asociará cada tecla con una nota musical.

Figura 6-40: Prueba inicial de conocimiento de las notas musicales.



Trata de identificar que nota musical le pertenece a cada tecla del piano. Pon la respectiva letra frente a la nota musical.

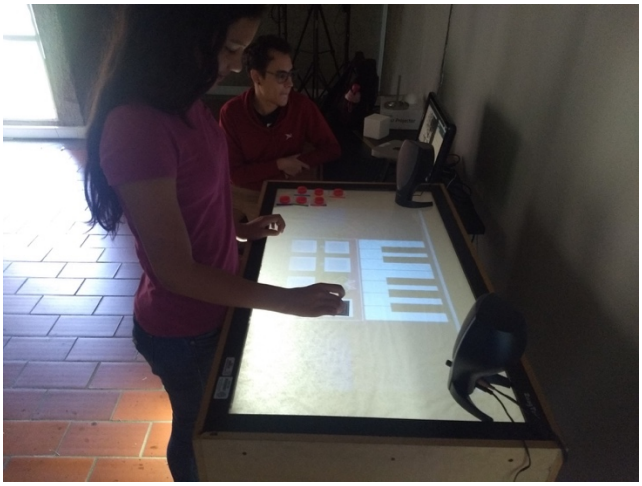
1. Sol ->
2. Mi ->
3. La ->
4. Re ->
5. La ->
6. Si ->
7. Do ->

Para esta prueba la niña obtuvo un 100% de acierto, demostrando que tenía el conocimiento sobre las notas musicales en el piano. Cuando se le pregunto como lo hizo, ella dijo que lo asocio con la escala de las notas musicales Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si, que había aprendido en el colegio, por lo que nos hace suponer que este conocimiento no lo adquirió directamente en las clases de piano que nos había dicho que había tomado anteriormente.

Figura 6-41: Prueba de conocimiento de la niña.

La segunda prueba fue a través de la exploración e interacción con la mesa, para esta actividad se le explico a la niña que debía realizar, en este caso ella debía identificar cada una de las tarjetas a que nota musical pertenecía y que color y ubicación en el pino era que lo representaba. Durante esta exploración la niña trabajo con la mesa y logro identificar cada nota musical, luego se le hizo un ejercicio rápido en la cual se le quitaron las tarjetas y se le pidió que la pusiera de nuevo en el orden especifico, y este ejercicio lo hizo en 20 segundo, cosa que nos decía que la niña había identificado plenamente que tarjeta representaba a cada nota y cada tecla del piano a partir del color.

Figura 6-42: Prueba con la mesa.



Al final de la interacción con la mesa se le pidió a la niña realizar una nueva actividad, este ejercicio era muy similar al primero, pero en este caso la niña debía primero colorear cada tecla del piano según el color que lo representaba durante la interacción con la mesa, en este ejercicio obtuvo un 100% de acierto, el segundo ejercicio fue el asociar la nota musical con cada uno de los colores que se usaron para representas las teclas del piano activadas, nuevamente la niña saco el 100%. Luego se le pregunto si ella siguió lo que había aprendido con el profesor de piano y dijo que no, que ella se memorizo los colores y asocio las notas con esos colores, que le pareció más fácil así aprender a reconocer las notas del piano. Finalmente, se le realizo una tercera prueba o test en la cual se le hicieron las siguientes preguntas:

- ¿Cómo te sentiste durante la interacción con la mesa?, A lo que respondió que estaba muy feliz, que era un juego divertido y que le habían gustado los colores que se usaron.
- ¿Has comprendido la actividad que debías realizar con la mesa?, A lo que respondió afirmativamente.
- ¿Fue difícil para ti realizar la actividad?, La niña respondió que al principio fue un poco complicado, pero cuando ya entendió el funcionamiento fue muy fácil jugar con la mesa.
- ¿Has realizado mucho esfuerzo físico para interactuar con la mesa?, A lo que respondió negativamente.
- ¿Disfrutaste la Experiencia con la mesa?, Ella respondió que mucho, que fue muy divertido.
- ¿Has tenido que concentrarte para realizar la actividad? A lo que expreso que no, ya que había comprendido cómo funcionaba la mesa y como se asociaban los colores, con el piano y las notas musicales.
- ¿Has tenido experiencia con la tecnología? Ella respondió afirmativamente diciendo que en su colegio y en casa usaba el computador y el celular para hacer tareas, jugar y comunicarse con sus amigas y familia.

Para las pruebas con el niño se realizaron las mismas tres actividades. En la primera actividad se le pregunto inicialmente si tenía conocimiento de música, a lo que contesto que en el colegio le enseñaban a tocar la flauta y que conocía la escala de las notas musicales, pero que no conocía más instrumentos ni cómo funcionaban, en este caso específico planteo que no tenía conocimiento del uso del piano. Luego se pasó a la prueba de conocimiento en la cual obtuvo un porcentaje del 71% equivocándose en la ubicación de las dos últimas notas (La, Si) confundiéndolas de orden.

Figura 6-43: Prueba de conocimiento del niño.

Al finalizar la primera prueba se prosiguió con la interacción de la mesa, en donde se le explico su funcionamiento y se le dio unos minutos para que explorara la mesa. Luego de conocer su funcionamiento se prosiguió con la prueba corta de reconocer de nuevo la posición de los objetos y los colores de las notas en la mesa, en este ejercicio se demoró casi un minuto para volverlo a resolver. Después se pasó a realizar el ejercicio de colorear las teclas del piano según los colores que había observado en el cuándo interactuó en la mesa, y obtuvo un 57% de efectividad, luego paso a la asociación de la nota música con el color y en este obtuvo el 42%. Al ver esto se le dio el chance de que realizar de nuevo una segunda interacción con la mesa, esta vez se le sugirió que se clamara, que hiciera la actividad más despacio y pusiera atención a todo lo que hacia él y que sucedía en la mesa. Luego de este segundo intento se repitió la actividad en donde en la primera prueba de colorear las teclas obtuvo 71% al igual que en la asociación de los colores con las notas musicales. El error que cometió fue el mismo que tuvo en la prueba de conocimiento en donde confundió la posición de las notas La y Si.

Figura 6-44: Exploración de la mesa.

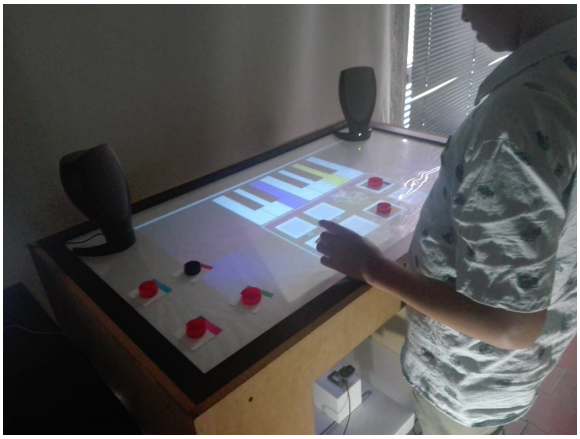
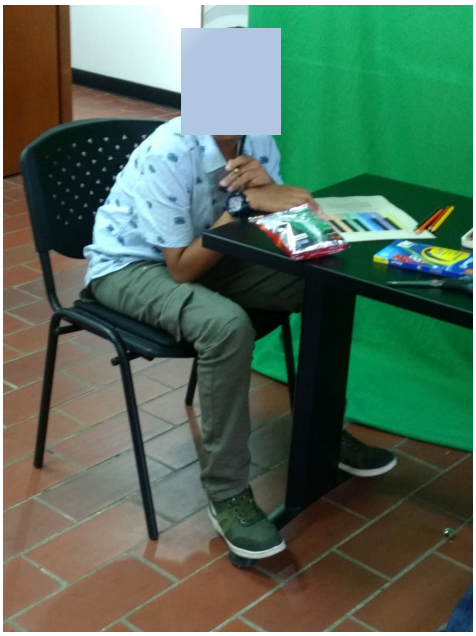


Figura 6-45: Prueba de conocimiento final.



Finalmente, se le realizo al niño la tercera prueba o test en la cual se le hicieron las mismas preguntas que a la niña sobre el uso de la mesa interactiva.

- ¿Cómo te sentiste durante la interacción con la mesa?, A lo que respondió el niño que estaba muy feliz, que quería aprender a tocar piano.
- ¿Has comprendido la actividad que debías realizar con la mesa?, A lo que respondió que al inicio le costó trabajo por lo que no sabía cómo funcionaba la mesa, pero luego de comprender su funcionamiento le quedo más fácil usar la mesa.
- ¿Fue difícil para ti realizar la actividad?, el niño respondió negativamente.
- ¿Has realizado mucho esfuerzo físico para interactuar con la mesa?, A lo que respondió negativamente.
- ¿Disfrutaste la Experiencia con la mesa?, El niño respondió que mucho, que fue muy divertido, que lo que más le gusto fue la actividad en la mesa y los sonidos que emitía cuando interactuaba, también le gusto la reacción del piano, cambiando de color sus teclas cuando le ponía la tarjeta en la ubicación que le correspondía.
- ¿Has tenido que concentrarte para realizar la actividad? A lo que expreso que un poco ya debía memorizarse los colores que le correspondían a cada nota y a cada tecla del piano, pero ya después del segundo intento en donde lo hizo más despacio, fue más fácil aprender la secuencia de colores y notas.
- ¿Has tenido experiencia con la tecnología? El niño respondió afirmativamente diciendo que en su colegio usaba el computador y en la casa usaba el Celular y la Tablet para hacer tareas,

jugar y comunicarse con sus amigas y familia.

Tabla 6-15: Resultado de las pruebas.

Actividad	Niña	Niño
Conocimiento inicial	100%	71%
Conocimiento Final primer ejercicio (Colores – Teclas)	100% (Primer intento)	57% (Primer intento) 71% (segundo intento)
Conocimiento Final segundo ejercicio (Colores – Notas)	100% (Primer intento)	42% (Primer intento) 71% (segundo intento)

6.1.3.7 Conclusión del Caso "Dynamic Feelings"

A lo largo de las pruebas, se evidencio inicialmente que el juego tuvo una acogida positiva por parte de los niños, hasta tal punto de expresar que fue muy divertido jugar con la mesa. También se observó que el diseño de la misma fue adecuado, ya que su tamaño se adaptó fácilmente al tamaño del niño, permitiendo que estos pudieran visualizar toda la interfaz y alcanzar los objetos sin ningún problema.

Cuando se observa el trabajo hecho por los dos niños, se evidencia claramente que para el niño con discapacidad auditiva fue un poco más complicado, comparado con la niña, y esto se debe a las limitaciones que posee el niño. El niño con la discapacidad auditiva al ser más visual, tuvo más elementos distractores que hicieron que no memorizará efectivamente la secuencia de las notas y los colores en el primer intento, pero en un segundo intento con la mesa en la que trabajo más despacio el niño logro enfocarse más y retener más información que quedó demostrado en la prueba realizada al final, pasando de un 57% en el primer ejercicio y un 42% en el segundo ejercicio durante el primer intento, alcanzar un 71% en ambos ejercicios en su segundo intento, permitiendo concluir que la metodología de aprendizaje seleccionada para ser usada en el juego fue la adecuada. Esto nos da ha a entender que los aspectos de diseño que se tuvieron en cuenta gracias APRehab, ayudaron a la implementación de un juego serio que realmente ayuda al desarrollo de la memoria y la concentración del niño.

Durante las pruebas también se contó con un experto en desarrollo cognitivo e inclusión de niños con discapacidad, especialmente la auditiva, en el aula de clase, el doctor en Psicología Cesar Mejía de la universidad San Buenaventura. El cual durante su visita vio la demostración del funcionamiento del juego "Dinamic Feelings" y reviso los resultados de

las pruebas de los niños y concluyó que la mesa cumplió satisfactoriamente con los objetivos de rehabilitación planteados en el modelo de actividad y la propuesta del juego serio.

También se contó con la presencia de la doctora Sandra Cano, la cual manifestó gusto por la mesa y su forma de interactuar las tarjetas y sugirió el cambiar la tarjetas pro algo más tangible para facilitar la interacción, esta sugerencia nuevamente surgió en el momento en que se les pregunto a los niños si cambiar algo del juego para que fuera más divertido, y los dos coincidieron que deberían haber objetos más grandes que en vez de tarjetas con tapas para agarrar, ya que no era muy como el tomar la tarjeta para interactuar en la mesa.

Uno de los principales fallos que se encontraron y no se tuvieron en cuenta en el momento del diseño inicial de la mesa, el reconocimiento de los filiales. Esto se debió a que la resolución de la cámara que se estaba usando era muy baja haciendo que el reconocimiento de los filiales no fuera 100% confiables, dando a veces otro tipo de numeración durante el reconocimiento, esto se mitigo un poco al incluir una lámpara que permitiera iluminar desde bajo de la mesa y facilitara la lectura de los filiales a través de la cámara, sin embargo existía cierto tiempo entre la puesta de la tarjeta y la ejecución de la tecla que le correspondía, haciendo a veces un poco molesto y dificultando la experiencia plenamente.

