

EXERGAME BASADO EN REALIDAD MIXTA



Trabajo de Grado

Hamilton Andres Urbano Benavides
Diana Marcela Samboní Rosero

Director: Ing. Darío Fernando Chamorro Vela
Codirector: PhD. Ing. Gustavo Adolfo Ramírez

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Popayán junio de 2017

Agradecimientos

Por fin llegó el momento de escribir estas palabras, después de tantos retos, obstáculos y alegrías, estamos dando nuestro último paso en esta etapa de nuestras vidas, donde miro atrás y es imposible no sentirme orgullosa de lo que he alcanzado, de este trabajo al que le pusimos cada centímetro de esfuerzo para que fuese el mejor y de todo lo que aprendí. Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta aquí, a mis padres Ever y Amanda por acompañarme durante este camino, ser mi apoyo y mi guía; a mi abuela Elvia por ser mi segunda madre y darme ánimos cada que creía estar derrotada; a mis hermanos, en especial a Juan por ser mi compañero de vida quien me motiva a ser mejor cada día; a mi ángel por acompañarme en todas las noches de estudio fielmente como el mejor amigo que era; a mi novio, compañero de tesis y amigo por su compromiso, dedicación y amor en cada instante de este proceso.

Cómo dejar de lado a todas esas personas que se convirtieron en parte de mi familia y aportaron cosas maravillosas a mi vida durante los 5 años de carrera, gracias Manuela Silva, Cristian Riaño, Sebastián Landínez y Camilo Bravo por ser buenos amigos.

A los excelentes docentes que hicieron esto posible, gracias Ingeniero Darío por su dedicación con nosotros, por no sólo ser de los mejores profesores que he tenido sino una gran persona, al PhD. Ingeniero Gustavo Ramírez y al PhD. ingeniero Diego López por su colaboración y sus consejos que le dieron forma a esta monografía.

A cada persona que, de una u otra forma con una sonrisa, saludo o palabra de ánimo hicieron esto posible.

¡Esto es por y para ustedes familia!

Diana Samboní

A mis padres por enseñarme a ser feliz buscando mis sueños, a mi novia por acompañarme en este largo camino y ser mi apoyo. Gracias padre por tu disciplina, gracias madre por tu amor, les debo todo lo que pueda llegar a ser. Hermanos y Samu son mi vida y no tengo que decir que toda meta que alcance es para ustedes. Marlon me llevo algo muy valioso de la Universidad, tu amistad. Ingeniero Darío gracias por guiarme al inicio de una de mis grandes pasiones, fue el mejor docente que pude tener junto a mí Padre.

Hamilton Urbano

Contenido

CAPÍTULO 1	Introducción	1
1.1	Motivación	1
1.2	Planteamiento del problema	1
1.3	Objetivos de Investigación	3
1.3.1	Objetivo general	3
1.3.2	Objetivos específicos	3
1.4	Hipótesis	4
1.5	Contribuciones y principales resultados	4
1.6	Contenido de la monografía	4
CAPÍTULO 2	Marco Conceptual	6
2.1	Contexto general	6
2.1.1	Videjuego	6
2.1.1.1	Juegos Serios	9
2.1.1.2	Exergame	9
2.1.1.2.1	Freegaming	9
2.1.2	Jugabilidad	10
2.1.3	Realidad Mixta	11
2.1.3.1	Realidad virtual	12
2.1.3.2	Realidad aumentada	12
2.1.4	Actividad Física	12
2.2	Trabajos Relacionados	13
2.2.1	Búsqueda en fuentes bibliográficas	13
2.2.1.1	Selección de fuentes de información	13
2.2.1.1.1	Science Direct	13
2.2.1.1.2	IEEE Xplorer	13
2.2.1.1.3	Springer	14
2.2.1.1.4	ACM	14
2.2.1.2	Criterios de búsqueda	14
2.2.2	Trabajos relevantes	17

