

Exergame basado en Kinect y Hopscotch como apoyo a la promoción de actividad física en niños.



Luisa Fernanda Romero Muñoz
Luis Fernando Ruano Zúñiga

Trabajo de grado en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Director:

Gineth Magaly Cerón Ríos
PhD(C) En Ingeniería Telemática

Co-Director:

Diego Mauricio López Gutiérrez
PhD. En Ciencias Biomédicas

Universidad Del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Popayán, Marzo de 2017

Luisa Fernanda Romero Muñoz
Luis Fernando Ruano Zúñiga

Exergame basado en Kinect y Hopscotch como apoyo a la
promoción de actividad física en niños

Trabajo de grado presentado en la Facultad de Ingeniería Electrónica y
Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca para la obtención del
Título de

Ingeniero en:
Electrónica y Telecomunicaciones

Director:
Gineth Magaly Cerón Ríos
PhD(C) En Ingeniería Telemática

Co-Director:
Diego Mauricio López Gutiérrez
PhD. En Ciencias Biomédicas

Popayán
2017

Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer a la Universidad del Cauca y a la PhD(C) Gineth Magaly Cerón Ríos por su guía, asesoría y consejo en el desarrollo de este trabajo de grado. Los autores también quisieran agradecer al PhD. Diego Mauricio López Gutiérrez por su apoyo y colaboración a lo largo de este proceso.

Resumen

Actualmente el sedentarismo en la población infantil se ha incrementado considerablemente, contribuyendo a aumentar los factores de riesgo que conllevan a la prevalencia e incidencia de enfermedades crónicas en la etapa de la niñez. Se han venido adelantando esfuerzos para dar solución a esta problemática generado un creciente interés por la actividad física en diferentes países, que han logrado comprobar los efectos benéficos del ejercicio para la salud tanto física como mental en los niños.

Gracias a las Tecnologías de la información y Comunicación (TIC) hoy se cuenta con una gran numero de video juegos serios que facilitan el aprendizaje en niños, sin embargo son muy pocos los juegos serios orientados al área de salud, específicamente en la línea de promoción de actividad física también conocidos como exergames. Cuentan con una gran desventaja y es que la mayoría se enfoca en el movimiento del niño sin considerar si la ejecución del movimiento es correcta.

Por otro lado estos juegos no evidencian el uso de un diseño centrado en el usuario, ni usan personalización de escenarios o contenidos, es decir que no incluyen características y necesidades del usuario en la iteración.

Con este trabajo de grado se busca beneficiar la población infantil de 5 a 7 años que tienen prevalencia a la obesidad. Sus principales contribuciones en el área de e-salud son: 1) Exergame serio personalizado llamado “PetsGo”, que cuenta con diseño centrado en el usuario para promoción de actividad física en niños. 2) Arquitectura genérica para diseño de exergames serios en salud, esta puede ser usada por otros desarrolladores en futuros video juegos. 3) Integración de dispositivos Kinect y Hopscotch que aportan al adecuado desarrollo infantil, permitiendo evaluar la correcta ejecución de las rutinas de ejercicios dadas por expertos en salud adaptadas con gamificación. 4) Uso de un conjunto de reglas para recomendar minijuegos de forma

personalizada con base en parámetros del perfil de usuario y preferencias. Incrementando la adherencia del niño al juego, apoyando el proceso de crecimiento y desarrollo del mismo. 5) Adaptación de metodologías de diseño, didáctica y pedagogía en exergames, como apoyo en el proceso de desarrollo cognitivo del niño y concientización de la necesidad de incorporar actividad física en su vida. Esta metodología adaptada puede ser usada para el diseño de futuros juegos serios en cualquier dominio.

La estructura de este trabajo de grado en inicia con la caracterización de datos que se ingresan al juego. Después se contempla el diseño del juego con base en varias metodologías de diseño, estructura, didáctica y gamificación. Continúa la descripción de la arquitectura y desarrollo del juego. Se describe el caso de estudio y los resultados obtenidos. Terminando con unas conclusiones.

Palabras claves: exergame, juegos serios, actividad física en niños, Hopscotch, Kinect.

Contenido

Exergame basado en Kinect y Hopscotch como apoyo a la promoción de actividad física en niños.....	1
Agradecimientos	3
Resumen	4
Contenido	6
Lista de Tablas.....	10
Lista de Figuras	11
Capítulo 1	16
1. Introducción.....	16
1.1. Motivación	16
1.2. Planteamiento del problema	17
1.3. Estado del arte.....	19
1.4. Aportes investigativos	21
1.5. Contenido	21
Capítulo 2	23
2. Marco teórico.....	23
2.1 Video Juegos	23
2.1.1. Videojuegos.....	23
2.1.2. Serious Games.....	24
2.1.3. Serious Games Learning	24
2.1.4. Serious Games Learning en Salud	25
2.2 Tecnologías	25
2.2.1 Hopscotch	26

2.2.2	Sensor Kinect	26
2.2.3	Microsoft Band.....	27
2.2.4	Motor de Video juegos: Unity 5 - 2D	27
2.2.5	Lenguaje de programación: C#.....	28
2.2.6	Lenguaje de programación: PHP	29
2.2.7	XAMPP	29
2.2.8	Servidor Apache	29
2.2.9	MySQL	29
2.3	Metodologías	30
2.3.1	Metodología de Diseño Centrado en el Usuario	30
2.3.2	Modelo para la Construcción de Soluciones	30
	Resumen	32
	Capítulo 3	33
3.	Exergame basado en Hopscotch y Kinect como apoyo a la promoción de actividad física	33
3.1.	Diseño del Sistema	34
3.1.1.	Modelado.....	34
3.1.2.	Prueba de diseño inicial.....	36
3.1.3.	Diseño del Juego	39
3.1.4.	Diseño de interfaces iniciales.	46
3.1.5.	Diseño de interfaces finales.....	54
3.1.6.	Diagrama de flujo del Sistema	65
3.2.	Implementación del Sistema	66
3.2.1.	Diagrama de componentes.....	67
3.2.2.	Diagrama Casos de Uso.....	70
3.2.3.	Diagrama de Secuencia	72
3.2.4.	Implementación del sistema.	73
3.2.5.	Pruebas del sistema	77
	Resumen	80
	Capítulo 4	81
4.	Aplicación del estudio de caso.....	81
4.1.	Estudio de Caso.....	81

4.1.1. Metodología.....	82
4.1.2. Recursos	82
4.1.3. Recursos humanos.....	82
4.1.4. Recursos materiales y software	83
4.2. Grupo Focal	83
4.2.1. Análisis de Resultados Grupo Focal	84
4.3. Desarrollo caso de estudio.....	88
4.3.1. Primera Prueba Colegio CESCO Bilingüe	88
4.3.2. Segunda Prueba Jardín Infantil	91
4.4. Análisis de Resultados	93
4.4.1. Colegio CESCO Bilingüe	93
4.4.2. Hogar Infantil Los Hoyos	95
Resumen	98
Capítulo 5	99
5. Conclusiones y trabajos futuros.....	99
5.1. Conclusiones	99
5.2. Trabajos futuros	100
Referencias.....	101
Anexo A.....	107
Descripción de las Tecnologías	107
C.1 Dispositivos.....	107
a. Hopscotch	107
b. Sensor Kinect.....	107
c. Microsoft Band	108
d. Motor de videojuegos – Unity 2D	109
e. Lenguajes de Programación	110
f. Servidores y Bases de Datos	111
Anexo B.....	113
Perfiles de Expertos.....	113
Anexo C.....	115
Población Infantil y Rutinas.....	115
C.1 Características de la Población Infantil entre 5 y 7 años de edad.	115

C.1	Población de 5 a 7 años.	115
C.2	Rutinas de ejercicios.....	116
C.3	Rutina Sobrepeso – Normopeso.....	117
C.4	Rutina – Obesidad.....	121
C.5	Gamificación Ejercicios.....	124
Anexo D	126
Formatos Entrevistas y Cuestionarios.....		126
D.1	Entrevista Aplicada a Padres de Familia.....	126
D.2	Encuesta Aplicada a Hijos.....	129
D.3	Encuesta de parámetros.....	131
D.4	Consentimiento Informado.....	135
D.5	Encuesta de Tapete.....	139
D.6	Cuestionario SUS.....	140
Anexo E	143
Casos de uso extendidos.....		143
Anexo F	148
Funciones y Scripts principales del exergame “PetsGo”.....		148
F.1	Motor de Videojuegos – Unity 5.5.0.f.3.....	148
F.2	Configuración Hopscotch.....	150
F.3	Dispositivo Microsoft Band.....	152
F.4	KinectManager.....	154
F.5	Kinect Gestures.....	156
F.6	JumpGesture.....	158
F.7	Detección de articulaciones.....	159
Anexo G	161
Grupo Focal y Pruebas.....		161
G.1	Grupo Focal.....	161
G.2	Conclusiones Grupo Focal.....	164
G.3	Análisis de resultados caso de estudio.....	166

Lista de Tablas

Tabla 1. Resumen Estado del Arte.....	20
Tabla 2. IMC para niños (color azul) y niñas (color rosado) entre los 5 y 7 años de edad [28] [29].....	35
Tabla 3. Lista de recursos materiales.....	83
Tabla 4. Descripción general de los participantes	89
Tabla 5. Mini juegos.	91
Tabla 6. Descripción General Participantes	92
Tabla 7. Perfil de expertos	114
Tabla 8. Caso de uso – Registrar.....	144
Tabla 9. Caso de uso – Iniciar Sesión.....	144
Tabla 10. Caso de uso – Jugar.	145
Tabla 11. Caso de uso – Cargar escena.....	146
Tabla 12. Caso de uso – Seleccionar personaje.	146
Tabla 13. Caso de uso – Reiniciar.	147
Tabla 14. Expertos del Grupo Focal	161

Lista de Figuras

Figura 1. Hopscotch [15]	26
Figura 2. Componentes del Kinect. [16]	27
Figura 3. Modelo para la construcción de soluciones	31
Figura 4. Hopscotch modificado	38
Figura 5. Ejemplo Evolución Narrativa	39
Figura 6. Ejemplo Estructura Narrativa	40
Figura 7. Ejemplo Escenarios	41
Figura 8. Personajes con características.....	42
Figura 9. Diseño inicial personajes en tres etapas.	46
Figura 10. Mockup Inicio	47
Figura 11. Mockup Selección de personaje.....	47
Figura 12. Mockup de escenario 1 desbloqueado	48
Figura 13. Mockup del Baño	48
Figura 14. Mockup Minijuego Baño	49
Figura 15. Segundo escenario desbloqueado	49
Figura 16. Mockup del parque.....	50
Figura 17. Mockup Minijuego Parque.....	50
Figura 18. Tercer escenario desbloqueado	51
Figura 19. Mockup de la sala	51
Figura 20. Mockup Minijuego Sala	52
Figura 21. Último escenario desbloqueado	52
Figura 22. Mockup de la playa	53

Figura 23. Mockup Minijuego Playa	53
Figura 24. Mockup Escena Final.....	54
Figura 25. Doggy	55
Figura 26. Catty	55
Figura 27. Inicio de Sesión “PetsGo”	Figura 28. Registrar Usuario “PetsGo” ..56
Figura 29. Escena Inicial.....	56
Figura 30. Escena Verificación Botones Hopscotch.....	57
Figura 31. Catty	Figura 32. Doggy
Figura 33. Escena Escenario Baño Desbloqueado	58
Figura 34. Escena Baño.....	59
Figura 35. Ejercicios adaptados a los personajes.	59
Figura 36. Ejercicios adaptados a los personajes.	60
Figura 37. Barra de estrellas	60
Figura 38. Escena Minijuego Baño.....	61
Figura 39. Bonificación Excelente	Figura 40. Bonificación Muy Bien.....
Figura 41. Bonificación Bien	Figura 42. Bonificación Lo Siento
Figura 43. Desbloqueo Escenario Parque.....	62
Figura 44. Escena Parque Figura	45. Escena Minijuego Parque.....
Figura 46. Escenario Sala Desbloqueado	63
Figura 47. Escena Sala Figura	48. Escena Minijuego Sala
Figura 49. Escenario Playa Desbloqueado	64
Figura 50. Escenario Playa	Figura 51. Minijuego Playa.....
Figura 52. Logro Final.....	65
Figura 53. Diagrama de Flujo del Sistema	66
Figura 54. Diagrama de componentes del sistema	68
Figura 55. Casos de Uso del Sistema – Padre de Familia, Experto	71
Figura 56. Casos de uso del sistema – Jugador.....	71
Figura 57. Diagrama de Secuencia	73
Figura 58. Ingreso Datos Registro Unity.....	74
Figura 59. Datos PHP	74
Figura 60. Comparación Datos Ingresados	75

Figura 61. Comparación de Clasificación para Rutina.....	75
Figura 62. Minijuegos con ejercicios.	79
Figura 63. Salón de sesión.....	89
Figura 64. Smilometer.....	90
Figura 65. Sesión de prueba “PetsGo”.....	90
Figura 66. Visto bueno	Tabla 5 Mini juegos.91
Figura 67. Resultados a la primera pregunta	93
Figura 68. Resultados de la segundo pregunta.....	94
Figura 69. Resultados Minijuego Parque.....	92
Figura 70. Resultados Mini juego Baño.....	94
Figura 71. Resultados a la primera pregunta – Prueba 2	95
Figura 72. Resultados a la segunda pregunta – Prueba 2.....	96
Figura 73. Resultados a la tercera y cuarta pregunta– Prueba 2.....	96
Figura 74. Resultados conjuntos.....	97
Figura 75. Sentadilla [54]	118
Figura 76. Elevar Rodillas [55]	118
Figura 77. Saltos con pies juntos [56]	119
Figura 78. C.2.4 Salto Tijera [57].....	119
Figura 79. Salto De lado a lado [58].....	120
Figura 80. C.2.6 Puntas [59]	120
Figura 81. Estiramientos [60]	121
Figura 82. Caminando [61].....	121
Figura 83. Salto en un pie [62]	122
Figura 84. Zancada Lateral [63]	122
Figura 85. Sentadilla y Salto [61]	123
Figura 87. Estiramientos [60]	123
Figura 88. C.3.1 Salto de lado a lado.....	124
Figura 89. Salto Tijera.....	124
Figura 90. Puntillas	124
Figura 91. Elevación Rodillas - Salto en un pie	125
Figura 92. Sentadilla y Salto	125

Figura 93. Estiramiento	125
Figura 94. Sentadilla	125
Figura 95. Aplicación Entrevista D2.	130
Figura 96. Paleta de Colores.....	132
Figura 97. Mascotas y animales conocidos	133
Figura 98. Figuras geométricas.....	134
Figura 99. Aplicación Encuesta D3	134
Figura 100. Aplicación Encuesta D3	135
Figura 101. Hopscotch Original.....	139
Figura 102. Hopscotch Modificado Versión 1.	140
Figura 103. Pantalla Inicio.....	141
Figura 104. “PetsGo” en Unity.....	149
Figura 105. Assets de “PetsGo”	150
Figura 106. Configuración botones Hopscotch.....	151
Figura 107. Función Campo Hopscotch	152
Figura 108. Aplicación Microsoft Band	152
Figura 109. Pulsera Microsoft Band	153
Figura 110. Niño usando Pulsera Microsoft Band	154
Figura 111. Declaración de variables del KinectManager.....	155
Figura 112. Manejo de funciones de KinectManager.	156
Figura 113. Enumeración de Gestos predefinidos.....	157
Figura 114. Codificación de gesto – Levantar mano izquierda.	157
Figura 115. Manejo del Gesto - saltar	158
Figura 116. Detección de articulaciones – método Update	159
Figura 117. Detección Kinect en población Infantil.....	160
Figura 118. Presentación y Objetivo	162
Figura 119. Primera Pregunta y Componentes.	162
Figura 120. Historia y Juego.	163
Figura 121. Preguntas.....	163
Figura 122. Experto en Fisioterapia jugando.	164
Figura 123. Género Participantes.....	166

Figura 124. Edad de Participantes.	167
Figura 125. Categorización de Participantes.	167
Figura 126. Cuestionario SUS.....	168
Figura 127. Hopscotch en acción.....	168
Figura 128. “PetsGo” en el Hogar Infantil Los Hoyos junto a las profesionales.	169

Capítulo 1

1. Introducción

1.1. Motivación

En la actualidad el sedentarismo en los niños se ha incrementado, producto de la ausencia y disminución de la actividad física. Esto conlleva a la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como: sobrepeso, obesidad, asma, enfermedades del colon, diabetes mellitus, hipertensión arterial, problemas cardiovasculares. Además, este tipo de enfermedades puede llegar a causar daños psicológicos debido a la posible estigmatización social o la inconformidad con la apariencia física; en el peor de los casos la muerte [1] [2].

Se ha evidenciado un creciente interés por la promoción de actividad física en niños, ya que tiene un efecto positivo en la salud infantil [5]. Países como Canadá, Estados Unidos, Chile, Brasil, Australia, y otros han comprobado los efectos benéficos del ejercicio, entre los que se encuentran: pérdida de adiposidad, incremento de masa libre de grasa, aumento del gasto energético, aumento del consumo de oxígeno y mejora en la autoestima.

La evolución y aparición de nuevas tecnologías en los últimos años, ha generado un gran incremento en la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en diversas intervenciones para la promoción de la salud.

Actualmente la promoción de actividad física cuenta con diferentes mecanismos y estrategias, entre las que se encuentra el uso de las TIC; específicamente para niños

tecnologías como: exergames, videojuegos educativos, páginas web, cuestionarios online, podómetros, acelerómetros, entre otros que permiten impactar en la disminución de la morbilidad y mortalidad de las enfermedades crónicas en niños, producto de sus malos hábitos.

Una de las estrategias con mayor aceptación en los niños son los videojuegos educativos, que han sido la manera más efectiva de captar su atención y obtener resultados positivos [6] [7], Kinect, Hopscotch, los dispositivos móviles, entre otros, han tenido una gran acogida y actualmente se ha incrementado su uso considerablemente [8] [9]. Sin embargo la mayoría de juegos en el área de salud no son diseñados con base en una metodología de diseño centrado en el usuario y no son lo suficientemente atractivos o llamativos para el público objetivo, esto impide que exista adherencia al mismo, generando así el aumento de la deserción de ellos en el uso del juego y del programa de hábitos saludables, lo cual conlleva a la prevalencia de adquirir una enfermedad crónica.

1.2. Planteamiento del problema

Lo anterior refleja la necesidad de diseñar e implementar programas y acciones que influyan en el incremento de la Actividad Física en los niños. Estos programas deben adaptarse a sus necesidades y lograr la mayor retención posible, para lo cual es indispensable ganar su atención de una manera dinámica, interactiva y divertida que satisfaga que a largo plazo se logre un cambio de conducta.

Según la OMS, estima que más de 42 millones de niños entre los 5 y 7 años de edad tienen sobrepeso [3] y según la Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN) en Colombia, para el 2013 se encontraron cifras donde el 5% de los niños de 5 años de edad sufrían de obesidad y el 20% de sobrepeso, en Popayán el porcentaje de obesidad se encuentra en un 21,7% [4]. De lo anterior, 1,9 y 2,6 millones de muertes en el mundo se atribuyen a niveles insuficientes de Actividad Física (AF) y obesidad, respectivamente.

Diversos estudios plantean como una alternativa muy viable el uso de exergames en niños [15] [16], juegos que combinan ejercicio con diversión y traen beneficios como incremento de la Actividad Física, además de impactos psicosociales y cognitivos. Para ello se usan consolas como: Wii, Xbox con sensores como cámaras o Wii Balance Board, siendo un gran apoyo en programas que promueven Actividad Física en niños con problemas de obesidad o sobrepeso.

Por otro lado, la literatura [17] muestra la importancia de unir los exergames en los cuales el jugador controla el juego mediante el movimiento de su cuerpo, con juegos serios (seriousgames), en donde se busca incentivar a los jugadores a aprender jugando, generando un nuevo concepto en juegos denominado “exerlearningames” que combina ejercicio y aprendizaje. Esto se proyecta como una gran estrategia innovadora para educar niños en el área de salud.

Por medio del uso de las TIC es posible obtener grandes beneficios en la salud de los usuarios. Un ejemplo claro es el dispositivo Kinect ya que permite la disminución de factores de riesgo como el sedentarismo llevando a los usuarios a realizar movimientos corporales en un mundo virtual, ofreciendo una experiencia de juego más motivante y una mejor retroalimentación [10] [11]. El uso de Kinect en la promoción de Actividad Física ha aportado mejoras en la motricidad y coordinación de los miembros superiores en los usuarios, sin embargo estos juegos generalmente no consideran motricidad gruesa en miembros inferiores y no se evalúa la correcta ejecución de los movimientos. Lo anterior evidencia la necesidad de implementar un juego que incluya actividad física para ejercitar el cuerpo entero, además que cuente con un componente de seguimiento que evalúe si el movimiento se realizó correctamente de acuerdo a lo especificado por los expertos en el área de salud.

Por otro lado, existen herramientas con resultados exitosos en coordinación de miembros inferiores y en ejercicios de Actividad Física, como Hopscotch [8], este dispositivo ha sido probado en niños con discapacidad cognitiva y en un programa de ejercicios para adultos con diferentes estilos de vida, en este último se han demostrado beneficios en la salud de los participantes. Sin embargo hasta el momento no ha sido probado en la promoción de actividad física en niños. Por otro lado, sólo considera miembros inferiores en las actividades propuestas, por eso es necesario integrarlo con otro tipo de dispositivos que cubran actividades corporales de cuerpo completo.

Dentro de la línea de los videojuegos están los soportados por dispositivos móviles, actualmente existen algunos orientados a la promoción de Actividad Física [12], [13], [14], que cuentan con un diseño animado y son fáciles de usar, brindando beneficios por medio de un aprendizaje interactivo, sin embargo se identifican falencias como la poca adherencia de los usuarios, la disminución de Actividad física y ausencia de un modelo de usuario que se adapte a las características de los niños.

Debido a lo anterior, se hace necesario unificar herramientas y dispositivos soportados en TIC, que permitan incorporar motricidad gruesa en miembros superiores e inferiores de los niños en la promoción de Actividad Física, beneficiando la salud de la población infantil y disminuyendo factores de riesgo como el sedentarismo o ausencia de Actividad física.

De la definición del problema anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo promocionar actividad física de forma amigable y divertida en niños a través del uso de juegos serios haciendo uso de tecnologías Kinect y Hopscotch?

1.3. Estado del arte

Esta sección presenta un resumen de la revisión bibliográfica de los trabajos relacionados más importantes dentro del marco conceptual en el que se desarrolla este trabajo de grado. El estado del arte se enfoca en obesidad infantil, exergames basados en dispositivos Kinect o Hopscotch como apoyo a la promoción de actividad física y uso de las TIC en la promoción de actividad física en niños.

En la Tabla 1 se resume el estado del arte. Donde se evidencia el tipo de documento, la línea de intervención que promueve, y los dispositivos que usan para la interacción usuario y juego.

Referencia	Ciclo de vida		Tipo de Documento		Línea de intervención		Gamificación	Dispositivos de iteración					Evaluación		Dispositivos externos		
	Niños	Adultos	Documento descriptivo	Documento Técnico	Actividad física	Educación		Móvil	Kinect	Hopscotch	Wii	Computador	Seguimiento al proceso	Evaluación de ejercicios	GPS	Wearables	Controladores
[1]		X	X		X				X	X					X		
[2]	X		X		X		X	X						X	X		
[3]	X		X	X	X	X	X	X								X	
[4]	X			X	X			X			X	X			X		
[5]	X		X		X				X		X						
[6]	X		X		X		X				X	X					
[7]	X		X		X	X	X				X						
[8]	X	X	X		X		X										

Tabla 1. Resumen Estado del Arte

A partir de este estado del arte, se observan pocos trabajos relacionados con población infantil que combinan el ejercicio, el aprendizaje y la diversión (exerlearningames), además no han sido desarrollados a la medida de las necesidades de cada niño y no realizan evaluación continua o seguimiento del usuario que dé a conocer resultados de la intervención y sugiera cambios en el mismo, según resultados observados.

1.4. Aportes investigativos

Los aportes investigativos del presente proyecto están centrados en la contribución a la línea de investigación en e-Salud del Grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca y a la comunidad en general con:

La construcción de un Exergame basado en Kinect y Hopscotch como apoyo a la promoción de actividad física en niños entre los 5 y 7 años de edad.

La implementación de un componente de seguimiento y evaluación, que permite al niño una interacción de acuerdo a sus necesidades.

El diseño del proyecto con la metodología: Diseño Centrado en el Usuario, es un garante de que el sistema pueda apoyar la adherencia de los niños al Exergame, haciendo así un aporte al derecho fundamental de la salud, que ofrece un vivir saludablemente.

Por otro lado, este proyecto está enmarcado en la contribución al desarrollo del trabajo de doctorado de PhD(C) Gineth Magaly Cerón Ríos, financiado por Colciencias, que tiene como título: “Sistema de Recomendaciones Consciente del Contexto para el Apoyo a Programas de Promoción de Actividad Física”.

1.5. Contenido

La estructura del presente trabajo de grado está descrita a continuación:

Capítulo 2: este capítulo presenta el marco teórico sobre el cual está basado el presente trabajo de grado. Se encuentra la definición de los conceptos más relevantes y una descripción genérica de las tecnologías a utilizar para lograr el objetivo del trabajo de grado.

Capítulo 3: este capítulo contiene la caracterización de parámetros, diseño e implementación del software del sistema. Se describe la arquitectura de referencia que surge a partir del exergame propuesto; la implementación de la arquitectura junto con las tecnologías utilizadas y es mostrada la aplicación de la metodología de Diseño centrado en el Usuario para la construcción del sistema basado en Hopscotch y Kinect.

Capítulo 4: en este capítulo entrega la definición de estudio de caso para la validación del prototipo del Exergame implementado. Se muestra el análisis de los resultados finales de la aplicación del estudio de caso definido en una población infantil entre los 5 y 7 años de edad.

Capítulo 5: este capítulo presenta las conclusiones obtenidas del desarrollo de este trabajo de grado, además de los posibles trabajos futuros.

Capítulo 2

2. Marco teórico

El presente capítulo está relacionado con los conceptos en los cuales está basado este trabajo de grado, donde son presentadas las definiciones, funciones y ventajas de cada uno de los términos considerados. Esta explicación tiene como finalidad dar al lector unas bases de conocimiento suficientes para la comprensión del desarrollo planteado en este trabajo.

2.1 Video Juegos

En esta sección se presenta la clasificación de video juegos que se tuvieron en cuenta para la construcción del exergame. Para esto, se hizo una revisión bibliográfica de los diferentes tipos de video juegos, destacando su principal contribución al presente trabajo de grado.

2.1.1. Videojuegos

Un videojuego es un software creado para entretener a un público en general, el cual es ejecutado por un dispositivo electrónico, y al igual que cualquier juego está basado en una historia. Los videojuegos requieren constante interacción por lo cual debe prestarse mucha atención a los factores de jugabilidad [9] [10]. En niños, los videojuegos pueden modificar comportamientos por medio de la retroalimentación que

combinado con retos y curiosidad, permite la creación de metas y un aprendizaje innovador, permitiendo la adquisición de nuevas habilidades y logrando el desarrollo de su potencial. Sin embargo, muchos de estos videojuegos pueden llegar a incrementar el sedentarismo infantil puesto que no exigen un esfuerzo físico.

De acuerdo a [11], los videojuegos tienen un potencial muy alto en la educación y enseñanza de cierta habilidad, que junto al valor de entretenimiento que estos ofrecen, es notable el gran apoyo en la solución de problemas específicos. Actualmente gracias al gran crecimiento del mercado de los videojuegos, pueden ser usados como herramientas de medición o de investigación debido a que atrae la participación de un mayor número de personas, además del diferente tipo de temáticas que puede abordar y las distintas formas de jugabilidad por periodos largos de tiempo.

2.1.2. Serious Games

Este tipo de juegos son usados para entrenamiento, publicidad, simulación o educación, diseñados para ser jugados en computadores, en dispositivos móviles o en consolas. Estos pueden ser aplicados en diferentes áreas como educación, cuidado de la salud, gobierno, milicia entre otros con el fin de lograr propósitos diferentes al entretenimiento, generando un impacto positivo en el desarrollo de habilidades del jugador [12]. Una característica fundamental de los juegos serios es la persuasión con el fin de influenciar comportamientos, emociones y pensamientos por medio de la exploración y los retos de liderazgo que pueden presentar en el desarrollo de la historia.

Como se menciona en [13], los juegos serios además de historia, arte y software, tienen un punto clave llamado pedagogía lo que hace que este tipo de juego gane mayor interés en campos formales de investigación.

2.1.3. Serious Games Learning

Los Serious Games Learning se describen como una rama de los juegos serios, considerados como aplicaciones con el propósito de crear un concepto de aprendizaje, es decir que mientras el usuario está jugando paralelamente está aprendiendo. Algunos autores consideran que los “serious games” y los “serious games learning”

son casi lo mismo debido al potencial que tienen para mejorar actividades e iniciativas gracias a su adherencia, motivación, rol y repetitividad [14]

Por otro lado, los serious games learning representan oportunidades para los desarrolladores de juegos de aplicar sus talentos en áreas por fuera de la industria del entretenimiento, buscando generar algo más que solo diversión, ofrecen al mundo una herramienta para enseñar a través del juego.

2.1.4. Serious Games Learning en Salud

Los Serious Games Learning relacionados con el cuidado de la salud cada vez están siendo más populares y actualmente existe un gran número de ellos. Estos juegos tienen un diseño llamativo permitiendo ver el ejercicio atractivo. Se usan para enseñar y entretener a los jugadores mientras intentan mejorar su salud y pueden tener un impacto positivo: directo o indirecto, tanto fisiológicamente como psicológicamente. Algunos ejemplos que muestran la variedad de tipos y áreas para aplicaciones relacionados con salud física o mental son los “Physical Fitness” más conocidos como “exergaming o exergames”, hacen uso de dispositivos como: tapetes de baile, bicicleta estática o balance board, ideales para promover hábitos saludables [12].

Por otro lado, encontramos Serious Games en salud con el propósito de trabajar la educación en salud, la rehabilitación, terapias, diagnóstico, tratamiento, funcionamiento cognitivo entre otros, los cuales evidencian la gran diversidad de aplicaciones para el cuidado de la salud. Similarmente, existe un mercado bastante amplio de consumidores de este tipo de aplicaciones como hospitales, clínicas, fisioterapeutas, entrenadores personales y organizaciones [12].

2.2 Tecnologías

En esta sección son presentadas las tecnologías seleccionadas que se tuvieron en cuenta para el diseño y desarrollo del sistema. Para ello, han sido consideradas tres herramientas claves.