Finalmente, al ser una primera versión del prototipo del juego, este podría ser tomado como parte del prototipo intermedio y realizar una nueva iteración usando la metodología APRehab con el fin de realizar las mejoras y sugerencias identificadas para lograr la aceptación final del juego serio.

6.2 Validación con expertos.

A pesar de evidenciar los buenos resultados del uso de la metodología APRehab a lo largo del diseño de los tres casos descritos en la sección anterior, fue necesario involucrar la opinión de expertos en diferentes áreas del desarrollo de sistemas interactivos, videojuegos y juegos serios, con el fin de afianzar las conclusiones obtenidas a partir del análisis de los resultados obtenidos a partir del diseño y la evaluación de los juegos serios “Lápiz Cuentero”, “Motor and Deafness” y “Dynamic Feelings”.

Con el fin de obtener las diferentes opiniones y sugerencias sobre la metodología APRehab, esta validación con expertos de la academia y la industria se realizó en dos momentos, en el primero validando una primera versión de la metodología y en el segundo momento con una versión mejorada usando una plataforma web para que fuera más accesible a un mayor público. Durante la primera validación se usó la técnica de grupo focal, en la cual, con la participación de un grupo de seis expertos, entre los que había expertos en el diseño de juegos serios para la educación y la rehabilitación de personas con necesidades especiales, desarrolladores de videojuegos, y expertos en el área del desarrollo de software y sistemas interactivos. Este primer encuentro con expertos se

dividió en dos actividades. Durante la primera actividad, se suministró a cada uno de los expertos los diagramas de actividad de cada una de las Fases de APRehab construidas a partir del lenguaje de modelado UML. En esta primera actividad se le explicó al grupo de experto como se dividía la metodología, mostrándoles inicialmente un modelo conceptual de la metodología y como se conectaban cada una de las fases, luego se pasó a realizar la descripción y recorrido de cada una de las actividades y tareas de que ofrecían cada fase y el orden en que debían ser ejecutadas durante el proceso de diseño del juego serio usando la metodología APRehab, con el fin de que los expertos comprendieran fácilmente como se debía seguir cada uno de los diagramas suministrados.

Al finalizar, la primera parte del grupo focal con los expertos se prosiguió con la ejecución de una encuesta que estaba dirigida a obtener información de cómo los expertos de cómo visualizaron la metodología y recoger sugerencia y oportunidades de mejora para la construcción de una segunda versión de la metodología. Esta encuesta fue construida a partir de diferentes lineamiento, principios y técnicas propuestas por diferentes autores en áreas como la ingeniería de software [196], el diseño centrado en el usuario [197], el diseño de juegos serios [198 - 200] y el diseño universal [201]. Las preguntas fueron construidas con el fin de que el experto contestará a partir de un SI o un NO, además se les dejo un campo obligatorio en la cual debían justificar su respuesta.

A continuación, en la tabla 6-16 se presenta la serie de preguntas que se le fueron suministradas al grupo de expertos durante la validación de la primera versión de la metodología APRehab.

Tabla 6-16: Preguntas de la encuesta realizada a los expertos primera versión APRehab.

Código	Pregunta
01	¿Usted opina que la metodología APRehab cubre todos los procesos para el diseño de juegos serios?
02	¿Usted opina que la metodología APRehab ofrece los elementos adecuados para que se ajuste a los objetivos que se quieren alcanzar en procesos de rehabilitación?
03	¿Usted opina que la metodología APRehab se encuentra orientado hacia los usuarios?
04	¿Usted opina que la metodología APRehab se puede adaptar a diferentes tipos de proyectos de juegos serios orientados a la rehabilitación?
05	¿Usted opina que la metodología APRehab se puede enseñar y aprender fácilmente?
06	¿Usted opina que la metodología APRehab permite producir soluciones de diseño de juegos serios para la rehabilitación?
07	¿Usted opina que la metodología APRehab permite validar las soluciones de diseño y detectar problemas en el juego serio (funcionamiento, usabilidad y accesibilidad) durante las diferentes fases que ofrece?
08	¿Usted opina que la metodología APRehab permite diseñar pensado en que el control del juego serio debe estar en manos del usuario con algún tipo de discapacidad?

09	¿Usted opina que la metodología APRehab permite entender y comprender al usuario y sus necesidades?
10	Usted opina que la metodología APRehab permite entender y especificar el contexto de uso, identificar a las personas a las que se dirige el juego serio, ¿para que lo usarán y en que condiciones?
11	¿Usted opina que la metodología APRehab permite definir clases y perfiles que agrupen a usuarios según sus limitaciones de acceso, distinguiendo entre tipos de limitaciones y agrupando a tipos de usuarios por limitaciones similares o equivalentes?
12	¿Usted opina que la metodología APRehab permite que el juego serio evolucione a través de un proceso iterativo?
13	¿Usted opina que la metodología APRehab permite realizar la planificación y ejecución de las tareas y actividades para el diseño del juego serio para rehabilitación de forma flexible?
14	¿Usted opina que la metodología APRehab permite la participación de diferentes expertos en el dominio de juegos serios y rehabilitación?
15	¿Usted opina que la metodología APRehab ofrece herramientas de documentación?
16	¿Usted opina que la metodología APRehab ofrece medios de participación de clientes, usuarios y stakeholders con el equipo de desarrollo?
17	¿Usted opina que la metodología APRehab permite la posibilidad de una comunicación e interacción rápida y efectiva entre los miembros del equipo?
18	¿Usted opina que la metodología APRehab permite la definición de roles y responsabilidades de los miembros del equipo?
19	¿Usted opina que la metodología APRehab permite la tolerancia a posibles cambios en el diseño del juego serio?
20	¿Usted opina que la metodología APRehab ofrece diferentes herramientas para analizar, incorporar y evaluar elementos dirigidos a la experiencia de uso del juego serio?
21	¿Usted opina que la metodología APRehab ofrece elementos para el concepto del juego serio y sus elementos formales (mecánicas, dinámicas y estética)?
22	¿Usted opina que la metodología APRehab permite la identificación de los aspectos técnicos y tecnológicos para el diseño de la interacción y la lógica del juego serio?
23	¿Usted opina que la metodología APRehab permite la definición de los objetivos no lúdicos o de rehabilitación que tendrá el juego serio?

En el momento de realizar el análisis de los datos de la encuesta se encontró que:

- Para las preguntas con los códigos 02, 06, 12, 13 y 14 el grupo de expertos coincidieron en calificar afirmativamente obteniendo un 100% del SI frente al 0% del NO, entre los comentarios realizados por parte de los expertos en cada una de las preguntas están:
    - La metodología permite realizar el seguimiento de cada una de las fases o etapas para correcto diseño y desarrollo de juegos en concordancia con la pertinencia de los objetivos.
    - Está bien enfocada la metodología del sistema APRehab, no obstante, debería tener las reuniones formales con los expertos clínicos para corroborar dicha metodología.

- La metodología desde el inicio permite identificar las necesidades de un público específico a partir de diferentes aristas (desde lo cultural, lo comunicativo y tecnológico) dando solución a esas necesidades a través del diseño de juegos serios.
- La metodología revisa e identifica elementos y variables, pensando el usuario, y propone desarrollo de contenido que se ajusta a las necesidades.
- La metodología es altamente iterativa.
- La metodología sigue una serie de pasos que deben cumplirse para la construcción de los objetivos.
- Cada etapa de la metodología tiene su justificación entorno al proceso mismo de creación de las actividades del juego.
- Es este el punto clave de las fases: permitir que las tareas en el diseño y desarrollo del videojuego estén claras al igual que su flujo (primero esto, luego aquello...).
- La metodología facilita la conformación de un equipo multidisciplinario para el éxito en el diseño del juego.
- La metodología permite la identificación de actores desde el inicio del diseño del juego serio.

- En las preguntas con los códigos 04, 05, 08, 09, 10, 19, 21, 22, 23, se encontró que no todos los expertos estuvieron de acuerdo con la afirmación positiva a la pregunta realizando, generando un 83 % de preguntas contestadas con SI y un 16.7% de preguntas contestadas con el NO. A continuación se mostraran las justificaciones a las respuestas de los diferentes expertos.

  Entre los comentarios positivos se identificaron:

  - La metodología cubre los componentes generales de creación y muchos específicos.
  - La construcción y definición de etapas y fases de la metodología permite ser aplicado en otros contextos.
  - La metodología es un marco genérico en el que el contexto (detalles de proyecto) es mapeado usando la metodología. En consecuencia, la aplicación de la metodología, aunque reducida a juegos serios, es totalmente valida en otros escenarios de rehabilitación.
  - Los pasos de la metodología son claros y específicos.
  - La metodología tiene una estructura lógica que permite su fácil apropiación.
  - La metodología es clara y tiene muchos gráficos. Los gráficos enseñan muy claramente.
  - La metodología se basa en la indagación e investigación de las personas con algún tipo de discapacidad a través de lo que en comunicación se denomina la matriz cultural del público objetivo.
  - La metodología se esmera en el análisis y revisión de procesos de aprendizaje del usuario con discapacidad.
  - La metodología hace un buen rastreo inicial de requerimientos

- La metodología indaga en el paciente o público a partir de sus necesidades teniendo en cuenta su matriz cultural.
- Es difícil entender y comprender a un usuario con discapacidades si no se ha tenido una discapacidad. Sin embargo, la metodología ayuda "ponerse en lugar del otro" ya que exige una recolección de datos y un análisis importante.
- La metodología hace énfasis en el análisis del usuario y su forma de interacción con el entorno.
- La metodología ofrece fases bien delimitadas y tiene suficientes ciclos de iteración que permiten la tolerancia a posibles cambios en el diseño.
- Es un proceso con etapas y fases definidas, permitiendo que cada posible cambio debe ser sometido a todo el proceso
- La metodología permite realizar un planteamiento inicial fuerte, siendo mucho más fácil la elaboración de los componentes de juego.
- La metodología ofrece suficientes herramientas para facilitar el proceso de diseño del juego serio.
- La metodología es un mapa de ruta del cual puede partir el equipo de diseño y desarrollo para definir en un momento posterior que tipo de tecnología es necesaria para el desarrollo de la solución.
- La metodología al ofrecer una investigación previa muy clara, permite la definición de los objetivos lúdicos y de rehabilitación con más facilidad.

Entre los comentarios negativos para posibles mejoras en la metodología se encontraron:

- A la metodología le falta profundizar y tener en cuenta los tipos de rehabilitación cognitiva, motora y física que se puedan presentar
- Se aconseja revisar los procesos y sus relaciones, porque podrían presentarse procesos que se repiten en varias fases.
- El control pensado en que debe estar dirigido por las personas con discapacidad es una determinante de diseño que pasa de manera transparente en la metodología, ya que en algunos casos puede ser necesario el control asistido del avance del juego, pero la metodología permite que funcione.
- La metodología permite identificar las personas sin embargo no es muy claro cómo identificar el contexto de uso.
- Falta especificar mejor las diferentes condiciones para especificar el contexto de uso.

- Finalmente, en las preguntas con los códigos 01, 03, 07, 11, 15, 16, 17, 18, 20 se encontraron opiniones divididas entre los expertos, y esto se puede observar en el 66.7% de respuestas positivas y un 33.3% de respuestas negativas a las preguntas realizadas. Las opiniones recolectadas durante la encuesta se mostrarán a continuación.

Entre los comentarios positivos se tienen:

- La metodología muestra una serie de pasos y etapas coherentes con el objetivo de creación de juegos para el público que plantea.
- Es una metodología que muestra profundidad.
- La metodología permite trabajar con un subconjunto de dichos procesos y contribuir solo en ellos.
- Se generó una metodología de diseño desde el análisis de los requerimientos y perfil de usuario, hasta una propuesta de diseño, con la identificación de todos los elementos que un juego serio implica.
- La metodología no está orientada a los usuarios finales, sino al grupo multidisciplinario quien tendrá a cargo el diseño y desarrollo de los juegos, la metodología la entiendo como un mapa de ruta para la consecución de los objetivos de rehabilitación
- La metodología permite incluir elementos tanto subjetivos (emociones, motivaciones,…) tanto objetivo (dispositivos, discapacidades,...).
- La metodología permite analizar y concluir los procesos, basados en una revisión inicial de requerimientos del usuario
- La metodología toma en cuenta los diferentes aspectos del usuario.
- La metodología ofrece en cada etapa un proceso de validación que en caso de no ser positiva requiere ser revisada y nuevamente validada.
- La metodología ofrece un ciclo iterativo que permite mejorando el producto corrigiendo errores detectados.
- La metodología es amplia y detalla e involucra los elementos notables en cada fase.
- La metodología permite la agrupación por perfiles de los diferentes usuarios a los que va dirigido el juego serio.
- La metodología permite distinguir habilidades y dificultades gracias a los datos que se deben tomar y los análisis sobre ellos.
- La metodología permite claramente la participación de diferentes actores y expertos durante el proceso de desarrollo.
- La metodología especifica que debe haber roles para el proceso de diseño del juego serio.
- Las etapas/fases están claramente definidas. Cada una exige unas habilidades específicas que son alimentadas por los diferentes roles.