2.2.3	Aportes y Brechas	21
2.3	Contexto comercial	26
2.4	Resumen	28
CAPÍTULO 3	Componentes de juego	30
3.1	Experiencia de realidad mixta	30
3.1.1	Fundamentos técnicos de la VR	30
3.1.1.1	Sistemas VR	30
3.1.1.2	Elementos para una experiencia de VR	31
3.1.1.3	Componentes para una experiencia VR	31
3.1.2	Fundamentos técnicos de la AR	32
3.1.2.1	Sistemas AR	32
3.1.2.2	Componentes para una experiencia de AR	33
3.1.2.3	Proceso básico para la visualización de AR	35
3.1.2.4	Métodos de reconocimiento para AR.....	36
3.1.2.4.1	Basada en contorno.....	36
3.1.2.4.2	Basada en localización	37
3.1.2.4.3	Basada en superficie	37
3.1.2.4.4	Basada en patrón	38
3.2	Experiencia en el mundo real.....	39
3.2.1	Componentes tecnológicos para proveer interacción.....	39
3.2.1.1	Radio Frequency IDentification(RFID).....	40
3.2.1.2	Near Field Communication (NFC)	40
3.2.1.3	Bluetooth Low Energy beacons	40
3.2.2	Elementos de interacción física.....	41
3.3	Resumen	42
CAPÍTULO 4	Mecánicas del videojuego.....	43
4.1	Ideación del Videojuego.....	43
4.1.1	Análisis del reto	43
4.1.2	Generación de ideas.....	44
4.1.3	Evaluación y pre-selección de ideas	44
4.1.4	Evaluación tecnológica de la idea	45
4.2	Diseño del videojuego.....	46
4.2.1	Visión General	46
4.2.1.1	Concepto del Juego	46
4.2.1.2	Características principales	47
4.2.1.3	Género	47
4.2.1.4	Audiencia Objetivo	48

4.2.1.5	Alcance del proyecto	48
4.2.2	Historia y Personajes	48
4.2.2.1	Historia de fondo	48
4.2.2.2	Elementos de la trama	48
4.2.2.3	Escena cinematográfica final.....	49
4.2.2.4	Personajes	49
4.2.3	Mecánicas del juego	50
4.2.3.1	Objetivos	50
4.2.3.2	Misiones	50
4.2.3.3	Flujo del juego.....	50
4.2.3.4	Ganar – Perder	51
4.2.3.5	Multijugador.....	51
4.2.3.6	Objetos.....	53
4.2.3.6.1	Obstáculos opcionales.....	53
4.2.3.7	Movimientos	54
4.2.3.8	Acciones	55
4.2.3.9	Opciones de juego	55
4.2.4	Interfaz.....	56
4.2.4.1	HUD – Heads up Display.....	56
4.2.4.2	Descripción de pantallas	56
4.2.4.3	Menús	60
4.2.4.4	Música.....	60
4.2.4.5	Efectos de sonido.....	61
4.2.5	Arte del juego.....	61
4.2.5.1	Concepto de arte.....	62
4.2.5.2	Guía de estilos	62
4.2.5.3	Guía de elementos	63
4.2.6	Detalles técnicos.....	64
4.2.6.1	Hardware objetivo	64
4.2.6.2	Software y hardware de desarrollo	65
4.2.6.3	Lenguaje de scripting	65
4.3	Resumen	65
CAPÍTULO 5 Desarrollo del videojuego		66
5.1	Metodología de desarrollo.....	66
5.2	Configuración de Scrum.....	66
5.2.1	Roles	66
5.2.2	Story Mapping.....	67