2.2.1 Hopscotch

El Hopscotch es un tapete con divisiones similares a las de un teclado alfanumérico que consta diez campos (ver figura 1). Este elemento se conecta como un dispositivo de juego al software a través de Bluetooth. Cada campo del Hopscotch puede asumir dos estados: no presionado, presionado. Estos estados son enviados al software al presionar la casilla correspondiente. [15]



+			
0	1	2	3
*		ABC	DEF
4	5	6	
GHI	JKL	MNO	
7	8	9	
PQRS	TUV	WXYZ	

Figura 1. Hopscotch [15]

2.2.2 Sensor Kinect

Kinect es un dispositivo de bajo costo, originalmente diseñado para la consola de videojuegos llamada Xbox, de la empresa Microsoft. Es un dispositivo compuesto, ya que es el resultado de diferentes elementos trabajando juntos como lo son los micrófonos, la cámara de colores RGB, la cámara infrarroja y el proyector infrarrojo, además de la inclinación motorizada.



Figura 2. Componentes del Kinect. [16]

La unión entre el proyector infrarrojo y la cámara infrarroja, permite tener un sensor de profundidad en tres dimensiones (3D), con él se detectan los movimientos humanos, identifican esqueletos, rostros, gestos entre otros. La cámara RGB tiene la capacidad de ofrecer imágenes de colores en alta resolución y sus micrófonos permiten ejecutar funciones por medio del reconocimiento de voz. Todas estas funciones han hecho que el Kinect sea puesto al servicio de todos. Hoy día se cuenta con herramientas o librerías como el OpenNI y el Microsoft Kinect SDK que permiten a los usuarios explotar los beneficios de este dispositivo y emplearlos en otros fines que no sean solamente recreativos. [17]

2.2.3 Microsoft Band

Es un reloj inteligente y pulsera cuantificadora creada y lanzada al mercado por Microsoft. El dispositivo tiene incorporados hasta diez (10) sensores diferentes como lo son un monitor óptico de ritmo cardíaco, sensor UV y GPS; además interactúa por medio de bluetooth con dispositivos Windows, iOS y Android, para los cuales está disponible la aplicación Microsoft Health [18].

2.2.4 Motor de Video juegos: Unity 5 - 2D

Unity es una plataforma de desarrollo para la creación de juegos interactivos tanto en 3D como en 2D. Esta tecnología permite desarrollar un contenido de gran calidad, dispone de documentación muy completa y cuenta con una comunidad

internacional bastante amplia. Es propiedad de Unity Technologies, y actualmente es uno de los motores de juego más importantes y extendidos. Permite utilizar Javascript y C# como lenguaje de programación, además dispone de un editor que agiliza el desarrollo del videojuego [19].

Dentro de los motores de juego más populares y potentes, se encuentran Unity, Unreal Engine (UDK) y CryENGINE. Actualmente Unity es la herramienta con mayor aceptación en el mercado debido al bajo costo de su licencia para el desarrollo de juegos en proyectos pequeños, su amplia gama de características y el fácil manejo de su interfaz. Su principal característica es la integración multiplataforma, ya que permite exportar los juegos de forma fácil a Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry, Playstation 3, Xbox 360, Wii U y navegadores web. Por otro lado, la facilidad para crear animaciones por medio de la ventana “Animation Window” y otras funcionalidades, permiten al usuario desarrollar su proyecto de la mejor manera, sin embargo, al ser un motor de propósito general es muy poco el contenido de elementos prediseñados que puedan ser usadas como base, es decir que una gran parte del juego debe ser construido por el desarrollador desde cero pero ofrece la opción de descargar los elementos necesarios desde su Asset Store, por lo cual posiciona a Unity como el ideal para la construcción de juegos en 2D y 3D. Cabe agregar que, a nivel de motor físico, UDK sigue teniendo mayor número de funcionalidades a diferencia del que utiliza Unity: NVidia PhysX, pero UDK tiene su principal target en juegos FPS (First Person Shooter) y su poca documentación lo pone en una gran desventaja frente a Unity.

2.2.5 Lenguaje de programación: C#

El lenguaje de programación C# es desarrollado por Microsoft para crear aplicaciones Windows y aplicaciones web [20]. C# es un lenguaje de programación simple, moderno, seguro y orientado a objetos que combina la alta productividad en aplicaciones rápidas ofreciéndole al programador múltiples beneficios como la opción de declarar una gran cantidad de variables de tipo primitivas, el uso de punteros, la declaración de clases y funciones sin ser definidas antes, beneficios no permitidos en otros lenguajes como C y C++.

2.2.6 Lenguaje de programación: PHP

Es un lenguaje de programación gratuito y utilizado principalmente para el desarrollo de páginas y aplicaciones web dinámicas. PHP es un lenguaje del lado de servidor ya que es interpretado por el mismo, que permite la conexión con bases de datos y que además por tener cierta similitud con otros lenguajes de programación estructurada, facilita a desarrolladores crear aplicaciones con curvas de aprendizaje cortas [21].

2.2.7 XAMPP

Es un paquete de instalación de software gratuito pensado para facilitar la instalación del servidor web Apache, además dispone de un sistema de gestión de bases de datos como lo es MySQL y de intérpretes para lenguajes de script como PHP [22].

2.2.8 Servidor Apache

El servidor HTTP Apache es un servidor web multiplataforma y de código abierto. Principalmente el servidor Apache es usado para el envío y gestión de páginas web en la WWW (World Wide Web), además de que tiene una versión local que puede ser empleada para realizar pruebas de código que se encuentra en desarrollo [23].

2.2.9 MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos el cual está desarrollado bajo licencia pública y corporativa, utilizado en aplicaciones web, herramientas de seguimiento de errores y en diferentes plataformas, además de que se considera la base de datos open source más popular a nivel mundial y una de las más utilizadas para entornos de desarrollo web [24].

Para la descripción de cada una de las tecnologías seleccionadas, remítase al Anexo A de este documento.

2.3 Metodologías

Durante el desarrollo de este trabajo de grado fueron tenidas en cuenta principalmente dos metodologías de investigación y desarrollo: la metodología de Diseño Centrado en el Usuario y el modelo para la Construcción de Soluciones.

2.3.1 Metodología de Diseño Centrado en el Usuario

Diseño centrado en el usuario (DCU) es una filosofía de diseño donde las necesidades, preferencias y limitaciones del usuario final son el enfoque principal en todas las etapas dentro del tiempo del proceso de diseño y desarrollo. Productos desarrollados usando la metodología DCU están optimizados para usuarios finales y se pone especial énfasis en como el usuario necesita o quiere usar un producto en vez de forzar al usuario a cambiar su comportamiento al usar el producto.

El diseño centrado en el usuario es un proceso común en el desarrollo software donde las actividades típicas de DCU se dividen en cuatro (4) fases en el ciclo de desarrollo: análisis, diseño, implementación y despliegue [25]. El resultado de emplear DCU en el diseño de un sistema es un producto que ofrece una experiencia más eficiente, satisfactoria y amigable, lo que puede incrementar adherencia al sistema y lealtad [26].

2.3.2 Modelo para la Construcción de Soluciones

El M.C.S. se ha concebido como una referencia metodológica esencial para cualquier proyecto cuyo propósito sea construir una solución de calidad, oportuna y con costos competitivos y sobretodo que pretenda contribuir a la creación y enriquecimiento de la base de conocimiento y experiencia institucional.

Al definirlo como un modelo se está indicando que constituye un medio común de entendimiento entre los integrantes del equipo humano de un proyecto, cuyo fin es permitirles analizar y razonar sobre los aspectos vitales relacionados con el proceso de construcción de una solución.

Este Modelo para la Construcción de Soluciones está constituido por tres macrocomponentes 1. Estructura para Descripción del Sistema; 2. Modelo del Proceso de Desarrollo; 3. Modelo de Organización del Talento. El primero está constituido por los tres modelos propuestos por el M.C.S. para describir los tres niveles de abstracción del sistema/solución. El segundo macrocomponente define las fases de referencia y los criterios de transición entre las mismas. El tercero tiene como propósito servir de referencia para organizar el recurso humano con que cuenta cualquier proyecto.

La estructura para la descripción del sistema del M.C.S propone los modelos que se muestran en la figura 3.: 1. Modelo para el Establecimiento de Responsabilidades; 2. Modelo para la Descripción del Sistema; 3. Modelo de Implementación del Sistema, los cuales son una herramienta de comunicación valiosa en el proceso de definir y describir la solución propuesta para resolver una necesidad planteada, y que la denominación dada corresponde a nombres descriptivos que deben ser definidos.

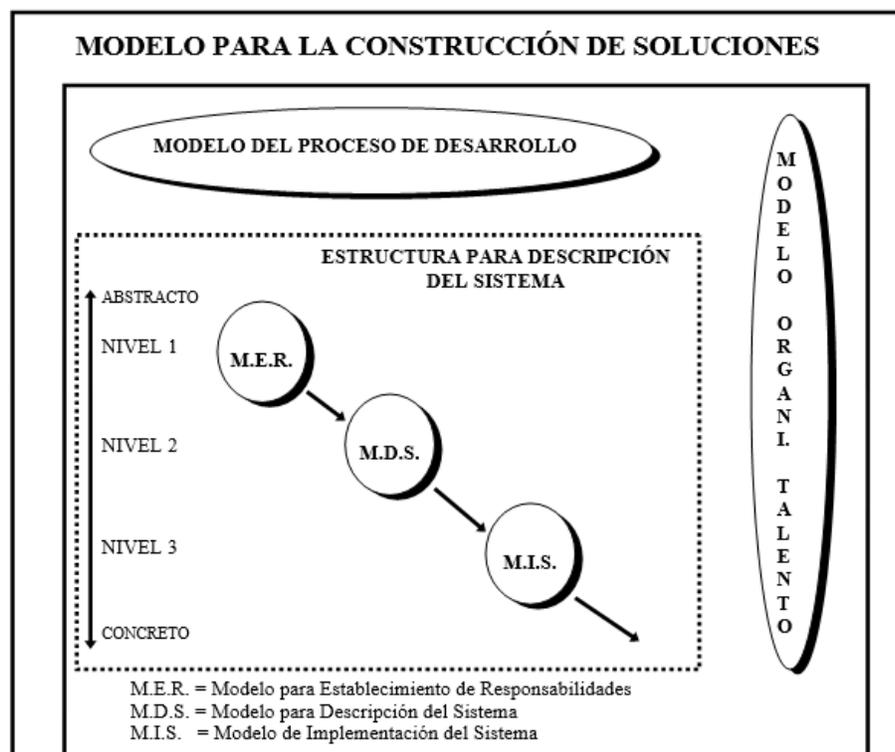


Figura 3. Modelo para la construcción de soluciones

El proceso de desarrollo cuenta con recomendaciones que sirven como base fundamental para culminar un proyecto con resultados altamente satisfactorios, las cuales son: dirigido por objetivos, iterativo e incremental, guiado por casos de uso, centrado en arquitectura y basado en componentes.

Resumen

Este capítulo presenta el marco teórico sobre el cual se desarrolla este trabajo de grado dando definición a los términos de juegos serios, en donde se presentan los términos junto con sus ventajas y desventajas.

Este capítulo también contempla la sección de selección de tecnologías pertinentes para el desarrollo del Exergame. Del capítulo se desprende el anexo A que tiene un compendio de las tecnologías seleccionadas.

Capítulo 3

3. Exergame basado en Hopscotch y Kinect como apoyo a la promoción de actividad física

Este capítulo contiene el diseño y la implementación del video juego “**PETS GO**”. La primer parte consta del diseño en donde se realiza el modelado del juego por medio del método Thinking Aloud y consulta con expertos, en seguida la estructura del exergame con base en artículos [27], finalmente el diseño de interfaces, con base en la metodología de diseño centrado en el usuario. En la segunda parte se encuentra plasmada la implementación en software del sistema que contiene el diseño descrito al inicio de este capítulo. Para esto, se realiza la descripción de la arquitectura de referencia que surge a partir del exergame propuesto; en seguida, las pruebas del sistema.

3.1. Diseño del Sistema

3.1.1. Modelado

Para definir los datos que serán ingresados al sistema por el padre de familia o el fisioterapeuta, se realiza la clasificación por medio de la consulta con expertos y la consulta bibliográfica.

Consultando con expertos en el área de la salud, ver perfiles en Anexo B, se obtienen las variables que son esenciales (IMC, peso, talla, edad, género, clasificación) para la categorización de los usuarios y los ejercicios adecuados para la promoción de actividad física en niños entre los 5 y 7 años de edad de acuerdo a su categoría. Es importante resaltar que una variable esencial en el área de salud es el IMC porque proporciona la medida más útil del sobrepeso y la obesidad en la población infantil, ambas se hallan con el IMC de acuerdo a la edad, la primera con más de una desviación típica por encima de la mediana, y la segunda es mayor que dos desviaciones típicas por encima de la mediana, estas están establecidas en los patrones de crecimiento infantil según la OMS [28].

El IMC se obtiene dividiendo el peso en kilogramos de una persona entre el cuadrado de su altura en metros (Kg/m^2) [28]. Por eso en esta primera etapa de diseño, se recalca la importancia de las variables: peso, altura, edad exacta y género. Así, según las variables anteriores se tienen la tabla 2 para la clasificación de la población infantil entre los 5 y 7 años de edad, en donde median equivale a normopeso, 1SD a sobrepeso y 2SD a obesidad. Es importante resaltar la importancia de la observación del experto en salud hacia la categorización del niño/a, puesto que esta no depende solamente de las tablas del IMC sino también de otras medidas y factores que deben ser consideradas por dichos expertos en el área.

Year: Month	Months	Median	1 SD	2 SD
5: 1	61	15.3	16.6	18.3
5: 2	62	15.3	16.6	18.3
5: 3	63	15.3	16.7	18.3
5: 4	64	15.3	16.7	18.3
5: 5	65	15.3	16.7	18.3
5: 6	66	15.3	16.7	18.4
5: 7	67	15.3	16.7	18.4
5: 8	68	15.3	16.7	18.4
5: 9	69	15.3	16.7	18.4
5: 10	70	15.3	16.7	18.5
5: 11	71	15.3	16.7	18.5
6: 0	72	15.3	16.8	18.5
6: 1	73	15.3	16.8	18.6
6: 2	74	15.3	16.8	18.6
6: 3	75	15.3	16.8	18.6
6: 4	76	15.4	16.8	18.7
6: 5	77	15.4	16.9	18.7
6: 6	78	15.4	16.9	18.7
6: 7	79	15.4	16.9	18.8
6: 8	80	15.4	16.9	18.8
6: 9	81	15.4	17.0	18.9
6: 10	82	15.4	17.0	18.9
6: 11	83	15.5	17.0	19.0
7: 0	84	15.5	17.0	19.0
7: 1	85	15.5	17.1	19.1
7: 2	86	15.5	17.1	19.1
7: 3	87	15.5	17.1	19.2
7: 4	88	15.6	17.2	19.2
7: 5	89	15.6	17.2	19.3
7: 6	90	15.6	17.2	19.3
7: 7	91	15.6	17.3	19.4
7: 8	92	15.6	17.3	19.4
7: 9	93	15.7	17.3	19.5
7: 10	94	15.7	17.4	19.6
7: 11	95	15.7	17.4	19.6

Year: Month	Months	Median	1 SD	2 SD
5: 1	61	15.2	16.9	18.9
5: 2	62	15.2	16.9	18.9
5: 3	63	15.2	16.9	18.9
5: 4	64	15.2	16.9	18.9
5: 5	65	15.2	16.9	19.0
5: 6	66	15.2	16.9	19.0
5: 7	67	15.2	16.9	19.0
5: 8	68	15.3	17.0	19.1
5: 9	69	15.3	17.0	19.1
5: 10	70	15.3	17.0	19.1
5: 11	71	15.3	17.0	19.2
6: 0	72	15.3	17.0	19.2
6: 1	73	15.3	17.0	19.3
6: 2	74	15.3	17.0	19.3
6: 3	75	15.3	17.1	19.3
6: 4	76	15.3	17.1	19.4
6: 5	77	15.3	17.1	19.4
6: 6	78	15.3	17.1	19.5
6: 7	79	15.3	17.2	19.5
6: 8	80	15.3	17.2	19.6
6: 9	81	15.4	17.2	19.6
6: 10	82	15.4	17.2	19.7
6: 11	83	15.4	17.3	19.7
7: 0	84	15.4	17.3	19.8
7: 1	85	15.4	17.3	19.8
7: 2	86	15.4	17.4	19.9
7: 3	87	15.5	17.4	20.0
7: 4	88	15.5	17.4	20.0
7: 5	89	15.5	17.5	20.1
7: 6	90	15.5	17.5	20.1
7: 7	91	15.5	17.5	20.2
7: 8	92	15.6	17.6	20.3
7: 9	93	15.6	17.6	20.3
7: 10	94	15.6	17.6	20.4
7: 11	95	15.7	17.7	20.5

Tabla 2 . IMC para niños (color azul) y niñas (color rosado) entre los 5 y 7 años de edad [29] [30]

Según el IMC de cada niño(a) y la categorización realizada por el experto en salud, al niño le corresponde unos ejercicios determinados por los expertos en actividad física y referenciados en [31]. Para esto, se creó una rutina validada por expertos en el área de la salud, que consta de tres fases: calentamiento, ejercicios y estiramiento. Cada fase está condicionada por tiempo o series de repeticiones. Para mayor información de cada fase, remítase al Anexo C en donde se encuentra consignada cada rutina de las categorías mencionadas anteriormente.

3.1.2. Prueba de diseño inicial

Como se explicó en 2.3.1, el diseño centrado en el usuario es un proceso de desarrollo de software que se dividen en cuatro (4) fases: análisis, diseño, implementación y despliegue.

Para la fase de análisis y diseño, se implementaron diferentes encuestas tanto para padres de familia como para niños, consultar Anexo D, con el fin de determinar:

- Padres de Familia:
 - a) Herramienta TIC más utilizada por los niños.
 - b) Actividad física extraescolar realizada por el niño.
 - c) Percepción de los padres frente a los juegos.
 - d) Posición frente a la tecnología
 - e) Tipo Favorito de juego de su hijo(a)
 - f) Programa de Crecimiento y Desarrollo del niño(a)

- Hijos(as):
 - g) Juego tradicional favorito
 - h) Aparato electrónico del cual dispone en casa
 - i) Horas por semana de juego con dispositivo
 - j) Uso de Internet para jugar
 - k) Tipos de juego que le gusta jugar

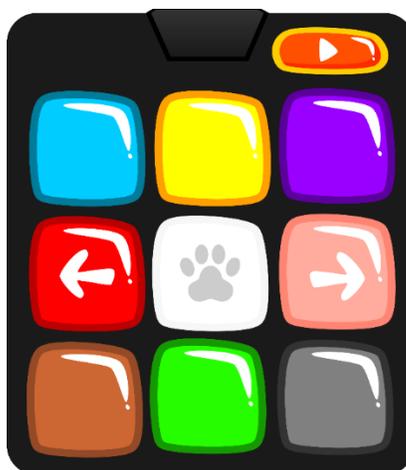
Con base en el análisis de estos resultados consignados en el Anexo D, fue posible definir el tipo de juego con mayor acogida en los niños y con buena percepción por parte de los padres de familia, por lo cual se concluyó que la mejor opción era la construcción de un juego cuya estructura estuviera conformada por mini juegos, estos por definición tienen reglas o instrucciones básicas para jugar. Los mini juegos son creados a partir de un concepto específico, es decir que son fáciles de entender y de practicar, además diseñados alrededor de ese mismo concepto, por lo cual estos mini juegos son considerados como objetos claves de aprendizaje que ofrecen una propuesta de valor al usuario con una principal característica: motivar al usuario a mejorar su rendimiento en el juego [32].

Por otro lado, a través del método “Thinking aloud” [33] y la metodología de Diseño Centrado en el Usuario, se observaron reacciones de los niños, gustos e intereses. También se aplicó un cuestionario que permitió identificar personajes, percepción del Hopscotch, colores y frutas que más les gusta.

De acuerdo a un estudio realizado acerca de las herramientas de gamificación [34] más utilizadas para motivar a los usuarios a realizar ejercicio, se concluye que las mascotas virtuales son una de las estrategias [27] con mayor acogida, debido a la persuasión que ejercen sobre el usuario para cuidar de estas al verlas como criaturas pequeñas que necesitan de cuidado para ser felices. Estas mascotas han sido usadas como agentes de cambio para mejorar la salud en niños y los resultados obtenidos al usarlas como personajes han sido exitosos en diferentes pruebas. Con base en lo anterior, la sección de personajes en el cuestionario tuvo diferentes animales y los niños(as) escogieron los dos que más les gustaba. A partir de la respuesta de los niños, se establecieron los personajes del exergame: el perro y el gato.

Por otro lado, el propósito de la sección 2 del cuestionario se basó en evaluar la percepción de los niños(as) hacia el Hopscotch. Para este fin y con la ayuda de los expertos en salud, se realizaron cada uno de los ejercicios propuestos en la rutina, definidos en el Anexo C, para establecer si el tamaño del Hopscotch era el adecuado según las medidas de los niños. Este primer acercamiento con el Hopscotch fue ideal porque permitió conocer la opinión de los usuarios frente a este, además de generar una nueva idea de adaptación para el dispositivo, puesto que los campos presentes en este, consistían en un teclado alfanumérico y tomando en cuenta que parte de la

población infantil de este estudio, está en su proceso de aprendizaje con los números y letras, se decidió cambiar los campos por otros que los niños(as) conocieran previamente. Para definir el nuevo diseño de los diez campos, se aplicó la sección 3 del cuestionario. Esta sección, constaba en una ruleta de colores primarios y secundarios, y una lista de frutas para los niños de 5 años de edad. Nuevamente, se indagó a los niños con el fin de evaluar su conocimiento con respecto a los colores y a las frutas. Los resultados arrojaron que los niños(as) conocían muy bien ambos elementos, sin embargo, tuvo mayor acogida los colores. Por otro lado, se aplicó una pregunta a los niños entre los 6 y 7 años de edad para conocer su opinión frente al Hopscotch, referenciado en la Figura 1., ya que los niños de esta edad ya conocen los números y letras, sin embargo, como este proyecto gira entorno a la metodología de Diseño Centrado en el Usuario, fue importante conocer su opinión acerca de lo que les gustaría que tuviera el dispositivo. Los resultados mostraron que los niños entre los 5 y 7 años de edad tenían mayor inclinación hacia los colores puesto que permitían ver el dispositivo más llamativo y les brindaba mayor curiosidad para usarlo. Por tal motivo, se adaptó el Hopscotch, figura 4, con los colores conocidos por la población infantil seleccionada en este trabajo de grado.



Figura

Figura 4. Hopscotch modificado.

En el Anexo D, se encuentran consignados los cuestionarios aplicados a los niños.

3.1.3. Diseño del Juego

Ya que este trabajo tiene como uno de sus fines generar adherencia (retención de los usuarios) hacia el programa de actividad física, se realizó una revisión bibliográfica sobre las diversas estrategias y técnicas existentes para la creación de los componentes que conforman un juego. De acuerdo a [35], existen una serie de elementos que deben estar presentes en algunos tipos de juegos. Estos elementos son la evolución narrativa, la estructura narrativa, los escenarios y los personajes. A continuación se explica brevemente el concepto de cada uno y el proceso de aplicación dentro de este proyecto.

- **Evolución Narrativa**

Es un concepto global que corresponde a lo que pasa en la historia. Este será parte del concepto del juego y es definido en las etapas tempranas de diseño [35]. La aplicación de este concepto en este proyecto, consiste en el cuidado de una mascota que es elegida por el jugador. Esta mascota tiene características como género y nombre propio. El usuario podrá hacer feliz a su mascota en la medida que cumpla con cada uno de los retos propuestos en los mini juegos que deberá ir desarrollando a lo largo de la historia, obteniendo bonificaciones representadas en una barra de estrellas y el desbloqueo de nuevos escenarios. En la figura 5, se puede observar el término concepto global de manera visual, es decir que la primera imagen presentada al usuario le da una idea al jugador de lo que va a suceder a lo largo de la historia, de acuerdo a esta figura se intuye que hay una mascota, en este caso un gato, el cual se encuentra en un ambiente abierto, por lo que da la idea de que el juego va a desarrollarse en un ambiente específico y que el protagonista es el gato.



Figura 5. Ejemplo Evolución Narrativa

- **Estructura Narrativa**

Se define como el desarrollo de la línea de la historia que se diseñó anteriormente. Esto pone el orden en cómo los eventos son narrados y cómo el jugador puede influenciarlos. Esta estructura propone una línea en donde todos los eventos en la historia son agrupados en escenas [35]. En este juego, la estructura narrativa es aplicada a través de la creación de escenarios, los cuales el personaje desbloqueará en la medida que el jugador avanza con los retos de cada mini juego. En primera medida está el escenario de selección de personaje, una vez elegido pasa al segundo escenario que contiene el juego de calentamiento, si es aprobado pasa al tercer escenario el cual contiene ejercicios y de igual manera si aprueba pasa al cuarto escenario que contiene los ejercicios restantes y finalmente al quinto escenario que corresponde a la sesión de estiramiento. Si es aprobado el escenario final, la rutina termina e invita al usuario a jugar de nuevo obteniendo como logro una mascota fuerte y feliz. En la figura 6, se muestra un ejemplo de estructura narrativa, el cual cuenta con la línea del cómo se desarrolla el juego propuesto en esa imagen.

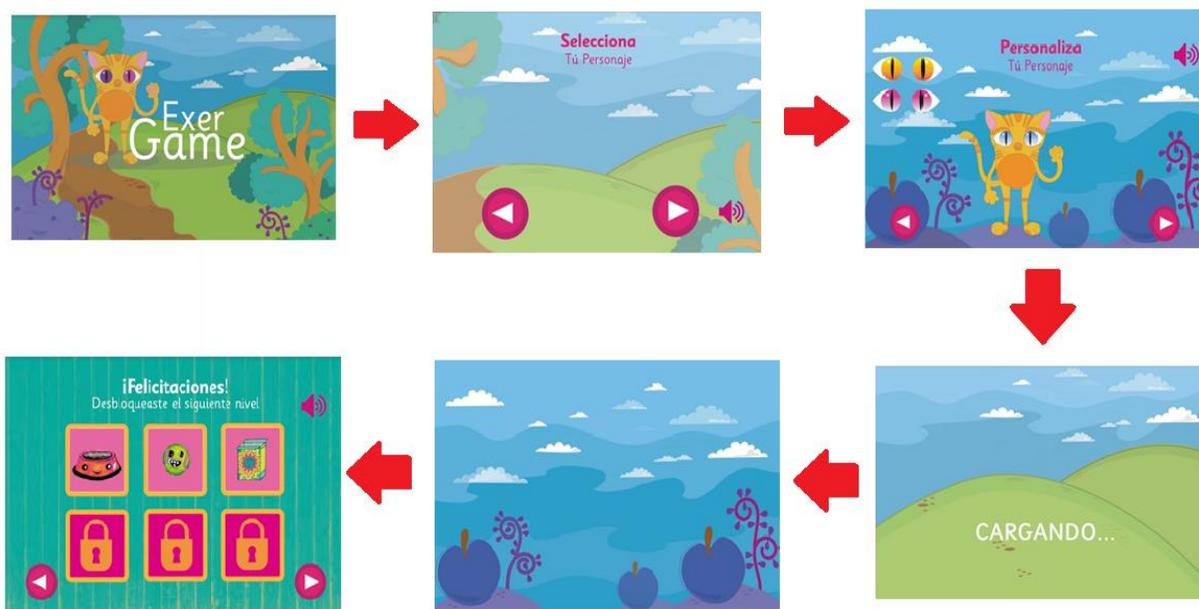


Figura 6. Ejemplo Estructura Narrativa

- **Escenarios**

Se definen como configuraciones en donde la historia se lleva a cabo. Estos escenarios proveen un contexto para los personajes y los objetos en la historia. Cada acción ocurre en un escenario particular. Un escenario se define teniendo en cuenta la audiencia hacia la cual el videojuego está orientado [28]. Los escenarios creados para este proyecto son: el baño, el parque, la sala y la playa. Estos escenarios fueron seleccionados por los ambientes conocidos por el usuario, en este caso niños entre los 5 y 7 años de edad, además del contexto para los personajes que van a estar inmersos en cada uno de estos escenarios a lo largo de la historia. También, se tomó en cuenta lo expuesto en [29], en donde afirman que lo mejor es diseñar un juego que tome características del mundo real, por lo cual los escenarios expuestos cumplen lo anterior. En la figura 7, se expone un ejemplo de escenarios, el espacio donde se desarrolla la historia con el personaje.



Figura 7. Ejemplo Escenarios

- **Personajes**

Los personajes están inmersos en uno o más escenas y tienen un importante rol en la evolución narrativa. Los personajes deben tener unas características bien definidas y sus acciones deben ser consistentes con esas características. El diseño y la evaluación de los personajes no puede ser hecha independientemente de la historia y en el caso de los escenarios debe ser adaptada al tipo de audiencia [28]. Los personajes de este proyecto fueron seleccionados a través de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario y el método “Thinking Aloud” descrito en 3.1.2. Los personajes son dos mascotas personificadas con características propias como nombre y género llamados Doggy, el perro y Catty, la gata, explicados ampliamente en 3.1.5.1. Estos personajes usan un traje deportivo con colores vivos que permiten al usuario intuir el género de los mismos. En la figura 8 se puede observar un ejemplo de la definición de un personaje con características propias, en este caso mascotas con ropa de colores, color de ojos, color de pelaje, tipo de orejas, raza, emociones entre otros.



Figura 8. Personajes con características

Con estos cuatro componentes, se hizo un estudio y se relacionaron entre sí para dar una coherencia entre todos los elementos y objetos presentes en el juego tomando como referencia cada uno de las bases que plantea [35], como la importancia de hacer el personaje creíble, consistente y con características y actitudes comunes a

los demás. Para los niños entre los 5 y 7 años de edad, los personajes deben ser diseñados con características humanas, por lo cual se personificaron las mascotas elegidas [35]. En los videojuegos serios, el enfoque se basa en la conducta positiva por lo cual es fuertemente reforzada e intenta crear patrones de comportamiento que los niños pueden imitar a través de sus personajes [28], motivo por el cual los personajes de este proyecto son los que motivan y muestran al usuario como realizar cada uno de los ejercicios con el fin de influenciar al niño(a) para que imite su movimiento y logre los objetivos de los escenarios.

- Didáctica y pedagogía: al ser un juego serio y para aprendizaje de hábitos en actividad física, es importante considerar en el diseño métodos o metodologías que ayuden al niño a adquirir un aprendizaje significativo. Por tal razón se realizó una entrevista a una experta en el área de investigación y aprendizaje, Ver Anexo B, quien sugirió usar el modelo de aprendizaje en espiral para generar un aprendizaje significativo en los niños.

Para iniciar el diseño de PetsGo, partimos de la premisa que todo modelo pedagógico tiene su fundamento en alguno de los paradigmas educativos existentes como: conductista, constructivista, humanístico, etc. Un paradigma describe un conjunto de experiencias, creencias y valores que afectan la forma como el individuo percibe su ambiente y la forma en que responde a esa percepción [36].