Entre los comentarios negativos para posibles mejoras en la metodología se encontraron:

- La metodología solo se encuentra enfocada en procesos rehabilitación por lo que cuesta identificar si cubre todos los procesos del diseño del juego serio.
- La metodología debe incluir las reuniones formales con los especialistas clínicos para obtener un mayor grado de ergonomía capaz de satisfacer los principales requisitos en las validaciones.
- La metodología debería sujetar principios de ergonomía enfocados al campo de pacientes con algún tipo de lesión motora, cognitiva y sensorial.

- Se recomienda que los aspectos de usabilidad y accesibilidad del juego serio no se dejen para el final.
- Se sugiere que la metodología permita la caracterización del usuario en limitaciones físicas, motoras y cognitivas.
- No se detalla claramente en donde se ofrecen los diferentes documentos que facilitan el proceso de diseño.
- En la definición de las fases y etapas de la metodología no se encuentra explicitados los conceptos de medios de participación de clientes usuarios y stakeholders.
- La comunicación no depende de la metodología en sí, sino de la sinergia del grupo y de las herramientas que se selecciones para dicha comunicación
- En gran medida algunos aspectos son multidisciplinarios, pero es natural en el tipo de desarrollo. Se especifica que debe haber roles, pero no que roles cumplen que tareas.
- No está explicita la definición de roles y responsabilidades del equipo ya que no es su objetivo.
- La metodología no ofrece herramientas, se entiende que lo que permite es identificar necesidades y a partir de ellas desarrollar los pasos necesarios para realizar la solución.

Finalmente, si se unifican los resultados obtenidos de la encuesta, se puede observar que la metodología tuvo una gran aceptabilidad en esta primera versión por parte de los evaluadores obteniendo un porcentaje del 80.4% de respuestas afirmativas frente al 19.6% de respuestas negativas. Sin embargo, esta primera versión debe someterse una revisión y realizar las mejoras requeridas en los temas relacionados con:

- Los procesos y actividades que permitan integrar más a los diferentes actores y expertos en el proceso de diseño del juego serio.
- La incorporación de temas relacionados con la ergonomía en los procesos de diseño del juego serio.
- Ofrecer herramientas que permitas la caracterización de los usuarios según sus características y limitaciones físicas, motoras y cognitivas.
- El incluir documentación y plantillas que faciliten la descripción de los diferentes aspectos que deben tenerse en cuenta en cada fase del diseño del juego serio que ofrece la metodología.
- La metodología debe facilitar los procesos de comunicación entre los diferentes actores y expertos a lo largo del proceso de diseño con el objetivo de recibir una constante retroalimentación de cómo se está cumpliendo con las expectativas y requerimientos del juego serio.
- La metodología debe ofrecer herramientas que permitan definir el equipo de trabajo y la asignación de tareas que deben cumplir durante todo el proceso de diseño del juego serio.
- La metodología debe ofrecer un proceso que facilite la identificación y caracterización del contexto de uso del usuario.

En la segunda validación con expertos que se realizó con la metodología APRehab, se construyó una plataforma web, con la segunda versión de la metodología, con el fin de llegar a un número más grande de expertos y desarrolladores. En esta oportunidad se contó con la presencia de 21 participantes que validaron la metodología APRehab a través de la plataforma web, la cual se construyó con el objetivo de poder describir la metodología de una forma más usable y accesible a los participantes (expertos académicos, profesionales de la industria, y estudiantes). En esta plataforma web se ofrece una página principal en donde la persona que accede a esta puede encontrar información sobre que es la metodología APRehab, cuáles fueron los elementos claves que ayudaron a la construcción de la metodología, la descripción general de proceso y cada una de las fases. Al final de la página principal se ofreció un menú con cada fase. A través de este menú la persona podía acceder a cada fase y encontrar información mucho más detallada de las actividades, tareas, pasos, roles, entradas, salidas y plantillas involucrada en la metodología APRehab. Finalmente, en la plataforma se ofreció un vínculo que dirigía a la persona a evaluar la metodología a través de un test de validación colgada en Google Forms.

Para el diseño del test de validación, se inició con un análisis de los aspectos y necesidades que se deben tener en todo proceso de diseño y desarrollo de videojuegos con el fin de poder generar una prueba lo suficientemente amplia que permitiera evaluar diferentes metodologías dirigidas al diseño de videojuegos y juegos serios. Durante el proceso del diseño de la encuesta se contó con la participación de un estudiante del doctorado en Ciencias de la Electrónica (PhD. (c) Jefferson Arango López) el cual se encuentra culminando su proyecto en la creación de una metodología para la implementación de juegos previsivos Geo localizados. También se contó con la participación de investigadores de la Universidad de Zaragoza (PhD, Sergio Albiol) y de la Universidad Politécnica de Valencia (PhD. José Antonio Gil Gomez), quienes brindaron asesoría y acompañamiento durante planteamiento y creación del test de validación. El test fue creado siguiendo la propuesta de Bangor, Kortum y Miller [202] acerca del Sistema de Escala de Usabilidad (SUS) y considerando en la medición el alfa de Cronbach. Adicionalmente durante la creación del test de validación se contó con la opinión de expertos de la academia y de la industria en temas de videojuegos y juegos serios, que ayudo a la depuración y ajustes del enfoque del test de validación.

Al final del proceso de diseño y ajustes del test de validación se generaron 26 preguntas con el fin de que fueran calificada a partir de la escala de Likert de uno a cinco, siendo uno (1) la calificación más baja en donde el criterio que se evalúa no se cumple en absoluto y cinco (5) la calificación más alta en donde el criterio a evaluar se cumple totalmente. A continuación, en la tabla 6-17 se muestran las preguntas que se trabajaron en el test de validación.

Tabla 6-17: Preguntas usadas en el test de validación de la metodología.

Código	Pregunta	Categoría
01	¿La metodología se ajusta a proyectos de diferente complejidad y tamaño?	

02	¿La metodología es fácil de adaptar y adoptar a un contexto determinado?	General
03	¿Se ofrecen canales o herramientas de comunicación entre los integrantes del equipo de trabajo?	
04	¿Permite la Identificación y definición de roles y distribución de tareas?	
05	¿La metodología contempla la planificación de costes (recursos, mano de obra) y tiempos?	
06	¿La metodología cubre el ciclo completo de diseño del juego?	Diseño
07	¿La metodología ayuda a la generación de soluciones de diseño detallado o de alto nivel?	
08	¿Existe un proceso iterativo durante el ciclo de diseño del sistema?	
09	¿Se permite la planificación de actividades o tareas de diseño del sistema?	
10	¿Se realiza un análisis previo de las actividades a realizar por los usuarios?	
11	¿Se ofrecen herramientas para el apoyo a lo largo de todo el ciclo del diseño del sistema?	
12	Permite la participación de usuarios clínicos/técnicos y/o pacientes/beneficiarios a lo largo del diseño del sistema?	
13	¿Se guía al equipo de diseño en su tarea?	
14	¿Considero que las herramientas que ofrece la metodología son suficientes para el diseño de juegos serios?	
15	¿La metodología ofrece indicadores que permitan al equipo tomar decisiones en situaciones críticas durante los procesos de diseño de los diferentes componentes del juego serio?	
16	¿La metodología ofrece patrones de diseño para la creación de metáforas gráficas o metáforas tangibles?	
17	¿Se definen las características funcionales, lógicas y técnicas del sistema?	Implementación
18	¿Se realiza una validación tras cada fase de la metodología?	
19	¿Se facilita la detección de problemas de usabilidad, accesibilidad y satisfacción del usuario?	Experiencia de Usuario
20	¿Es útil en entornos dinámicos orientados al usuario?	
21	¿La metodología ofrece herramientas para la construcción de una narrativa que motive a los usuarios a interactuar con el juego serio?	
22	¿Existe una etapa donde se definen los elementos formales (mecánicas y dinámicas) del sistema?	Aspectos formales del juego y documentación
23	¿Se definen los elementos lúdicos y de rehabilitación del sistema?	
24	¿Se definen los aspectos estéticos del juego?	
25	Se caracterizan tanto los usuarios clínicos/técnicos como los pacientes/beneficiarios del juego?	
26	¿La metodología proporciona patrones y documentos de diseño?	

Estas preguntas permitieron que los diferentes participantes validar el nivel de cumplimiento en cada

uno de los aspectos en la metodología APRehab, permitiendo así el recolectar información de gran importancia para el posterior análisis de los aspectos a mejorar de dentro de la metodología. Como se había planteado anteriormente este proceso se dividió en dos partes, una primera parte fue una exploración de la metodología a través de una plataforma web. La segunda parte consto en la aplicación del test de validación, en donde los 21 participantes, entre los que había expertos de la academia, profesionales de la industria y estudiantes carreras tecnológicas que trabajan en temas relacionados con el desarrollo multimedia, el desarrollo de sistemas interactivos, la teoría de la actividad, la comunicación, el diseño gráfico, la interacción humano computador, la ingeniería de software y el desarrollo de videojuegos.

Durante el análisis de los datos del test de validación, se evidenció que la metodología APRehab conto con una muy buena aceptación por parte de los participantes obteniendo una calificación total de 4.3. Sin embargo, se identificaron ciertos aspectos (aquellos que fueron calificados por debajo de 4.3 o promedio total obtenido por la metodología) que se deben mejorar para trabajos futuros y se encuentran relacionados con:

- La mejora de los canales de comunicación del equipo trabajo.
- Herramientas que faciliten la estimación de tiempo, mano de obra y recursos del proyecto.
- La inclusión de más herramientas que faciliten el diseño de juego serio.
- Definición de indicadores al momento de tomar decisiones en situaciones críticas de diseño.
- Inclusión de un conjunto de patrones, lineamientos y pautas que faciliten el diseño de las diferentes interfaces gráficas y de interacción.
- Facilitar la detección de problemas de usabilidad, accesibilidad y satisfacción del usuario.
- Herramientas adecuadas para la construcción de narrativas acordes al objetivo del juego serio.
- Herramientas que faciliten la definición de los aspectos estéticos del juego serio.
- Proporcionar patrones y documentos que faciliten la definición de aspectos y diseño de juegos serios

En la tabla 6-18 se muestra los resultados obtenidos de forma individual en cada una de las preguntas

Tabla 6-18: Resultados del test de validación con expertos, profesionales y estudiantes.

Código Pegunta	Promedio	Código Pegunta	Promedio
01	4.4	14	4.1

02	4.4	15	4.1
03	4.0	16	3.7
04	4.4	17	4.4
05	4.0	18	4.4
06	4.5	19	4.1
07	4.3	20	4.3
08	4.5	21	4.0
09	4.5	22	4.6
10	4.8	23	4.5
11	4.4	24	4.2
12	4.4	25	4.7
13	4.3	26	4.0

En la tabla 6-19, se agrupan los promedios obtenidos según las categorías en las que se clasificaron las preguntas.

Tabla 6-19: Promedio obtenido por categoría.

Categoría	**Promedio**
General	4.2
Diseño	4.3
Implementación	4.4
Experiencia de usuario	4.1
Aspectos formales del juego y documentación	4.4

Finalmente, en la tabla 6-19 se puede evidenciar que los aspectos con mayor calificación están relacionados con la implementación y los aspectos formales del juego y su documentación, siendo el aspecto de experiencia de usuario el que se debe trabajar con mayor profundidad en trabajos futuros.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

En el presente documento se ha presentado las diferentes temáticas relacionadas con el proceso de investigación y creación de la metodología APRehab, objetivo principal de esta tesis. A lo largo de toda la tesis se profundizo en diferentes temáticas relacionadas con los juegos serios, la rehabilitación y los niños con necesidades especiales, con el fin de identificar la problemática existente y analizar las diferentes necesidades de la academia y la industria en torno al diseño de juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva. Para lograr alcanzar este primer escalón dentro del proceso de investigación se optó analizar el estado actual de los juegos serios, sus metodologías y propuestas actuales en el mercado. También se profundizo en el tema de la discapacidad auditiva, con el objetivo contextualizar esta problemática y obtener una caracterización del niño con discapacidad auditiva.