5.2.3	Sprints	68
5.3	Sprint 1	69
5.3.1	Sprint Planning	69
5.3.2	Arquitectura del videojuego.....	70
5.3.3	Selección de tecnologías y entornos de desarrollo	72
5.3.3.1	Tecnologías.....	72
5.3.3.2	Entornos de desarrollo	72
5.3.3.3	Modo Multijugador.....	73
5.3.4	Sprint Review.....	75
5.4	Sprint 2.....	75
5.4.1	Sprint Planning	75
5.4.2	Desarrollo del videojuego Android	76
5.4.3	Sprint Review.....	79
5.5	Sprint 3.....	79
5.5.1	Sprint Planning	80
5.5.2	Versión final.....	81
5.5.3	Sprint Review.....	84
5.6	Resumen	84
CAPÍTULO 6 Evaluación.....		85
6.1	Metodología de evaluación	85
6.2	Diseño experimental Zomfit	85
6.2.1	Definición del experimento.....	85
6.2.2	Planificación	86
6.2.2.1	Selección de contexto	86
6.2.2.2	Formulación de hipótesis.....	86
6.2.2.3	Selección de variables	86
6.2.2.3.1	Intensidad de la Actividad Física.....	87
6.2.2.3.2	Medición de Actividad física.....	87
a)	MET	87
b)	Test del habla.....	89
c)	Frecuencia cardiaca (FC).....	89
d)	Esfuerzo percibido.....	90
6.2.2.3.3	Índice de Masa Corporal (IMC)	90
6.2.2.3.4	Elección de las variables.....	91
6.2.2.4	Selección de sujetos	91
6.2.3	Instrumentación	92
6.2.3.1	Selección de día.....	92

6.2.3.2	Lugar de ejecución	92
6.2.3.2.1	Configuración de LAN.....	92
6.2.3.2.2	Localización códigos QR.....	93
6.2.3.3	Invitación al público objetivo	93
6.2.3.4	Elaboración de la encuesta	94
6.2.3.5	Preparación del guion	94
6.3	Operación	94
6.4	Análisis e Interpretación.....	96
6.4.1	Análisis descriptivo datos personales	96
6.4.2	Análisis descriptivo de la encuesta	103
6.5	Resumen	123
CAPÍTULO 7 Conclusiones y Trabajos futuros		124
7.1	Conclusiones	124
7.1.1	Conclusiones del marco conceptual.....	124
7.1.2	Conclusiones de los componentes de juego	125
7.1.3	Conclusiones de las mecánicas del videojuego	125
7.1.4	Conclusiones del desarrollo del videojuego	126
7.1.5	Conclusiones de la evaluación.....	126
7.1.6	Conclusiones generales.....	127
7.2	Contribuciones.....	128
7.3	Lecciones aprendidas	128
7.4	Trabajos futuros.....	129

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1. Arquitectura clásica de un videojuego.	7
Figura 2.2 Principales líneas de investigación en la jugabilidad (José Luis González Sánchez, 2010).....	10
Figura 2.3 Representación simplificada de la "continuidad de la virtualidad" (Milgram, Fumio, & 00, 1994).....	11
Figura 2.4. Artículos por año.	17
Figura 3.1. Componentes para la VR.	32
Figura 3.2. Clasificación de los sistemas AR.	33
Figura 3.3. Componentes para la AR.	33
Figura 3.4. Display HMD. Fuente http://media02.hongkiat.com/augmented-reality-smart-glasses/meta.jpg	35
Figura 3.5. Displays portátiles. Fuente https://anniepedia.files.wordpress.com/2016/01/yelp-1.jpg	35
Figura 3.6. Displays espaciales. Fuente http://mascola.com/wp-content/uploads/2011/05/topshop_thumb.jpg	35
Figura 3.7. Proceso para la creación de AR.	36
Figura 3.8. AR basado en contorno. Filtros de Snapchat. Fuente http://www.supreality.com/2016/04/13/snapchats-augmented-reality/	37
Figura 3.9. AR basada en localización, Nokia Here. Fuente: https://blogs.msdn.microsoft.com/rbrundritt/2013/11/08/augmented-reality-with-bing-maps-in-a-windows-store-app/	37
Figura 3.10. AR basada en superficie en una aplicación de entretenimiento. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=KH_vY35Nup8	38
Figura 3.11. AR basada en marcador. Fuente http://letzgro.net/blog/augmented-reality-marker-in-business/	38