PetsGo al basarse en un modelo de aprendizaje en espiral tiene su fundamento en el constructivismo. Para lo cual se consideraron los dos puntos básicos del constructivismo [37]: 1) considerar los significados y sentidos previos que tienen los niños frente a la actividad física. 2) Provocar desafíos y retos que hagan cuestionar al niño frente a esos significados y sentidos previamente concebidos de actividad física. Además deben forzar su modificación en la dirección deseada por los expertos en salud. Todo con el propósito de que en un futuro mejore la calidad de vida de los niños.

Para generar un cambio significativo en el aprendizaje de hábitos saludables en niños, hay que partir del hecho de que no todos los niños aprenden a la primera, ellos requieren de un nivel de maduración para cada nivel de aprendizaje, además de un ambiente de aprendizaje óptimo donde existe una iteración dinámica entre el instructor y alumno. Hoy día el modelo de aprendizaje en espiral es uno de los modelos más

usados en la enseñanza de niños porque suple las necesidades de aprendizaje anteriormente dichas.

El modelo de aprendizaje en espiral, busca que el aprendizaje sea periódico, es decir que un alumno debe estudiar permanentemente y cada vez profundizar más sobre el tema, llegando a los detalles que no podía captar al principio. Con este modelo un alumno podrá tener una perspectiva más amplia sobre un determinado tema. Haciendo una analogía y adaptándolo al juego, este genera un aprendizaje desde la experiencia, llevando a que los niños usen permanentemente el juego y que de esta manera profundice más en la importancia y conocimiento en actividad física y en hábitos saludables, concientizándose de la necesidad de incorporarlos en su vida diaria para conseguir mejorar su calidad de vida.

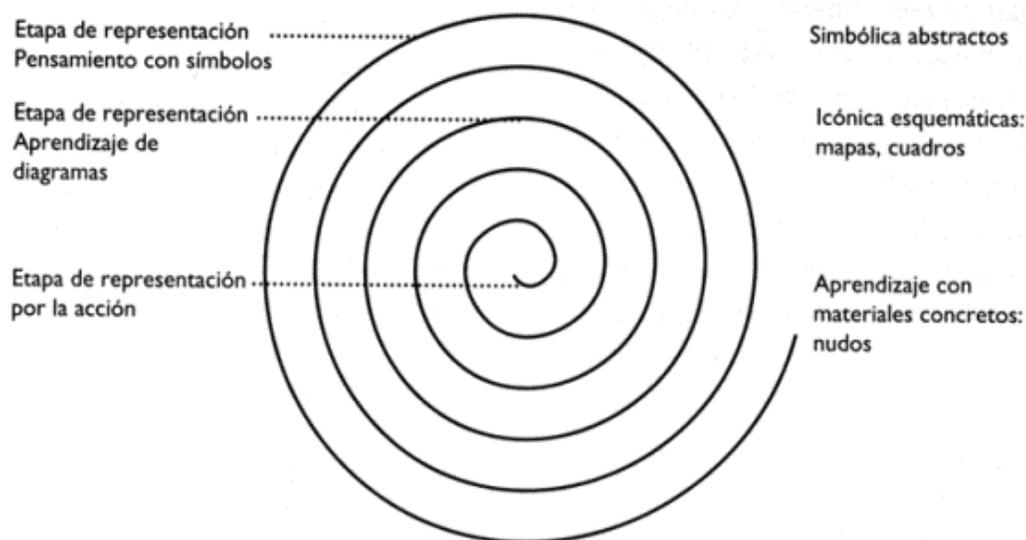


Figura 9.1. Modelo de aprendizaje en Espiral de Bruner.

El modelo de aprendizaje en espiral menciona en la figura 9.1, varias etapas de representación y generación del conocimiento, para lograr avanzar en esta espiral y que los niños logren pasar de la etapa 1 “por acción”, que sería cuando inicia a interactuar con el juego a llegar a una etapa de aprendizaje más robusto y que le permita al niño adquirir nuevas capacidades. Se decidió centrar el diseño en el papel que desempeña un instructor, porque básicamente el juego se comportará como un instructor frente al aprendizaje del niño. Por lo tanto se ha considerado las fases que debe seguir un instructor en el modelo en espiral con sus alumnos. Para PetsGo fueron adaptadas a su diseño de la siguiente manera:

- **Fase 1 Introducción:** se atrae la atención del niño a realizar actividad física a través de los dispositivos externos como hopscocht y kinect, además de los colores y escenarios llamativos y el avatar. Con ello se activa los conocimientos previos que tengan de actividad física como por ejemplo: algunos niños recuerdan “bailar” porque el hopscocht es similar al tapete dancing [38] que han visto en televisión, otros niños recuerdan “mover los brazos” porque en algún momento usaron el juego de tennis del wii [39] y el kinect.
- **Fase 2 Conversación inicial:** se evidencia cuando se narra la historia del video juego y se presenta el escenario de la figura 30 donde el avatar explica al niño como realizar los movimientos. En esta fase se debe cuestionar al niño con sus conocimientos previos, este punto lo hace el kinect al indicar al niño que está haciendo mal los ejercicios ya que su línea de vida disminuye. Por último el niño adquiere nuevo conocimiento en realizar los ejercicios correctamente.
- **Fase 3 Desarrollo de la espiral:** en este punto el niño juega en varias oportunidades con el juego, hasta que adquiere destrezas y conocimientos nuevos de la estructura y el hilo conductor de las rutinas de la actividad física. Posteriormente ellos comparten su experiencia con otros niños acerca de su percepción y aprendizaje del juego. Por ejemplo: algunos niños una vez terminan de jugar le sugieren a sus otros compañeros como usar el tapete, que movimiento hizo mal, si no hizo bien las sentadillas como deberían hacerlas. Lo que se conoce como comprensión del movimiento y así adquiere aprendizaje significativo no solo quien cuenta la experiencia sino también el otro niño receptor de la información.
- **Fase 4 Integración y cierre:** se hace una socialización respecto al juego y se valida si ha sido comprendido los concepto del juego, actividad física y hábitos saludables en general. En este punto lo que se hace es hacer un pre-test y un pos-test respecta a que entiende por el juego, que entiende por actividad física, conoce que son hábitos saludables. Y el pos-test lo que indica es si la percepción del niño ha cambiado y si ha adquirido un nuevo conocimiento en la dirección adecuada.

3.1.4. Diseño de interfaces iniciales.

Con base en [40] para realizar un primer diseño de interfaces, se realizaron una serie de mockups relacionados con los personajes y los escenarios para así poder evaluar la jugabilidad y la historia misma del videojuego probando el grado de aceptación de los mismos a través de Thinking Aloud desde la percepción de los niños y de los expertos en diseño.

Partiendo de este hecho, se crearon los primeros mockups en donde se relacionaron todos los componentes descritos en 3.1.3 explicados a continuación:

- **Personajes:** Tomando en cuenta los estudios realizados anteriormente, se identificaron tres etapas de los posibles personajes del exergame. Estas etapas son: adultos, joven y niño. A través de la metodología de diseño centrado en el usuario, se consultó con niños para saber cuál de las tres etapas le gustaba más, obteniendo como resultado la etapa “niño” de la mascota.

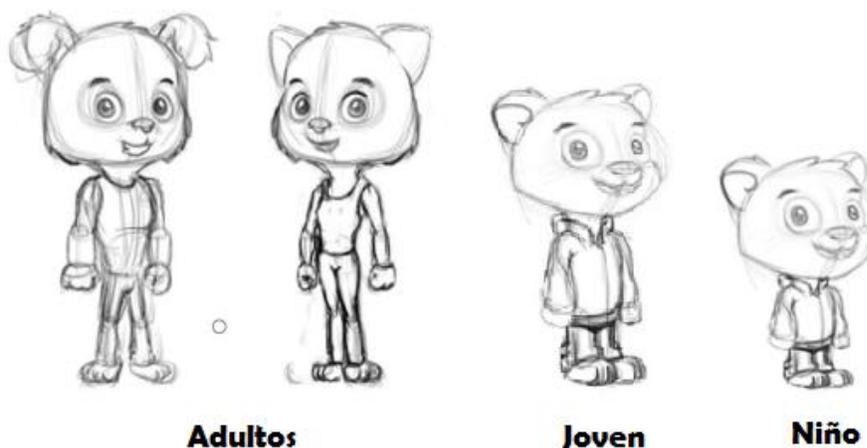


Figura 9. Diseño inicial personajes en tres etapas.

- **Escena de Inicio:** En la figura 10 se presenta el nombre del juego y la instrucción al jugador para iniciar el juego al presionar el botón jugar.



Figura 10. Mockup Inicio

- **Selección de personaje:** En la figura 11, se presentan los dos personajes definidos con sonido propio para estimular al niño a su elección.

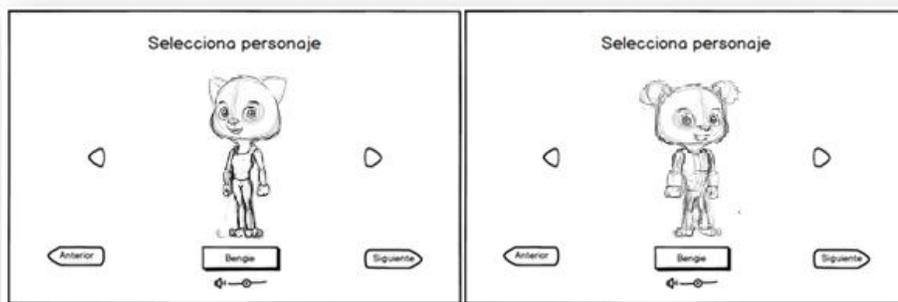


Figura 11. Mockup Selección de personaje

- **Primer escenario desbloqueado:** En la figura 12, se presenta el primer escenario desbloqueado para incentivar al usuario a jugar y descubrir el juego inmerso en este.

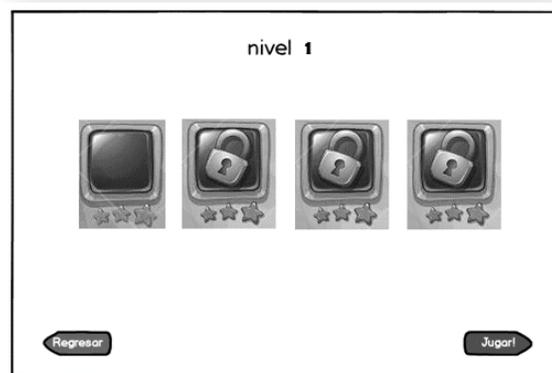


Figura 12. Mockup de escenario 1 desbloqueado

- **Escenario Baño:** En la figura 13, contiene el primer escenario el cual es el baño. El propósito de este escenario es relacionar la rutina diaria de vida del personaje con la del jugador, por lo cual este se configuro como el primer escenario. El escenario cuenta con música de fondo para amenizar

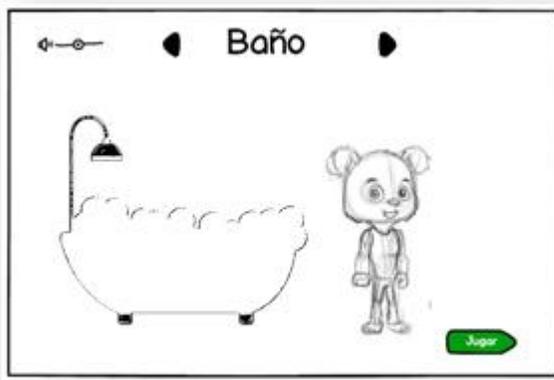


Figura 13. Mockup del Baño

- **Minijuego en el Baño:** En la figura 14, contiene el minijuego diseñado para el baño. Este contiene un contador, el cual refleja el avance del jugador tan pronto va realizando los ejercicios correctamente.

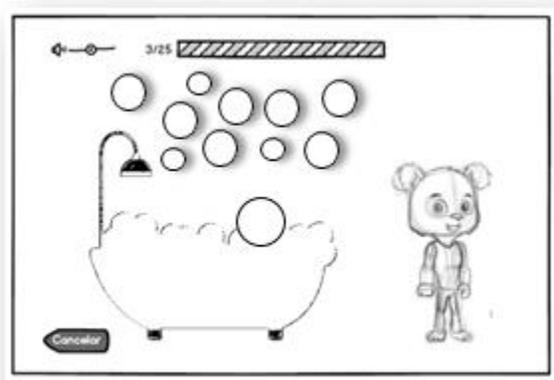


Figura 14. Mockup Minijuego Baño

- **Segundo escenario desbloqueado:** Una vez el jugador completa el minijuego del primer escenario, se presenta el segundo escenario desbloqueado como lo presenta la figura 15.



Figura 15. Segundo escenario desbloqueado

- **Escenario Parque:** En la figura 16, contiene el segundo escenario llamado parque. El propósito de este escenario es relacionar la naturaleza con el personaje, por lo cual este se configuro como el segundo escenario, siendo un espacio de aire libre. El escenario cuenta con música de fondo para amenizar.

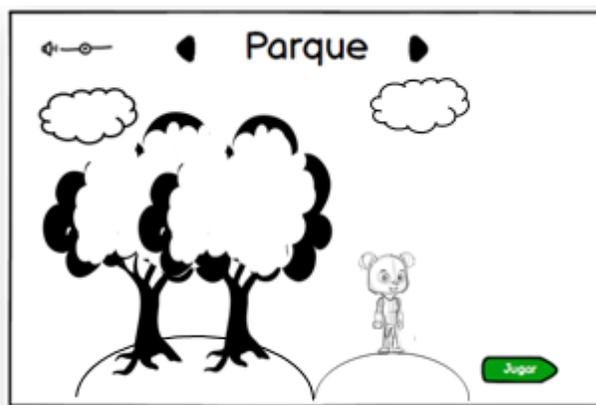


Figura 16. Mockup del parque

- **Minijuego en el Parque:** En la figura 17, contiene el minijuego diseñado para el parque. Este contiene un contador, el cual refleja el avance del jugador tan pronto va realizando los ejercicios correctamente.

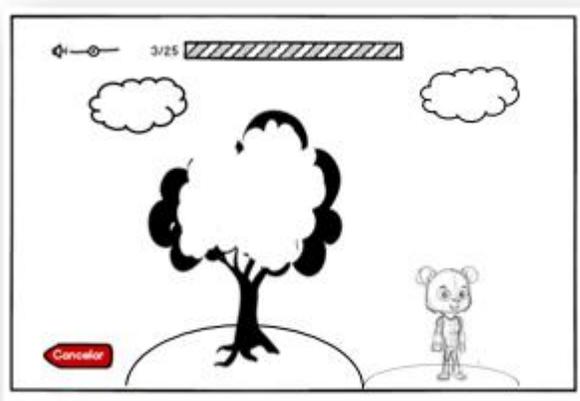


Figura 17. Mockup Minijuego Parque

- **Tercer escenario desbloqueado:** Una vez el jugador completa el minijuego del segundo escenario, se presenta el tercer escenario desbloqueado como lo presenta la figura 18.



Figura 18. Tercer escenario desbloqueado

- **Escenario Sala:** En la figura 19, contiene el tercer escenario llamado sala. El propósito de este escenario es relacionar el entorno casa del personaje con la casa del jugador, por lo cual este se configuro como un espacio familiar.. El escenario cuenta con música de fondo para amenizar.

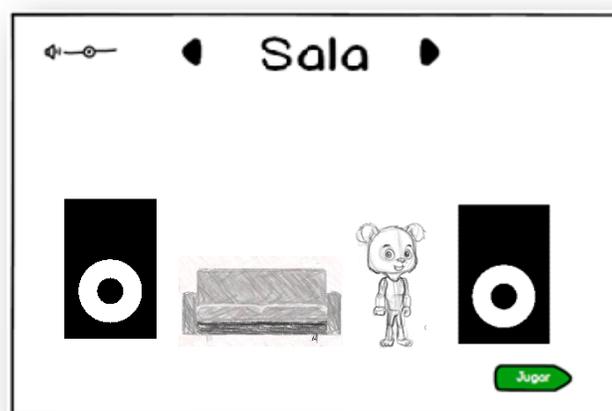


Figura 19. Mockup de la sala

- **Minijuego en la Sala:** En la figura 20, contiene el minijuego diseñado para la sala. Este contiene un contador, el cual refleja el avance del jugador tan pronto va realizando los ejercicios correctamente.

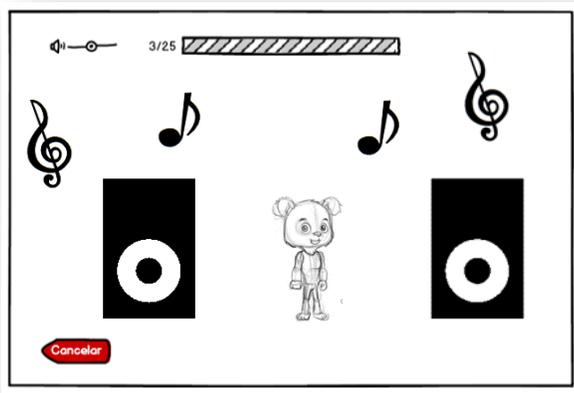


Figura 20. Mockup Minijuego Sala

- **Último escenario desbloqueado:** Una vez el jugador completa el minijuego del tercer escenario, se presenta el último escenario desbloqueado como lo presenta la figura 21.



Figura 21. Último escenario desbloqueado

- **Escenario Playa:** En la figura 22, contiene el cuarto escenario llamado playa. El propósito de este escenario es relacionar un entorno abierto como lo es la playa con el jugador. El escenario cuenta con música de fondo para amenizar.

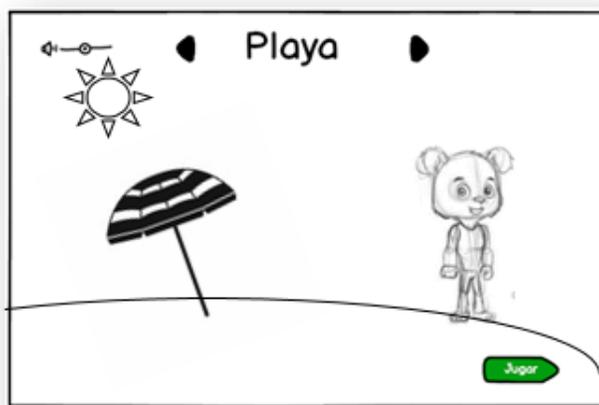


Figura 22. Mockup de la playa

- **Minijuego en la Playa:** En la figura 23, contiene el minijuego diseñado para la playa. Este contiene un contador, el cual refleja el avance del jugador tan pronto va realizando los ejercicios correctamente.

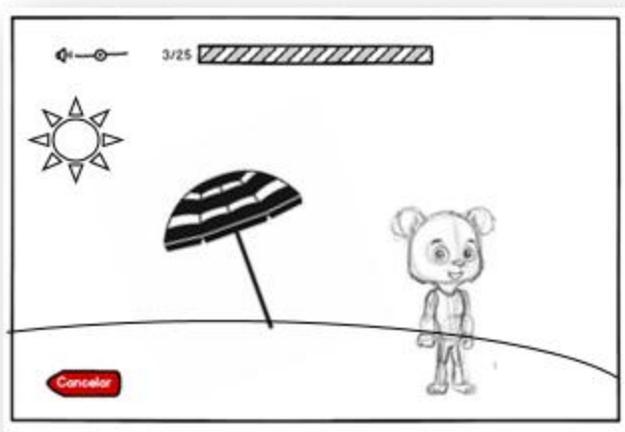


Figura 23. Mockup Minijuego Playa

- **Escena Final:** En la figura 24, contiene la escena final diseñado para felicitar al jugador por cumplir la misión.



Figura 24. Mockup Escena Final

Para establecer si estos mockups iniciales cumplían con el propósito del juego, se consultó con un experto en el tema de diseño y desarrollo de videojuegos, ver anexo B, el cual aprobó y brindó mayor información para la construcción de los mockups finales, además se consultó con niños para conocer su opinión y fueron muy positivas sus reacciones puesto que les gustó el diseño y tuvieron la oportunidad de escoger la edad del personaje.

3.1.5. Diseño de interfaces finales

En esta etapa de diseño, con el apoyo de un experto en diseño gráfico y visual, ver anexo B, se definieron los personajes, escenarios y elementos necesarios para el desarrollo del exergame.

❖ Personajes:

Para los personajes definidos anteriormente, se realizó la personificación de cada uno. Esto consiste en crear las características propias de cada uno junto a su historia dentro del juego como se explica a continuación.

- **Doggy**

Doggy es un perro de 3 años de edad, con ojos y orejas de color café, su pelaje es suave y esponjoso. A Doggy le gusta mucho el tiempo que pasa en el baño lavando su pelaje, porque así lo mantiene lindo y perfumado. Es muy feliz y adora comer huesos de colores. Le encanta saltar, por eso sus juegos favoritos son esos en donde tiene que saltar para ganar. Su ropa es un estilo cómodo y casual, no usa zapatos porque le gusta dejar sus huellas en el camino. Adora sus visitas en la playa porque ahí es su lugar favorito para jugar con la pelota y su mejor amiga Catty.



Figura 25. Doggy

- **Catty**



Figura 26. Catty

Catty es una gata de 2 años de edad. Tiene unos ojos de color negro y su pelaje es gris. A Catty le encanta sonreír y cuida mucho de sus lindos y largos bigotes. Su ropa es un estilo cómodo y casual, Catty ama el color rosado, por eso usa una pequeña flor en su cabeza con el mismo color. No usa zapatos porque le gusta usar sus garritas para trepar árboles o subir alturas. Ella adora visitar el parque, porque los árboles grandes y altos son sus favoritos. Su mejor amigo es Doggy, él siempre la acompaña en todas sus aventuras.

❖ Registro de Usuarios y Login.

Antes de iniciar el exergame, el sistema le muestra al usuario la interfaz de inicio de sesión, figura 27. Si es la primera vez que el jugador va a jugar, este debe ser registrado en la interfaz de registro por su Padre, tutor o experto en salud, figura 28. Una vez el jugador este registrado y listo para jugar, el sistema le proveerá la pantalla de inicio explicado en la siguiente sección.



Figura 27. Inicio de Sesión “PetsGo”



Figura 28. Registrar Usuario “PetsGo”

❖ Escenas y Escenarios

La pantalla inicial del juego está representada por la primera escena, Figura 29, la cual le da la instrucción al jugador de iniciar el juego al presionar el botón indicado en pantalla.



Figura 29. Escena Inicial

Por recomendación del experto en diseño y videojuegos, se adicionó una escena, figura 30, en la cual el jugador puede probar que todas las teclas del Hopscotch están funcionando correctamente y de esta manera evitar problemas de control en los minijuegos.



Figura 30. Escena Verificación Botones Hopscotch

En la figura 31 y la figura 32, se puede observar la selección de personaje entre Doggy y Catty. De nuevo le da la indicación al jugador la tecla que debe presionar en el tapete para seleccionar. Cada personaje tiene sonido propio como parte de la caracterización del personaje.



Figura 31. Catty



Figura 32. Doggy

Una vez es seleccionado el personaje, se muestra al usuario su primer escenario desbloqueado el cual es el baño. Para continuar el usuario debe presionar el botón play.

Para estructurar cada uno de estos niveles, se realizó una valoración con expertos en el área de fisioterapia y educación física, ver perfiles en anexo B, con el fin de establecer el orden y la secuencia adecuada de los ejercicios que estarían inmersos en cada nivel de acuerdo a la categoría del niño. Además, se tuvo en cuenta referencias de juegos existentes [41] [42] que relacionan mascotas con el fin de determinar la mejor opción en la creación de estos escenarios y los mini juegos inmersos en cada uno de estos.

Los mini juegos se crearon de acuerdo al escenario con el fin de relacionar elementos propios del espacio con cada mini juego. La idea consistía en persuadir al jugador para que realizara cada ejercicio y fuera este la base del juego, es decir que cada acción realizada por el jugador debía ser la acción clave para correr el juego y cumplir el objetivo. Para ver los ejercicios de las rutinas, remítase al Anexo C.



Figura 33. Escena Escenario Baño Desbloqueado

En el escenario del baño cargado, se le explica al usuario los ejercicios que debe hacer y los botones que debe presionar en el tapete. Cuando el usuario se siente listo para jugar puede presionar el botón play, el cual lo llevará al inicio del minijuego.

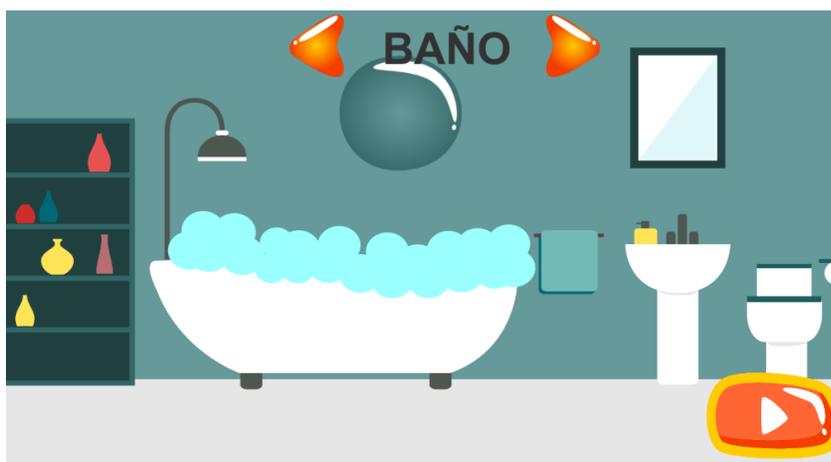


Figura 34. Escena Baño

En la figura 34 se muestra el escenario del minijuego del baño, este juego consiste en explotar las burbujas blancas con la ayuda de la burbuja azul oscura. Esta burbuja se moverá en la misma medida que el usuario haga el ejercicio requerido de acuerdo a su categorización (normopeso, sobrepeso, obesidad) como el ejemplo que se muestra a continuación.

- **Rutina Sobrepeso**
- **Calentamiento**



Figura 35. Ejercicios adaptados a los personajes.

Elevación de Rodillas: se elevan las rodillas de manera alternada haciendo 10 elevaciones con cada pierna.

Intensidad: Una serie de 10 con cada pierna.

Sentadillas: Extiende los brazos hacia el frente, desplaza las caderas atrás y agáchate hasta que los muslos estén paralelos al suelo. Regresa a la posición inicial y repite rápidamente.

Intensidad: 3 series de 5 repeticiones.

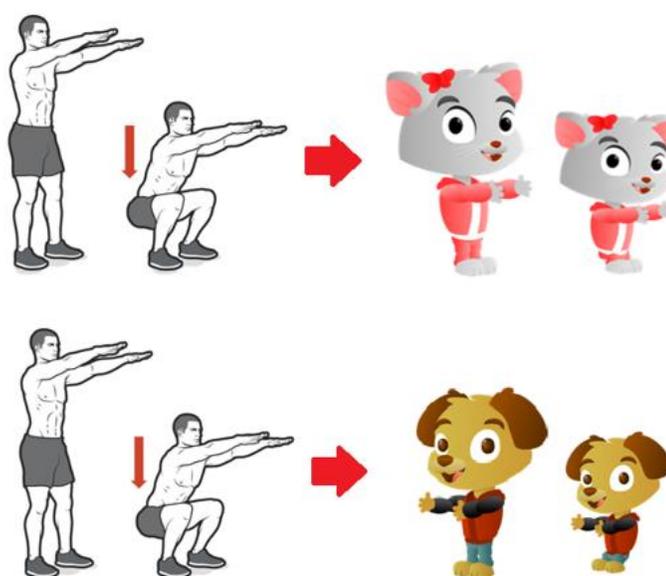


Figura 36. Ejercicios adaptados a los personajes.

El personaje seleccionado estará a un lado indicándole que ejercicio debe hacer el usuario para que la burbuja se mueva. A medida que va completando el número de repeticiones requeridas y el tiempo de dicho ejercicio, la barra de estrellas, Figura 37, se va llenando, dándole energía al personaje por lo cual este será feliz. Cuando el tiempo se acaba o se llena la barra aparecerá la bonificación de acuerdo a su puntuación. Para revisar cada uno de los ejercicios, su intensidad y repetición, remítase al Anexo C.



Figura 37. Barra de estrellas

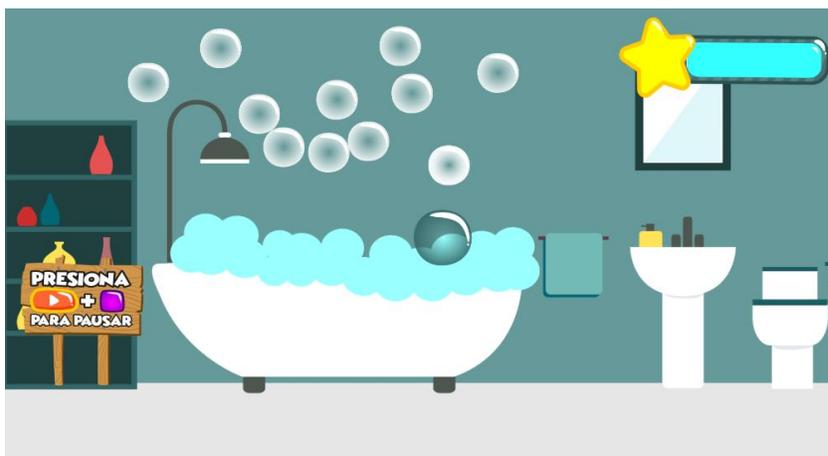


Figura 38. Escena Minijuego Baño

A continuación, se encuentran resumidas todas las bonificaciones existentes para el minijuego. Se tienen cuatro categorías de bonificación: Excelente, Muy Bien, Bien y Lo Siento. Estas bonificaciones se acompañan con estrellas que permiten al usuario motivarse visualmente y además se le brinda la posibilidad de: 1- reiniciar el juego, es decir volver a jugar el minijuego anterior en caso de que quiera mejorar su puntuación, 2- continuar, para pasar al siguiente nivel, 3- Salir del juego. Solo hay una excepción y es la bonificación “Lo Siento”, en la cual el jugador no realizó correctamente el juego por lo cual no le permite pasar al siguiente nivel y solo le presenta dos opciones: Reiniciar o Salir.



Figura 39. Bonificación Excelente



Figura 40. Bonificación Muy Bien



Figura 41. Bonificación Bien



Figura 42. Bonificación Lo Siento

Una vez el usuario le da continuar, el sistema lo redirige a la ventana de escenarios desbloqueados. En este caso, el escenario parque se acaba de desbloquear como lo muestra la figura 43.



Figura 43. Desbloqueo Escenario Parque

El usuario es dirigido al escenario parque, aquí nuevamente se le dan instrucciones para el siguiente minijuego, por lo cual el usuario debe entender y tan pronto esté listo para jugar, presionar la tecla play.



Figura 44. Escena Parque



Figura 45. Escena Minijuego Parque

En seguida, se carga el minijuego del parque y el usuario deberá presionar la tecla que cae del árbol haciendo el movimiento que indique el personaje, este movimiento será de acuerdo a la categorización en la que se encuentre el niño como se mencionó anteriormente. Sumará puntos cada vez que realice el movimiento correctamente y presione la tecla que cae del árbol. Una vez terminado el juego, aparecerá la bonificación de acuerdo a su puntaje.