Posteriormente, se ha realizado el diseño del modelo MARAU con el fin de ofrecer una herramienta que permitiera la construcción del perfil del niño con discapacidad auditiva y los objetivos de rehabilitación basado en la teoría de la actividad y el diseño centrado en el usuario. Luego se diseño la metodología APRehab a partir el análisis de los elementos anteriores y la identificación de las actividades, mejores practicas y vacíos existentes de otras metodologías con el fin de adaptarlas y adecuarlas a los diferentes objetivos de cada una de las fases de la metodología APRehab. Para la validación de la metodología se optó por diseñar una estrategia el cual involucraba la implementación de diferentes casos de estudio con la participación de niños con discapacidad auditiva y el diseño de varios test de validación que permitieran recoger las diferentes opiniones de un conjunto de expertos de la academia, profesionales de la industria de videojuegos y estudiantes.

A continuación, se presentarán las principales conclusiones obtenidas a lo largo del proceso de investigación y construcción de una metodología para el diseño de juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva y que hagan uso de interfaces naturales y tangibles para la interacción y ejecución de las actividades que permitan lograr el objetivo planteado.

- Durante el proceso de investigación se realizó varias búsquedas sistemáticas en temas relacionado con el juego serio, las propuestas de diseño de algunos autores académicos y de

la industria, y de productos interactivos o juegos serios enfocados a la rehabilitación de niños con necesidades especiales, específicamente niños con discapacidad auditiva. Gracias a la búsqueda sistemática se logró obtener un panorama más amplio sobre el estado actual de los juegos serios y los objetivos planteados dentro de los diferentes procesos de aprendizaje, entrenamiento, capacitación y bienestar de las personas. Una evidencia clara de la importancia que esta tomado los juegos serios actualmente se ve en la proliferación de el número de propuestas desde la academia y la industria, dirigidas al diseño y desarrollo de juegos serios de propósito específico, como es el caso de la rehabilitación de niños con necesidades especiales

Durante la búsqueda se evidenció que a pesar de la existencia de algunas metodologías de diseño y desarrollo de juegos serios enfocados al aprendizaje y al bienestar de niños con necesidades especiales, muchas de estas metodologías han nacido de la adaptación de procesos y técnicas de metodologías tradicionales o de juegos serios para personas sin discapacidad, provocando la ejecución de actividades y practicas no adecuadas para garantizar plenamente la satisfacción de las necesidades y la experiencia de usuario de los niños con algún tipo de discapacidad.

Actualmente son pocas las metodologías que usan técnicas o principios que permitan garantizar una plena adaptación de los diferentes componentes interactivos, elementos formales y actividades del juego serio hacia los objetivos de rehabilitación en niños con discapacidad auditiva, siendo la metodología Meconesis [28] un modelo a seguir ya que se encuentra direccionada a ayudar a estos niños a través de un proceso formal, orientado a la usabilidad y la experiencia de usuario en el niño con discapacidad auditiva. Todo esto permitió concluir la importancia de la creación de una metodología que haga uso de procesos formales para facilitar las actividades de modelado, visualización, especificación, construcción y documentación para el diseño de experiencias de juegos serios basadas en las características de los niños con discapacidad auditiva y los objetivos de rehabilitación psicomotriz.

- La contextualización y posterior análisis del tema de la discapacidad auditiva a través de la investigación bibliográfica y las diferentes visitas a instituciones en donde trabajan con niños que sufren de esta discapacidad, permitió comprender como la psicomotricidad en los niños es un eje importante en su desarrollo ya que cuando se presenta algún tipo de trastorno, estos procesos de desarrollo se ven afectados enormemente en comparación con los de un niño normal. Se encontró evidencia clara que la psicomotricidad no sólo se encarga del desarrollo del cuerpo y sus movimientos, sino que también se encuentra involucrado en los procesos mentales que influyen o impactan las acciones y el desempeño de los movimientos del cuerpo del niño, provocando alteraciones a nivel emocional y social. Esta información permitió la creación de una caracterización de los niños con discapacidad auditiva a partir de sus características física, cognitivas y sociales, con el fin de ofrecer información de primera mano a los diseñadores y desarrolladores en el momento de diseñar el juego serio a través de la metodología APRehab.

- Durante las visitas a las instituciones, se logró obtener información importante sobre las actividades de rehabilitación, especialmente del propósito de estos, los objetivos alcanzar y los elementos u objetos que usan para facilitar y motivar a los niños a realizar las actividades. En la observación se logró entender la importancia del uso del juego y de los juguetes como elementos que facilitan que el niño logre alcanzar un desarrollo psicomotriz adecuado. Esta información permitió agrupar elementos importantes que sirvieron de insumo para la construcción de una caracterización de las actividades de rehabilitación psicomotriz y los objetos que se usan, todo esto con el propósito de ofrecer una guía clara de cómo involucrar los diferentes proceso y objetos de rehabilitación a las mecánicas del juego serio.

- El análisis de usuarios es una de las etapas más importantes del proceso de desarrollo de todo sistema interactivo, cuando este proceso no es bien trabajado o ejecutado, el equipo de desarrollo se encontrará con brechas y lagunas, ya que carecen de herramientas que le permitan identificar con profundidad las diferentes variables que intervienen en el desarrollo y la futura interacción de los usuarios con el sistema. Con el modelo MARAU, el cual se basa en la Teoría de la Actividad y en algunos procesos del diseño centrado en el usuario (DCU), se busca profundizar más en el análisis de la actividad, desde el punto de vista del niño con discapacidad auditiva, las tareas y acciones de rehabilitación psicomotriz, y las herramientas que usan para alcanzar los objetivos planteados, con el fin de tener los insumos suficientes para iniciar un diseño completo de sistemas interactivos que permitan usarse de herramientas en las sesiones de rehabilitación.

- Cuando se profundizo en el tema del diseño de juegos para niños se encontró que este proceso presenta variables que lo hacen un proceso complejo, porque debe quedar claro que los niños tienen limitaciones cognitivas, físicas y sociales que difieren de las de los adultos, y más aún si el jugo que se va a diseñar se encuentra dirigido a niños con algún tipo de necesidad especial, como la discapacidad auditiva.

  El diseño de juegos serios para niños con discapacidad auditiva debe tener en cuenta la edad, el contexto social y las necesidades, así como comprender las consecuencias de las limitaciones de la discapacidad del niño. Por eso es muy importante ofrecer un conjunto de pautas que faciliten la comprensión de la discapacidad auditiva y el diseño de diferentes elementos de interacción para ofrecer una experiencia interactiva agradable y satisfactoria al niño.

  Para ello, se crearon una serie de pautas y lineamientos para la metodología APRehab, que facilitan la adaptación y el diseño de las diferentes interfaces de interacción (gráficas y tangibles) a través de las diferentes dimensiones de la experiencia del usuario, permitiendo al diseñador pueda ofrecer a través del juego serio, las elementos de interacción adecuados y adaptados a las características de la discapacidad auditiva, con el fin de facilitar la comprensión las funcionalidades del juego en el niño y lograr una interacción divertida y satisfactoria con el juego serio.

- Considerando que la metodología APRehab quiere ofrecer una serie de proceso y tareas secuenciales y ordenadas, se trabajó en la identificación de diferentes propuestas metodológicas actuales en el desarrollo de juegos serios, con el fin de agrupar las mejores prácticas que podrían incluirse o adaptarse dentro de los procesos de APRehab. Durante la identificación se filtraron diferentes actividades, técnicas y herramientas, usando una serie de criterios que facilitaron la selección de estos elementos, sin embargo, se evidenció una serie de vacíos en elementos y herramientas importantes en un proceso de diseño de juegos serios enfocados a la rehabilitación de pacientes. Este hallazgo permitió concluir que era de gran importancia ofrecer nuevas técnicas, lineamientos y actividades que enriquecieran los procesos de análisis de actividades del paciente, el diseño de requerimientos técnicos e interacción con el juego y diseño de prototipos. Y Gracias a esta revisión e identificación de las actividades y vacíos existentes en las metodologías actuales se logró crear una metodología para juegos serios enfocados a la rehabilitación que ofrece una contante construcción y evaluación de prototipos con la participación de expertos en el dominio y pacientes finales que permitirá recibir una retroalimentación y refinamiento constante del producto que se está diseñando a partir de los objetivos y actividades de la rehabilitación psicomotriz.

- Con el fin de ofrecer una metodología formal que apoye los procesos de modelado, visualización, especificación, construcción y documentación de un juego serio que ayuden a un diseño equilibrado y adaptativo de las actividades, los elementos formales y los dispositivos de interacción involucrados en un juego serio para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva y que facilite la comprensión de cada uno de los diferentes procesos involucrados en cada fase de la metodología, se realizó una conceptualización y posteriormente un análisis comparativo entre las lenguajes de modelado y notación SPEM y BPMN, los cuales actualmente cuentan con mucha popularidad entre la industria del software. Este análisis comparativo partió desde trabajos realizados por diferentes autores que en su conclusión coincidían que cada lenguaje de notación es único y que sirven para propósitos específicos y recomendaban realizar un análisis del dominio del problema y el objetivo a alcanzar. Siguiendo las sugerencias se encontró que el objetivo de APRehab es el guiar a los desarrolladores en el diseño de un producto tecnológico como es un juego serio, por lo cual los procesos que posee son muy específico y no hace parte de procesos de negocio.

  Con esto se concluyó que SPEM era la mejor opción debido a sus ventajas y beneficios como la facilidad de uso, la facilidad de comprensión y aplicación, por la expresividad en procesos específicos en el área de software, por la facilidad de gestión de las actividades los roles y los productos, por la generación automática de modelos gráficos de los procesos, por la generación de una plataforma online para la distribución y visualización de los contenidos de la metodología y por la documentación existente en el área de los videojuegos que facilitó la adaptación de todos los elementos que ofrece SPEM.

- Gracias a la creación de diferentes prototipos guiados a través de cada uno de los procesos ofrecidos por APRehab, se logró evidenciar, durante las pruebas realizadas con diferentes

niños en condición de discapacidad auditiva, el impacto que ha tenido la metodología sobre cada una de las decisiones de diseño de cada uno de estos juegos serios, permitiendo generar productos que cumplan con las expectativas planteadas desde la misma conceptualización del juego hasta la aceptación del producto. En cada uno de los casos se reflejó un interés positivo de los diferentes niños cuando interactuaban con cada uno de los juegos, permitiendo realizar las actividades de rehabilitación que se encontraban inmersas dentro de las mecánicas del juego de forma divertida y placentera, logrando alcanzar los objetivos planteados en los ejercicios propuestos desde el juego serio, los cuales se evidenciaron en los resultados obtenidos durante las diferentes pruebas.

- Debido a las diferentes validaciones realizadas con expertos de la academia, profesionales de la industria y estudiantes, se logró recoger información importante sobre la opinión y el nivel de aceptación que tenía la metodología APRehab. Estos test, que estaban construidos con el objetivo de identificar el nivel de cumplimento de diferentes aspectos que se debían tener en cuenta en metodologías para el desarrollo de videojuego, sirvieron para identificar cada una de las diferentes fortalezas y debilidades de los procesos de la metodología APRehab, permitiendo agrupar diferentes oportunidades de mejora que ayudaron a la construcción final de la metodología. Los resultados obtenidos mostraron un impacto positivo dentro de la comunidad de evaluadores que participaron del este proceso permitiendo concluir que el resultado obtenido al final de la tesis, se logró cubrir una serie de problemáticas en el diseño de juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva, identificadas a lo largo del proceso de investigación.

- Finalmente, gracias a la forma en cómo se construyó y se presentó cada una de las fases y procesos de la metodología, se pudo concluir que APRehab es totalmente transparente al tipo de discapacidad, permitiendo el diseño de diferentes juegos serios a diferentes contextos de discapacidad, ampliando así su rango de impacto hacia nuevos casos de estudio en donde se involucren diferentes niños con necesidades especiales.

7.2 Trabajos futuros.

A lo largo del proceso de investigación y la implantación de la metodología, se evidenciaron un conjunto de temas que pudieron ser incluidos, pero debido al alcance planteado en la investigación, no pudieron ser implementadas dentro de la metodología y debieron se postergadas para futuros trabajos que permitieran extender esta tesis. A continuación, se presentarán las diferentes propuestas de trabajos futuros y líneas de investigación que podrían ser implementadas en un futuro:

- El uso de la metodología en otros contextos de rehabilitación y discapacidad, con el ánimo de ampliar el rango de acción e impacto en la construcción de juegos serios dirigidos a otro tipo de actividades de rehabilitación que incluya otro tipo de discapacidad.

- Podría ser interesante extender la metodología hacia el diseño de juegos serios en la industria, para comprobar si los diferentes elementos que se usaron para la identificación

de usuario, actividades, requisitos y diseño de juegos serios, sirven para identificar elementos importantes para la creación de experiencias interactivas en otros contextos de uso.