Figura 3.12. Ejemplo de marcador de plantilla.	39
Figura 3.13. Actividades con lazo. Fuente https://images.google.com/ , adaptación propia .	41
Figura 3.14. Actividades con aro. Fuente https://images.google.com/ , adaptación propia ...	42
Figura 4.1. Proceso creativo. Fuente: Adaptado de http://www.emprenderesposible.org/proceso-creativo	43
Figura 4.2. Elementos de la trama.	49
Figura 4.3. Diagrama de flujo de Zomfit.	52
Figura 4.4. Saltar sobre aros.	54
Figura 4.5. Arrastrarse bajo una malla.	54
Figura 4.6. Saltar dentro de sacos.	54
Figura 4.7. Movimiento del personaje.	55
Figura 4.8. Acciones dentro del videojuego.	55
Figura 4.9. HUD Zomfit.	56
Figura 4.10. Storyboard Zomfit.	59
Figura 4.11. Menú de información del juego.	60
Figura 4.12. Bosquejo menú de opciones.	60
Figura 4.13. Logo de Zomfit.	62
Figura 4.14. Paleta principal de colores.	62
Figura 4.15. Paleta con variación de sombras e iluminación.	63
Figura 4.16. Elementos del HUD.	63
Figura 4.17. Diseño de los objetos.	64
Figura 5.1. Story Mapping.	68
Figura 5.2. Story Mapping primer Sprint.	69
Figura 5.3. Arquitectura general del videojuego.	71
Figura 5.4. Interfaz web del servidor.	74
Figura 5.5. Story Mapping Sprint 2.	75
Figura 5.6. Interfaz de inicio.	77

Figura 5.7. Ingreso del nombre de usuario.	77
Figura 5.8. Interfaz de espera.	77
Figura 5.9. HUD del videojuego.	78
Figura 5.10. Lectura del código QR.	78
Figura 5.11. Información del hechizo.	78
Figura 5.12. Story Mapping Sprint 3.	80
Figura 5.13. Menú de opciones.	81
Figura 5.14. Interfaces finales.	83
Figura 5.15. Interfaz para cambio de IP.	83
Figura 6.1. Ubicación de los elementos para la LAN.	92
Figura 6.2. Códigos QR físicos.	93
Figura 6.3. Proceso para la invitación del público objetivo.	93
Figura 6.4. Proceso para la preparación del experimento.	94
Figura 6.5. Proceso para la ejecución del experimento.	95
Figura 6.6. Distribución sexo sujetos experimentales.	97
Figura 6.7. Frecuencias de las edades.	97
Figura 6.8. Frecuencia IMC.	99
Figura 6.9. Comparación entre IMC (sobrepeso y obesidad) y Género.	99
Figura 6.10. Frecuencia intensidad AF basada en método Karvonen.	102
Figura 6.11. Variables estadísticas descriptivas intensidad AF basada en método Karvonen.	102
Figura 6.12. Frecuencias de las respuestas a la pregunta 1.	104
Figura 6.13. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 2.	105
Figura 6.14. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 3.	106
Figura 6.15. Comparación de las respuestas de la pregunta 2 y 3.	107
Figura 6.16. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 4.	108
Figura 6.17. Comparación de las respuestas a las preguntas 2 y 4.	109

Figura 6.18. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 5.	110
Figura 6.19. Comparación de las respuestas a las preguntas 4 y 5.	111
Figura 6.20. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 6.	112
Figura 6.21. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 7.	113
Figura 6.22. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 8.	115
Figura 6.23. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 9.	116
Figura 6.24. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 10.	118
Figura 6.25. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 11.	119
Figura 6.26. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 12.	120
Figura 6.27. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 13.	122