Después de la bonificación, se carga la ventana de nivel indicando que ha sido desbloqueado el escenario sala.



Figura 46. Escenario Sala Desbloqueado

Se realiza el mismo procedimiento de explicar al jugador lo que debe hacer y después se carga el minijuego Sala.



Figura 47. Escena Sala Figura



48. Escena Minijuego Sala

En este minijuego, el jugador deberá asumir el reto de bailar con su personaje al ritmo de la música. El jugador debe seguir una rutina de baile que permitirá al personaje ganar puntos y de esta manera llenar la barra de vida. Tan pronto se llene la barra o se acabe el tiempo, el jugador obtendrá su bonificación de acuerdo a su

puntaje. Finalmente, se desbloquea el último escenario llamado “Playa”. Aquí el usuario realizará la parte final de su rutina de ejercicios: estiramiento.



Figura 49. Escenario Playa Desbloqueado

En este escenario final, el usuario realizará el mismo procedimiento descrito en escenarios anteriores.



Figura 50. Escenario Playa



Figura 51. Minijuego Playa

El minijuego de la playa consiste en escuchar la canción que se reproduce y apenas se para la música el jugador debe adoptar la posición del personaje y ser estatua hasta que la música vuelva a sonar. Este juego es diseñado para el estiramiento final. Si el jugador cumple correctamente, lo llevará a la ventana final, figura 52, donde se felicita por su buen trabajo en toda la sesión y se invita a realizarlo nuevamente.



Figura 52. Logro Final

Todo el diseño planteado anteriormente se realizó al tomar como actor principal nuestro usuario, niños entre los 5 y 7 años de edad, por lo cual la metodología de Diseño Centrado en el Usuario fue una herramienta clave para desarrollar los mockups y los escenarios finales del prototipo PETSGO.

3.1.6. Diagrama de flujo del Sistema

Para describir el flujo general del sistema, se describe de manera general el proceso de categorización del usuario al ser registrado para la generación de su rutina. De acuerdo a los datos ingresados como talla, peso, género, y clasificación, se genera la rutina de ejercicios apropiada.

Esto se realiza con base en los datos de IMC referenciadas en la Tabla 2 de este documento y la observación por parte de los expertos en salud, es posible analizar la generación de rutina través de un sistema de reglas binario presentado en la figura 53.

El usuario puede ser categorizado en cualquiera de las tres rutinas como: normopeso, sobrepeso, obesidad. Para esto el sistema inicia con dos condicionales: Normopeso. Si su categoría es normopeso el sistema le carga la rutina adecuada. Si por el contrario no está en esa categoría pasa a la siguiente condición preguntando si el usuario está en sobrepeso, si la respuesta es afirmativa cargará la rutina de Sobrepeso de lo contrario pasará a la condición de Obesidad. En caso afirmativo carga la rutina de ejercicios de lo contrario el mensaje será de “no aplica, bajo de peso”.

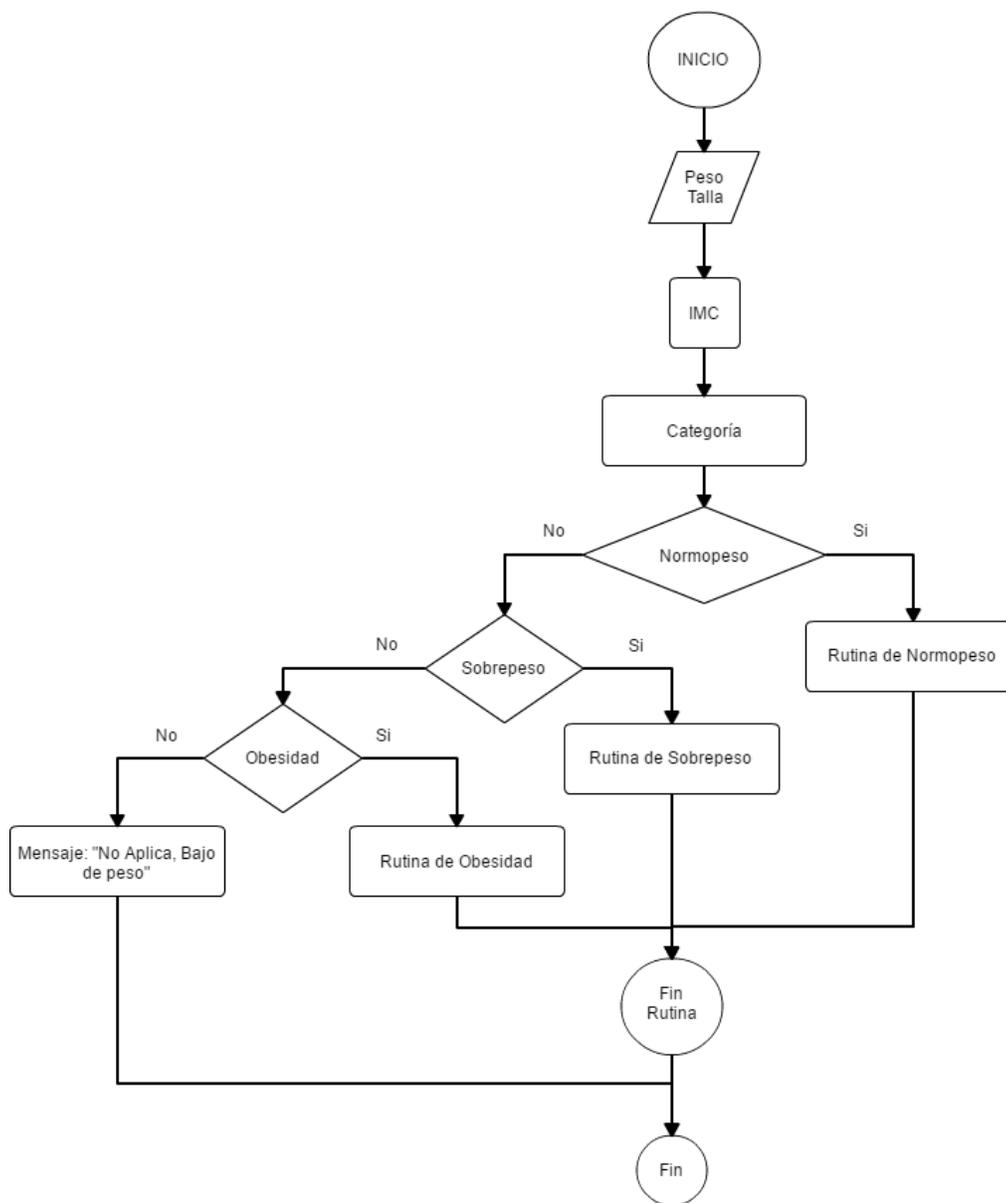


Figura 53. Diagrama de Flujo del Sistema

3.2. Implementación del Sistema

Para la descripción de la implementación del sistema se describen los diagramas de componentes, de casos de uso y el diagrama de secuencia, con el fin de que haya una mejor comprensión del proceso de implementación del exergame “PetsGo” construido.

3.2.1. Diagrama de componentes

El diagrama de componentes permite la comprensión del cómo el exergame “PetsGo” ha logrado dar nivel de abstracción deseado acerca de la información para que pueda ser procesada y ofrezca al usuario la rutina esperada. Para este trabajo se siguió el patrón Modelo Vista Controlador (MVC) [43], con el fin de conseguir un patrón de diseño de software probado, que permitiera entender la lógica del exergame “PetsGo”.

El proceso del patrón MVC se adapta al juego así:

- El jugador realiza una solicitud al exergame “PetsGo”. Esta le llega al controlador (Controller), el cual comunica tanto con modelos como con vistas. El controlador solicita datos a los modelos o manda a realizar actualizaciones de los datos (Data). A las vistas (View) les solicita la salida correspondiente, una vez se hayan realizado las operaciones pertinentes según la lógica del negocio (Model).
- Las relaciones se pueden ver representados así: las vistas pueden solicitar más información a los modelos (View-Model). En ocasiones, el controlador será el responsable de solicitar todos los datos a los modelos (Data-Model) y de enviarlos a las vistas (Model-View). Las vistas envían al usuario la salida.

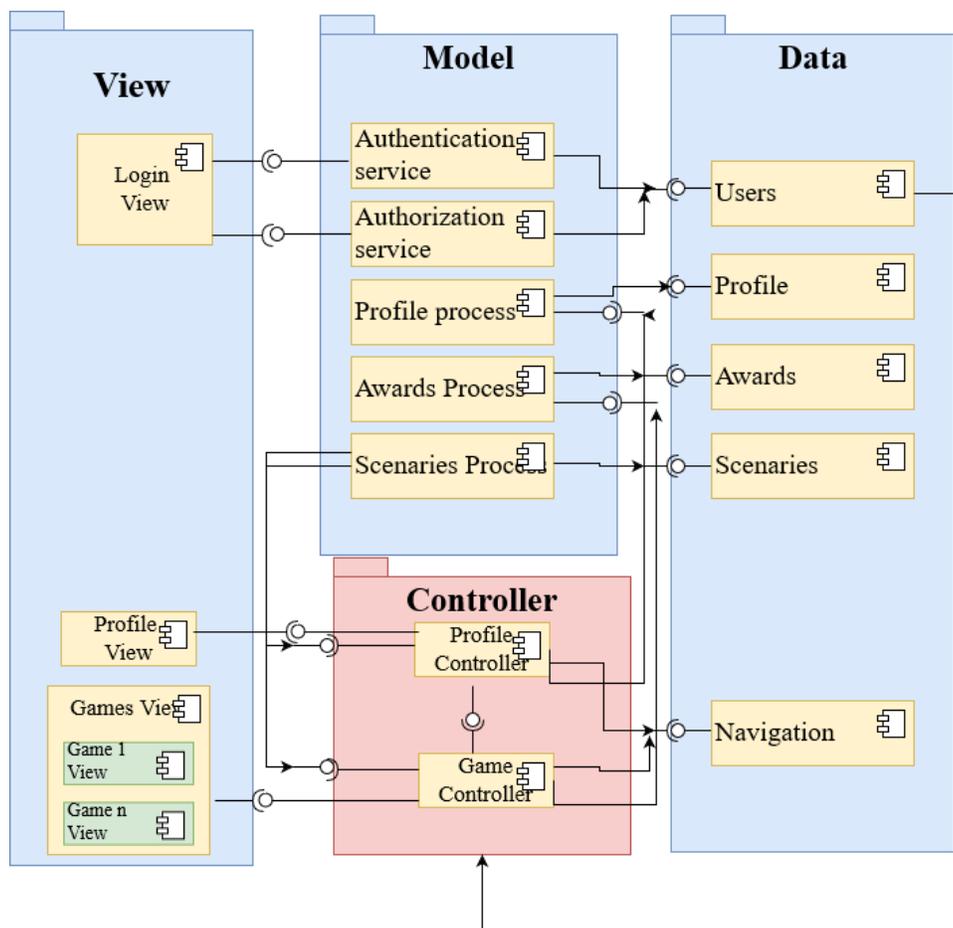


Figura 54. Diagrama de componentes del sistema

El diagrama de la figura 54 se divide en tres componentes: Vista, Modelo y Datos.

- Vista:** contiene las interfaces que puede ver el usuario en este caso las escenas o escenarios. Lo conforman tres sub-componentes. Dos tipos de escenarios básicos que son el perfil y el inicio de sesión. El inicio de sesión tiene que ver con las primeras escenas en la que el usuario ingresa sus datos y vista de perfil es en donde se visualizan los mismos datos almacenados. Y un tercero que sería los escenarios de los minijuegos Game View. Game view, contiene diferentes vistas que son las vistas de cada uno de los minijuegos que tiene el exergame en este caso la vista de la playa, la vista de la sala, etc. Por eso la vista de los juegos va de 1 a n juegos, ya que el juego tiene la posibilidad de extenderse o multiplicarse a múltiples minijuegos. Por ejemplo en la Etapa 2 de las rutinas se

pueden generar nuevos ejercicios como sea posible de acuerdo a las recomendaciones dadas por los expertos en salud.

- **Model**, contiene los procesos que realiza el juego para poder mostrar en la vista todos los escenarios.
 - **Authentication services**: verifica los datos del usuario que desea jugar, para ello se requieren los datos de nombre y tarjeta de identidad del usuario (jugador) y se verifican los datos si existen, de aquí pasa al servicio de autorización.
 - **Authorization service**: este servicio verifica en el componente de Data en User, si tiene permitido jugar y su categorización. Para ello verifica los datos de usuario que se encuentra en la base de datos, el usuario (jugador) debe estar registrado, el sistema obtiene los campos de datos y envía a model profile para luego enviar a control de perfiles para identificar que rutina asignar y posteriormente a control de juegos quien se encarga de ejecutar una rutina. Para hacer este procedimiento, el sistema obtiene los campos almacenados previamente y son enviados al servidor en donde se encuentran los archivos que realizan el procesamiento, se almacena la variable ejecutada y esta es validada a través de una sentencia que verifica si el usuario existe o no existe en la base de datos, retornando al servidor una confirmación y este envía ese mensaje a Unity.
 - **Profile Model**, identifica el tipo de categoría que tiene el niño y la selección del avatar que quiere usar para jugar, permitiendo que las escenas cuenten con este personaje.
 - **Model Award** se encarga de las bonificaciones que obtiene el jugador, en este caso la barra de estrellas y la oportunidad de desbloquear nuevos escenarios si juega correctamente.
 - **Scenarios Model** selecciona los escenarios de acuerdo a lo que el niño vaya a jugar, si el niño gana, administra el escenario que debe continuar.

- **Navigation**, este proceso permite la secuencia de acciones a través de comandos que son enviados al juego por medio del Hopscotch para ejecutar dicha acción, además de definir la lógica de las rutinas.
- **Control**: se divide en dos, profile controller y game controller.
 - **Profile controller**, define el tipo de rutina que debe realizar el usuario con base en los datos personales, identifica hasta que nivel es posible jugar.
 - **Game Controller**, gestiona los tipos de juegos que hay y como se compone cada juego de acuerdo a cada uno de los escenarios y los datos enviados por el profile controller, se encarga de controlar que el juego se realice correctamente, la puntuación obtenida en cada juego y el desbloqueo de nuevos mini juegos.

3.2.2. Diagrama Casos de Uso

En esta sección se encuentran consignadas las figuras 55 y 56, los cuales son los diagramas de casos de uso del sistema total, estos contienen los casos de uso esenciales para el exergame y los actores que están involucrados. Se encuentran nueve (9) casos de uso esenciales y tres (3) actores.

El primer caso de uso es 'registrar' donde el actor, ya sea un Experto o Padre de Familia, registra un nuevo jugador; niño/a entre los 5 y 7 años de edad, ingresando los datos de Nombre, Apellido, Tarjeta de Identidad, Edad, Talla, Peso, Género y Categoría. Estos datos son los requeridos para la generación la rutina de ejercicios para el mismo y la base de datos. El siguiente caso de uso es 'iniciar sesión' donde el mismo actor inicia la sesión para el jugador. El tercer caso de uso se llama 'ver perfil' y permite que el actor revise el perfil del jugador.

El actor 'jugador' tiene los casos de uso: 'Seleccionar Personaje' para la realizar la selección entre catty y doggy, 'jugar' en el cual se inicia el juego con la rutina cargada de acuerdo a su categorización, el caso de uso 'cargar escenario' permite al usuario iniciar el mini juego de cada escenario, el siguiente 'Reiniciar' con el fin de cargar si se

desea nuevamente el mini juego del escenario y por último, el actor tiene el caso de uso 'salir' en el cual puede salir del juego.

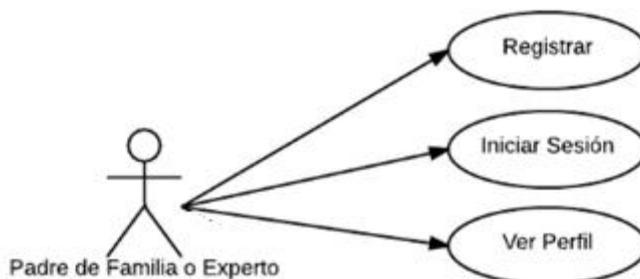


Figura 55. Casos de Uso del Sistema – Padre de Familia, Experto

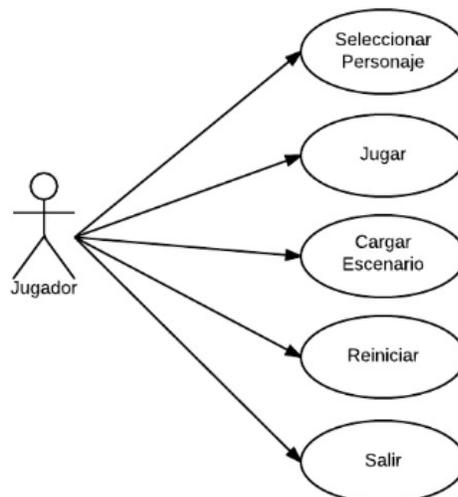


Figura 56. Casos de uso del sistema – Jugador

Para conocer más a fondo los casos de uso extendidos con la descripción completa de cada uno de los casos considerados, el flujo de acciones entre el actor y el sistema y las excepciones que pueden presentarse, remítase al anexo E.

3.2.3. Diagrama de Secuencia

En el diagrama de la figura 57 está la secuencia general de la interacción entre el usuario y el exergame por medio de un diagrama de secuencia, el cual muestra la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo.

El flujo del diagrama de secuencia permite observar la serie de acciones que realiza el usuario en el sistema. En primera medida, el actor 'Padre de familia o experto', hace el registro de la información necesaria del jugador 'Niño/a' como Nombre, Apellido, Tarjeta de Identidad, Edad, Talla, Peso, Género y Categoría que se almacena en la base de datos, una vez el jugador se encuentra registrado, se puede realizar un inicio de sesión. Al estar dentro de la sesión, el usuario puede ver el perfil del jugador, el servidor analiza la información y genera la categorización del 'jugador' para cargar la rutina en el juego. Para la acción jugar, el usuario 'jugador' inicia el juego de acuerdo a la clasificación enviada por el servidor por lo cual carga la rutina específica. Finalmente, el 'jugador' termina su rutina y se envía el puntaje a la base de datos y aparece mensaje de despedida para el jugador.

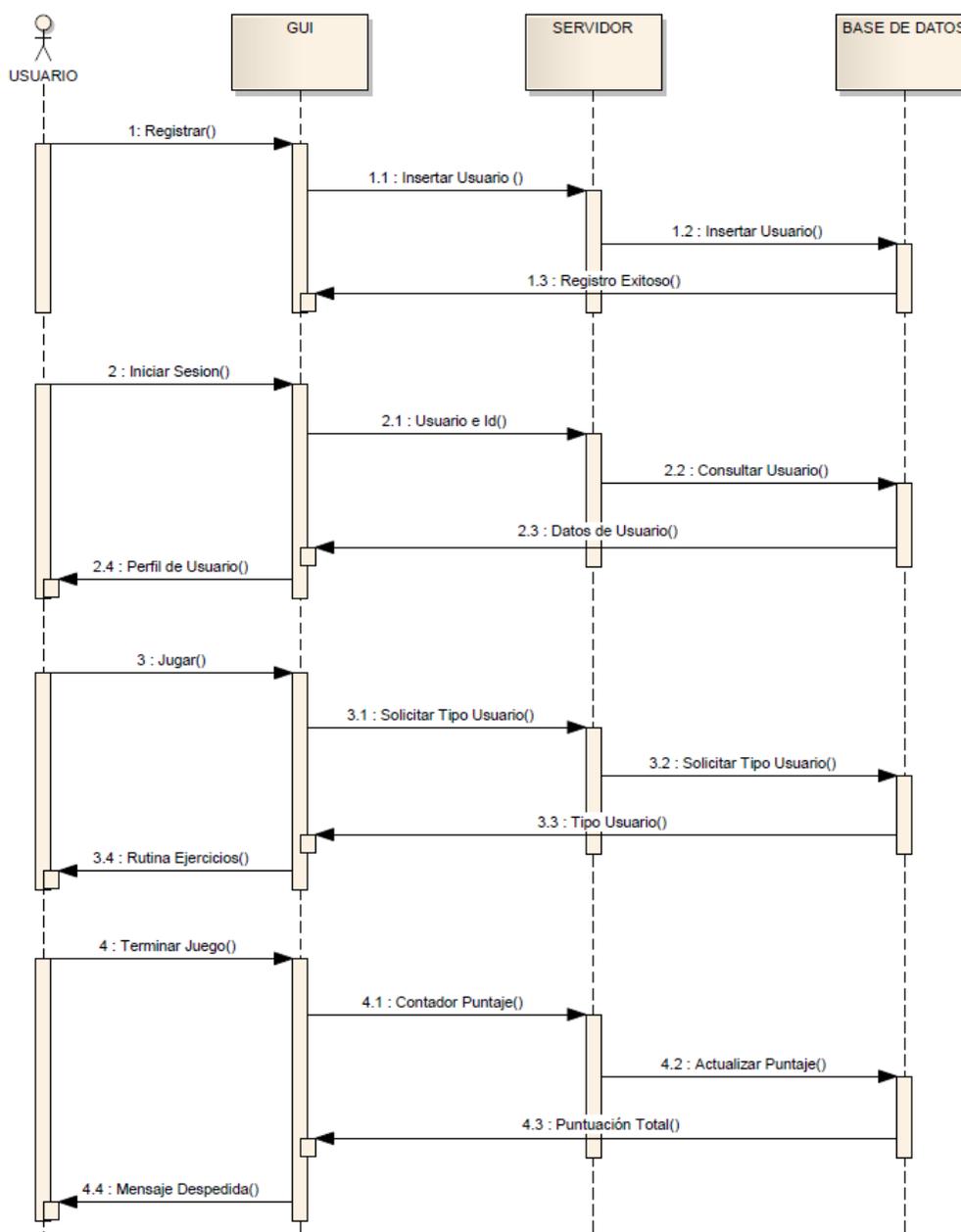


Figura 57. Diagrama de Secuencia

3.2.4. Implementación del sistema.

En esta sección se describe la implementación del prototipo del exergame “PetsGo” del presente trabajo de grado. Como se menciona en la sección anterior, para obtener la generación de rutina del niño/a de acuerdo a la categorización

ingresada por el experto en salud, se realizó un algoritmo el cual mediante la clasificación ingresada explicada en la sección 3.1.1 clasifica al jugador determinando la rutina adecuada: normopeso, sobrepeso y obesidad. Para esto se utilizó el lenguaje de programación Php para el backend por medio del editor de texto Atom, el servidor Apache y la base de datos MySQL.

Para lograr la conexión entre Unity y la base de datos, se realizó una comunicación desde Unity al servidor y desde el servidor a la base de datos. De esta manera fue posible crear los casos de uso Registro, Login y Ver perfil El programa se encarga de actualizar la base de datos con los datos ingresados de cada nuevo usuario.

```

inputnom = plinputnom.text;
inputape = plinputape.text;
inputti = plinputti.text;
inputedad = plinputedad.text;
inputpesokg = plinputpesokg.text;
inputtallamt = plinputtallamt.text;
inputtipo_car = plinputtipo_car.text;
clasificar ();

```

Figura 58. Ingreso Datos Registro Unity

```

<?php
//variables para la conexión
$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbName = "exergame_db";
//variables para insertar usuario
$nombre = $_REQUEST['nombrePost'];//"luis";
$apellido = $_REQUEST['apellidoPost'];//"ruano";
$ti = $_REQUEST['tiPost'];//"1061748473";
$edad = $_REQUEST['edadPost'];//"24";
$peso = $_REQUEST['pesoPost'];//"81.3";
$talla = $_REQUEST['tallaPost'];//"178";
$tipo_car = $_REQUEST['tipo_carPost'];//"normopeso";
$genero = $_REQUEST['generoPost'];

//para calcular el indice de masa corporal
$imc1 = $peso % ($talla * $talla);
$imc2 = $peso / ($talla * $talla);
$imctotal = $imc1 + $imc2;

```

Figura 59. Datos PHP

En la figura 58 y 59, se pueden observar las funciones principales del registro que permiten el ingreso de datos en Unity, la conexión a la base de datos MySQL "exergame_db" a través de PHP, las variables enviadas para cada usuario y el cálculo del IMC retornando un mensaje de "success" cuando el registro se ha realizado correctamente o de "error" cuando es el caso contrario. Para el Login, la función principal es realizada a través de PHP, como lo muestra la figura 60, este se encarga

de comparar los datos almacenados previamente en la base de datos y si los datos son correctos, el jugador accederá a su rutina de juego de acuerdo a su clasificación (normopeso, sobrepeso, obesidad). La figura 61, muestra cómo se verifica la clasificación del jugador que ha ingresado al sistema, determinando el orden de escenas correspondientes a la rutina de dicha clasificación.

```
if (!$con) {
    echo "si";
}else{
    //echo "tampoco";
    $SQL = "SELECT * FROM usuario WHERE ti = '$ti' AND nombre = '$nombre' ";
```

Figura 60. Comparación Datos Ingresados

```
public string clasificacion;
void Update()
{
    PersistLogin login = GameObject.Find ("PersistenciaLog").GetComponent<PersistLogin> ();
    clasificacion = login.clasif;
    Debug.Log (login.clasif);
    if (Input.GetButtonDown("intro"))
    {
        if(clasificacion == "obesidad"){
            SceneManager.LoadScene("menubaño");
        } else if(clasificacion == "normopeso"){
            SceneManager.LoadScene("menuparque");
        }
    }
}
```

Figura 61. Comparación de Clasificación para Rutina

Por otro lado, como se explicó en la sección 3.4, el prototipo se implementó como un juego para computador que funciona mediante la integración de dos dispositivos, Kinect y Hopscotch. El juego se desarrolló en el motor de videojuegos Unity 5 y el editor de script externo Visual Studio, utilizando el lenguaje de programación C#. De esta manera, se crearon cada una de las escenas estructuradas y explicadas en la sección 3.1.5.2 del presente documento. Las funciones se encuentran explicadas en el Anexo F.

Antes de verificar seguimiento por parte del sensor Kinect, se realizaron pruebas con dispositivos externos wereables con el fin de identificar movimientos para ver si el niño los ejecutaba de manera correcta. El dispositivo wereable utilizado fue la Microsoft Band [18]., la cual está dotada de una variedad de sensores que proveen excelentes funciones y beneficios provechosos para el proyecto, sin embargo, durante el proceso

de pruebas se encontraron factores considerados como desventajas para el mismo haciendo de la pulsera un dispositivo menos efectivo comparado con el dispositivo Kinect; entre los factores se encuentra que el tamaño de la manilla es muy grande para los niños a pesar de que la talla probada era la más pequeña disponible en el mercado, la precisión en cuanto a la verificación de movimientos es menor a la del Kinect y el tiempo de respuesta de la manilla en el momento que el usuario realiza un movimiento, supera al tiempo dado por Kinect en tiempo real, además de que su grado de sensibilidad es alto para los delicados movimientos que ejecutan los niños.

Las pruebas se realizaron con la presencia de expertos en salud, quienes sugirieron no usar este tipo de bandas, porque ellos consideran que son invasivas al ser tan grandes e incomodan la ejecución del movimiento, por otro lado ellos perciben que su diseño ha sido validado en personas adultas lo cual no garantiza que los datos obtenidos sean acordes a los que un niño arroja.

Una vez realizadas las pruebas, se considera que la pulsera Microsoft Band no cumple con los objetivos propuestos para el desarrollo y correcto funcionamiento del sistema propuesto, por lo cual se descartó el uso de wereables en este proyecto, para ver el registro de pruebas remítase al anexo F.

Dado que el juego requería del sensor Kinect, fue necesario instalar Microsoft Kinect Drivers V y Microsoft Kinect SDK V1.8, disponible en [44], con el fin de usar las herramientas y recursos de desarrollo para la implementación de este sensor en el presente proyecto. Se utilizaron los scripts que venían implementados por defecto en el proyecto de Unity llamado “Kinect with MS-SDK” disponible en el Asset Store y se establecieron las variables, los valores de partida y componentes para que el Kinect se activara y funcionara a la perfección, haciendo uso de las diferentes funciones y parámetros a conveniencia de nuestro proyecto.

Para implementar el Hopscotch en “PetsGo”, este fue configurado como un control de juego, en donde cada campo correspondía a un “Input” en Unity, es decir que la señal enviada por el dispositivo obedecía a una entrada que era controlada por una función determinada en cada mini juego.

La integración entre estos dos dispositivos, permitió evaluar motricidad superior e inferior, logrando el propósito de crear un juego para la salud integral. Esta integración, fue realizada mediante el lenguaje de programación C# en el editor de script externo Visual Studio. Por medio de funciones y condicionales, fue posible coordinar estos dos dispositivos, los cuales se adaptaron a cada mini juego y a cada una de las rutinas.

3.2.5. Pruebas del sistema

Para cumplir con el objetivo de la integración entre los dos dispositivos, se realizaron pruebas del sistema divididas en tres fases: pruebas Hopscotch y juego, pruebas Kinect y juego, pruebas de cada Mini juego explicadas a continuación.

3.2.5.1 Prueba Hopscotch y juego

La prueba entre Hopscotch y juego se realizó en primera medida probando todos los campos del dispositivo con el fin de verificar su correcto funcionamiento y la asignación de la variable de cada campo. Una vez probado esto, se incorporó en el juego con el fin de seguir la mecánica de cada mini juego de acuerdo al escenario.

Durante las pruebas, fue posible determinar los cambios requeridos en la programación. Un ejemplo de esto puede verse reflejado en el juego de saltos, ya que debido a la función utilizada en el código, este estaba validando cuando el campo era presionado y lo contaba de manera seguida, produciendo un error en la mecánica del juego, ya que contaba puntos que no existían. Esto fue posible corregirlo, modificando la función que validaba cuando el campo era presionado, logrando que este lo contara como una vez.

3.2.5.2 Prueba Kinect y juego.

Esta prueba fue de gran importancia en el desarrollo de este proyecto porque permitió identificar los ejercicios que no se ajustaban al exergame por limitaciones de reconocimiento del sensor Kinect. Estos ejercicios tuvieron que ser modificados por los expertos, recomendando nuevos ejercicios que el sensor pudiera reconocer.

Por medio del Kinect, fue posible evaluar ejercicios que involucraran motricidad gruesa de miembros superiores e inferiores, como saltos, elevación de rodillas entre otros. Otro aspecto importante fue la distancia que debía existir entre el sensor Kinect y el jugador, puesto que si estaba demasiado cerca al saltar salía del rango de detección por parte del Kinect.

Entre el juego y el Kinect, las pruebas permitieron ajustar los rangos de movilidad y verificar el reconocimiento de los patrones de cada ejercicio, de esta manera se comprobó que el sistema validaba el ejercicio requerido.

3.2.5.3 Prueba Integración Mini juego

Para esta prueba, se integraron los dos dispositivos Hopscotch y Kinect por medio de la programación en C# explicado anteriormente. Esta prueba fue fundamental para verificar el funcionamiento del sistema ya que cada mini juego consistía de la misma estructura.