- Para las metodologías de diseño de sistemas interactivos es muy importante la validación o evaluación con usuarios finales. Actualmente existen muchos tipos de pruebas con usuarios que permiten analizar la experiencia de usuario, la usabilidad, la accesibilidad y la funcionalidad el sistema. Sin embargo, sería muy interesante el lograr estandarizar un tipo de prueba que permita evaluar fácilmente este tipo de elementos junto con aspectos relacionados con las actividades y objetivos de rehabilitación con el fin de identificar el verdadero el nivel de impacto que tuvo el juego serio sobre los procesos de rehabilitación y la experiencia de jugador en el niño.

- Es de gran importancia el poder suministrar un conjunto de patrones de diseño que faciliten el proceso de diseño de los diferentes objetos de interacción tangible para que se adapten más fácilmente a los diferentes objetivos de rehabilitación inmersos en las diferentes mecánicas del juego serio.

- Como se vio en uno de los apartados de este documento, el diseño de experiencias interactivas, como los juegos, dirigidos a niños, es un campo que está abierto y son pocas las contribuciones que tienen por lo complejo del tema, y aún más cuando se involucrar niños con necesidades especiales. Sería muy importante el abrir una nueva línea de investigación enfocada en el diseño de experiencias interactivas de usuarios dirigidas a niños con diferentes necesidades especiales, en donde se puedan trabajar diferentes temas relacionados con las dimensiones de la experiencia de usuario y la interacción.

- Adicionalmente, con el fin de que la metodología llegue a diferentes contextos en donde se desarrollan juegos serios, se pretende trabajar en la divulgación y enseñanza de la metodología APRehab con el fin de que sea integrado en los procesos de investigación y desarrollo en el área de juegos serios para la rehabilitación.

- Finalmente, teniendo en cuenta las diferentes sugerencias de los expertos, profesionales de la industria y estudiantes durante la validación de la metodología, se quiere trabajar en una evolución de APRehab en donde se incluyan mejoras en los temas relacionado con:
    - Los canales de comunicación entre los integrantes del equipo de desarrollo.
    - La inclusión de nuevas herramientas que faciliten la estimación de tiempo, mano de obra y recursos del proyecto.
    - La inclusión de herramientas para la identificación y definición de indicadores al momento de tomar decisiones en situaciones críticas de diseño.
    - La incorporación de herramientas para facilitar la detección de problemas de usabilidad, accesibilidad y satisfacción del usuario.
    - El uso de herramientas adecuadas para la construcción de narrativas acordes al objetivo del juego serio.

8. Productos y resultados del proyecto.

8.1 Publicaciones

Durante el proceso de investigación y creación de la metodología y sus diferentes componentes se generaron un conjunto de publicaciones que se mostrarán a continuación.

- V. Peñeñory, H. Fardoun, A. Bacca, C. Collazos, D. Alghazzawi S.P. Cano,. Towards the design of user experiences for psychomotor rehabilitation for hearing impaired children. 4th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques, Popayan. Colombia, 2019.
- V. Peñeñory, C. Manresa, I. Riquelme, C. Collazos, H. Fardoun. Scoping review of systems to train psychomotor skills in hearing impaired children Sensors, Vol. 18, No. 8, 2018.
- V. Peñeñory, C. Collazos, A. Bacca, C. Manresa, S. Cano, H. Fardoun. Validation of methodological proposal for serious games design oriented to psychomotor rehabilitation in children with hearing impairment XIX International Conference on Human-Computer Interaction, Palma, España, 2018.
- V. Peñeñory, A. Bacca, S. Cano. Propuesta metodológica para el diseño de juegos serios para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva. Campus Virtuales, Vol. 7, No. 2, pp. 47-54, 2018.
- V. Peñeñory, C. Manresa, S. Cano, H. Fardoun. Proposal of a model for the analysis of requirements and activities for the design of interactive experiences aimed at the psychomotor rehabilitation of children with hearing impairments. XIX International Conference on Human-Computer Interaction, Cancún, México, 2017.
- V. Peñeñory, S. Cano, C. Collazos, D. Alghazzawi, H. Fardoun. Hacia una propuesta metodológica para el diseño de juegos serios usando objetos tangibles para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva XI Congreso Colombiano de Computación, Popayán, Colombia, 2016.
- V. Peñeñory, C. Manresa, I. Riquelme, S. Cano, C. Collazos. Sistemas interactivos enfocados a la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva. En Avances en Tecnologías Interactivas Aplicadas a la Discapacidad, pp. 125-142, Puebla, México, 2016.
- V. Peñeñory, C. Manresa, I. Riquelme, C. Collazos, H. Fardoun, D. Alghazzawi Interactive systems proposal for psychomotor rehabilitation in hearing impaired children

In New Technologies to Improve Patient Rehabilitation, H. Fardoun, A. Hassan, M. de la Guía (Eds), pp- 58-67, Springer, 2016.

8.2 Participación en congresos

- XI Congreso Colombiano de Computación, Popayán,Colombia, 2016.
- XIX International Conference on Human-Computer Interaction, Cancún, México, 2017
- IV Jornadas de HCI. Abril de 2018, Popayán, Colombia.
- XIX International Conference on Human-Computer Interaction, Palma, España, 2018.
- 3rd Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques, Lisbon, Portugal, 2015.
- 4th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques, Popayan. Colombia, 2019.

8.3 Tesis

- Se analizaron las actividades terapéuticas de la rehabilitación psicomotriz y las competencias físicas y cognitivas del niño que permita a través de la teoría de la actividad ajustar aspectos del juego serio.
- Se seleccionaron aspectos de ingeniería semiótica que pueden involucrarse en el diseño de las interfaces gráficas de usuario y la interacción con objetos tangibles.
- Se identificaron los diferentes referentes metodológicos en el campo del diseño centrado en el niño y el jugador para el diseño de juegos serios.
- Se propuso una metodología formal que involucra una notación y un lenguaje para el diseño de los diferentes elementos de los juegos serios enfocados en la discapacidad auditiva.
- Se validó el impacto de la metodología a través de una serie de sesiones de validación con expertos en el tema de videojuegos y juegos serios

8.4 Dirección y jurado de tesis

8.4.1 Dirección de anteproyecto:

- Propuesta para trabajo de grado: Propuesta de un conjunto de patrones de diseño de objetos con interacción tangible para juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva. Estudiantes: José Gregorio Hernández Hurtado y José Rodrigo Ordoñez Latorre.

8.4.2 Jurado de Tesis:

- Título: Patrones de interacción enfocados en la facilidad de uso para el diseño de videojuegos soportados en Smarthphones. Trabajo de grado/tesis en: UNIVERSIDAD DEL CAUCA programa académico Maestría en Computación Nombre del orientado: Leandro Filigrana Balanta.

8.5 Estancias de investigación

- Universidad Castilla La Mancha, Ciudad Real, España, 1 de junio de 2016 – 30 de junio de 2016.
- Universidad Autónoma de Puebla y el Tecnológico de Monterrey, México, 7 de noviembre de 2016 – 7 de diciembre de 2016
- Universidad des Illes Balears, Palma de Mallorca, España, 1 de julio de 2016 – 31 de julio de 2016; 1 de julio de 2017 – 31 de julio de 2017.
  Durante esta estancia se trabajó en el proyecto de "Diseño de experiencias interactivas dirigidas al bienestar de personas con necesidades especiales" respaldado por el proyecto TIN2016-81143-R (AEI / FEDER, UE) financiado por MICINN, Gobierno de España y OCDS-CUD2016 / 13 financiado por el OCDS en la Universidad de las Islas Baleares.
- Universidad de Zaragoza, España, 19 de mayo de 2018 – 19 de julio de 2018.
  Durante esta estancia de investigación se participó en un proyecto titulado "Optimización de la recuperación de la asimetría de la carga de peso en pacientes DCA mediante sistemas multimodales. NEUROVIRT", en la identificación de requisitos y la construcción del documento de diseño del juego serio, a partir del uso de la metodología APRehab. Link del documento de diseño:
  https://drive.google.com/file/d/1D1MYEqozNHjwftSw2mH0iXvebefdADoC/view?usp=sharing

8.6 Producto adicional:

Plataforma WEB con la metodología APRehab de Acceso Público:
https://aprehab.000webhostapp.com

Bibliografía

[1] Departamento de Enfermedades No Transmisibles. 2016. Discapacidad y Prevención de la Violencia y los Traumatismos (NVI). Perdida de la audición en la niñez, que hacer para actual inmediato. Informe técnico. Organización mundial de la salud (OMS).

[2] Organización Mundial de la salud (OMS). Sordera y pérdida de la audición. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss. Ultimo Acceso: 7 de abril de 2019.

[3] Gheysen, F. et al. 2008. Motor development of deaf children with and without cochlear implants. Journal of Deaf Studies and Deaf Education. 13, 2 (2008), 215–224.

[4] Melo, R. de S. et al. 2015. Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 81, 4 (2015), 431–438

[5] Rajendran, V. and Roy, F.G. 2011. An overview of motor skill performance and balance in hearing impaired children. Italian journal of pediatrics. 37, 1 (2011), 33.

[6] Wiegersma, P.H. and Velde, A. Vander 1983. Motor development of deaf children. Journal of Child Psychology and Psychiatry. 24, 1 (1983), 103–111.

[7] European Forum of Psychomotricity 2012. Psychomotrician Professional Competences In Europe.

[8] Martín, R. Z, Ferrer, M. C., Hernández, N. R., Pérez, T. A. 2015, "Diseño para todos en juegos, juguetes y videojuegos," Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e igualdad. Gobierno de España, Tech. Rep.

[9] Reynoso, D. A. 2007, "Desarrollo psicomotor del niño sordo de 6 a 12 años, Universidad de San Marcos de Guatemala, Tech. Rep.

[10] Muneer, R., Saxena, T., Karanth, P. 2015, Virtual Reality Games as an Intervention for Children: A Pilot Study.

[11] Lohse, K., Shirzad, N., Verster, A, Hodges, N., Machiel Van der Loos, H. F. 2013, Video Games and Rehabilitation: Using Design Principles to Enhance Engagement in Physical Therapy.

[12] Mascio, T., Gennari, R., Melonio, A., Vittorini, P. 2013, Designing games for deaf children: first guidelines.

[13] Cano, S., Peñeñory, V., Collazos, C. A., Fardoun, H. M., Alghazzawi, D. M. 2015, "Training with phonak: Serious game as support in auditory verbal therapy for children with cochlear implants," Rehab 2015.

[14] Martins, T., Aráujo, M., Carvalho, V. 2014, "Physiovinci – a first approach on a physical rehabilitation game," 5th International Conference, SGDA2014.
[15] Torrente, J., Del Blanco, A., Moreno-Ger, P., Fernandez-Manjon, B. 2012, "Designing serious games for adult students with cognitive disabilities," ICONIP 2012, Part IV. LNCS, vol. 7666, pp. 603–610.
[16] Marques, R., Madeiras, J., Oliveira, M. 2014, "Using serious games for cognitive disabilities," 5th International Conference, SGDA 2014.
[17] Lanyi, C., Brown, D. 2010, "Design of serious games for students with intellectual disability." Proceedings of the 2010 International Conference on Interaction Design International Development.
[18] Martins, T., Carvalho, V., Soares, F., Moreira, M. 2011, "Serious game as a tool to intellectual disabilities therapy: Total challenge," 2011 IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH).
[19] Peréz-Arévalo, C.; Manresa-yee, C.; Peñeñory, V. M. (2017). Game to developrhythm and coordination in children with hearing impairments. In Interacción '17: Proceedings of the XVIII International Conferenceon human Computer Interaction.
[20] Peñeñory, V. M.; Manresa-yee, C.; Riquelme, I. S.; Collazos, C. A. (2016). Review of systems to train psychomotor skills in hearing impaired children. In REhAb '16 Proceedings of the 4th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques (pp. 81-84)
[21] Hummel, H. G. J., van der Brink, H. J., Hoefakker, R. E., Slootmaker, A., Kurvers, H. J., Storm, J., Nadoslki, R. J. 2008, "Emergo: A methodology and toolkit for developing serious games in higher education," Simulation Gaming, pp. 338–352.
[22] George, S., Tarpin-Bernard, F., Marfisi-Schottman, I. 2010, "Tools and methods for eciently designing serious games," 4th European Conference on Game-Based Learning, pp. 226–234.
[23] Padilla, N. 2011, "Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo," Ph.D. Dissertation, Universidad de Granada.
[24] Carvalho, M. B., Bellotti, F., Berta, R., Gloria, A. D., Sedano, C. I., Hauge, J. B., Hu, J., Rauterberg, M. 2015, "An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design," Computers Education.
[25] Castagnola, M. E., Bosio, M. A., Chiodi, G. A. 2015, "Juegos serios aplicados a niños con discapacidades," STS 2015, 2do Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad.
[26] González C. 2014, "Estrategias gamificación aplicadas a la educación y a la salud," en Simposio internacional de videojuegos y educación.
[27] Lanyi, C. S., Szucs, V., Laszlo, E., Domok, T. 2012, "Developing serious games for victims of stroke," 9th Intl Conf. Disability, Virtual Reality Associated Technologies.
[28] Cano, S., Arteaga, J., Collazos, C., Gonzalez, C., Zapata, S. 2015, "Meconesis: Metodología para la concepción de juegos serios para niños con discapacidad auditiva".
[29] Gonzalez, J.; Cabrera, M.; gutíerrez, f. (2007). Using video games in special education. EURoCAST 2007. LnCS.
[30] Sawyer, B., Rejeski D. 2002, "Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation," Woodrow Wilson International Center for Scholars.
[31] Michael, D., Chen S. 2004, "Serious games: Games that educate, train, and inform," Course Technology PTR.
[32] Sánchez, M., "Buenas prácticas en la creación de serious games (objetos de aprendizaje reutilizables).