Listado de tablas

Tabla 2.1. Géneros de videojuegos.	8
Tabla 2.2 Propiedades de la jugabilidad (J L González Sánchez et al., 2008)	11
Tabla 2.3 Palabras clave,	14
Tabla 2.4. Resultado de la búsqueda de palabras clave.	15
Tabla 2.5. Artículos revisados por título.	15
Tabla 2.6. Artículos relevantes.	16
Tabla 2.7. Número de publicaciones por año.	16
Tabla 2.8. Aportes y brechas.	25
Tabla 2.9. Aplicaciones comerciales.	28
Tabla 4.1. Ideas preseleccionadas.	45
Tabla 5.1. Asignación de roles del Scrum Team.	67
Tabla 5.2. Sprint Backlog 1.	70
Tabla 5.3. Sprint Backlog 2.	76
Tabla 5.4. Sprint Backlog 3.	81
Tabla 6.1. Intensidad de la actividad física.	88
Tabla 6.2. Gasto calórico en METs de algunas actividades. Adaptado de (AINSWORTH et al., 2011).....	88
Tabla 6.3. Clasificación de la intensidad física. Adaptada de (“The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in,” 1998).....	90
Tabla 6.4. Escala de Borg para RPE. Fuente (Borg, 1982)	90
Tabla 6.5. Clasificación IMC, adaptada de (González Lorenzo & Garrido Chamorro, 2004)	91

Tabla 6.6. Frecuencia de las edades.	97
Tabla 6.7. Variables estadísticas descriptivas para la edad de los sujetos experimentales.	98
Tabla 6.8. Frecuencia IMC.	98
Tabla 6.9. Cuantificación intensidad de AF.	99
Tabla 6.10. Frecuencia intensidad AF basada en la FCmax.	100
Tabla 6.11. Frecuencia intensidad AF basada en la FCmax.	100
Tabla 6.12. Variables estadísticas descriptivas para la frecuencia intensidad AF basada en FCmax.	101
Tabla 6.13. Frecuencia intensidad AF basada en método Karvonen.	101
Tabla 6.14. Frecuencias de las respuestas a la pregunta 1.	103
Tabla 6.15. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 1.	104
Tabla 6.16. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 2.	105
Tabla 6.17. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 2.	105
Tabla 6.18. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 3.	106
Tabla 6.19. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 3.	107
Tabla 6.20. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 4.	108
Tabla 6.21. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 4.	109
Tabla 6.22. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 5.	110
Tabla 6.23. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 5.	111
Tabla 6.24. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 6.	112
Tabla 6.25. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 6.	112
Tabla 6.26. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 7.	113
Tabla 6.27. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 7.	114
Tabla 6.28. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 8.	115
Tabla 6.29. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 8.	115
Tabla 6.30. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 9.	116
Tabla 6.31. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 9.	117

Tabla 6.32. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 10.	117
Tabla 6.33. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 10.	118
Tabla 6.34. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 11.	119
Tabla 6.35. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 11.	119
Tabla 6.36. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 12.	120
Tabla 6.37. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 12.	121
Tabla 6.38. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 13.	121
Tabla 6.39. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 13.	122

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se introduce la presente monografía, en el cual se define la motivación, así como el planteamiento del problema detectado que llevan a la selección de una pregunta de investigación que servirá de eje principal para realización de esta investigación como trabajo de grado; adicionalmente se definen los objetivos en relación de la hipótesis planteada, las contribuciones o aportes que se dejarán y la estructura general del documento con cada uno de los capítulos que conforman esta monografía denominada Exergame basado en realidad mixta.

1.1 Motivación

El rápido avance tecnológico ha traído consigo no sólo grandes ventajas y adelantos para la humanidad sino también graves problemas incluso de salud como el sobrepeso y la obesidad, pues las personas prefieren pasar el tiempo en actividades sedentarias como ver televisión o usar videojuegos que realizando actividades que promuevan el ejercicio. Es por esto que nace la idea de construir un videojuego que haga un buen uso de la tecnología, pero que además brinde la posibilidad y la motivación para realizar actividad física al jugarlo en entornos abiertos sin requerir más que un dispositivo móvil, de esta forma dar una opción a aquellas personas que consideran poco entretenido ejercitarse en comparación a los videojuegos virtuales.