Inicialmente, el exergame reconocía los campos presionados en el Hopscotch pero el Kinect no hacía la validación correcta del movimiento ejecutado. Luego de varias pruebas y cambios en el código, se logró determinar que todo era cuestión de incluir unas funciones dentro de otras y de esta manera el sistema logró reconocer lo que se deseaba. Las funciones se encuentran de manera extendida en el Anexo F. La figura 58 muestra algunos de los ejercicios presentes en el exergame.

MINIJUEGOS CON EJERCICIOS



Figura 62. Minijuegos con ejercicios.

Resumen

En este capítulo se explicó la creación del exergame “PetsGo” dividido en dos fases: Diseño e Implementación. En la primera parte, se muestra cada uno de los procedimientos realizados para lograr el mejor diseño del sistema partiendo de la metodología de diseño centrado en el usuario y en la segunda parte la implementación de cada uno de los componentes que componen el exergame presente en este trabajo de grado. También se hace referencia a las pruebas de implementación para la integración de los dos dispositivos: Hopscotch y Kinect. Estas pruebas se dividen en pruebas de unidad por parte del juego con cada dispositivo y prueba general con ambos dispositivos integrados.

Para completar la información acerca del trabajo de grado desarrollado, este capítulo se completa con cuatro (4) anexos. El anexo C contiene las rutinas de ejercicios creadas por los expertos. El anexo D presenta cada uno de los cuestionarios aplicados con base en la metodología de Diseño Centrado en el Usuario para determinar la mejor solución. El anexo E contiene los casos de uso extendidos. Por último, el anexo F contiene la descripción de la implementación y desarrollo del exergame que contiene este trabajo de grado.

Capítulo 4

4. Aplicación del estudio de caso

Este capítulo presenta la definición del estudio de caso, las ventajas que éste representa para la validación del prototipo del exergame implementado, la metodología en la que se basa el estudio de caso, los recursos humanos y materiales utilizados en la aplicación del estudio de caso y, por último, el desarrollo del estudio de caso que sirve de base para la evaluación del exergame implementado para el cumplimiento del objetivo general de este trabajo de grado.

4.1. Estudio de Caso

El método del estudio de caso es una herramienta metodológica de investigación en cualquier área del conocimiento; con el estudio de caso es posible realizar un proceso de análisis inductivo de datos cualitativos. La información de un estudio de caso se obtiene de fuentes tanto cualitativas como cuantitativas tales como entrevistas directas, grupos focales, observación directa, observación de los participantes, entre otros.

La fortaleza del estudio de caso radica en que a través de éste se mide y registra la conducta de las personas participantes de la situación estudiada. Es importante resaltar que el estudio de caso es una forma esencial de investigación en áreas como ciencias sociales, negocios internacionales y el desarrollo tecnológico [45].

4.1.1. Metodología

La metodología utilizada para el caso de estudio del exergame 'PetsGO' se basa en "Thinking Aloud" con el fin de conocer la percepción por parte de los usuarios cuando prueban el sistema por primera vez. También se contará con un instrumento llamado cuestionario de satisfacción SUS [46], contenido en el Anexo D.

4.1.2. Recursos

Esta sección está dirigida a describir los recursos (humanos y materiales) utilizados en la aplicación del estudio de caso definido.

4.1.3. Recursos humanos

Dentro de los recursos humanos se consideran: la población objetivo niños y niñas entre los 5 y 7 años, expertos en áreas de Fisioterapia, Educación Física, Diseño Gráfico, Fonoaudiología e Ingeniería Electrónica, ver perfiles en Anexo B.

Inicialmente se realiza un grupo focal con expertos en diferentes áreas con el fin de evaluar el exergame antes de ser puesto a prueba con los niños. El número de participantes del grupo focal es de 7 personas y la sesión del caso de uso es de 17 participantes, especificado así con base en la definición del estudio de caso y la metodología de Diseño Centrado en el Usuario, utilizada durante todo el proceso de desarrollo de este trabajo de grado. Las personas responsables de aplicar y dirigir la sesión, que para este caso en particular, son los estudiantes de pregrado Luisa Fernanda Romero Muñoz y Luis Fernando Ruano Zúñiga, responsables del desarrollo del presente trabajo de grado. Los estudiantes se encuentran bajo la dirección de la PhD(C) Gineth Magaly Cerón Ríos, quien orientó la creación de la sesión donde se aplica el grupo focal y el estudio de caso definido.

Posterior al grupo focal se procede a realizar las respectivas correcciones al juego y a validarlo en la población infantil como se observa en el apartado 4.5 del presente capítulo.

4.1.4. Recursos materiales y software

Los recursos materiales y de tipo software necesarios para la aplicación del grupo focal y la sesión de prueba se listan en la tabla 3, se indica el propósito con el cual se utiliza cada uno.

Recurso	Propósito(s)
Computador Portátil	Acceder al exergame "PetsGo".
Cámara de video	Grabar al participante durante la sesión de prueba.
Hopscotch	Control de Juego 1
Sensor Kinect	Control de Juego 2
Balanza	Pesar a los participantes.
Metro	Medir talla de los participantes.
Cuestionarios impresos	Recoger información escrita del participante de la prueba.
Elementos de oficina	Apoyar la realización de la sesión con éxito.
Espacio amplio.	Recrear un entorno tranquilo para los participantes de la sesión.
VideoBeam	Proyectar el Juego para el grupo focal

Tabla 3. Lista de recursos materiales

4.2. Grupo Focal

El grupo focal se llevó a cabo en el salón 326 de la Facultad de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, con el fin de evaluar el exergame "PetsGo". Para esta experiencia se contó con un equipo interdisciplinar conformado por: tres (3) expertos en el área de Fisioterapia, una experta en el área de Fonoaudiología, un profesional en Educación Física, un estudiante de maestría en Ingeniería Telemática y un experto en el Diseño Gráfico y Visual. Para ver sus perfiles, remítase al Anexo B.

Una vez considerado el grupo focal, la metodología a seguir para la sesión y los recursos necesarios para llevarla a cabo, se muestra a continuación el protocolo a seguir. Dicho protocolo consta de actividades que siguen un hilo conductor preparados previamente y contenidos en el Anexo G.

Se crea la estructura de la sesión con el grupo focal que consta de las siguientes actividades presentes en el Anexo G:

- A) Presentación del Proyecto “Exergame basado en Kinect y Hopscotch como apoyo a la promoción de actividad física en niños” y de los integrantes del proyecto.
- B) Objetivo General: Promocionar actividad física en niños entre los 5 y 7 años de edad de una forma divertida.
- C) Primera Pregunta: ¿Cómo se imaginan el exergame?
- D) Se presenta visualmente los componentes del exergame.
- E) Se cuenta la historia de los personajes.
- F) Se procede a Jugar el exergame.
- G) Segunda Pregunta: ¿Cómo se sintieron?
- H) Tercera Pregunta: ¿Qué recomendaciones harían para el diseñador y los desarrolladores?
- I) Cuarta Pregunta: ¿Qué nombre le darían al Exergame?
- J) Conclusiones

4.2.1. Análisis de Resultados Grupo Focal

No.	Pregunta	Conclusión	
		Área	Aporte
1	¿Cómo se imaginan el exergame?	Fisioterapia	No tenían claro el concepto de “exergame” por lo cual solo se imaginaban un juego por la palabra ‘game’.
		Fonología	Tampoco relacionaba la palabra exergame.

		Educación Física	Se imaginaba algo con ejercicio porque relacionaba la palabra exer con exercise en inglés, sin embargo no estaba del todo seguro.
		Diseño Gráfico	Se imaginó un juego con personajes animados por el público objetivo de ese trabajo de grado, sin embargo no se imaginaba la mecánica.
		TICS	Imagino un juego con herramientas TICS, porque relaciono el título del proyecto con los dos dispositivos que utiliza.
2	Mini juegos	Fisioterapia	Al jugar concluyeron: la interfaz es llamativa podría generar fácil adherencia al juego. Además el dispositivo “Hopscotch” al contar con un diseño atractivo y usable cuida la salud del niño. El personaje debe ser más grande para observar de manera correcta el movimiento. Las dinámicas de los minijuegos efectivamente incitan al niño a moverse y continuar para ganar puntos para avanzar.
		Fonoaudiología	Los minijuegos cuentan con una interfaz adecuada para los niños, sugirió el uso de comandos de voz para las instrucciones de cada ejercicio y una música de fondo adecuada con sonidos especiales que ayude a estimular al niño cada vez que acierta.
		Educación Física	Sugirió el uso de adhesivos en el tapete, puesto que si de saltos se trata, el tapete es un poco resbaladizo y podría generar un accidente en los niños al moverse en el

			<p>piso. También debe invertirse el orden de ciertos ejercicios, lo ideal es iniciar con algo suave para evitar daños en la salud de los niños.</p>
		Diseño Gráfico	<p>Propuso ampliar el tamaño de los personajes además de modificar algunos colores en el Hopscotch puesto que eran muy similares y a la hora de jugar creaban confusión. También sugirió crear unas animaciones para estimular al niño cuando hacía algo bien.</p>
		TICS	<p>Las interfaces son claras, fáciles de entender, usables con un orden lógico y la gamificación estaba bien implementada, sin embargo sugirió la implementación de una escena que permitiera verificar el correcto funcionamiento del Hopscotch antes de jugar y buscar la mejor ambientación del lugar en términos de luz y espacio para lograr el correcto funcionamiento del sensor Kinect.</p>
3	¿Cómo se sintieron después de jugar?	Fisioterapia	<p>Confusión con respecto a la ubicación en el Hopscotch..</p>
		Fonoaudiología	<p>Muy acertada la temática del exergame.</p>
		Educación Física	<p>El exergame es una herramienta muy atractiva para la promoción de actividad física y propuso varias alternativas para trabajos futuros.</p>
		Diseño Gráfico	<p>Excelente historia y la manera de relacionar e incluir al niño en la práctica de actividad física. Además se propuso como</p>

			colaborador para nuevos diseños de trabajos futuros relacionados con el tema.
		TICS	Confusión al inicio porque le pareció que el Kinect no estaba bajo las condiciones adecuadas por lo cual el rango de error estaba mayor de lo normal. Sin embargo argumento que la prueba con niños podría ser totalmente diferente por su tamaño entre otras cosas pero que sí era importante la adecuación del espacio (luces, espacio, distancia, etc).
4	¿Qué recomendaciones harían para el diseñador y los desarrolladores?	Fisioterapia	<ul style="list-style-type: none"> • Instrucciones previas a cada minijuego. • Personajes más grandes para que sea más visible el ejercicio.
		Fonoaudiología	<ul style="list-style-type: none"> • Sonidos de estimulación, música de fondo o voz en los personajes.
		Educación Física	<ul style="list-style-type: none"> • Adhesivos en el Hopscotch, orden de escenas de acuerdo a los ejercicios, de menor a mayor intensidad.
		Diseño Gráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Instrucciones visuales en el Hopscotch como Inicio y campos de derecha e izquierda.
		TICS	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba inicial de campos del Hopscotch antes de jugar. • Buena ambientación del lugar de las pruebas en términos de Luz y número de personas cerca al sensor.

5	¿Qué nombre le darían al Exergame?	Fisioterapia	Desafortunadamente no surgieron propuestas por parte de los expertos.
		Fonoaudiología	
		Educación Física	
		Diseño Gráfico	
		TICS	

4.3. Desarrollo caso de estudio.

Se realizaron dos sesiones de pruebas, la primera en el Colegio Cesco Bilingüe ubicado en la calle 8 no 6-59 Centro de la ciudad de Popayán y la segunda en el Jardín Infantil Los Hoyos.

4.3.1. Primera Prueba Colegio CESCO Bilingüe

El Colegio Cesco Bilingüe es un programa de la Corporación del Sur Occidente Colombiano – CESCO, el cual presta el servicio a la comunidad de educación regular desde el grado Transición hasta Undécimo. Su grupo poblacional son niños y niñas, mestizos, indígenas, afrodescendientes de estratos 3, 4 y 5. En esta primera prueba, la población fue de trece (13) niños entre los 5 y 7 años de edad como lo presenta la tabla 4.

Orden	Género	Edad	Talla (metros)	Peso (Kg)	IMC	Categoría
1°	Masculino	5 años	1.08	18	15.4320988	Normopeso
2°	Masculino	6 años	1.21	27.7	18.9194727	Obesidad
3°	Masculino	6 años	1.16	21.5	15.9780024	Normopeso
4°	Masculino	6 años	1.11	20	16.2324487	Normopeso
5°	Masculino	7 años	1.20	23	15.9722222	Normopeso
6°	Masculino	6 años	1.17	26.4	19.2855577	Obesidad
7°	Femenino	5 años	1.07	17.6	15.37252162	Normopeso
8°	Femenino	7 años	1.20	22.5	15.625	Normopeso
9°	Femenino	6 años	1.15	20.3	15.3497164	Normopeso
10°	Femenino	5 años	1.18	23	16.5182419	Normopeso
11°	Femenino	6 años	1.13	21.9	17.1509124	Sobrepeso
12°	Femenino	7 años	1.26	30.2	19.0224238	Obesidad
13°	Femenino	5 años	1.06	17.8	15.8419366	Normopeso

Tabla 4. Descripción general de los participantes

La figura 59 evidencia la adaptación de un salón con base en las sugerencias recibidas en el grupo focal con expertos. Se contó con dos (2) escritorios y este se organizó en cuatro estaciones (A, B, C y D) presentadas a continuación:

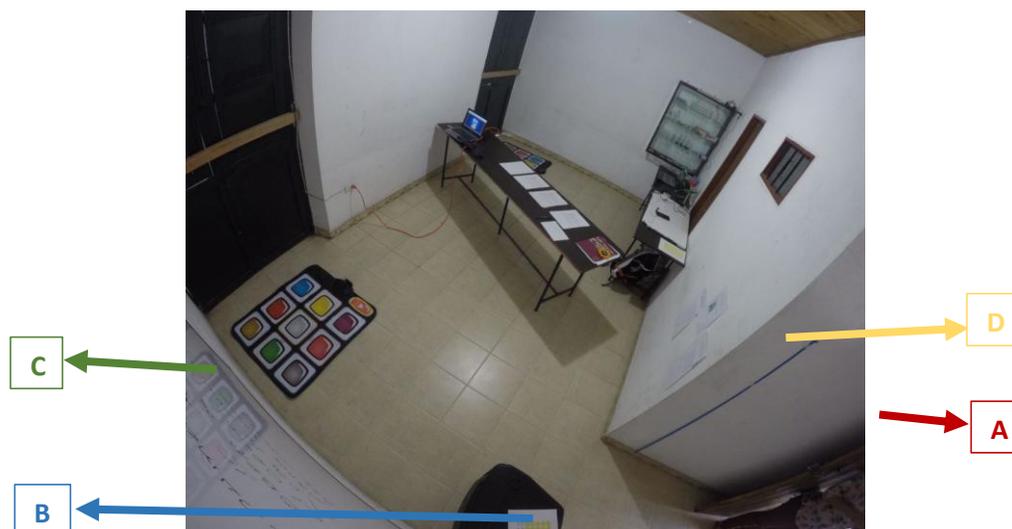


Figura 63. Salón de sesión

- **Primer estación:** Toma de datos (Peso y Talla)

En esta estación se toma los datos de los niños: talla y peso. La talla fue tomada con el metro que estaba en la pared y se pesaba en una balanza ubicada al frente.

- **Segunda estación:** Primer sección Pre- cuestionario SUS

Esta estación se aplicaba la primera sección del cuestionario SUS, explicado en el Anexo G, en donde por medio del Smilometer, los niños calificaban su percepción frente a la primera escena del exergame, por medio de adhesivos con expresiones como lo muestra la figura 64.

A la pregunta: ¿Qué piensas sobre el Juego “PetsGo”?, los niños contestaban de acuerdo al Smilometer.

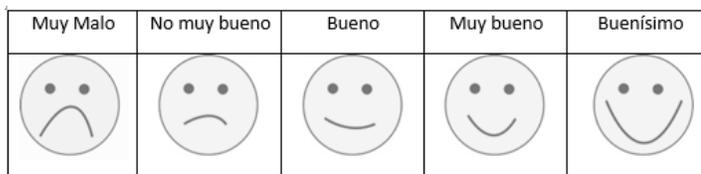


Figura 64. Smilometer

- **Tercera Estación:** Juego “PetsGo”

En la etapa de juego, los niños se ubicaban en el tapete frente al computador y al Kinect. Ahí comenzaban su sesión tras una breve explicación por parte de los desarrolladores como se muestra en la figura 65.



Figura 65. Sesión de prueba “PetsGo”

- **Cuarta Estación:** Segunda sección Pos-cuestionario SUS.

En esta última sesión, el participante validaba su experiencia con el juego. Para esto se hizo nuevamente uso del cuestionario SUS, en donde a través del Smilometer (figura 64) el jugador calificaba su experiencia respondiendo a la pregunta:

- Ahora que ya jugaste, cuéntanos que piensas de este juego.

Después, el jugador contestaba una pregunta final la cual decía:

- ¿Cuál de los mini juegos te gustaría volver a jugar?

Para contestar esta pregunta, los participantes debían responder con el uso de un adhesivo el cual se muestra en la figura 66 y pegar el adhesivo en una de las casillas en donde los campos eran “Sí”, “Tal vez” y “No” como se muestra en la tabla 5.



Figura 66. Visto bueno

Escenario	Sí	Tal vez	No

Tabla 5 Mini juegos.

4.3.2. Segunda Prueba Jardín Infantil

Esta prueba se realizó en el Hogar Infantil Los Hoyos ubicado en la carrera 4 Número 24N-29 en la ciudad de Popayán. Este es un programa vinculado al Sistema Nacional de Bienestar Familiar que presta un servicio a la comunidad en el acompañamiento a la primera infancia de niños en condición de vulnerabilidad de los estratos 1, 2 y 3. Su grupo poblacional son niños y niñas, mestizos, indígenas, afrodescendientes desplazados con necesidades especiales

En esta segunda prueba, la población fue de cuatro (4) niños de 5 años de edad como lo presenta la tabla 6.

Orden	Género	Edad	Talla (metros)	Peso (Kg)	IMC	Categoría
1°	Masculino	5 años	1.05	26.5	24.0362812	Obesidad
2°	Femenino	5 años	1.04	16	14.7928994	Normopeso
3°	Masculino	5 años	1.04	19.1	17.6590237	Sobrepeso
4°	Femenino	5 años	1.03	17.3	16.3069092	Sobrepeso

Tabla 6 Descripción General Participantes

Para esta prueba, se contó con la oficina de la Psicóloga y de la Enfermera de la institución, ver perfil en anexo B. El espacio fue un poco limitado, ya que este disponía de dos escritorios, una camilla y demás elementos propios de una oficina – enfermería. Sin embargo, se logró ubicar todos los componentes necesarios para la prueba del exergame, además el lugar contaba con buena iluminación.

El procedimiento de esta prueba fue un poco diferente al del Colegio Cesco Bilingüe, puesto que acá, la enfermera indico los datos de los participantes por lo cual se omitió la toma directa de los datos.

La aplicación del cuestionario SUS se realizó de forma similar a la prueba anterior. En primera instancia, las profesionales de la institución presentaban a los participantes cada uno de los desarrolladores para que los niños entraran en confianza y no se sintieran atemorizados. Una vez hecha esta presentación, se aplicó la primera sección Pre- cuestionario SUS.

Luego, los participantes procedían a jugar con “PetsGo”. Durante esta sesión fue interesante ver cómo influye en el niño/a el acompañamiento de las profesionales que conocen al niño y ayudan a motivarlo constantemente.

Una vez terminado el juego, se aplicó la segunda sección Pos-cuestionario SUS, con el fin de evaluar la experiencia del niño y su motivación para jugar nuevamente. Como recompensa y por recomendación de las profesionales se le otorgaba a cada participante un adhesivo de “Cara Feliz” en su camiseta con el fin de incentivarlo con el resto de su jornada escolar.

4.4. Análisis de Resultados

Como se describió anteriormente, los participantes evaluaron su experiencia a través de un precuestionario SUS, Anexo G y sección 4.5 del presente documento. A continuación, se explica cada uno de los resultados según las secciones.

4.4.1. Colegio CESCO Bilingüe

- **Primera Sección**

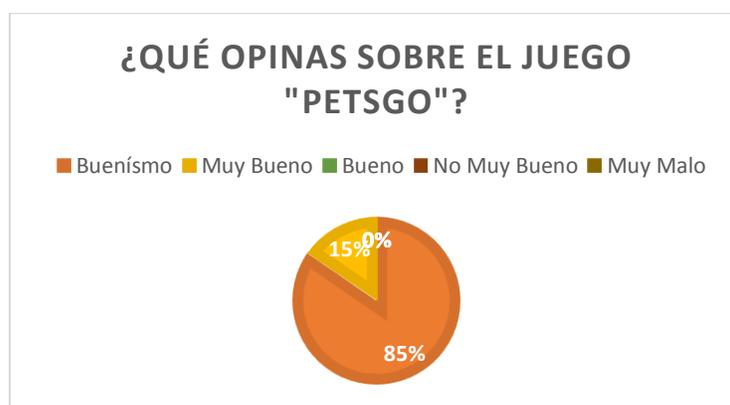


Figura 67. Resultados a la primera pregunta

En la figura 67, se observa que el 85% de los niños perciben el juego como “Buenísimo” y el 15% lo calificaron como “Muy Bueno”. Este último porcentaje se evidenció que a los niños les parecían lindos los personajes pero que al no saber de qué se trataba no le daban la calificación “Buenísimo”. con el 85% de la población podemos inferir que la imagen inicial de “PetsGo” motiva a los usuarios a jugar y explorar el juego, por lo cual es un aspecto positivo y una buena referencia hacia el uso de la Metodología de Diseño Centrado en el Usuario.

- **Segunda Sección.**

Los resultados de la figura 68 después de realizar el pos-cuestionario, este cuestionario se realiza una vez el niño termina de jugar. Se observa que el 92% de la población, considera que el juego “PetsGo” es “Buenísimo” frente a un 8% que lo catalogó como “Muy Bueno”.



Figura 68. Resultados de la segundo pregunta.

Por otro lado, el 8% significa que a 1 niño no le gustó mucho, una de las conclusiones fue que su ánimo influyó en las respuestas, ya que este jugador no se encontraba de muy buen estado de humor al iniciar la prueba, motivos que fueron desconocidos por los desarrolladores del proyecto. Por otro lado, es importante resaltar que, aunque en las opciones de respuesta son mencionados los campos positivos como negativos, representados en expresiones felices y tristes, a los usuarios el juego no les transmitió sentimientos como tristeza, aburrimiento o enojo, por lo cual no fue calificado con ninguna de esas expresiones, que en caso tal, irían en perjuicio del exergame.



Figura 69. Resultados Minijuego Parque



Figura 70. Resultados Mini juego Baño

La figura 69 muestra que el 100% de los usuarios volverían a jugar el mini juego del parque y en la figura 70 muestra que el 84% de los usuarios jugarían nuevamente el mini juego del baño, esto evidencia motivación y seguridad para jugar el exergame

“PetsGo” en otra oportunidad, mostrando al mismo tiempo la posible adherencia que pueden tener los usuarios al juego después de jugarlo por primera vez, lo cual es uno de los propósitos del desarrollo de este trabajo de grado. Con el 8% que argumentó que “tal vez” jugaría nuevamente y que “no” jugaría nuevamente, se analizó que los dos participantes no estaban de muy buen humor además de que se podía observar que estaban cansados desde antes de la prueba.

Teniendo en cuenta todos los resultados mostrados previamente, más del 80% de la población manifiesta satisfacción con el juego, es posible determinar que el estudio de caso fue exitoso.

Para tomar en cuenta, se tienen las diferentes observaciones analizadas por los desarrolladores del proyecto y se identificaron de manera integral los puntos a mejorar para poder entregar un producto con una satisfacción mayor y que siga apoyando la promoción de actividad física en niños por medio de la adherencia al juego “PetsGo”.

4.4.2. Hogar Infantil Los Hoyos

- **Primera Sección**



Figura 71. Resultados a la primera pregunta – Prueba 2

En la figura 71, se observa que el 50% de los niños perciben el juego como “Buenísimo” y el 50% lo calificaron como “Muy Bueno”. Aquí es importante resaltar las diferentes personalidades de los participantes. Los niños extrovertidos catalogaron a

la primera imagen como “Buenísimo” frente a ese otro porcentaje de la población que tendrían a ser más introvertidos y dio la calificación de “Muy Bueno”.



Figura 72. Resultados a la segunda pregunta – Prueba 2

Los resultados de la figura 72 después de realizar el pos-cuestionario, permiten afirmar que la aceptación del juego después de jugar es de 75% que equivale a tres de los cuatro niños que jugaron con una calificación de “Buenísimo”. Ese 25% equivale a una niña la cual se mostró durante toda la sesión como tímida, introvertida, poco expresiva y nerviosa por lo cual es posible afirmar que las diferentes personalidades y emociones tienen un impacto a la hora de evaluar un prototipo como lo es el de “PetsGo”.



Figura 73. Resultados a la tercera y cuarta pregunta– Prueba 2

Finalmente, al preguntar a los participantes si volverían a jugar el juego hubo unanimidad en ambas preguntas contestando de manera afirmativa que sí volverían a jugar el juego, representado en la figura 73 como el 100%. Este resultado demuestra que la intervención fue exitosa porque generó el deseo de seguir usando el exergame inmediatamente o en el futuro, un buen indicador del trabajo desarrollado.

Es de resaltar que al tener el acompañamiento de estas dos profesionales que conocen previamente a los niños y con el uso de su pedagogía la cual va orientada a la motivación y emoción de los participantes para lograr resultados, la aplicación del estudio de caso resultó más manejable y sencilla, ya que esta población tenía más confianza en ellas por lo que se evidenciaba un cambio de conducta entre el inicio y fin de la prueba.

- **Análisis resultados conjuntos.**



Figura 74. Resultados conjuntos

Para un total de diecisiete (17) participantes en un estudio de caso, la figura 74 evidencia que el 82% de esa población, es decir 14 niños y niñas entre los 5 y 7 años de edad, después de jugar y probar cada una de las funciones que ofrece el prototipo del exergame, les pareció "Buenísimo" el juego "PetsGo" lo cual nos conduce a afirmar que la Metodología de Diseño Centrado en el Usuario en efecto permite la construcción de una solución que genera adherencia, motivación y gusto por parte del usuario.

Respecto a ese 18% de la población infantil que calificó el exergame como “Muy Bueno”, es posible identificar que hay varios factores externos que influyen en el resultado de un estudio, como por ejemplo el estado de ánimo, las personalidades, el grado de confianza con la persona que guía la sesión, el entorno en el cual se desarrolla la prueba, la condición social entre otros.

Respecto a los resultados obtenidos en las dos poblaciones de este caso de estudio, se identifica que la primer población tiende a ser más segura y brinda un grado mayor de confianza haciendo que la sesión sea más tranquila y duradera, que a diferencia de la segunda población, el grado de confianza es menor, por lo cual se limitan en expresar lo que piensan y necesitan de un respaldo, representado en las profesionales que conocen previamente, para la realización correcta de actividades.

En la segunda población se tuvo en cuenta a una niña que tenía los 5 años de edad recién cumplidos pero fue descartada de este estudio puesto que no tenía conocimiento pleno de los colores, eso en definitiva supone una limitación para el juego pese a tener la edad requerida. Esto es una muestra de las diferencias que evidencia el cómo la condición social influye en el aprendizaje y desarrollo integral del niño/a.

Resumen

En este capítulo fue introducida la definición del estudio de caso que se aplicó para validar el exergame “PetsGo” implementado. Para esto, se realizó un grupo focal con el fin de validar el prototipo y mejorar de acuerdo a las recomendaciones de expertos y posteriormente se realizaron pruebas con la población infantil específica de este proyecto de grado aplicando el Cuestionario SUS, disponible en Anexo B. De este capítulo se desprende el anexo G que contiene el protocolo para el grupo focal, análisis y registro fotográfico. Además, se muestran los resultados de la aplicación del estudio de caso, en donde el exergame fue evaluado de manera satisfactoria además de elementos como figuras y fotos que apoyan el análisis de los resultados obtenidos.

Capítulo 5

5. Conclusiones y trabajos futuros

Este capítulo presenta las conclusiones obtenidas a partir del trabajo de grado presentado en este documento, junto con algunos posibles trabajos futuros que se proponen con el fin de mejorar el exergame desarrollado.

5.1. Conclusiones

En esta sección se presentan las principales conclusiones obtenidas durante el desarrollo de este trabajo de grado.

- El diseño del juego “PetsGo” permitió obtener un 90% de aceptación por parte de expertos y jugadores.
- Los beneficios obtenidos con la integración de los dispositivos Kinect y Hopscotch, ofrecen fiabilidad en el proceso de verificación de la correcta ejecución de cada ejercicio.
- El juego contribuye con la adherencia a los programas de actividad física, aproximadamente un 90% de la población manifiesta querer seguir jugando.
- PetsGO acierta en más del 95% en identificar correctamente los movimientos incorrectos del niño, esto con relación a la evaluación y percepción de los expertos en fisioterapia.

- La adaptación del tapete Hopscotch en diseño y usabilidad fue aceptada por un 82% de los usuarios y expertos en salud.
- Las personas que dirigen las instituciones en la cuales fueron realizadas las pruebas, manifestaron interés por seguir usando el juego y consideran que la herramienta será un gran instrumento para mejorar la calidad de vida de la población infantil.

5.2. Trabajos futuros

Considerando el área de investigación de este trabajo de grado, son propuestos los siguientes trabajos futuros.

- Diseñar un video juego basado en técnicas de inteligencia artificial que genera nuevos minijuegos de forma automática para salud y permite personalización de la estructura de acuerdo al jugador.
- Crear un Exergame contextualizado para la promoción de hábitos saludables en adultos, el cual genere adherencia y permita al usuario compartir datos en tiempo real con otros jugadores.
- Implementar un Exergame móvil consciente del contexto para el autocuidado en personas con Diabetes.
- Aumentar el número de ejercicios y de minijuegos con el fin de realizar una rutina aleatoria para que cada vez que el usuario quiera jugar de nuevo pueda descubrir nuevos escenarios y nuevas rutinas.
- Implementar la opción de juego en línea para que de esta forma el jugador pueda retar a otros jugadores conectados y se puedan crear retos online para generar una competencia sana de quien tiene mayor puntaje en las rutinas.