[33] Ulicsak, M., Wright, M. 2010, “Games in education: Serious games,” Futurelab, Tech. Rep., 2010. M. Ulicsak and M. Wright, “Games in education: Serious games,” Futurelab, Tech. Rep.
[34] Barab, S., Ingram-Goble, A., Gresalfi, M., Arici, A., Siyahhan, S., Dodge, T., Hay, K. 2008, “Conceptual play spaces and the quest atlantis project,”.
[35] Raposo, F., Pereira, J. 2013, “Simclinic - an auxiliary tool for evaluation on clinical case settings,” 4th International Conference, SGDA 2013.
[36] Loreto, I. D., Mora, S., Divitini, M. 2012, “Don’t panic: Enhancing soft skills for civil protection workers,” Third International Conference, SGDA 2012.
[37] Fernández-López, A., Rodríguez-Fórtiz, M., Rodríguez-Almendros, M., Martínez-Segura, M. 2013, “Mobile learning technology based on ios devices to support students with special education needs,” Comput. Educ.
[38] Martín, R. Z, Ferrer, M. C., Hernández, N. R., Pérez, T. A. 2015, “Diseño para todos en juegos, juguetes y videojuegos,” Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e igualdad. Gobierno de España, Tech. Rep.
[39] Barbosa, A. F. S., Pereira, P. N., Dias, J. A., Silva, F. G., “A new methodology of design and development of serious games”
[40] Hocine, N., Gouach, A., Cerri, S. A. 2015. “Dynamic Diffculty Adaptation in Serious Games for Motor Rehabilitation”.
[41] Perry, J. C., Andureu, J., Cavallaro, F. I., Veneman, J., Carmien, S., Keller, T. 2010. “Effective game use in neurorehabilitation: usercentered perspectives”.
[42] Cordella, P., Uso de interfaces tangibles para mejorar la interacción en los videojuegos.
[43] Sylla, C., Gonçalves, S., Brito, P., Branco, P., Coutinho, C. 2013, A Tangible Platform for Mixing and Remixing Narratives. Advances in Computer Entertainment Volumen 8253 of the series Lecture Notes in Computer Science pp 630-633.
[44] Marco, J., Cerezo, E., Baldassarri, S., NikVision: Desarrollo de Videojuegos basados en Interfaces Naturales.
[45] Artola, V. 2013, Interacción tangible en aplicaciones educativas: Diseño e implementación de un prototipo basado en este paradigma de interacción orientado al aprendizaje colaborativo. Tesis de grado.
[46] Marco, J., Cerezo, E., Baldassarri, S. 2013, Bringing tabletop technology to all: evaluating a tangible farm game with kindergarten and special needs children. Personal and Ubiquitous Computing Diciembre 2013, Volumen17, Issue 8, pp 1577-1591.
[47] Cerezo, E., Marco, J., Baldassarri, S. Hybrid Games: Designing Tangible Interfaces for Very Young Children and Children with Special Needs. Chapter More Playful User Interfaces Part of the series Gaming Media and Social Effects pp 17-48. 201
[48] Marco, J., Cerezo, E., Baldassarri, S. 2016, Lowering the threshold and raising the ceiling of tangible expressiveness in hybrid board-games. Multimedia Tools and Applications Enero 2016, Volumen 75, Issue 1, pp 425-463
[49] Muro, B. , Santana, P., García, M. 2012, Uso de interfaces tangibles en la enseñanza de lectura a niños con síndrome de Down. Revista el hombre y la maquina No39.
[50] Wilkinson P. 2016 A Brief History of Serious Games. In: Dörner R., Göbel S., Kickmeier-Rust M., Masuch M., Zweig K. (eds) Entertainment Computing and Serious Games. Lecture Notes in Computer Science, vol 9970. Springer, Cham

[51] Zyda M. 2005. “From visual simulation to virtual reality to games,” *Computer*, vol. 38, no. 9, pp. 25–32.
[52] Alvarez J. 2015. Du jeu vid´eo au serious games, Approches culturelle, pragmatique et formelle. PhD thesis, Universit´e de toulouse.
[53] Fullerton, T. Game Design Workshop: a playcentric approach to creating innovative games. Second Edition, Morgan Kaufman, 2008.
[54] Schell, J. 2008, the Art of Game Design: A Deck of Lenses (1er Ed.). Schell Games.
[55] Adams E. 2009. Fundamentals of Game Design (2 Ed.). New Riders Press.
[56] Dambach Y. Boudier, V. L. Serious Game: R´evolution p´edagogique. Hermes Lavoisier, 2010.
[57] M McMahon. Using the doddel model to teach serious game design to novice designers. Presented at the ASCILITE, pages 1–8, 2009.
[58] Barbosa A. & Pereira P. & Dias J. & Silva F. (2014). A New Methodology of Design and Development of Serious Games. International Journal of Computer Games Technology. 2014. 1-8. 10.1155/2014/817167.
[59] Iversen O., Kortbek K. Stepstone: An interactive floor application for hearing impaired children with a cochlear implant; Proceedings of the 6th International Conference on Interaction Design and Children; Aalborg, Denmark. 6–8 June 2007; pp. 117–124.
[60] Wille D., Eng K., Holper L., Chevrier E., Hauser Y., Kiper D., Pyk P., Schlegel S., Meyer-Heim A. Virtual reality-based paediatric interactive therapy system (PITS) for improvement of arm and hand function in children with motor impairment—A pilot study. Dev. Neurorehabil. 2009; 12:44–52. doi: 10.1080/17518420902773117.
[61] Marnik J., Samolej S., Kapu T., Oszust M., Wysocki M. Using Computer Graphics, Vision and Gesture Recognition Tools for Building Interactive Systems Supporting Therapy of Children. Hum. Comput. Syst. Interact. Backgrounds Appl. 2012; 2:539–553.
[62] Egusa R., Wada K., Namatame M. Development of an Interactive Puppet Show System for the Hearing-Impaired People; Proceedings of the CONTENT 2012: The Fourth International Conference on Creative Content Technologies; Nice, France. 22–27 July 2012;
[63] Radovanovic V. The influence of computer games on visual-motor integration in profoundly deaf children. Br. J. Spec. Educ. 2013; 40:182–188. doi: 10.1111/1467-8578.12042.
[64] Noorhidawati A., Ghalebandi S.G., Siti Hajar R. How Do Young Children Engage with Mobile Apps? Cognitive, Psychomotor, and Affective Perspective. Comput. Educ. 2015; 87:385–395. doi: 10.1016/j.compedu.2015.07.005.
[65] Conner, C. (2016). Correcting Exercise Form Using Body Tracking. CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 3028–3034.
[66] Zhu F., Sun W., Zhang C., Ricks R. BoomChaCha; Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems; San Jose, CA, USA. 7–12 May 2016; pp. 184–187.
[67] Jouhtimäki J., Kitunen S., Plaisted M., Rainò P (2009). The Brave Little Troll—A Rhythmic Game for Deaf and Hard of Hearing Children; Proceedings of the 13th International MindTrek Conference: Everyday Life in the Ubiquitous Era; Tampere, Finland. 30 September–2 October 2009.
[68] Pérez-Arévalo C., Manresa-Yee C., Peñeñory V.M. (2017). Game to develop rhythm and coordination in children with hearing impairments; Proceedings of the XVIII International Conference on Human Computer Interaction; Cancun, Mexico. 25–27 September 2017.

[69] Correa R.A., Osorio A. (2017). [(accessed on 2 August 2018)]. CASETO: Sistema Interactivo Basado en Sinestesia Para La Enseñanza/Aprendizaje De La Música Para Niños Con Discapacidad Auditiva Entre 7 a 11 Años. Editorial Bonaventuriana—Universidad Autonoma de Occidente. Obras colectivas en ciencias de la computación; pp. 37–52. Available online:http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4662/1/Caseto_Sistema_Interactivo_Correa_2017.pdf.
[70] Sogono M.C., Richards D. (2013). A design template for multisensory and multimodal games to train and test children for sound localisation acuity; Proceedings of the 9th Australas Conference Interact Entertain Matters Life Death; Melbourne, Australia. 30 September–1 October 2013; pp. 1–10.
[71] Aditya V., Dhenki S., Amarvaj L., Karale A., Singh H. (2016). Saathi: Making It Easier for Children with Learning Disabilities to Understand the Concept of Time; Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems; San Jose, CA, USA. 7–12 May 2016; pp. 56–61.
[72] Myklebust, H.R. (1975) *Psicología del niño sordo.* Madrid: Magisterio Español.
[73] Garcia J.A, Berruezo P.P. (2007). Psicomotricidad y educación infantil. Ed. Ciencias de la educación preescolar y especial. ISBN: 978-84.7869-175-3.
[74] Danderfer R., Montenegro A. (2012). Breviario: Reseñas, ideas y conceptos de la Psicomotricidad. Editorial Brujas. ISBN: 978-987-591-298-4.
[75] DE LIÈVRE, B. y STAES, L. (1992): *La psychomotricité au service de l'enfant*. Paris: Belin.
[76] Lopez, M. (2011), Elaboración y aplicación de un manual para fortalecer el desarrollo psicomotriz de los niños de 2 a 5 años - Tesis Facultad de ciencias humanas y de la Educación, Universidad Politecnica Salesiana.
[77] Ávila, L., Guadalupe, M., La psicomotricidad en su relación con el aprendizaje en los alumnos de segundo grado de preescolar. – Universidad pedagógica nacional- Unidad 094 D.F. Centro.
[78] HAYWOOD, K. M. y GETCHELL, N. (2004). *Lifespan motor development*. 3. ed. Champain, IL: HumanKinetics.
[79] Maes, L.; De Kegel, A.; Van Waelvelde, H.; Dhooge, I. Association Between Vestibular Function and Motor Performance in Hearing-impaired Children. *Otol. Neurotol.* **2014**, *35*, e343–e347.
[80] Conway C.M., Kronenberger W.G. NIH Public Access. Medicine. 2010; 18:275–279. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01651.x.
[81] Nava E., Bottari D., Zampini M., Pavani F. Visual temporal order judgment in profoundly deaf individuals. Exp. Brain Res. 2008; 192:179–188. doi: 10.1007/s00221-008-1459-9.
[82] Peñeñory V.M, Manresa-Yee C, Riquelme I, Cano S. P, Collazos C. A. (2016) Sistemas Interactivos Enfocados a la Rehabilitación Psicomotriz en Niños con Discapacidad Auditiva. Libro: Avances en tecnologías interactivas aplicadas a la discapacidad. Ed. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. ISBN: 978-607-525-128-8. 2016.
[83] Melo R.S. Gait performance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. Gait Posture. 2017; 57:109–114. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.05.031.
[84] An M.H., Yi C.H., Jeon H.S., Park S.Y. Age-related changes of single-limb standing balance in children with and without deafness. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 2009; 73:1539–1544. doi: 10.1016/j.ijporl.2009.07.020.