1.2 Planteamiento del problema

La industria de los videojuegos¹ se ha vuelto muy importante en la última década, con incrementos considerables en su facturación, la cual en el 2014 creció un 31% que corresponde a 413 millones de euros (Redacción Gedesco, 2015), dinero que no sólo incluye juegos desarrollados para consolas como Xbox, Play Station, Nintendo o Computadores sino también para dispositivos móviles. Los videojuegos están cada vez más presentes en la vida de las personas a tal punto de convertirse en algo natural en su cultura, donde se dispone de

¹ Los videojuegos o juegos electrónicos son aquellos donde la interacción puede ocurrir entre una o varias personas y se hace a través de un controlador con un dispositivo dotado de imágenes y video (Baer, Rusch, & Harrison, 1972)

consolas dedicadas u otro tipo de artefactos como computadores y dispositivos móviles que con el tiempo han logrado desplazar a los juegos tradicionales² como lo refleja la encuesta (Muñoz Carrillo & Villafuente León, 2014), donde el 93.8% de los hombres prefieren los videojuegos frente a los juegos tradicionales, en el caso de las mujeres la cifra sólo asciende al 67%. Una posible justificación es que los videojuegos brindan a los usuarios experiencias diferentes, donde la imaginación es relegada por los imponentes gráficos, efectos de sonido e historias de fantasía.

El desplazamiento de los juegos tradicionales debido a los videojuegos conduce a problemas cada vez más presentes en la actualidad como la obesidad y el sobrepeso, en un estudio realizado en el 2013 se encontró que el 24,7% de los niños entre los 2 y 17 años tienen sobrepeso y que un 15% padecen obesidad, cifras que son alarmantes pues se estima que el 80% de los adolescentes obesos se convierten en adultos obesos (Trujillo, Muñoz, & Villada, 2013). La inactividad física se produce debido a que los adolescentes dedican mucho tiempo a actividades sedentarias como ver televisión o jugar videojuegos, alejándose de la práctica del deportes y juegos al aire libre (Maza Palacios, 2012).

No obstante, existen iniciativas que buscan utilizar los videojuegos como motivación para que las personas realicen más ejercicio, como los *Exergames*, los cuales son una combinación del ejercicio (Exercise) y los videojuegos (Videogames), estos han demostrado tener buenos resultados en el campo físico, psicológico, cognitivo y hasta académico (Staiano & Calvert, 2011), como en tratamientos de la obesidad y sedentarismo (Astorino et al., 2008), (Astorino et al., 2008)(Luke, Coles, Anderson, & Gilbert, 2005), (Graves, Stratton, Ridgers, & Cable, 2007), mejora en la coordinación (Drew & Waters, 1985), reducción del aislamiento social (Mueller, Agamanolis, & Picard, 2003), entre otros. La acogida ha sido tan grande que compañías como Nintendo han enfocado sus esfuerzos en la consola Nintendo Wii y específicamente en juegos como Wii Fit, lo cual se ve reflejado en las estadísticas de ventas, donde Wii Fit corresponde al 73% de las ventas totales para esta compañía (Staiano & Calvert, 2011); otras grandes industrias también han incursionado en los exergames como Sony con el Play Station Move (Play Station, 2011) y Xbox con el Kinect (X-box, n.d.).La industria de los exergames viene creciendo de manera considerable alcanzando en el 2014 ventas de \$18 billones de dólares, postulándola como un área de gran potencial (Görgü et al., 2010).

A pesar de los adelantos realizados en el campo de los exergames, se ha demostrado que, aunque ayuden a ejercitarse, no brindan la suficiente motivación a los jugadores, pues presentan mecánicas e historias de juego muy básicas, por lo que las personas prefieren jugar aquellos con una mecánica más entretenida así no estén haciendo ejercicio (Lyons, Tate, Komoski, Carr, & Ward, 2012); además requieren de una consola, como las mencionadas anteriormente. Si bien es cierto que la venta de exergames ha tenido un incremento, esto no conlleva a que la situación se replique en las ventas de consolas de videojuegos, pues las estadísticas señalan una disminución en la venta de estas a nivel mundial en los últimos siete años, las cuales han venido en caída desde el 2008 con 83.23 millones de consolas vendidas hasta tener sólo 42.41 millones en el 2015 según el portal de estadísticas Statista (Statista, n.d.).