Referencias

- [1] S. D. M. M. Martina Lucht, «Exer-Learning Games: Transferring Hopscotch from the Schoolyard to the Classroom,» Fraunhofer Institute for Digital Media Technology IDMT.
- [2] K. G. Stanley, I. Livingston y A. Bandurka, «PiNiZoRo: A GPS-based Exercise Game for Families».
- [3] K. Kiili y S. Merilampi, «Developing Engaging Exergames with Simple Motion Detection,» MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments , pp. 113-110, 2010.
- [4] S. M. A. K. Kristian Kiili, «Mobile exergames for preventing diseases related to childhood obesity».
- [5] R. Chacón, T. Garcés, Á. Cabrera, M. Castro, J. Lopez y F. Ortega, «Exergames para la mejora de la salud en niños y niñas en edad escolar: estudios a partir de hábitos sedentarios e índices de obesidad,» RELATEC - Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa , vol. 14, nº 2, pp. 39-50, 2015.
- [6] I. Dunwell, S. Scarle, T. Bashford-Rogers , E. Selmanovic, K. Debattista, A. Chalmers, J. Powell y W. Robertson, «Complete Motion Control of a Serious Game against Obesity in Children,» pp. 178-179 , 2011.
- [7] J. F. V. J. C. G. John Edison Muñoz, «Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física,» Rev. Méd. Risaralda, pp. 126-130, 2013.
- [8] S. McCALLUM, «Gamification and Serious Games for Personalized Health,» de pHealth, 2012.
- [9] J. L. Z. N. P. & G. F. L. González Sánchez, «From Usability to Playability: Introduction to Player-Centred Video Game Development Process,» de Proceedings of First International Conference, San Diego, 2009.

- [10] J. L. Z. N. P. & G. González Sánchez, «12th IFIP TC 13 International Conference,» de Playability: How to Identify the Player Experience in a Video Game. , Uppsala, Sweden, 2009.
- [11] M. Griffiths, «The educational benefits of videogames,» Education and Health, 2002, pp. 47-51.
- [12] M. J. P. B. Tarja Susi, «Serious Games - An Overview,» University of Skövde, Sweden, 2007.
- [13] M. Zyda, Escritor, Founding Director USC GamePipe Laboratory, . [Performance].
- [14] K. Corti, «Gamesbased Learning; a serious business application ,» PIXELearning, 2006.
- [15] A. Stantzsch, «Entwicklung und Evaluation eines Fitness-Spiels für HOPSCOTCH».
- [16] «<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fe/KinectSensor.png/800px-KinectSensor.png>,» [En línea].
- [17] S.-H. Lee y S.-H. Oh, «A Kinect Sensor based Windows Control Interface International Journal of Control and Automation,» pp. 113-124, 2014.
- [18] Microsoft Band, [En línea]. Available: <https://www.microsoft.com/microsoft-band/en-us/features>. [Último acceso: 20 Febrero 2017].
- [19] A. F. Agustí, «Desarrollo de un videojuego de aventuras en C# sobre Unity,» 2013- 2014.
- [20] T. Norton, Learning C# by developing Games with Unity 3D.
- [21] «What is PHP?,» PHP, [En línea]. Available: <http://php.net/manual/en/intro-what-is.php>. [Último acceso: 19 Febrero 2017].
- [22] «XAMPP,» XAMPP Apache+MariaDB+PHP+Perl, [En línea]. Available: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>. [Último acceso: 19 Febrero 2017].
- [23] «Apache - HTTP Server Project,» Apache, [En línea]. Available: <https://httpd.apache.org/>. [Último acceso: 19 Febrero 2017].
- [24] «MySQL,» Why MySQL?, [En línea]. Available: <https://www.mysql.com/why-mysql/>. [Último acceso: 19 Febrero 2017].

- [25] «User-centered design (UCD),» Webopedia, 2015. [En línea]. Available: http://www.webopedia.com/TERM/U/user_centered_design.html. [Último acceso: 15 Sep 2015].
- [26] «Introduction to User-Centered Design,» Usability First, 2015. [En línea]. Available: <http://www.usabilityfirst.com/about-usability/introduction-to-user-centered-design>. [Último acceso: 15 Sep 2015].
- [27] J. J. D. P. M. R. P. David B. Ramsay, «Virtual Pets and Virtual Selves as Exercise Motivation Tools».
- [28] «Organización Mundial de la Salud,» [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.
- [29] «Organización Mundial de la Salud,» [En línea]. Available: http://www.who.int/growthref/sft_bmifa_girls_z_5_19years.pdf?ua=1.
- [30] «Organización Mundial de la Salud,» [En línea]. Available: http://www.who.int/growthref/sft_bmifa_boys_z_5_19years.pdf?ua=1.
- [31] «EFDeportes,» Grupo de Investigación y Motivación Educación Física, [En línea]. Available: <http://www.efdeportes.com>.
- [32] F. G. R. S. F. L. Ana Isabel Illanas, «CONCEPTUAL MINI-GAMES FOR LEARNING,» Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial. Universidad de Alicante.
- [33] F. G. T. L. J. G. M. Perdrix, «Aplicación de métodos de evaluación en la infancia para el diseño de páginas web interactivas».
- [34] D. o. C. a. S. E. M. U. H. O. C. Brock Dubbels (G-Scale Game Development and Testing Laboratory, «Gamification, Serious Games, Ludic Simulation, and other Contentious Categories».
- [35] «Designing stories for educational video games: A player Centered approach».
- [36] F. Cabral, «Soy Felipe Cabral - Modelo Pedagógico: Aprendizaje en espiral,» [En línea]. Available: soyfelipecabral.files.wordpress.com/2011/12/modelo-pedagogico-aprendizaje-en-espiral1.pdf.
- [37] R. M. P. P. José Manuel Serrano González–Tejero, «Constructivism Today: Constructivist Approaches in Education,» Revista electrónica de investigación educativa, 2011.

- [38] «Wikipedia,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Plataforma_de_baile.
- [39] «Hobby Consolas,» [En línea]. Available: <http://www.hobbyconsolas.com/noticias/asi-juega-virtua-tennis-4-kinect-10114>. [Último acceso: 2017].
- [40] «Heuristic Evaluation For Games: Usability Principles for Video Game Design.».
- [41] Nickelodeon, «Nick Jr.,» [En línea]. Available: <http://www.nickjr.com/paw-patrol/games/kung-fu-color-match/>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [42] Nickelodeon, «Nick Jr.,» [En línea]. Available: <http://www.nickjr.com/nick-jr-originals/games/nickjr-puppy-playground/>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [43] «CakePHP,» [En línea]. Available: <https://book.cakephp.org/2.0/es/cakephp-overview/understanding-model-view-controller.html>. [Último acceso: 2017].
- [44] «Microsoft Kinect Drivers,» Microsoft, [En línea]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>. [Último acceso: 2017].
- [45] P. Martínez, «El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica,» Pensamiento & Gestión, vol. 20, pp. 165-193, 2006.
- [46] J. Brooke, «SUS: A Retrospective,» [En línea]. Available: <http://uxpajournal.org/sus-a-retrospective/>.
- [47] «Alto Nivel,» [En línea]. Available: <http://www.altonivel.com.mx/6819-wii-move-o-kinect-cual-es-mejor/>. [Último acceso: 20 Febrero 2017].
- [48] «Unity Documentation,» Unity, [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>. [Último acceso: 20 Febrero 2017].
- [49] «EFDeportes,» [En línea]. Available: <http://www.efdeportes.com/efd49/am56.htm>.
- [50] C. G. Rodríguez, Educación Básica en Preescolar.
- [51] L. A. S. G. L. S. M. Lic. Roberto Hernández Raya, «EFDeportes - La preparación inicial de la unidad o clase de entrenamiento,» [En línea]. Available: <http://www.efdeportes.com/efd32/unidad.htm>.

- [52] D. B. B. Jr, «EFDeportes - EL EFECTO DEL EJERCICIO Y EL DEPORTE,» [En línea]. Available: <http://www.efdeportes.com/efd12/bennoe.htm>.
- [53] J. Hernandez, «Educación Física,» [En línea]. Available: <http://ef1esompt.blogspot.com.co/2010/11/estiramientos-su-importancia.html>.
- [54] «Imagen Disponible para su uso,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/images/9RfV9z>.
- [55] «Imagen disponible para su uso.,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/images/uVW2sl>.
- [56] «Imagen disponible para su uso.,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/images/YzbUxl>.
- [57] «Imagen disponible para su uso.,» [En línea]. Available: <http://www.adelgazaconenriqueangel.com/wp-content/uploads/2013/09/saltos-en-tijera.jpg>.
- [58] «Imagen Disponible para su uso.,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/images/kUJRWX>.
- [59] «Imagen disponible para su uso.,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/images/kQTzjU>.
- [60] «Imagen disponible para su uso.,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/images/CHK5ZK>.
- [61] «Imagen Disponible,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/images/xGn6Pu>.
- [62] «Pequenet,» [En línea]. Available: <http://www.pequenet.com/habitantes/juegos/images/1903g.gif>.
- [63] «Imagen Disponible,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/images/uPEIbG>.
- [64] «Unity,» [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/UnityManual.html>.
- [65] «Heuristic Evaluation For Games: Usability Principles for Video Game Design.».
- [66] C. Serrano, «Capítulo 4: Modelo para la Construcción de Soluciones,» 2002, pp. 43-58.

- [67] «Organización Mundial de la Salud,» [En línea]. Available: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>.
- [68] «Designing Entertaining Educational Games Using Procedural Rhetoric.».
- [69] J. Ferrer, «Coceptos Básicos de Metodología de la Investigación,» Técnicas de la investigación, Jul 2010. [En línea]. Available: <http://metodologia02.blogspot.com.co/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>. [Último acceso: 10 Sep 2015].
- [70] Organización Mundial de la Salud - OMS, «Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud,» Ediciones de la OMS, Ginebra, 2010.
- [71] M. C. Hoyos Turbay, «La era de los "Nativos Digitales",» MinTIC, 30 Jun 2015. [En línea]. Available: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-1854.html>. [Último acceso: 26 Ago 2015].

Anexo A

Descripción de las Tecnologías

C.1 Dispositivos

a. Hopscotch

El Hopscotch es un tapete con divisiones similares a las de un teclado alfanumérico que consta de diez campos. Este elemento se conecta como un dispositivo de juego al software a través de Bluetooth. Cada campo del Hopscotch puede asumir dos estados: no presionado, presionado. Estos estados son enviados al software al presionar la casilla correspondiente. [15]

El dispositivo ha sido empleado y probado en juegos para niños con deficiencia cognitiva, los resultados de dichas pruebas evidencian que el Hopscotch despierta curiosidad e interés en los usuarios y les permite vivir una experiencia diferente a la de un juego tradicional.

b. Sensor Kinect

Originalmente conocido como Project Natal, el Kinect es un dispositivo desarrollado por Microsoft para la consola de videojuegos Xbox 360 que permite al usuario jugar e interactuar con la videoconsola sin necesidad de hacer uso de un controlador o mando de juegos físico, ya que por medio de una interfaz natural de usuario se hace posible reconocer comandos de voz, gestos e imágenes de un usuario determinado.

El sensor Kinect actualmente es de código abierto y está disponible para ser usado en proyectos de computador, que adicionalmente es considerado un dispositivo de bajo costo pues es un resultante de la unión de varios componentes electrónicos, que se describen de manera sencilla a continuación:

- **Cámara de colores RGB**: Es una cámara que permite captar imágenes y videos a color.
- **Proyector infrarrojo**: Es un láser infrarrojo que despliega un patrón de puntos sobre las superficies ubicadas a determinada distancia.
- **Cámara infrarroja**: Capta el patrón de puntos generado por el proyector e internamente usa el hardware para calcular a qué profundidad se encuentra cada uno de estos puntos.
- **Arreglo de micrófonos**: Consta de un arreglo de micrófonos para la detección de voz humana.
- **Motor de inclinación**: Motor graduable para modificar la inclinación del Kinect.

La unión del proyector infrarrojo y la cámara infrarroja componen el sensor tridimensional del Kinect, que permite obtener la información de 20 puntos asociados a las articulaciones principales del cuerpo humano, al igual que permite obtener la información de las posiciones en tiempo real y en los tres (3) ejes cartesianos para mayor precisión [17].

Actualmente existen varios dispositivos con el Wii de Nintendo y el Move de PlayStation, que permiten al usuario interactuar con las consolas de videojuegos a manera de gestos y movimientos corporales; sin embargo, cabe resaltar que el Kinect posee más funciones y beneficios en comparación a estos, además de que el usuario juega con sus brazos y pies totalmente libres puesto que no le es necesario sujetar ningún dispositivo [47].

c. Microsoft Band

Microsoft Band es una pulsera inteligente que provee información correspondiente a la monitorización de actividad física y a los servicios o funciones retornados por el dispositivo móvil. La pulsera está compuesta por diversos sensores que permiten la cuantificación de la información obtenida:

- Acelerómetro/giroscopio de tres ejes.
- GPS.
- Sensor de luz ambiental.
- Sensor de temperatura de la piel.
- micrófono
- Sensor UV, entre otros.

La pulsera tiene la posibilidad de conectarse a los diferentes dispositivos móviles iOS, Windows phone y Android por medio de bluetooth y su aplicación Microsoft Health que ofrece un servicio en la nube para almacenar datos de actividad física y de salud, a partir de los cuales se realizará un proceso de la información y se generarán consejos y recomendaciones al usuario. Los beneficios de la pulsera se centran en la aplicación y disponibilidad multiplataforma [18].

d. Motor de videojuegos – Unity 2D

Unity es un motor de desarrollo para crear videojuegos en 2D y 3D que gracias a las características y funcionalidades que ofrece al usuario, facilita su experiencia de desarrollo. Este motor permite crear aplicaciones para un gran número de plataformas como lo son Android, Xbox, Ps2/4, Iphone, etc; además de que ofrece la posibilidad de generar juego basados en web empleando el plugin Unity web player.

El contenido y mecánicas de los juegos se programan empleando un lenguaje de scripts que a su vez son compilados usando versiones de C#, javascript o Boo; en cuando a la parte gráfica, los juegos de Unity se estructuran en escenas que pueden ser de tipo 2D o 3D, que a su vez pueden trabajar en conjunto con herramientas de texturización y diseño. Gracias a las nuevas actualizaciones, Unity permite desarrollo 2D de manera más sencilla y práctica, al incluir efectos y objetos que facilitan el desarrollo y el rendimiento de los juegos, además de que los ajustes que se hacen para adaptar juegos para los diferentes dispositivos móviles son casi nulos y requieren de mínimos esfuerzos para generar los juegos.

Los beneficios de Unity se basan en las herramientas que ofrece la versión gratuita, sumándole a esto los assets o paquetes de utilidades, ejemplos gratuitos

que ofrece en la asset store, sin mencionar las extensiones para el editor de código y los exportadores/importadores de Photoshop, entre otros muchos beneficios [19] [48].

e. Lenguajes de Programación

❖ C#

C# o C Sharp, es un lenguaje de programación orientado a objetos que ha sido desarrollado y estandarizado por la empresa de Microsoft y que hace parte de la plataforma .NET; se originó con el fin de mejorar los lenguajes anteriores C y C++, además de que se le incorporaran las ventajas o mejoras presentes en el lenguaje JAVA, consiguiendo así grandes beneficios y gran productividad.

Ya que C# es un lenguaje orientado a objetos, admite conceptos de encapsulación, herencia y polimorfismo, todas las variables y métodos son encapsulados dentro de las definiciones de clase, entre otras características que lo hacen muy similar a JAVA. Los beneficios de C# se centran en su corta curva de aprendizaje, es un lenguaje liviano que a su vez favorece al rendimiento y desarrollo, haciéndolo un lenguaje potente [19].

❖ PHP

PHP es un lenguaje de programación del lado del servidor, empleado originalmente para creación de páginas web dinámicas que se encuentren almacenadas en el servidor. Este lenguaje se destaca por ser multiplataforma y gratuito, además de que separa el contenido de una página web de su diseño y permite el acceso e interacción con varios motores de gestión de bases de datos.

EL lenguaje PHP se destaca por la rapidez con la que se ejecuta sin generar retrasos en la máquina, es decir que no demanda grandes recursos del sistema y se integra muy bien a otras aplicaciones en ambiente Unix. Se considera estable y robusto ya que cuenta con su propio sistema de administración de recursos y método de manejo de variables, con la ventaja de que maneja distintos niveles de

seguridad y lo mejor de todo, su simplicidad y sencillez a la hora de ser empleado [21].

f. Servidores y Bases de Datos

❖ XAMPP

XAMPP es un paquete de instalación de plataforma libre, el cual permite de manera sencilla e independiente la instalación del servidor Apache, intérpretes de lenguaje de scripts PHP, el servidor de base de datos MySQL, el gestor de base de datos phpMyAdmin y otros módulos de gran utilidad, al igual que provee las configuraciones necesarias para cada servidor.

El principal objetivo de XAMPP, es ejecutar de manera local el servidor Apache y así facilitar a los usuarios realizar pruebas de código que se encuentre en proceso de desarrollo e implementación, cabe resaltar que la seguridad no es su fuerte, por lo cual no es recomendable para ambientes de producción o similares [22].

❖ Servidor Apache

El servidor Apache es un servidor web HTTP de código abierto multiplataforma, que se destaca por su robustez, seguridad y rendimiento. Este servidor es uno de los más utilizados ya que es gratuito y es utilizado principalmente para realizar servicios a páginas web dinámicas o estáticas, por lo cual soporta lenguajes como php, perl, python y tcl.

Entre otras características, Apache presenta mensajes de error altamente configurables, bases de datos de autenticación, su robustez evita cambios inesperados en el servidor, es extensible y posee un ciclo de desarrollo muy veloz gracias al gran número de colaboradores voluntarios que aportan a su actualización [23].

❖ **MySQL**

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales, que dispone actualmente de licencia dual libre/corporativa. Originalmente fue desarrollado con el fin de manejar grandes bases de datos mucho más rápido que las soluciones existentes y por varios años se ha usado con éxito en ambientes de producción con una exigencia muy alta, por lo cual es considerada la base de datos de código abierto más popular en todo el mundo.

El servidor de bases de datos MySQL es utilizado ampliamente en aplicaciones web, en diferentes plataformas y en herramientas de seguimiento de errores, esto gracias a su rapidez, seguridad y facilidad de manejo, sin embargo sea cual sea el entorno en el cuál se empleará MySQL, es de importancia monitorear de antemano el rendimiento y corregir errores en las aplicaciones correspondientes [24].

Anexo B

Perfiles de Expertos.

A continuación se presenta la tabla 7, en donde se resumen los perfiles de expertos que aportaron con su conocimiento y experiencia en la realización de este trabajo de grado.

Nombre	Área	Institución
Cristian Rodríguez	Fisioterapia	Universidad del Cauca
Camila Rivas	Fisioterapia	Universidad del Cauca
Karen Chacón	Fisioterapia	Universidad del Cauca
María Paula Ospina	Fonoaudiología	Universidad del Cauca

Fabián Castillo	Ingeniería de Sistemas Maestría en Desarrollo de Videojuegos	Universidad del Cauca Universidad Politécnica de Catalunya - España
Julián Delgado	Educación Física	Universidad del Cauca
Daniel Narváez	Diseño Gráfico	Universidad del Cauca
Julián Plazas	Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones Maestría en Ingeniería Telemática	Universidad del Cauca
Derly Tatiana Cabrera	Psicología – Familia, Comunidad y redes.	Jardín Infantil Los Hoyos
Yenny Lorena Rojas	Enfermería – Salud y Nutrición	Jardín Infantil Los Hoyos
William Possos	Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones	Universidad del Cauca
Yucnary Daitiana Torres Torres.	Licenciatura en Física Especialista en Seguridad y salud Laboral Master en investigación de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias sociales y matemáticas y experimentales.	Universidad Pedagógica de Colombia. Universidad de Extremadura España

Tabla 7 Perfil de expertos

Anexo C

Población Infantil y Rutinas.

Este anexo contiene las características de la población infantil de este trabajo de grado y la generación de rutinas de acuerdo a su categorización: Normopeso, Sobrepeso y Obesidad.

C.1 Características de la Población Infantil entre 5 y 7 años de edad.

C.1 Población de 5 a 7 años.

Con base en la referencia [49] [50] se evidencia las características principales de la población infantil del presente proyecto de grado. En primer lugar se tienen las acciones motrices que desarrollan a esta edad entre las cuales se consideran el trepar obstáculos a mayor altura, deslizarse por pendientes elevadas, mantener el equilibrio pasando por superficies altas y estrechas, saltar desde alturas, entre otras.

A su vez, [49] [50] afirma que estos niños comienzan a diferenciar los diversos tipos de movimientos combinando acciones con otras, por ejemplo: correr y saltar un obstáculo, correr y golpear pelotas, conducir objetos por diferentes planos, lanzar y atrapar objetos. Es importante resaltar su gran interés por los resultados de sus acciones y su deseo de realizarlas correctamente, aunque el objetivo de la enseñanza en esta edad no es obtener resultados inmediatos, es importante introducir nuevas situaciones que les permita a los niños mejorar y

adquirir mayor experiencia motriz por medio de actividades vinculadas a habilidades pre-deportivas.

Por otro lado, el lenguaje de esta población es mucho más fluido y coherente, les gusta conversar, expresar lo que piensan, conocer el por qué de las cosas, por lo que constantemente preguntan todo lo que observan y se les facilita establecer buena comunicación tanto con los adultos como con otros niños, entiendo que hay cosas que puede y que no puede hacer. Su capacidad les permite apreciar lo bello de la naturaleza, mostrar su sensibilidad a los animales, flores, paisajes, cambios naturales entre otros y su gran emocionalidad es el puente que conecta lo que sienten con lo que demuestran, manifestando todo tipo de reacciones.

Además son muy detallistas, aprecian las variaciones de la forma, el color, el tamaño de los objetos y establecen nociones de contrastes elementales como: alto y bajo, grande y chico, largo y corto, ancho y estrecho, dentro de otros y estas nociones las aplican a las acciones motrices.

Con base en lo anterior, se facilitó la aplicación de la Metodología de Diseño Centrado en el Usuario en esta población ya que de acuerdo a su desarrollo, este rango de edad es la etapa ideal en la infancia que permite identificar las piezas claves de requerimientos para un diseño de un prototipo que busque adherencia y de esta forma obtener muy buenos resultados en su implementación y pruebas, como lo evidencia este proyecto de grado.

C.2 Rutinas de ejercicios

Las rutinas de ejercicios fueron diseñadas por los expertos en el área de salud. Ellos identificaron los ejercicios ideales para la población infantil entre los 5 y 7 años de edad, creando rutinas de acuerdo a los parámetros de categorización: Normopeso, Sobrepeso y Obesidad.

Estas rutinas se dividen en tres etapas: Calentamiento, Ejercicios y Estiramiento.

Etapa1 “Calentamiento”: Con base en [51], el calentamiento es una serie de actividades realizadas antes de la actividad principal (etapa2), que ayudan al cuerpo a readaptarse desde un estado de descanso al ejercicio.

Etapa2 “Ejercicios”: son actividades física planificadas, estructuradas y repetitivas que tiene como objetivo mejorar o mantener los componentes de la forma física. Entendiendo actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, clasificados en tres tipos: a) cardiorrespiratorio (aeróbico); b) fuerza o resistencia muscular; c) flexibilidad [52].

Etapa3 “Estiramiento”: Consiste en estiramientos musculares que fomentan la elaboración del ácido láctico, el cual permite que los músculos no duelan después de hacer algún tipo de realizado el ejercicio, y además refuerzan la producción de energía para continuar en movimiento. Existen otros beneficios importantes como la dilatación de los vasos sanguíneos, la mejora en la coordinación de movimientos, y la reducción de la tensión muscular. [53]

C.3 Rutina Sobrepeso – Normopeso

Para esta rutina se aclara que los ejercicios son los mismos para la categoría de Normopeso y Sobrepeso, con la única diferencia que difiere la intensidad en algunos ejercicios.

❖ Calentamiento

Sentadilla: Extiende los brazos hacia el frente y separa los pies. Desplaza las caderas atrás y agáchate hasta que los muslos estén paralelos al suelo. Regresa a la posición inicial y repite rápidamente.

Intensidad: 3 series de 5 repeticiones.

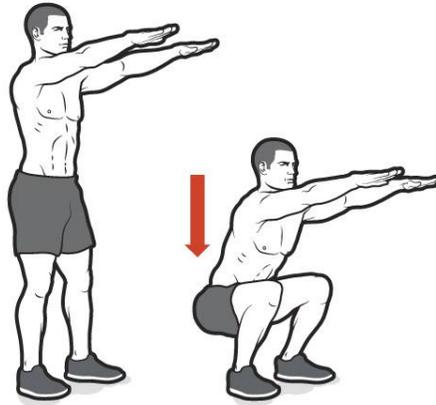


Figura 75. Sentadilla [54]

Elevar las rodillas: Se elevan las rodillas de manera alternada haciendo elevaciones con cada pierna.

Intensidad: 3 Series de 20 (10 con cada pierna)



Figura 76. Elevar Rodillas [55]

❖ Ejercicios

Saltos con pies juntos: Dar saltos con los pies juntos en diferentes números, y luego devolverse por otros números diferentes.

Tiempo Normopeso: 3 min

Tiempo Sobrepeso: 2 min

Intensidad: baja

Tipo de trabajo físico: aeróbico

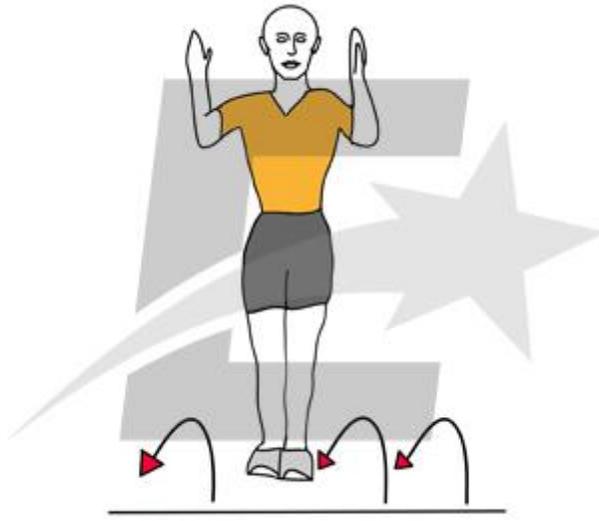


Figura 77. Saltos con pies juntos [56]

Salto estilo tijera: Sitúate con las piernas juntas y las manos pegadas a los costados. Levanta los brazos por encima de la cabeza al tiempo que saltas lo justo para abrir las piernas. Sin parar, invierte el movimiento y repite otra vez.

Intensidad: 3 series de 5 repeticiones

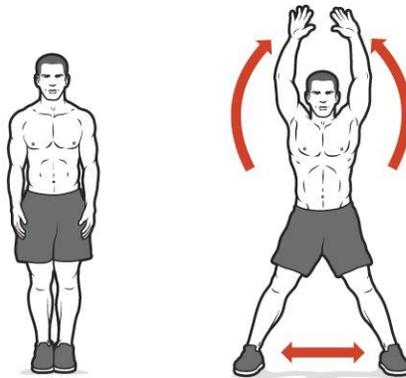


Figura 78. C.2.4 Salto Tijera [57]

Salto de lado a lado: Con los pies juntos realice flexión de rodillas y salta del lado derecho al izquierdo y viceversa.

Intensidad: 3 series de 5 repeticiones



Figura 79. Salto De lado a lado [58]

Puntas: Con las piernas separadas y brazos a los lados del cuerpo elevar el cuerpo con las puntas de los pies.

Intensidad: 3 series de 5 repeticiones.



Figura 80. C.2.6 Puntas [59]

❖ Estiramiento

Realizar cada uno de los estiramientos a continuación:

Tiempo: 2 min

Tipo de trabajo físico: anaeróbico

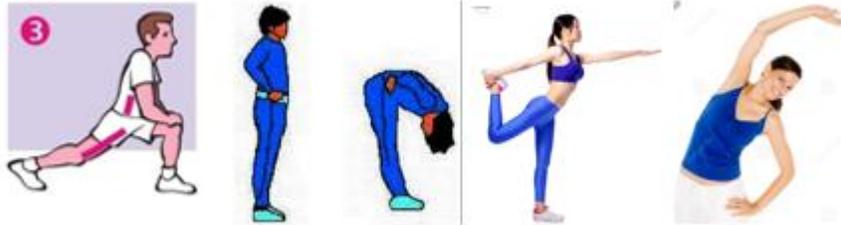


Figura 81. Estiramientos [60]

C.4 Rutina – Obesidad

❖ Calentamiento.

Pisar los diferentes botones del tapete, la velocidad debe ir incrementado.

Tiempo: 5 min

Intensidad: baja



Figura 82. Caminando [61]

❖ Ejercicios

Salto en un pie

Situar al niño en el centro del Hopscotch y dar la orden al personaje, el niño deberá saltar en un pie sobre el campo que se le indique.

Tiempo: 2 min

Intensidad: 2 series de 3 repeticiones



Figura 83. Salto en un pie [62]

Zancada lateral con desplazamiento.

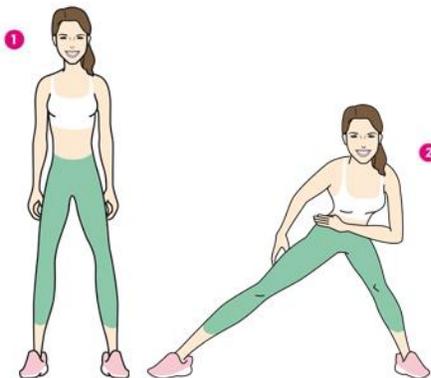


Figura 84. Zancada Lateral [63]

Apoya el peso en la pierna derecha, da una zancada lateral con la izquierda y flexiónala. Aguanta unos segundos.

Intensidad: 10 repeticiones con cada pierna, 2 series.

Sentadilla y Salto

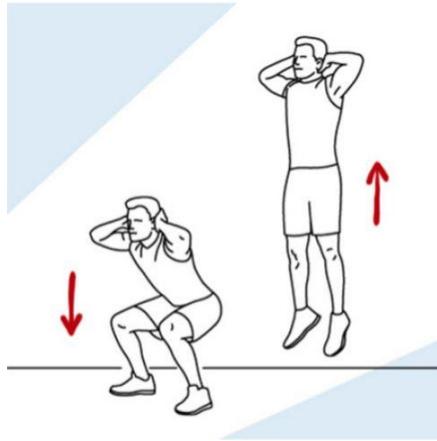


Figura 85. Sentadilla y Salto [61]

Inicia de pie con los pies separados y manos a la cabeza luego realiza una flexión de las rodillas para lograr un sentadilla e inmediatamente realiza un salto y vuelve a hacer la sentadilla.

Intensidad: 3 series de 5 repeticiones (sentadilla y salto equivalen a 1 repetición).

❖ Estiramiento

Realizar cada uno de los estiramientos a continuación:

Tiempo: 2 min

Tipo de trabajo físico: anaeróbico

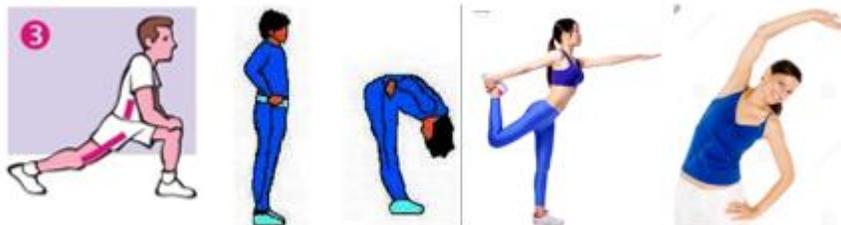


Figura 86. Estiramientos [60]

C.5 Gamificación Ejercicios.