[85] Walowska J., Bolach B., Bolach E. The influence of Pilates exercises on body balance in the standing position of hearing impaired people. Disabil. Rehabil. 2017:1–9. doi: 10.1080/09638288.2017.1370731.
[86] Oyewumi M., Wolter N.E., Heon E., Gordon K.A., Papsin B.C., Cushing S.L. Using Balance Function to Screen for Vestibular Impairment in Children with Sensorineural Hearing Loss and Cochlear Implants. Otol. Neurotol. 2016; 37:926–932. doi: 10.1097/MAO.0000000000001046.
[87] Zur O., Shimron H.B.-R., Leisman G., Carmeli E. Balance versus hearing after cochlear implant in an adult. BMJ Case Rep. 2017 doi: 10.1136/bcr-2017-220391.
[88] Movallali G., Ebrahimi A.-A., Jamshidi A.A., Haghgoo H.A., Rahgozar M. Balance Performance of Deaf Children With and Without Cochlear Implants. Acta Med. Iran. 2016; 54:737–742.
[89] Parietti-Winkler C., Lion A., Montaut-Verient B., Grosjean R., Gauchard G.C. Effects of unilateral cochlear implantation on balance control and sensory organization in adult patients with profound hearing loss. Biomed. Res. Int. 2015 doi: 10.1155/2015/621845.
[90] Janky K., Givens D. Vestibular, visual acuity and balance outcomes in children with cochlear implants: A preliminary report. Ear Hear. 2015; 36:e364–e372. doi: 10.1097/AUD.0000000000000194.
[91] Melo R.S., Marinho S.E., Freire M.E.A., Souza R.A., Damasceno H.A.M., Raposo M.C.F. Static and dynamic balance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. Einstein. 2017; 15:262–268. doi: 10.1590/s1679-45082017ao3976.
[92] Cai Y., Zheng Y., Liang M., Zhao F., Yu G., Liu Y., Chen Y., Chen G. Auditory spatial discrimination and the mismatch negativity response in hearing-impaired individuals. PLoS ONE. 2015; 10:1–18. doi: 10.1371/journal.pone.0136299.
[93] Wolter N.E., Cushing S.L., Madrigal L.D.V., James A.L., Campos J., Papsin B.C., Gordon K.A. Unilateral Hearing Loss Is Associated With Impaired Balance in Children. Otol. Neurotol. 2016; 37:1589–1595. doi: 10.1097/MAO.0000000000001218.
[94] Savelsbergh G., Netelenbos J., Whiting H. Auditory perception and the control of spatially coordinated action of deaf and hearing impaired children. J. Child Psychol. Psychiatry. 1991; 32:489–500. doi: 10.1111/j.1469-7610.1991.tb00326.x.
[95] Armstrong B.A., Neville H.J., Hillyard S.A., Mitchell T.V. Auditory deprivation affects processing of motion, but not color. Cogn. Brain Res. 2002; 14:422–434. doi: 10.1016/S0926-6410(02)00211-2.
[96] Lévesque J., Théoret H., Champoux F. Reduced procedural motor learning in deaf individuals. Front. Hum. Neurosci. 2014; 8:343. doi: 10.3389/fnhum.2014.00343.
[97] Horn D.L., Fagan M.K., Dillon C.M., Pisoni D.B., Miyamoto R.T. NIH Public Access. Sci. York. 2008; 117:2017–2025. doi: 10.1097/MLG.0b013e3181271401.
[98] Prasad M., Russell M.I., Hammond T.A. (2014) A user centric model to design tactile codes with shapes and waveforms; Proceedings of the IEEE Haptics Symp HAPTICS; Houston, TX, USA. 23–26 February 2014; pp. 597–602.
[99] Cattani A., Clibbens J. Atypical lateralization of memory for location: Effects of deafness and sign language use. Brain Cogn. 2005; 58:226–239. doi: 10.1016/j.bandc.2004.12.001.
[100] Zhang M., Tan X., Shen L., Wang A., Geng S., Chen Q. Interaction between allocentric and egocentric reference frames in deaf and hearing populations. Neuropsychologia. 2014; 54:68–76. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2013.12.015.

[101] Cattaneo Z., Lega C., Cecchetto C., Papagno C. Auditory deprivation affects biases of visuospatial attention as measured by line bisection. Exp. Brain Res. 2014; 232:2767–2773. doi: 10.1007/s00221-014-3960-7.
[102] Gentner D., Özyürek A., Gürcanli Ö., Goldin-Meadow S. Spatial language facilitates spatial cognition: Evidence from children who lack language input. Cognition. 2013; 127:318–330. doi: 10.1016/j.cognition.2013.01.003.
[103] Moore B.C.J. The role of temporal fine structure processing in pitch perception, masking, and speech perception for normal-hearing and hearing-impaired people. JARO J. Assoc. Res. Otolaryngol. 2008; 9:399–406. doi: 10.1007/s10162-008-0143-x
[104] Bharadwaj S.V., Matzke P.L., Daniel L.L. Multisensory processing in children with cochlear implants. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 2012; 76:890–895. doi: 10.1016/j.ijporl.2012.02.066.
[105] Colin C., Zuinen T., Bayard C., Leybaert J. Phonological processing of rhyme in spoken language and location in sign language by deaf and hearing participants: A neurophysiological study. Neurophysiol. Clin. 2013; 43:151–160. doi: 10.1016/j.neucli.2013.03.001.
[106] Iversen J.R., Patel A.D., Nicodemus B., Emmorey K. Synchronization to auditory and visual rhythms in hearing and deaf individuals. Cognition. 2015; 134:232–244. doi: 10.1016/j.cognition.2014.10.018.
[107] UNESCO México, ed. (2013). Ejercicios de Estimulación Temprana.
[108] Ordoñez, M. y Tinajero, L (2012) la importancia de la estimulación temprana en la etapa infantil, Madrid, 208-240
[109] Stein, L. (2012), Estimulación Temprana, guía de actividades para niños de 0 a 2 años, segunda edición, editorial ediciones Lea S.A., pág. 10-30
[110] Gomez Cano G. I. (2014). Estimulación temprana en el desarrollo infantil. Informe para obtener el grado y título de licenciada en educación inicial y preprimaria Universidad Rafael Landívar del Campus Central.
[111] Mascio, T., Gennari, R., Melonio, A., Vittorini, P. 2013, Designing games for deaf children: first guidelines.
[112] Juul, J. 2003, the game, the player, the world: looking for a heart of games. In C. Marinka, R. Joost (Eds.), Level up Conference Proceedings: Proceedings Games Research Association Conference Utrecht: University of Utrecht, pages 30–45.
[113] Cheng, D., Chi, P.Y, Kwak, T., Hartmann, B. and Wright, P. 2013. Body-tracking Camera Control for Demonstration Videos. In CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '13). ACM, New York, NY, USA, 1185–1190. DOI:http://dx.doi.org/10.1145/2468356.2468568
[114] Gonçalves, D., Jesus, R., Grangeiro, F., et al, 2008. Tag around: a 3D gesture game for image annotation. In: Proc In ACE 2008, Yokohama, Japan, pp. 259–262 (2008).
[115] Grønbæk, K., Iversen, O.S., Kortbek, K.J., Nielsen, K.R., Aagaard, L, 2007. Interactive Floor Support for Kinesthetic Interaction in Children Learning Environments, INTERACT 2007: Human-Computer Interaction – INTERACT 2007 pp 361-375.
[116] Baijal. A, Kim. J, Branje. C, Russo. F, Fels. D.I, 2012. Composing vibrotactil music: A multi-sensory experience with the Emoti-chair, Marzo del 2012. 10.1109/HAPTIC.2012.6183839
[117] Nanayakkara. S.C, Wyse. L, Ong. S.H,Taylor. E.A. 2013 Enhancing Musical Experience for the Hearing-impaired Using visual and Haptic Displays. doi: 10.1080/07370024.2012.697006

[118] Shneiderman, B. & Plaisant, C. 2005. Designing the User interface: Strategies for Effective HCI, University of Maryland, College Park, Pearson Education, inc.
[119] Adamo-Villani, N. 2006. A Virtual Learning Environment for Deaf Children: Design and Evaluation. World Academy of Science, Engineering and Technology, 16, 19-23.
[120] Peñeñory V., Manresa C., Riquelme I., Collazos C.A, Fardoun H. (2018) Scoping review of systems to train psychomotor skills in hearing impaired children Sensors, Vol. 18, No. 8.
[121] R. Pressman (2002). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. 5ta. Edición. Ed. McGraw-Hill. ISBN 84-481-3214-9. 2002.
[122] Rubinshtein, S. L. (1986) the principle of creative self-activity (on the philosophical foundations of modern pedagogy). Originally published in 1922. Voprosy Psikhologii 4: 101–107.
[123] Kaptelinin V., Nardi B. (2012), Activity Theory in HCI: Fundamentals and Refelctions. Ed. Morgan & Claypool, ISBN: 9781608457045. 2012.
[124] Gay G., Hembroke H. (2004). Activity-Centered Design: An Ecological Approach to designing Smart tolos and usable systems. Ed. MIT Press. ISBN: 0-262-07248-3. 2004.
[125] Nardi B.A.(1995) Context and Consciousness: Activity theory and Human- Computer Interaction. Ed. The MIT Press. ISBN: 0-262-14058-6. 1995.
[126] Zinchenko, V. (1996) Developing activity theory: The zone of proximal development and beyond. In B. Nardi (ed.), Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction. Cambridge: MIT Press. Pp. 283–324.
[127] Kaptelinin, V. (1996) Distribution of cognition between minds and artifacts: Augmentation or mediation? AI and Society 10: 15–25.
[128] Engeström, Y. (1987) Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy.
[129] de la Fuente Prieto J., Díaz P.L., Martínez-Borda R. (2019). Adolescentes, redes sociales y universos transmedia: la alfabetización mediática en contextos participativos. Revista Latina de Comunicación Social 74, 172-196
[130] Vredenburg, Karel, Isensee, Scott and Righi, Carol (2001): User-Centered Design: An Integrated Approach (Software quality institute series). Prentice Hall.
[131] Norman, D. A. (1988). The psychology of everyday things. Nueva York: Basic Books.
[132] Granollers, T. (2004). Mpiu+a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares. Tesis Doctoral – Universidad de Lleida (Barcelona).
[133] Brown T. (2009). Change by design. ed. harper collins usa. ISBN: 978-0061766084. 2009
[134] Kuecklich J. (2004) Play and Playability as Key Concepts for New Media Studies. STeM Centre, Dublin City University.
[135] Kumar j, Herger M, Dam Rikke. Player-Centred Design: Moving Beyond User-Centred Design for Gamification. Interaction Design Foundation. Disponible en: https://www.interaction-design.org/literature/article/player-centred-design-moving-beyond-user-centred-design-for-gamification. Ultima Consulta: 7 de mayo del 2019
[136] Fulton, B. and Medlock, M. (2003). Beyond focus groups: Getting more useful feedback from consumers. Proc. Game Developers' Conference.
[137] Bartle R. (1996). Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who suit MUDs. Disponible en: http://mud.co.uk/richard/hcds.htm. Ultima Consulta: 7 de mayo de 2019.

[138] Beyer, H. & Holtzblatt, K. (1998). Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems. San Francisco: Morgan Kaufmann. ISBN 1-55860-411-1
[139] Pinch, Trevor J. and Wiebe E. Bijker. "The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other." *Social Studies of Science* 14 (August 1984): 399-441
[140] Peñeñory V. M., Manresa-Yee C., Collazos C.A, Cano S., Fardoun H. (2017). Propuesta de modelo para el análisis de requisitos y actividades para el diseño de experiencias interactivas dirigidas a la rehabilitación Psicomotriz. Scientia et Cognito Montiel & Soriano Ed. Año 1 Vol1. 2017.
[141] de Souza, C S. (2005a). "The Semiotic Engineering of Human- Computer Interaction". MIT Press. USA.
[142] Leite, Jair C. (2002). "A Semiotic-based Framework to User Interface Design. Proc. Second Nordic Conference on Human-Computer Inte- raction". pp. 263-266. Denmark.
[143] de Souza C, Diniz S , Diniz J, Prates R. (2001). A semiotic engineering approach to HCI. 10.1145/634067.634104
[144] Bermeosolo, J; Psicología del lenguaje; Capítulo III: Funciones del lenguaje.
[145] de Souza, Clarisse S. (1993). "The Semiotic Engineering of User Inter- face Languages". International Journal of Man-Machine Studies No. 39. pp. 753-773. Academic Press Ltd.
[146] Fitzmaurice G. W., Ishii H., and Buxton W., "Bricks: Laying the foundations for graspable user interfaces," in Proceedings of CHI95, pp. 442–449, NY: ACM, 1995.
[147] H. Ishii and B. Ullmer, "Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms," in Proceedings of CHI97, pp. 234–241, NY: ACM, 1997.
[148] B. Ullmer and H. Ishii, "Emerging frameworks for tangible user interfaces," IBM Systems Journal, vol. 39, no. 3–4, pp. 915–931, July 2000.
[149] Ishii H., 2008. Tangible bits: beyond pixels. In Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction (TEI '08). ACM, New York, NY, USA, xv-xxv.
[150] Druin, A., L. Hanna, et al. (1999). The Design of Children's Technology, Moran Kaufmann Publishers, Inc.
[151] Druin, A. and C. Solomon (1996). Designing multimedia environments for children, John Wiley & Sons, Inc.
[152] Ferris, K., L. Bannon, et al. (2004). Shaping Experiences in the Hunt Museum: A Design Case Study. Designing Interactive Systems 2004, Cambridge, Massachusetts, USA. ACM.
[153] Ryokai, K., Marti, S., and Ishii, H. I/O brush: drawing with everyday objects as ink. Proc. CHI 2004, ACM Press (2004), 303-310.
[154] Stringer, M. and E. F. Toye (2004). Teaching Rhetorical Skills with a Tangible User Interface. IDC 2004, Maryland, USA, ACM.
[155] Ogata, H. and R. Akamatsu (2004). Tango: Supporting Vocabulary Learning with RFID tags. International Wrokshop Series on RFID, Tokyo, Japan.
[156] Zuckerman, O. & Arida, S & Resnick, M. (2005). Extending Tangible Interfaces for Education: Digital Montessori-Inspired Manipulatives. CHI 2005: Technology, Safety, Community: Conference Proceedings - Conference on Human Factors in Computing Systems. 10.1145/1054972.1055093.
[157] Rybarczyk, Yves & Fonseca, José. (2011). Tangible interface for a rehabilitation of comprehension in aphasic patients. 29. 10.3233/978-1-60750-814-4-464.