² Los juegos tradicionales no requieren de elementos tecnológicos, sino que hacen uso del cuerpo o elementos encontrados en el entorno, basados en la interacción entre varios jugadores, con reglas sencillas que recurren a altos grados de imaginación, comúnmente realizados en la calle sin supervisión adulta (Henández Dieguez, 2007)

Pese a la disminución en la venta de consolas, la industria de los videojuegos se ha abierto a otro tipo de dispositivos como los smartphones, los cuales en el año 2014 superaron en número a la cantidad de personas en el mundo, con más de 7.3 mil millones, de los que 1.64 mil millones eran smartphones (Ditrendia, 2016), según el informe de eMarketer (@cdperiodismo, 2014) en el 2015, este número incrementó a 1.91 mil millones y se proyecta que para el 2018 un tercio de los usuarios móviles (2.56 mil millones) poseerán un smartphone. Este incremento se ha visto claramente reflejado en el desarrollo de aplicaciones móviles, donde las redes sociales junto a los videojuegos son los más usados y descargados según el portal internacional Uptodown (Redacción, 2016).

El desarrollo de nuevos videojuegos que integran actividad física en exteriores ha sido abordado con tecnologías que combinan la realidad continua³ con elementos virtuales como la realidad aumentada (AR), la capacidad de adaptación al ambiente y la movilidad (Lyons et al., 2012). La AR ha demostrado su gran potencial al ser utilizada en juegos móviles mundialmente conocidos como Ingress ("Ingress," 2016), juego desarrollado por Google, que motiva a la interacción con el mundo real. Un proyecto que plantea la integración de todos estos conceptos llevando los exergames a ambientes exteriores mediante el uso de dispositivos móviles es el propuesto por la escuela de ciencias de la computación de Dublín, quienes han detectado algunas falencias en los exergames, como por ejemplo el hecho de realizarse usualmente en interiores además de ser dependientes de una consola, esta iniciativa es denominada Freegaming que en otras palabras ofrece una experiencia de juego en cualquier lugar, en cualquier momento y de forma colaborativa ("Freegaming - Mobile, Collaborative, Adaptive and Augmented Exergaming," 2012).

Se ve la necesidad de incursionar más en los Exergames, atacando las falencias encontradas, logrando utilizar adecuadamente tecnologías como la realidad aumentada para desarrollar videojuegos para dispositivos móviles, para lograr disminuir los índices de sedentarismo y así mismo incrementar la interacción humana, es por esto que surge la siguiente pregunta de investigación para el presente trabajo de grado:

¿Cómo motivar el desarrollo de actividad física mediante la incorporación de smartphones y conceptos de realidad mixta?

1.3 Objetivos de Investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer un videojuego basado en Realidad Mixta para dispositivos móviles que promueva la actividad física

1.3.2 Objetivos específicos

1. Diseñar las mecánicas y componentes de juego necesarios para el desarrollo de un videojuego móvil basado en realidad mixta.
2. Implementar el prototipo del videojuego en la plataforma Android siguiendo las mecánicas y componentes definidos en el objetivo específico uno.

³ Todo aquello con lo que nuestros sentidos en común pueden identificar que existe, desde lo sensible hasta lo perceptible (Barnes, n.d.)

3. Evaluar el incremento de la actividad física generado por el uso del prototipo del videojuego en un entorno de prueba.

1.4 Hipótesis

La hipótesis planteada para el trabajo y con la cual se pretende responder a la pregunta de investigación es: El videojuego planteado de acuerdo a las mecánicas y componentes seleccionados producirá un incremento de la actividad física mayor a la generada al estar en reposo.