Para motivar y generar adherencia por parte de los usuarios, una de las estrategias fue el uso de personajes animados que realizaran el ejercicio. A continuación se muestran algunos ejercicios y el cómo cobran vida los ejercicios explicados anteriormente en la vida del personaje.



Figura 87. C.3.1 Salto de lado a lado



Figura 88. Salto Tijera



Figura 89. Puntillas



Figura 90. Elevación Rodillas - Salto en un pie



Figura 92. Estiramiento



Figura 91. Sentadilla y Salto



Figura 93. Sentadilla

Anexo D

Formatos Entrevistas y Cuestionarios.

Este anexo contiene los diferentes formatos de encuestas y entrevistas aplicadas a padres de familia y población infantil de este trabajo de grado con el fin de obtener los requerimientos necesarios para el exergame “PetsGo”.

Las figuras que se presentan en este anexo de los niños, cuentan con el consentimiento informado y previamente firmado por los padres, con fines meramente investigativos.

D.1 Entrevista Aplicada a Padres de Familia

Título del proyecto: Exergame basado en Kinect y Hopscotch como apoyo a la actividad física en niños.

Objetivo del proyecto: Definir requerimientos para la adaptación de un exergame.

Realizado por: Luisa Fernanda Romero – Luis Fernando Ruano Zúñiga – Gineth Magaly Cerón Financiado por Colciencias

Objetivo de la Prueba: Con la recolección de estos datos, se dará solución a unas dudas acerca del diseño de los requerimientos de un exergame con control parental.

Tiempo de la entrevista: 15 minutos

Anexo: Acta de consentimiento informado.

Conceptos:

Exergame: Es una herramienta tecnológica para la actividad física, la cual se basa en juegos cuya mecánica principal es el ejercicio físico.

Control Parental: el control parental es una característica especialmente útil para padres y responsables educativos que desean realizar un seguimiento de las actividades que realizan sus hijos.

Actividad Física: actividad o ejercicio que tenga como consecuencia el gasto de energía y que ponga en movimiento un montón de fenómenos a nivel corporal, psíquico y emocional en la persona que la realiza

Juego serio: Es el juego que tiene un propósito específico relacionado con el aprendizaje, la comprensión de un tema importante, complejo o de alto impacto organizacional.

Datos personales de la Entrevista:

Edad Padre/Madre: _____ Género Padre/Madre: _____

Edad Hijo/Hija: _____ Género Hijo/Hija _____

¿Alguna vez su hijo/hija ha utilizado una herramienta TIC para ejercitarse?

¿Cuáles?

¿Su hijo participa activamente de algún programa de crecimiento y desarrollo en especial? ¿Cuál?

¿Realiza alguna actividad física extraescolar su hijo? ¿Cuál? ¿Qué tan frecuente?

¿Qué entiende por actividad física y por juego?

¿Qué tipo de herramienta TIC utiliza su hijo constantemente?

¿Qué tipo de juego es el favorito de su hijo?

¿Quién de los acudientes pasa mayor tiempo del día con su hijo/hija?

¿Qué tan frecuente son los controles de su hijo con el pediatra?

¿Cuál es su percepción acerca de los juegos? ¿Qué cambiaría?

¿Considera que los niños le dan un buen uso a la tecnología?

¿Es usted partidario de la tecnología?

¿Controla usted el juego de sus hijos? ¿Cómo?

¿Cómo le gustaría controlar el juego de sus hijos?

Consentimiento Informado

Título del proyecto: Exergame basado en Kinect y Hopscotch como apoyo a la actividad física en niños.

Objetivo del proyecto: Definir requerimientos para la adaptación de un exergame.

Realizado por: Luisa Fernanda Romero – Luis Fernando Ruano Zúñiga – Gineth Magaly Cerón

Financiado por Colciencias

Objetivo de la Prueba: Con la recolección de estos datos, se dará solución a unas dudas acerca del diseño de los requerimientos de un exergame con control parental.

Tiempo de la entrevista: 15 minutos

La presente entrevista es con el fin de dar cumplimiento al objetivo I del trabajo de pregrado de Luisa Fernanda Romero y Luis Fernando Ruano, de la facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.

¿Usted acepta participar voluntariamente de esta entrevista? Si _____ No _____

¿Acepta que se grabe la entrevista en un audio? Si _____ No _____

¿Acepta que se tome una foto de perfil aplicando la entrevista? Si _____ No _____

¿Acepta que se use su información en la socialización de la tesis (Monografía, artículos, ponencias y sustentación)? Si _____ No _____

Firma

Nombre:

Cédula:

Nota: Su firma, nombre y cédula NO serán utilizados para ningún fin del proyecto.

D.2 Encuesta Aplicada a Hijos

Encuesta

Título del proyecto: Exergame basado en Kinect y Hopscotch como apoyo a la actividad física en niños.

Objetivo del proyecto: Definir requerimientos para la adaptación de un exergame.

Realizado por: Luisa Fernanda Romero – Luis Fernando Ruano Zúñiga – Gineth Magaly Cerón Financiado por Colciencias

Objetivo de la Prueba: Con la recolección de estos datos, se dará solución a unas dudas acerca del diseño de los requerimientos de un exergame con control parental.

1) ¿Qué tipo de juegos tradiciones son tus favoritos?

- 1) Bobby
- 2) La Lleva
- 3) Rayuela
- 4) Escondite
- 5) Fútbol
- 6) Otro

2) ¿Qué aparato electrónico tienes en casa?

- 1) Tablet
- 2) Computador
- 3) Xbox
- 4) PSP
- 5) Celular
- 6) Ps3
- 7) No tiene
- 8) Otro

3) ¿Cada cuánto juegas con el dispositivo?

- Todos los días
- Una vez por semana
- Más de dos veces por semana
- Nunca

4) ¿Juega en Internet?

- Sí

- No

5) ¿Juega en Internet?

1. Aventura
2. Misterio
3. Acción
4. Carreras
5. Otro



Figura 94. Aplicación Entrevista D2.

D.3 Encuesta de parámetros.

1. Sección Tapete

Nombre _____

	Si	No
¿Te gusta el tapete?		
¿Te gustan los colores?		
¿Te gustar con números?		
¿Te gustaría con colores?		
¿Te parece suave el tapete?		
¿Te gustaría jugar con el tapete?		

2. ¿Qué colores te gustan?



Figura 95. Paleta de Colores

3. ¿Qué animales te gustan?

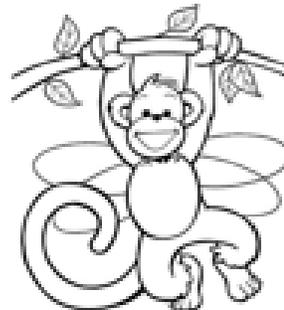
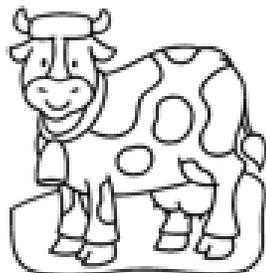
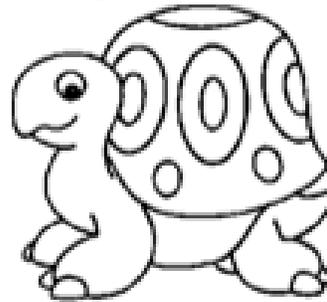
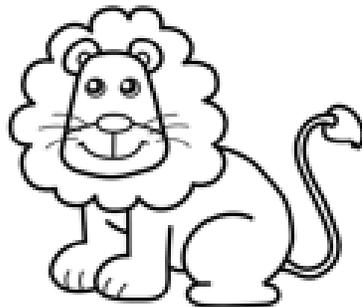
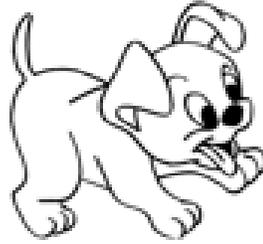


Figura 96. Mascotas y animales conocidos

4. ¿Qué figuras te gustan?

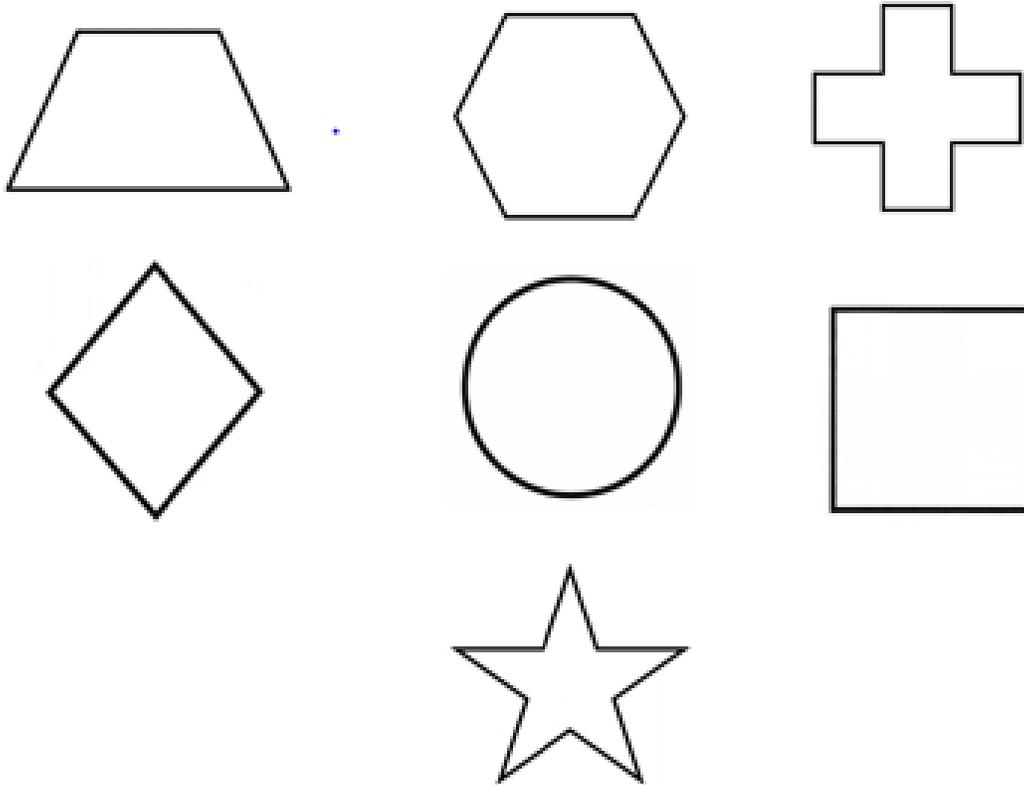


Figura 97. Figuras geométricas



Figura 98. Aplicación Encuesta D3

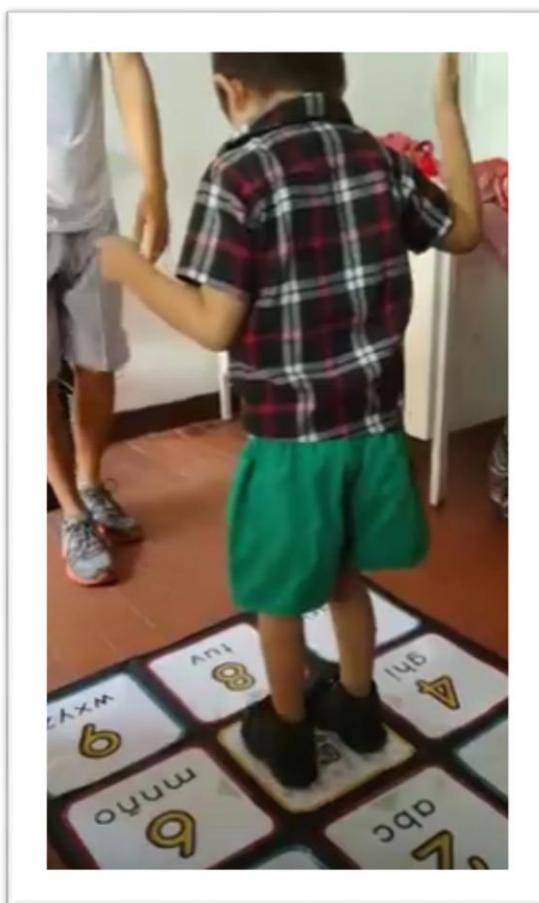


Figura 99. Aplicación Encuesta D3

D.4 Consentimiento Informado

Proyecto: Exergame basado en Hopscotch y Kinect como apoyo a la promoción de actividad física en niños entre los 5 y 7 años de edad.

Estimados Padres y Madres de Familia:

La Universidad del Cauca apoya la práctica de obtener el consentimiento informado de, y proteger a, los sujetos humanos que participen en investigaciones. La siguiente información tiene por objeto ayudarle a decidir si permitirá que su hijo (a) participe en el presente estudio. Su (s) hijo (s) está (n) cordialmente invitados a

formar parte de este proyecto de investigación haciendo uso del juego serio e interactivo Exergame.

El objetivo del estudio es conocer la opinión que tienen los niños hacia el juego. Exergame es un juego de computador, desarrollado por estudiantes de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, con la asesoría de estudiantes de Fisioterapia, para soportar la promoción de actividad física mediante juegos. El uso de juego será supervisado de manera continua por los estudiantes de Fisioterapia.

Nos gustaría que su hijo (a) participara, pero tal participación es estrictamente voluntaria. Le aseguramos que el nombre de su hijo (a) no se mencionará en los hallazgos de la investigación.

La información solo se identificará mediante un código numérico. Solo el equipo de investigación sabrá cuál es el código único de su hijo (a). De este modo, podremos comunicarle si encontramos algo que requiera su atención con respecto al proceso de aprendizaje que adelanta el niño (a). Cuando expliquemos nuestra investigación a otras personas, no usaremos su nombre o nada que permita que otra gente sepa quién es usted o su hijo(a). La información (Fotos, videos y cuestionarios) será guardada cumpliendo los criterios de confidencialidad y respeto. Cabe resaltar que todos los datos personales utilizados en este proyecto solo se manejaran en el mismo y no serán utilizados en otras investigaciones. Adicionalmente se construirá una base de datos, ésta estará en un computador del grupo de investigación, en custodia del investigador principal, Diego Mauricio López Gutiérrez y a esta información solo tendrán acceso los aliados e investigadores del proyecto.

Usted no recibirá incentivo de índole económico (no se le dará dinero) por participar en el estudio, pero los resultados del desempeño de su hijo durante la actividad le serán compartidos si son de su interés. Agradecemos su atención y apreciamos su interés y cooperación.

Los resultados serán divulgados a través de medios de comunicación y eventos académicos, sin embargo, no se mencionaran los nombres de los niños y niñas, de modo que otras personas puedan aprender de nuestra investigación, sin conocer

su identidad. La información obtenida será de utilidad para la decisión acerca de la manera de mejorar la salud de niños que se encuentren en alguna situación de discapacidad cognitiva.

Usted tendrá derecho a retirar a su hijo (a) (s) cuando lo desee, su participación es voluntaria, y en caso de retirarse los datos de su hijo (a) serán eliminados. Esta investigación contiene los elementos éticos que la ley y la doctrina exigen (código Helsinki – código Nuremberg resolución 08430 de 1993) que rigen la ética en la investigación científica en Colombia. Se garantiza total confidencialidad con los datos recolectados.

Si tiene preguntas, puede contactar al docente Gineth Magaly Cerón, en la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Correo gceron@unicauca.edu.co

Esta propuesta ha sido avalada y aprobada por el comité de ética de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca, Popayán.

Cláusulas estándar:

1. Mi decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
2. Los procedimientos principales, han sido expuestos en un lenguaje comprensible, logrando total entendimiento del mismo.
3. La información obtenida en este estudio, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores, y solo para el propósito del protocolo descrito en este documento.
4. Me han explicado los beneficios de este estudio.
5. Me han explicado que me podré retirar en cualquier momento del estudio, sin que ello acarree perjuicio en este estudio.
6. Los resultados de este estudio pueden ser divulgados en eventos nacionales y/o internacionales o ser publicados en revistas científicas son identificar el nombre de mi (s) hijo(a) (s). Además tendré derecho a conocer los resultados. Si tengo una pregunta durante o después del procedimiento puedo contactar a los investigadores.

Certificado de consentimiento

Nombre del participante:

Nombre legible del padre, madre o tutor:

Firma del padre, madre o tutor:

Fecha: _____.

He leído exactamente o he sido testigo de la lectura correcta del consentimiento al participante potencial, y éste ha tenido la posibilidad de hacer preguntas. Confirmando que el participante ha dado consentimiento libremente.

Nombre legible de investigadores: Luisa Fernanda Romero Muñoz – Luis Fernando Ruano Zúñiga

Firma de Investigadores:

Se da una copia de éste consentimiento informado al participante.

D.5 Encuesta de Tapete

1. ¿Qué te parece este tapete con números?

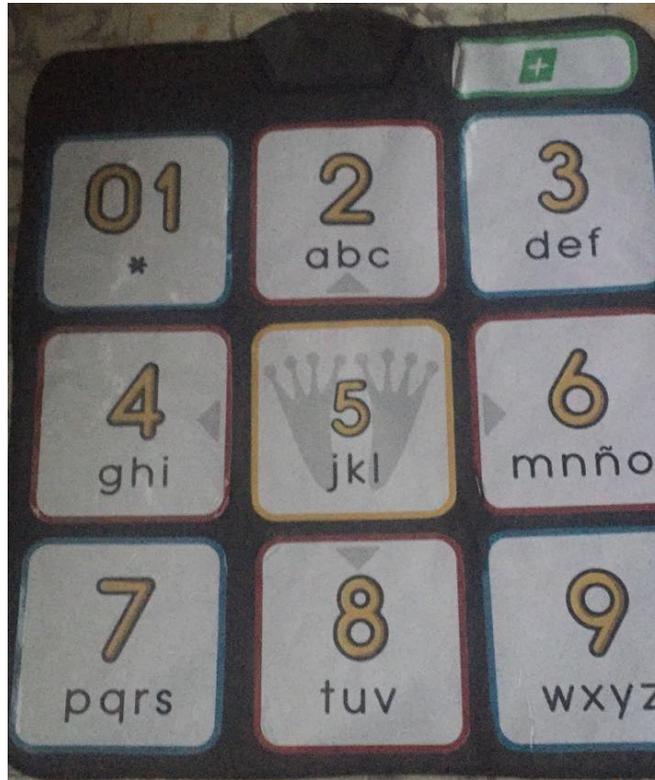


Figura 100. Hopscotch Original

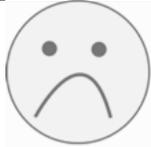
Muy Malo	No muy bueno	bueno	Muy bueno	Buenísimo
				

2. ¿Qué le cambiarías al tapete anterior?

3. ¿Qué piensas de un tapete con estas teclas?



Figura 101. Hopscotch Modificado Versión 1.

Muy Malo	No muy bueno	bueno	Muy bueno	Buenísimo
				

D.6 Cuestionario SUS

Mediante este cuestionario, es posible medir las percepciones de las personas en la usabilidad y jugabilidad de un sistema, de esta manera el cuestionario SUS facilita en un tiempo corto obtener una evaluación productiva [46].

Primer Sección: ¿Qué piensas sobre el Juego Exergame?

Nombre _____

Hola.

Hoy vas a conocer **Exergame** ..., un juego en computador para jugar con tus fisioterapeutas!



Figura 102. Pantalla Inicio

Antes de jugar, cuéntanos que piensas de este juego:

Muy Malo	No muy bueno	bueno	Muy bueno	Buenísimo
				

Segunda Sección:

Ahora que ya jugaste, cuéntanos que piensas de este juego:

Muy Malo	No muy bueno	bueno	Muy bueno	Buenísimo
				

¿Qué juegos te gustaría volver a jugar?

<p>Saltos: 0</p>  <p>A colorful illustration of a park scene. In the top left, there is a clock icon with the number '98' and the text 'Saltos: 0'. A large green tree with yellow flowers is in the center. To its left is a wooden sign with a red play button icon and the text 'PRESIONA PARA PAUSAR'. In the top right, there is a yellow star icon next to a blue progress bar. The background shows a blue sky with clouds and a green field.</p>	<p>Si</p>	<p>Tal vez</p>	<p>No</p>
 <p>A colorful illustration of a bathroom scene. In the center is a white bathtub filled with blue bubbles. To the right is a white sink and toilet. In the top right, there is a yellow star icon next to a blue progress bar. In the bottom left, there is a wooden sign with a red play button icon and the text 'PRESIONA PARA PAUSAR'. The background is a dark teal wall with a mirror and a shelf with colorful items.</p>			

Anexo E

Casos de uso extendidos

En este anexo se definen los casos de uso esenciales definidos para el sistema. Las tablas E1 muestran la descripción de cada uno de los escenarios de aplicación de los casos de uso.

Nombre:	Registrar
Actor:	Padre o Experto
Descripción:	Registrar un nuevo niño en del sistema.
Interfaz:	
Flujo	
<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar a la opción de registro.2. Llena formulario de registro y registrar.	<ol style="list-style-type: none">1. Despliega la opción de registro.2. Validación de campos vacíos en el formulario.3. Validación de campo categoría existente.4. Validación de existencia del jugador.5. Despliegue de mensaje de jugador registrado.

Excepciones:

[E1] Existen campos vacíos en el formulario de registro. Despliegue de mensaje indicando la falta de información, se detiene el proceso interno de registro.

[E2] Categoría ingresada en el formulario no existe. Despliegue de mensaje de categoría no existe, se detiene el proceso interno de registro.

[E3] Existe un jugador registrado con el mismo valor de identificación. Despliegue de mensaje de usuario existente, se detiene proceso interno de registro.

Tabla 8 Caso de uso – Registrar.

Nombre:	Iniciar Sesión	
Actor:	Padre o Experto	
Descripción:	Se inicia sesión una vez el jugador se encuentre registrado en el sistema.	
Interfaz:		
Flujo		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar la aplicación. 2. Llenar campos de confirmación del jugador. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Despliega de formulario de inicio de sesión. 2. Validación de campos vacíos en el formulario. 3. Validación de campo categoría existente. 4. Validación de existencia del jugador.
Excepciones:		
<p>[E1] Existen campos vacíos en el formulario de inicio de sesión. Despliegue de mensaje indicando la falta de información, se detiene el proceso interno de inicio de sesión.</p> <p>[E2] El jugador no existe en el sistema. Despliegue un mensaje indicando que el jugador no se encuentra registrado. Se detiene el proceso de inicio de sesión.</p>		

Tabla 9 Caso de uso – Iniciar Sesión.

Nombre:	Jugar	
Actor:	Jugador	
Descripción:	Se puede jugar una vez se haya seleccionado el escenario.	
Interfaz:		
Flujo		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresa a la opción jugar. 2. Despliega todos los componentes del mini juego. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta el mini juego asociado a la escena. • Carga los recursos del respectivo mini juego.
Excepciones:		

Tabla 10 Caso de uso – Jugar.

Nombre:	Cargar escena	
Actor:	Jugador	
Descripción:	Se carga la rutina de juego de acuerdo a la categoría del jugador.	
Interfaz:		

Flujo	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar la opción de cargar escena. 2. Cargar escenas de la rutina arrojada por el sistema. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consultar la categoría a la que pertenece el jugador en la base de datos. 2. Consultar la rutina de acuerdo a categoría arrojada por la base de datos. 3. Retornar la rutina elegida como adecuada para el jugador.
Excepciones: [E1] Escenas bloqueadas. El jugador debe jugar cada escena en su respectivo orden para desbloquear la siguiente escena.	

Tabla 11 Caso de uso – Cargar escena.

Nombre:	Seleccionar personaje	
Actor:	Jugador	
Descripción:	Se puede seleccionar el personaje una vez se haya ingresado al juego.	
Interfaz:		
Flujo		
<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la opción seleccionar personaje. • Desplegar personaje en los mini juegos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema almacena el personaje. • Retornar el personaje en durante todo el juego. 	
Excepciones:		

Tabla 12 Caso de uso – Seleccionar personaje.

Nombre:	Reiniciar
Actor:	Jugador
Descripción:	Se puede reiniciar el mini juego si el jugador lo desea.

<p>Interfaz:</p>		
<p style="text-align: center;">Flujo</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1) Ingresa a la opción reiniciar. 2) Ejecutar el mini juego nuevamente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carga los recursos del mini juego actual. 	
<p>Excepciones:</p>		

Tabla 13 Caso de uso – Reiniciar.

Anexo F

Funciones y Scripts principales del exergame “PetsGo”

Este anexo la descripción de las funciones y los scripts más importantes del exergame “PetsGo”. Además, se profundiza acerca del entorno de desarrollo del motor de video juegos Unity y las configuraciones esenciales de los dispositivos integrados.

F.1 Motor de Videojuegos – Unity 5.5.0.f.3

La herramienta Unity tiene una interfaz usable y amplia documentación, dando facilidades de uso para el desarrollo de los minijuegos que componen este exergame llamado “PetsGo”.

A continuación se muestra la figura 104, la cual es la interfaz principal del motor de videojuegos y este contiene diferentes paneles (1,2,3,4,5) con una función especial explicada a continuación.

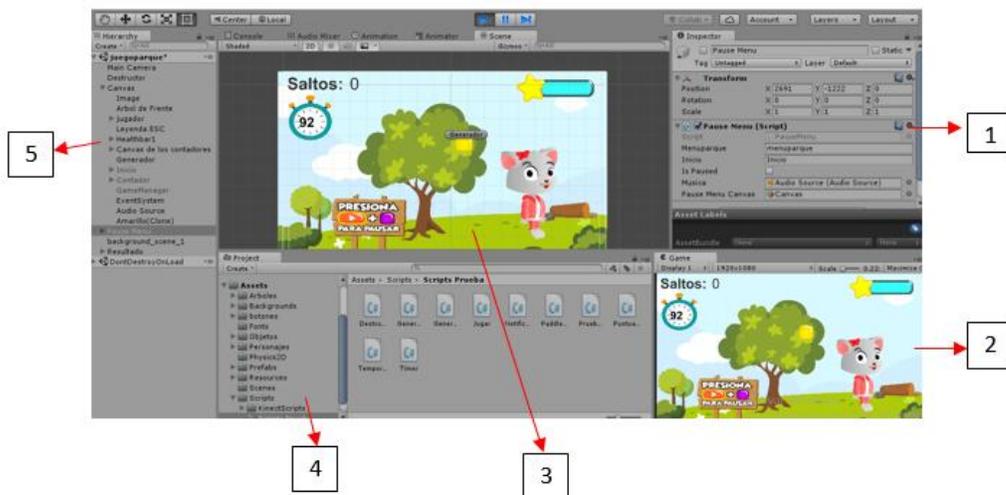


Figura 103. "PetsGo" en Unity

- **Inspector:** Este panel se encarga de mostrar la información detallada del objeto seleccionado. Cualquier información en la ventana inspector puede ser modificada, ya que gran parte de su funcionalidad es permitir al usuario visualizar y asignar valores a las variables definidas en los scripts¹, realizando así pruebas en tiempo de ejecución del juego, y comprobando su comportamiento en tiempo real.
- **Game:** deja observar la cámara asociada a la vista del juego y representa la visión del jugador en el funcionamiento del juego final.
- **Scene:** contiene los diferentes GameObject² añadidos a la escena, los cuales permiten establecer los escenarios del juego, en nuestro caso cuatro (Baño, Parque, Sala, Playa), además de los GameObjects jugador y cámara entre otros. Esta representa una de las principales funcionalidades de Unity para controlar los diferentes GameObjects que forman la escena.
- **Project:** se compone de todo los recursos externos al proyecto, y que permite almacenar diferentes elementos como texturas, prefabs³ o scripts. Aquí se

¹ Es un documento que contiene instrucciones, escritas en códigos de programación.

² Es un objeto de una escena, se puede definir como contenedores.

³ Es un elemento que permite almacenar un objeto GameObject con components y propiedades.

encuentra un conjunto de carpetas, mostrando a la derecha el contenido de la carpeta seleccionada. Es posible crear nuevos assets⁴ seleccionando en “Create” y también se pueden importar recursos desde otros proyectos o directorios.

- **Hierarchy:** Este panel muestra los GameObjects que se definen en la escena actual, visualizando en un tono gris aquellos que no estén activos. Estos GameObjects serán instancias directas de recursos Assets (ver figura 104) o instancias de objetos Prefabs con su propia funcionalidad.

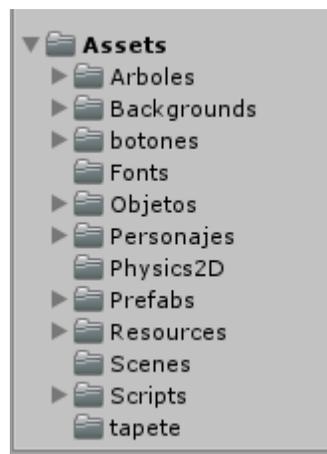


Figura 104. Assets de “PetsGo”

Toda la información requerida para construir un proyecto en Unity está contenida en la referencia [64], documentación que permite un manejo fácil de esta herramienta logrando resultados positivos en la construcción de un video juego.

F.2 Configuración Hopscotch

Para la configuración del dispositivo Hopscotch en este proyecto de grado, consiste en dos pasos. El primer paso es la conexión a través de Bluetooth con el computador que ejecutará el juego. Esto se realiza a través de un emparejamiento entre computador-Hopscotch. Una vez están emparejados, el Hopscotch a través de

⁴ Es un archivo que contiene prefabs.

sus campos enviara la señal al computador cada vez que alguno de estos sea presionado y de esta manera se verifica que el dispositivo funciona correctamente.

Para la segunda parte, el dispositivo Hopscotch se utilizó como un control de juego externo al exergame. Esto quiere decir que el Hopscotch a través de sus campos actúa como un controlador de todo lo que pasa en el exergame. Cada uno de estos campos, tiene asignado un valor como lo muestra la figura 106.