[158] Farr, Will & Yuill, Nicola & Raffle, Hayes. (2010). Social benefits of a tangible user interface for children with Autistic Spectrum Conditions. Autism: the international journal of research and practice. 14. 237-52. 10.1177/1362361310363280.
[159] Vandermaesen, Marijke & Weyer, Tom & Luyten, Kris & Coninx, Karin. (2014). PhysiCube: Providing tangible interaction in a pervasive upper-limb rehabilitation system. TEI 2014 - 8th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, Proceedings. 85-92. 10.1145/2540930.2540936.
[160] Mandil, Meenal & Jamil, Needa & Gupta, Shobhit & Ahirrao, Suwardhan & Sorathia, Keyur. (2015). PhysiTable: Tangible Interactive System for Physical Rehabilitation of Children with Cerebral Palsy. 149-153. 10.1145/2835966.2836287.
[161] Jensen, J. J., & Skov, M. B. (2005). A review of research methods in children's technology design. Proceedings of the Conference on Interaction Design and Children, Boulder, CO, 80–87.
[162] Davenport, A., & Wood, A. (1997). Tele Tubbies FAQ. BBC Education. Retrieved date, from http://www.bbc.co.uk/cbeebies/teletubbies/grownups/faq.shtm
[163] Bräne A. (2016) User Experience Design for Children. Master's Thesis in Interaction Technology and Design, Ume˚a University Department of Applied Physics and Electronics. SWEDEN.
[164] A. Druin (2002), "The role of children in the design of new technology," Behavior and Information Technology, vol. 21, no. 1, pp. 1–25.
[165] Hourcade, Juan Pablo. (2011) "Interaction Design and Children." Foundations and Trends in Human-Computer Interaction, Vol. 1, No. 4, 2008. Retrieved September 19, 2011.
[166] Gelman D. (2010). Design for Kids: Digital Products for Playing and Learning. Rosenfeld Media; Edición: 1st. ISBN-13: 978-1933820309
[167] Melonio, Alessandra & Gennari, Rosella. (2013). How to Design Games for Deaf Children: Evidence-Based Guidelines. 10.1007/978-3-319-00554-6_11.
[168] Järvinen A. Games without Frontiers: Theories and Methods for Game Studies and Design. Doctoral dissertation study for Media Culture University of Tampere, Finland. Acta Electronica Universitatis. Tamperensis 701 ISSN 1456-954X.
[169] Marati E, Nolla P. Curso Virtual: Diseño de videojuegos. Universidad Autónoma de Barcelona, España. Disponible en: https://www.coursera.org/learn/videojuegos-diseno. Último Consulta: 24 de junio del 2019.
[170] Dung T. C., Sébastian G., and Iza M. S. Edos: An authoting environment for serious games design based on three models. 4tm Europeen Conference on Games Based Learning ECGBL2010 (2010), 393–402
[171] Marfisi-Schottman I. (2012). Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games. Thèse doctorat informatique et mathématiques, Línstitut national des sciences appliquées de Lyon, 2012.
[172] Mark, M. (2009). The doddle model: A flexible document - oriented model for the design of serious games. Games-Based Learning Advancements for MultiSensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices. IGI Global (2009), 98–118
[173] Mehmet, C. (2012) a methodological approach for serious game software development: an application for language disorders. Master thesis, Atilim University, 2012.

[174] Mehmet, C., Pinar, E., Gul, T., and Nergiz, C. E. A serious game for speech disorder children therapy. Health Informatics and Bioinformatics (HIBIT) 7th International Symposium on (2012), 18–23.

[175] Fullerton T. (2014). Game Design Workshop: A playcentric approach to creating innovative game. CRC Press – Taylor & Francias Group. 3Erd Ed. 2014

[176] Bethke E. (2003) Game Development and Production. Wordware Publishing, 2003.

[177] Vaden Abeele V., Schutter B., ET. (2012). P-III: A Player-Centered, Iterative, Interdisciplinary and Integrated Framework for Serious Game Design and Development. S. De Wannemacker et al. (Eds.): ITEC/CIP/T 2011, CCIS 280, pp. 82–86, 2012. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

[178] Bergeron B. (2006). Developing Serious Games. Thomson – Delmar Learning.

[179] Sommerville I. (2005). Ingeniería de Software, Séptima Edición.

[180] Object management group. Disponible en: http://www.omg.org. Ultimo Accesso: 27 de junio del 2019. Ultimo Accesso: 27 de junio del 2019.

[181] OMG Object Management Group. Software Process Especification Meta- model Specification. OMG Object Management Group, request for proposal edition, Noviembre 2004.

[182] OMG Object Management Group. Software Process Especification Meta- model Specification. OMG Object Management Group, 1.1 final adopted edition, Enero 2005.

[183] OMG Object Management Group. Software Process Especification Meta- model Specification. OMG Object Management Group, 2.0 final adopted edition, Enero 2007.

[184] OMG Object Management Group. Unified Modeling Language. OMG Object Management Group, 2.1.1 edition, Febrero 2007.

[185] E. Domiczi, (2003) "Customizing UML for software development process", Nordic Workshop on UML based Software Development, Ronneby (Sweden).

[186] Palazzi, C. E. (2015). «A mobile serious game for computer science learning». En: Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), 2015 12th Annual IEEE. IEEE, págs. 351-354.

[187] OMG. Object Management Group. Business process management initiative. Disponible en: http://www.bpmi.org/.

[188] BPMI. Business Process Notation Specification. BPMI, Bussiness Process Management Inititive, final adopted 1.0 edition, Febrero 2006.

[189] Introducción a BPMN, Disponible en: https://bpmn-bayard.blogspot.com/. Ultimo Accesso: 5 de julio del 2019.

[190] Perez J.D. Notaciones y lenguajes de procesos. Una visión global. Research Report submitted to the Department of Computer Languages and Systems of the University of Sevilla in partial fulfilment of the requirements for the degree of Ph.D. in Computer Engineering.

[191] Vasquez P.M. (2010). Análisis comparative de lenguajes notacionales para el modelado de procesos. Trabajo de grado. Universidad de la Plata.

[192] Eclipse Fundation. Disponible en: https://www.eclipse.org/ . Ultimo Accesso: 7 de julio del 2019.

[192] EPF Composer. Disponible en: https://www.eclipse.org/epf/. Ultimo Accesso: 7 de julio del 2019.

[193] González-Sánchez, J, Gutierrez F.L. (2010). Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, España. Disponible en: https://hera.ugr.es/tesisugr/18931200.pdf . Ultimo Accesso: 8 de julio del 2019.

[194] Board Game Geek. Disponible en: www.boardgamegeek.com/browse/boardgamemechanic . Ultimo Accesso: 8 de julio del 2019.

[195] Edward R. (2001). GNS and Other Matters of Role-playing Theory. Disponible en: http://www.indie-rpgs.com/articles/1/ . Ultimo Accesso: 8 de julio del 2019.

[196] Mendez Nava E. (2018). Modelo de evaluación de metodologias para el desarrollo de software. Docuemento Trabajo de grado. Disponible en: http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ7365.pdf. Ultimo Accesso: 19 de julio del 2019.

[197] Garreta M., Mor Pera E. Diseño centrado en el Usuario. Universidad Oberta de Catalunya, Licencia Creative Commons. CC-BY-SA • PID_00176058.

[198] Jimenez A. I., Rico D. P., Mendez C. M., Ceron S., Palechor S. (2010). Procesos y tecnicas de ingeniería de software para la modelación de videojuegos. Inventum No. 9 Facultad de Ingeniería UNIMINUTO - Diciembre de 2010 - ISSN 1909 – 2520

[199] Abt C. Serious Games, *New York: Viking Press*, 1970.

[200] Michael D. And Chen S. (2004). "Serious games: Games that educate, train, and inform," *Course Technology PTR*, 2004.

[201] Stephanidis C., Savidis A. (2001). Universal Access in the Information Society: Methods, Tools, and Interaction Technologies. Ed Springer. UAIS (2001) 1: 40–55 / Digital Object Identifier (DOI) 10.1007/s102090100008

[202] Bangor, A., Kortum, P. y Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. En: Journal of usability studies 4.3, págs. 114-123.

Apéndice A: Anexos Capítulo 2

A continuación se enlistarán los anexos que hacen parte del Capítulo 2, que se pueden acceder a través del siguiente link:

https://drive.google.com/drive/folders/1kabWwUAP1taCLP4ijXxH0NHsTl_8PRgx?usp=sharing

A1. Informe de revisión sistemática.

A2. Revisión Sistemática.

A3. Carpeta Bases de Datos (Lista de Referencias).

A4. Búsqueda Bases de Datos (Science Deirec, ACM, IEEEXplore, Springer Link, PbubMed, CityCerx).

A5. Referencias y cadenas de búsqueda.

A6. Tabla de contribuciones sistemas interactivos.

A7. Revisión de dispositivos en sistemas interactivos.

Apéndice B: Anexos Capítulo 3

A continuación se enlistarán los anexos que hacen parte del Capítulo 3, que se pueden acceder a través del siguiente link:

https://drive.google.com/drive/folders/1tgBAG_c1WPxb4RorVA1ZWhArBhWh_wTf?usp=sharing

B1. Bibliografía Discapacidad Auditiva.

B2. Encuesta para el proyecto "Método para el diseño de juegos serios que usan interfaces tangibles para las terapias de psicomotricidad en niños con discapacidad auditiva". (Expertos en psicomotricidad).

B3. Carpeta de Grabaciones.

B4. Texto de audio.

Apéndice C: Anexos Capítulo 4

A continuación se enlistarán los anexos de las diferentes tablas (MARAU y APRehab) que hacen parte del Capítulo 4, que se pueden acceder a través del siguiente link:

https://drive.google.com/drive/folders/1-H663ORHyTuYy1hovVRI7ibb5ve7Wg6r?usp=sharing

C1. Actividades MARAU.

C2. Diseño MARAU.

C3. Tabla diseño de MARAU y APRehab.

Apéndice D: Anexos Capítulo 5

A continuación se enlistarán los anexos de las plantillas que hacen parte de cada una de las fases de la metodología APReap descrtita en el capítulo 5, que se pueden acceder a través del siguiente link:

https://drive.google.com/drive/folders/1A7AiJg_SQHMtfxUQd_cDgErpiPIInOfN?usp=sharing

D1. Documento de actividades y perfil de usuario.

- Perfil de usuario.
- Escenarios y restricciones.
- Análisis de los objetos mediadores.
- Modelo de la actividad.
- Identificación de las necesidades de usuario.
- Mapa de empatía.
- Plantilla Buyer Persona.
- Plantilla Personas.

D2. Documento Conceptualización y experiencia de jugador.

- Definición de la experiencia de jugador.
- Definición de los escenarios.
- Formalización del proceso de rehabilitación.
- Descripción general del juego serio.
- Planeación y Presupuesto.

D3. Documento de diseño del juego serio.

D4. Documento especificaciones técnicas e interacción

- Objetivos del sistema.
- Análisis y diseño de la interacción.

Apéndice E: Anexos Capítulo 6

A continuación se enlistarán los anexos de las plantillas de pruebas que hacen parte del Capítulo E, que se pueden acceder a través del siguiente link:

https://drive.google.com/drive/folders/1DtaxI4SccAM6Gm05jhfCzBSh3tqiYseD?usp=sharing

E1. Pruebas de Satisfacción (Plantilla).

E2. Prueba Dynamic Feelings (Plantilla).

E3. Pruebas niños "Dynamic Feelings" (Muestras).

E4. Carpeta de diagramas de actividad de APRehab Versión 1.

E5. Validación de las metodologías APRehab Versión 1.

E6. Validación de las metodologías APRehab Versión 2.