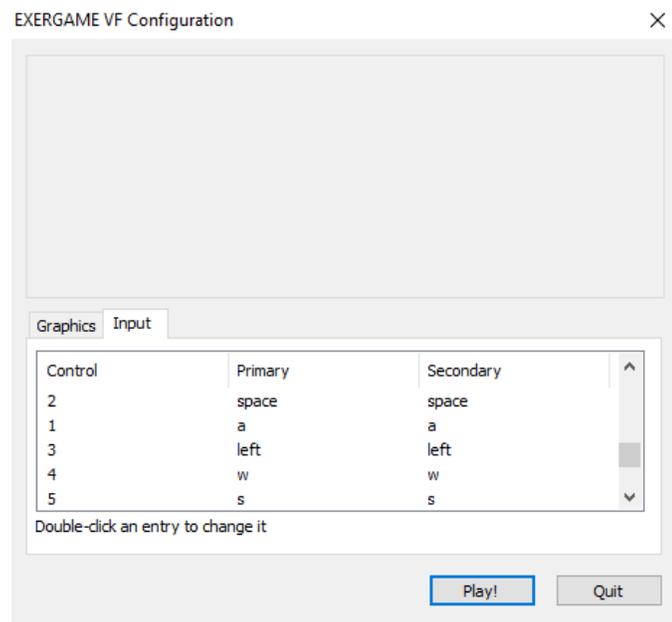


Figura 105. Configuración botones Hopscotch

De acuerdo a la Figura 106, este control de botones contiene tres columnas. La primera columna llamada "Control" es el valor que tiene asignado cada botón dentro del exergame. Un ejemplo de esto puede ser observado en la Figura 107, la cual explica que a través de un condicional "if" y de la función "Input.GetButtonDown("5")" se efectúa una acción. Este condicional permite evaluar cada vez que el campo asignado como "5" es presionado en el control de juegos. La siguiente columna "Primary", es la que asocia la entrada del dispositivo a utilizar con la que tiene la columna "Control". Es decir, si en el juego el botón que permite validar una acción le corresponde la tecla "5", en el Hopscotch ese mismo campo va a estar representado por el campo "s" propio de este control de juego. De igual manera sucede con la columna "Secondary", la cual permite asignar un segundo valor a un campo predefinido en la primera columna.

```

void Update () {
    if (Input.GetButtonDown("5"))
    {
        NotificationCenter.DefaultCenter().PostNotification(this, "IncrementarPuntos", puntosGanados);
    }
}

```

Figura 106. Función Campo Hopscotch

De igual forma, es posible configurar todos los diez botones del Hopscotch en el exergame y dentro de la configuración de cada escenario se llama al botón necesario para ejecutar la dinámica de cada mini juego.

F.3 Dispositivo Microsoft Band

A través de una aplicación desarrollada en Android, realizada por un experto, ver Anexo B, fue posible verificar el funcionamiento del dispositivo wereable Microsoft Band considerado para hacer el seguimiento continuo del proceso realizado con el fin de tener una evaluación del estado actual del niño, verificando sus movimientos para que los ejecutará de la manera correcta.

Se realizaron pruebas con la pulsera para verificar movimientos y efectivamente los diferentes tipos de movimientos eran registrados como por ejemplo saltar o caminar de la figura 108

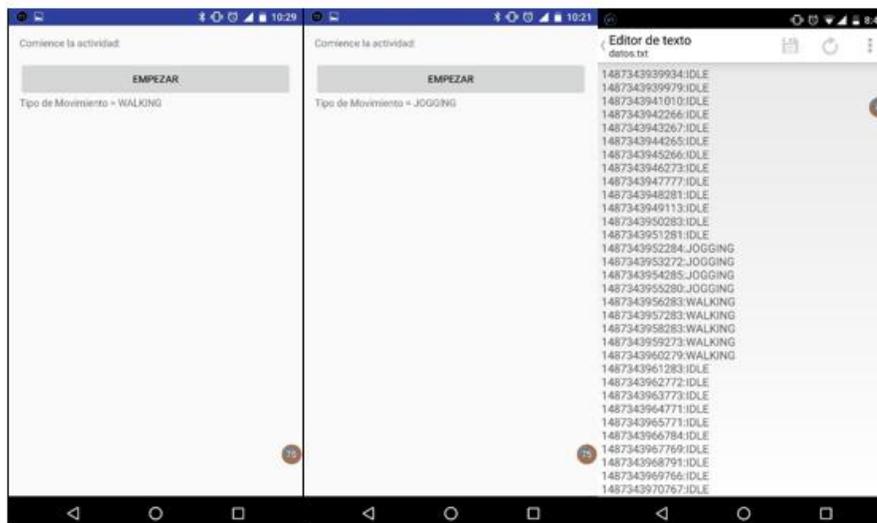


Figura 107. Aplicación Microsoft Band

Sin embargo, después de realizar pruebas, este dispositivo fue descartado por las siguientes razones:

- La talla más pequeña disponible en el mercado “S”, es muy grande para el tamaño de la muñeca de los niños tal como se puede observar en la figura 109.



Figura 108. Pulsera Microsoft Band

- La precisión en cuanto a la verificación de movimientos es menor a la del Kinect.
- El tiempo de respuesta de la manilla en el momento que el usuario realiza un movimiento, es muy grande, tomando alrededor de para detectar el movimiento y mostrarlo en pantalla, por lo que para un juego no es una opción viable.
- Por su alto grado de sensibilidad es difícil que detecte los delicados movimientos que ejecutan los niños entre los 5 y 7 años de edad.

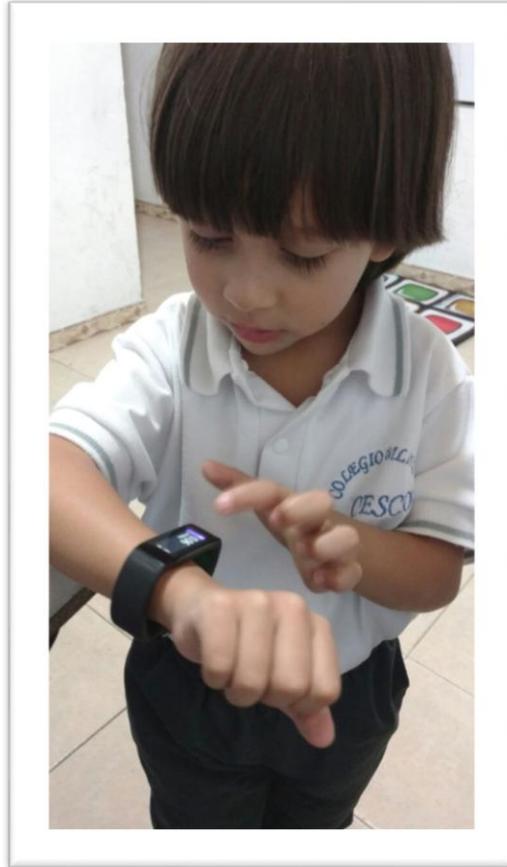


Figura 109. Niño usando Pulsera Microsoft Band

F.4 KinectManager

Es el script principal y el núcleo para manejo del Kinect, establece los valores de partida, inicializa componentes y variables principales para que el Kinect permite que se active al momento de iniciar el juego, además de que pone a disposición del usuario funciones como las vistas de la cámara de colores RGB, la cámara de profundidad, número de usuarios que serán reconocidos por el Kinect, entre otros.

Este script funciona como un todo, ya que se mantiene en constante comunicación con los demás scripts que trabajan en conjunto para explotar las funcionalidades del Kinect y facilitarle así a los desarrolladores la extracción de métodos y funciones que manejan el sensor.

```

public class KinectManager : MonoBehaviour
{
    public enum Smoothing : int { None, Default, Medium, Aggressive }

    // Public Bool to determine how many players there are. Default of one user.
    public bool TwoUsers = false;

    // // Public Bool to determine if the sensor is used in near mode.
    // public bool NearMode = false;

    // Public Bool to determine whether to receive and compute the user map
    public bool ComputeUserMap = false;

    // Public Bool to determine whether to receive and compute the color map
    public bool ComputeColorMap = false;

    // Public Bool to determine whether to display user map on the GUI
    public bool DisplayUserMap = false;

    // Public Bool to determine whether to display color map on the GUI
    public bool DisplayColorMap = false;

    // Public Bool to determine whether to display the skeleton lines on user map
    public bool DisplaySkeletonLines = false;

    // Public Float to specify the image width used by depth and color maps, as % of the camera width. the
    // if percent is zero, it is calculated internally to match the selected width and height of the depth
    public float DisplayMapsWidthPercent = 20f;

    // How high off the ground is the sensor (in meters).
    public float SensorHeight = 1.0f;

    // Kinect elevation angle (in degrees)
    public int SensorAngle = 0;

    // Minimum user distance in order to process skeleton data
    public float MinUserDistance = 1.0f;

    // Maximum user distance, if any. 0 means no max-distance limitation
    public float MaxUserDistance = 0f;

    // Public Bool to determine whether to detect only the closest user or not
    public bool DetectClosestUser = true;

    // Public Bool to determine whether to use only the tracked joints (and ignore the inferred ones)
    public bool IgnoreInferredJoints = true;

    // Selection of smoothing parameters
    public Smoothing smoothing = Smoothing.Default;

    // Public Bool to determine the use of additional filters
    public bool UseBoneOrientationsFilter = false;
    public bool UseClippedLegsFilter = false;
    public bool UseBoneOrientationsConstraint = true;
    public bool UseSelfIntersectionConstraint = false;
}

```

Figura 110. Declaración de variables del KinectManager

El script debe ser incluido siempre como un componente de la “Main Camera” del proyecto de Unity, desde donde podrá realizarse fácilmente el manejo de las funciones por medio de la interfaz que ofrece unity para los scripts (Figura 111).



Figura 111. Manejo de funciones de KinectManager.

F.5 Kinect Gestures

Es el Script en el cual se definen todos los gestos que ya trae por defecto el paquete de instalación de los drivers del Kinect. Los gestos, son patrones de movimiento que de alguna u otra manera se definen en código para ser utilizados por los desarrolladores, como por ejemplo saltar, agacharse, levantar la mano izquierda, levantar la mano derecha, entre otros; además de que es posible crear gestos propios según las necesidades u objetivos que se tenga para el juego o aplicación.

Es posible observar dentro del script, cómo se definen los diferentes gestos (Figura 1013) y un ejemplo de cómo a manera de código se establece algún gesto (Figura 114).

```

public class KinectGestures
{
    public interface GestureListenerInterface
    {
        // Invoked when a new user is detected and tracking starts
        // Here you can start gesture detection with KinectManager.DetectGesture()
        void UserDetected(uint userId, int userIndex);

        // Invoked when a user is lost
        // Gestures for this user are cleared automatically, but you can free the used resources
        void UserLost(uint userId, int userIndex);

        // Invoked when a gesture is in progress
        void GestureInProgress(uint userId, int userIndex, Gestures gesture, float progress,
            KinectWrapper.NuiSkeletonPositionIndex joint, Vector3 screenPos);

        // Invoked if a gesture is completed.
        // Returns true, if the gesture detection must be restarted, false otherwise
        bool GestureCompleted(uint userId, int userIndex, Gestures gesture,
            KinectWrapper.NuiSkeletonPositionIndex joint, Vector3 screenPos);

        // Invoked if a gesture is cancelled.
        // Returns true, if the gesture detection must be restarted, false otherwise
        bool GestureCancelled(uint userId, int userIndex, Gestures gesture,
            KinectWrapper.NuiSkeletonPositionIndex joint);
    }

    public enum Gestures
    {
        None = 0,
        RaiseRightHand,
        RaiseLeftHand,
        Psi,
        Tpose,
        Stop,
        Wave,
        Click,
        SwipeLeft,
        SwipeRight,
        SwipeUp,
        SwipeDown,
        RightHandCursor,
        LeftHandCursor,
        ZoomOut,
        ZoomIn,
        Wheel,
        Jump,
        Squat,
        Push,
        Pull
    }
}

```

Figura 112. Enumeración de Gestos predefinidos.

```

// check for RaiseLeftHand
case Gestures.RaiseLeftHand:
    switch(gestureData.state)
    {
        case 0: // gesture detection
            if(jointsTracked[leftHandIndex] && jointsTracked[leftShoulderIndex] &&
                (jointsPos[leftHandIndex].y - jointsPos[leftShoulderIndex].y) > 0.1f)
            {
                SetGestureJoint(ref gestureData, timestamp, leftHandIndex, jointsPos[leftHandIndex]);
            }
            break;

        case 1: // gesture complete
            bool isInPose = jointsTracked[leftHandIndex] && jointsTracked[leftShoulderIndex] &&
                (jointsPos[leftHandIndex].y - jointsPos[leftShoulderIndex].y) > 0.1f;

            Vector3 jointPos = jointsPos[gestureData.joint];
            CheckPoseComplete(ref gestureData, timestamp, jointPos, isInPose, KinectWrapper.Constants.PoseCompleteDuration);
            break;
    }
    break;

```

Figura 113. Codificación de gesto – Levantar mano izquierda.

F.6 JumpGesture

En la figura 115 se encuentra el script utilizado para control y detección de saltos, es un ejemplo claro de cómo utilizar los diferentes gestos que vienen ya definidos para el Kinect.

```
public void UserDetected(uint userId, int userIndex)
{
    //detect these user specific gestures
    KinectManager manager = KinectManager.Instance;

    manager.DetectGesture(userId, KinectGestures.Gestures.Jump);

    if(gest != null)
    {
        msg = "Usuario detectado";
        gest.text = msg.ToString();
    }
}

public void UserLost(uint userId, int userIndex)
{
    if (gest != null)
    {
        msg = "";
        gest.text = msg.ToString();
    }
}

public void GestureInProgress(uint userId, int userIndex, KinectGestures.Gestures gesture,
float progress, KinectWrapper.NuiSkeletonPositionIndex joint, Vector3 screenPos)
{
    // don't do anything here
}

public bool GestureCompleted(uint userId, int userIndex, KinectGestures.Gestures gesture,
KinectWrapper.NuiSkeletonPositionIndex joint, Vector3 screenPos)
{
    string sGestureText = gesture + " detected";
    if (gest != null)
    {
        gest.text = sGestureText;
    }

    if (gesture == KinectGestures.Gestures.Jump)
        jumped = true;
        count = count + 1;
    return true;
}

public bool GestureCancelled(uint userId, int userIndex, KinectGestures.Gestures gesture,
KinectWrapper.NuiSkeletonPositionIndex joint)
{
    // don't do anything here, just reset the gesture state
    return true;
}
```

Figura 114. Manejo del Gestor - saltar

Para utilizar un gesto del Kinect es necesario definir cinco (5) métodos, los cuales son esenciales para que cada gesto pueda ser empleado según los objetivos de cada proyecto. Los métodos se definen así:

- **UserDetected**: verifica si el Kinect detecta un usuario.
- **UserLost**: verifica cuando se ha perdido la detección del usuario.

- **GestureInProgress**: se usa para establecer tiempos, en los que se está detectando el gesto.
- **GestureComplete**: se activa cuando se completa un gesto, en este caso se incluye un contador que aumenta cada vez que se detecte por completo un salto.
- **GestureCanceled**: reinicia el estado del gesto cuando no se ha completado.

F.7 Detección de articulaciones

Para muchos de los ejercicios implementados en el Proyecto, es necesario la detección y comparación de articulaciones. Inicialmente se declaran las articulaciones que se van a detectar, para luego así obtener sus posiciones en las diferentes coordenadas X, Y y Z; posteriormente según el objetivo se realizan comparaciones entre las posiciones de las articulaciones y así se logra verificar la correcta ejecución de los movimientos que se presentan en cada rutina o minijuego. Es posible observar en la Figura 116 que la detección se realiza en el método update, el cual muy constantemente se está ejecutando en el sistema.

```

void Update()
{
    // animrodillas.SetBool("ElevacionRodillas", true);

    //-----
    // get the joint position
    KinectManager manager = KinectManager.Instance;

    if (manager && manager.IsInitialized())
    {
        if (manager.IsUserDetected())
        {
            uint userId = manager.GetPlayerID();

            if (manager.IsJointTracked(userId, (int)jointKneel) && manager.IsJointTracked(userId, (int)jointKneeR) && manager.IsJointTracked(userId, (int)jointHipCenter))
            {
                // output the joint position for easy tracking
                Vector3 jointPos1 = manager.GetJointPosition(userId, (int)jointKneel);
                Vector3 jointPos2 = manager.GetJointPosition(userId, (int)jointKneeR);
                Vector3 jointPos3 = manager.GetJointPosition(userId, (int)jointHipCenter);
                outputPositionKneel = jointPos1;
                outputPositionKneeR = jointPos2;
                outputPositionHipCenter = jointPos3;

                //ejex.text = outputPositionWrist.x.ToString();
                //ejez.text = outputPositionWrist.y.ToString();

                //get axes of the joints
                float klxd = outputPositionKneel.x, klyd = outputPositionKneel.y, klzd = outputPositionKneel.z;
                float krxd = outputPositionKneeR.x, kryd = outputPositionKneeR.y, krzd = outputPositionKneeR.z;
                float hcxd = outputPositionHipCenter.x, hcyd = outputPositionHipCenter.y, hczd = outputPositionHipCenter.z;

                if (hcyd < (klyd + 0.3f) && hcxd < (kryd + 0.3f))
                {
                    countsent = countsent + 1;
                    sent = true;
                    izq = false;
                    der = false;

                    if (sent == true)
                    {
                        hicsent();
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

Figura 115. Detección de articulaciones – método Update

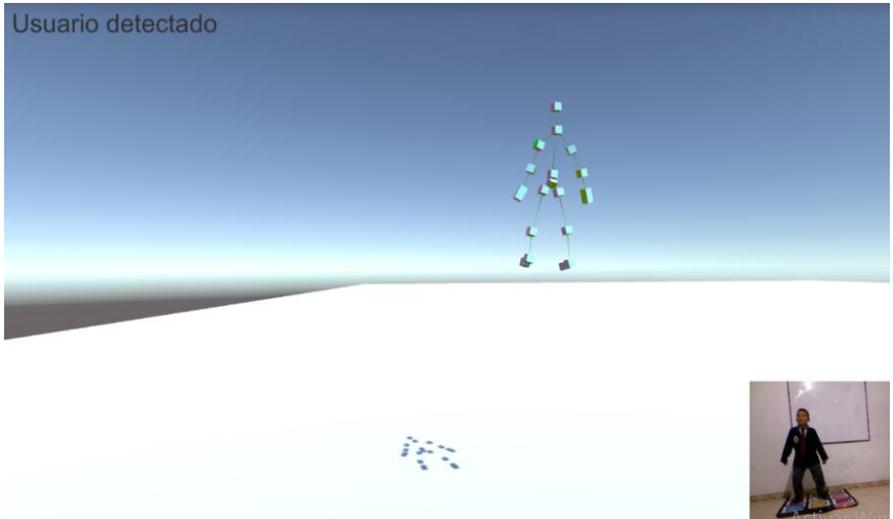


Figura 116. Detección Kinect en población Infantil

Anexo G

Grupo Focal y Pruebas

Este anexo contiene el protocolo del grupo focal realizado en el presente trabajo de grado junto a las conclusiones obtenidas a partir de este. También contiene un compendio de resultados del estudio de caso que sirven de soporte a los resultados obtenidos en la aplicación del estudio de caso. En la aplicación del estudio de caso se contó con la participación de 17 niños.

G.1 Grupo Focal

El grupo focal se realizó con la participación de expertos en cada una de las áreas mencionadas en la tabla 14

Área	Institución
Fisioterapia	Universidad del Cauca
Fisioterapia	Universidad del Cauca
Fisioterapia	Universidad del Cauca
Fonoaudiología	Universidad del Cauca
Educación Física	Universidad del Cauca
Diseño Gráfico	Universidad del Cauca
Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones Maestría en Ingeniería Telemática	Universidad del Cauca

Tabla 14 Expertos del Grupo Focal

La sesión se dio inicio en primer lugar presentando a cada uno de los participantes y a través de la presentación que se muestra en la figura 118, se introdujo una introducción del proyecto como su nombre e integrantes del presente proyecto de grado y su objetivo principal.



Figura 117. Presentación y Objetivo

Después se dio paso a la primera pregunta como lo indica la figura 119 recuadro 3, en donde los participantes debían opinar acerca de cómo se imaginaban el exergame. Posteriormente, se les explicó como estaban conectados los componentes que nos permitirían correr el juego de la mejor manera. Estos componentes se especifican en el recuadro 4 de la figura 119, los cuales son dos dispositivos: el sensor Kinect y el Hopscotch. Ambos se conectan al computador el cual contiene el motor de videojuegos Unity, permitiendo la ejecución del juego. Para mejor visualización, se utilizó un Video Beam el cual se conectó al computador.

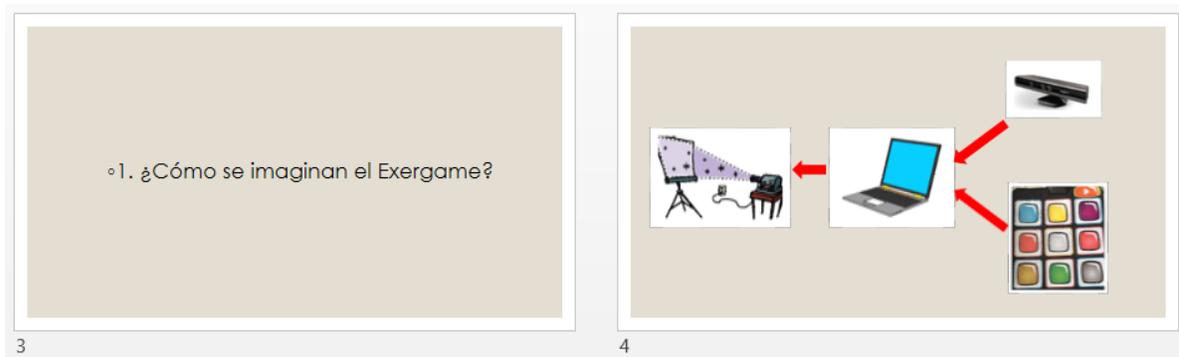


Figura 118. Primera Pregunta y Componentes.

Una vez estaba claro la conexión entre cada componente que permite el correcto funcionamiento del exergame, se prosiguió con la historia del juego, la cual se basa en los dos personajes Catty & Doggy, quienes son los protagonistas y los guías del jugador. Una vez explicada la historia llegó la hora de jugar, en esta etapa se presentó oficialmente el juego y se les brindó la posibilidad a los expertos de jugar.



Figura 119. Historia y Juego.

De esta manera se probaron los mini juegos con los expertos y después se preguntó el recuadro 7 de la figura 121. Con esta pregunta fue posible observar y analizar sus respuestas para futuros cambios del exergame. Luego, se indagó por las recomendaciones y sugerencias adecuadas para el juego.

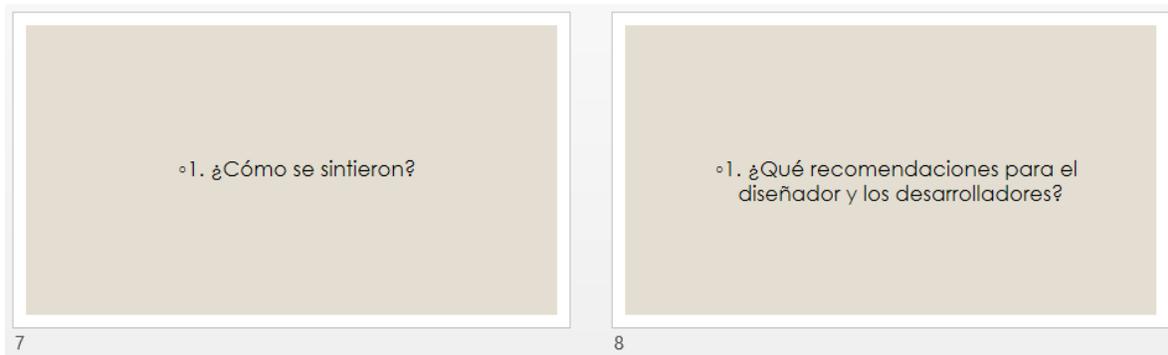


Figura 120. Preguntas.

A final se agradeció por la participación y se ofreció al público compartir un momento para socializar y degustar un snack.

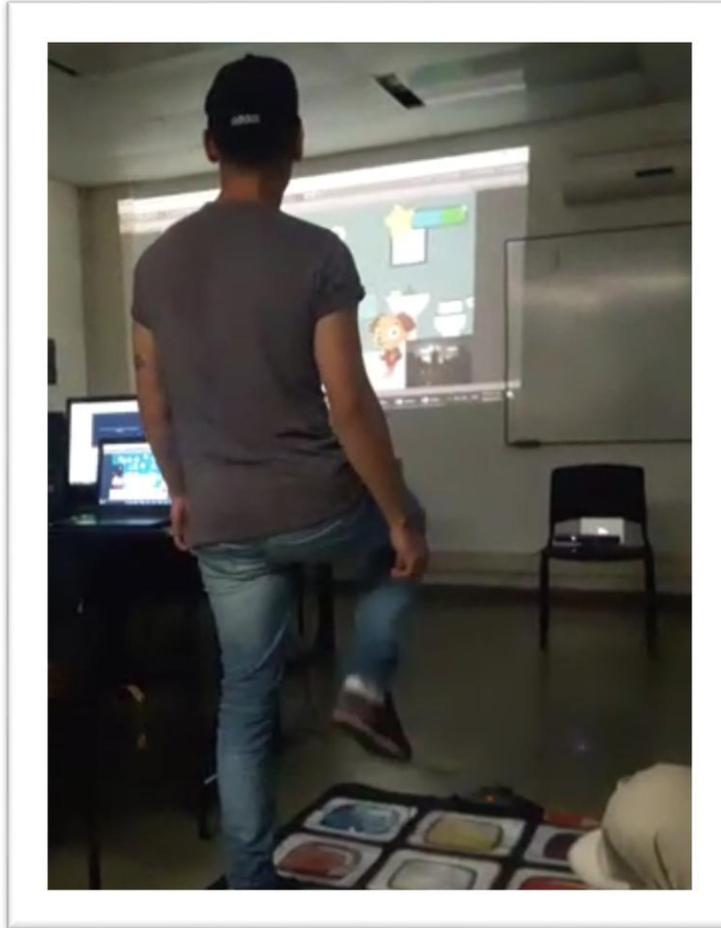


Figura 121. Experto en Fisioterapia jugando.

G.2 Conclusiones Grupo Focal

Con la primera pregunta, los integrantes del grupo focal respondieron que se lo imaginaban con personajes animados sin embargo no era muy claro el concepto de exergame por lo cual los confundía y no generaban más ideas sueltas al no saber la definición de este.

Después de la presentación visual de cada uno de los componentes presentes en la sesión: Computador, Hopscotch, Kinect, VideoBeam empezaron a relacionar un poco más la palabra exergame con los elementos. A partir de la historia, sección 3.1.5.1 del presente documento, se generó una idea de lo que sería el juego, ya que observaron visualmente los dos prototipos de personaje diseñados para ese entonces.

Cuando comenzaron a jugar, los profesionales en salud ayudaron a evaluar que las intervenciones que se realizaban en el juego no produjeran efectos negativos en la salud de los usuarios y que fuera una forma de promover la actividad física, el profesional en el área de la tecnología verificó que las interfaces fuesen claras y que el orden lógico de la aplicación pudiera llevar a un mejor uso de la misma con la integración de los dispositivos Hopscotch y Kinect. Por otro lado el experto en diseño gráfico verificó que cada uno de los diseños de los escenarios fuera acertado para el público objetivo de niños entre los 5 y 7 años de edad.

Cuando se les pregunto cómo se habían sentido con el juego, varios expresaron que al inicio no sabían cómo jugar por lo cual les generaba duda, además que el tapete no era claro en donde debía situarse para comenzar. Otra de las sugerencias fue el hecho de que el tapete se movía al saltar, por lo cual no se sentían seguros y estaban con el temor de llegar a resbalarse. Otros consideraban que no eran claras las instrucciones antes de cada minijuego por lo cual se sentían desorientados.

Surgieron varias recomendaciones para el diseñador y los desarrolladores como el uso de adhesivos en el Hopscotch para evitar algún accidente con los niños, los personajes de un tamaño mayor y más visibles, la marca de inicio en el Hopscotch, el orden de los escenarios por el tipo de ejercicio de trabajaban según el experto en Educación Física, una escena donde se pudiera probar el correcto funcionamiento de cada botón del Hopscotch antes de iniciar el juego, tener suficiente luz del lugar donde se juega ya que influye en la detección del Kinect así como el número de participantes cerca al Kinect, ya que puede llegar a confundir al sensor por lo cual provoca un error en la detección del movimiento deseado. Los colores del tapete, ya que se tenían dos de tonos muy parecidos por lo que podía generar ambigüedad y confusiones, crear instrucciones previas a cada mini juego.

Cuando se les preguntó si tenían alguna sugerencia para el nombre del exergame, desafortunadamente no surgieron propuestas por parte de los expertos.

G.3 Análisis de resultados caso de estudio.

El caso de estudio fue aplicado para un total de diecisiete (17) participantes entre la edad de 5 y 7 años.

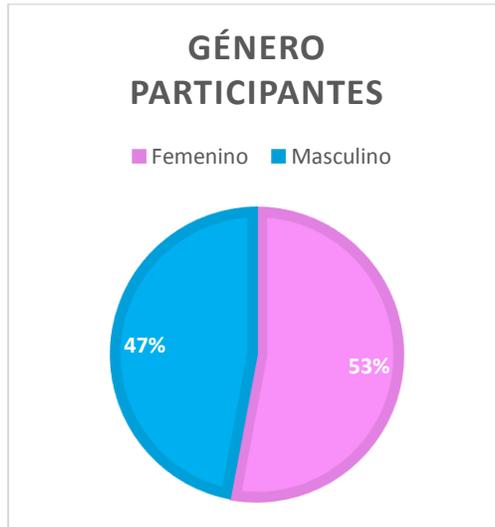


Figura 122. Género Participantes.

Tomando como referencia la figura 123, se identifica que el 53% de esta población eran niñas entre los 5 y 7 años y el 47% niños con el mismo rango de edad. A partir de la figura 124, se observa que el 47% de la población estaba en la edad de 5 años, el 35% en 6 años y 18% en 7 años, en donde el 59% de la población general se categoriza como normopeso, el 18% en sobrepeso y el 23% en obesidad según la figura 125.



Figura 123. Edad de Participantes.

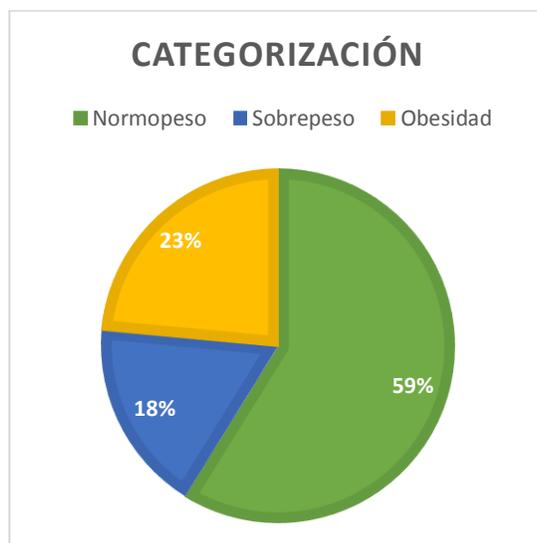


Figura 124. Categorización de Participantes.

- **Registro fotográfico**

Las figuras 126, 127 y 128 muestran algunos de los registros fotográficos tomados durante la prueba.



Figura 125. Cuestionario SUS



Figura 126. Hopscotch en acción



Figura 127. “PetsGo” en el Hogar Infantil Los Hoyos junto a las profesionales.