1.5 Contribuciones y principales resultados

Mediante este trabajo de grado se lograrán aportes en el entorno investigativo de los videojuegos y salud tales como:

- Una investigación sobre el uso de tecnologías de realidad mixta como complemento en los videojuegos para el ejercicio.
- Diseño y desarrollo de un prototipo de videojuego para dispositivos móviles con sistema operativo Android, que permita jugar haciendo uso de códigos QR para la promoción de la actividad física.
- Reporte con la evaluación del prototipo de videojuego propuesto para analizar el nivel de actividad física generado con su uso.

1.6 Contenido de la monografía

El presente documento ha sido dividido en capítulos de la siguiente forma:

- Capítulo 1, "Introducción", presenta la introducción, motivación, planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, contribuciones y el contenido general del documento.
- Capítulo 2 "Marco Conceptual", hace referencia a los conceptos fundamentales, tecnologías, trabajos y experiencias previas de otros investigadores acerca de videojuegos para el ejercicio, los cuales serán el punto de partida para la presente investigación y serán utilizados a lo largo del desarrollo del documento.
- Capítulo 3 "Componentes de Juego", este capítulo contiene una investigación sobre los diferentes elementos que pueden ser utilizados para incorporar realidad mixta a un proyecto, además de otros elementos que puedan complementar la experiencia dentro de un videojuego.
- Capítulo 4 "Mecánicas del Videojuego", presenta el proceso de diseño del videojuego, en el cual se utiliza como guía un documento de diseño de videojuego para definir todo lo referente a los objetivos, mecánicas, personajes, historia, entre otros elementos que compondrán el concepto del videojuego a desarrollar.

- Capítulo 5 “Desarrollo del Videojuego”, contiene todo lo referente a nivel técnico para la implementación del videojuego concebido en el capítulo 4, se define una metodología de desarrollo, así como la arquitectura general del sistema.
- Capítulo 6 “Evaluación”, hace referencia a la metodología de evaluación escogida para realizar el experimento dentro de un entorno controlado del prototipo de videojuego para promover el ejercicio utilizando la realidad mixta.
- Capítulo 7 “Conclusiones y trabajos futuros”, presenta las conclusiones y resultados más relevantes, además de los logros obtenidos a lo largo de la realización de este trabajo, las lecciones aprendidas durante el proceso y los trabajos futuros que pueden surgir a partir de la continuación o mejoramiento del presente trabajo de grado.

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se encuentra recopilada la información obtenida dentro del desarrollo del estado del arte como componente de investigación documental, aquí se podrán apreciar definiciones de conceptos, tecnologías pertinentes e investigaciones relacionadas, los cuales permiten enmarcar el proyecto dentro de un mismo contexto, fundamentando el uso de las tecnologías móviles y la combinación de diferentes realidades (realidad aumentada, realidad mixta) para fomentar la producción de actividad física; además con la exploración y análisis de la información, será posible establecer las brechas existentes definiendo así un punto inicial para el presente trabajo de grado.

2.1 Contexto general

En esta sección se realizará la definición de los conceptos más relevantes, los cuales fueron obtenidos a partir de una revisión bibliográfica inicial de acuerdo al contexto del presente trabajo de grado, estos permiten el entendimiento y el análisis del problema central. Dentro de estos se encuentran los relacionados con los *exergames*, la *realidad mixta* y la *actividad física*.

2.1.1 Videojuego

Dentro del entendimiento de los videojuegos, existen dos perspectivas principales las cuales han servido de referencia para su estudio. Algunos autores ven al videojuego como una nueva forma o una evolución de la narrativa y se fundamentan en que comparten diversos elementos con las historias como los personales, acciones encadenadas, entre otras (Frasca, 1999); existe otra perspectiva menos académica en donde los autores analizan a los videojuegos esencialmente como juegos (Juul, 2005) (Zyda, 2005). Dentro de este trabajo de grado se tendrá como referencia la segunda perspectiva.

Se tomará como inicio una definición básica, pero también bastante amplia que podría considerar a los videojuegos como cualquier juego que se desarrolla en una plataforma electrónica, sin embargo, antes de entender por completo su significado, es necesario comprender qué es un juego en sí. El filósofo e historiador Johannes Huizinga escribió el ensayo "Homo Ludens" donde dio una de las definiciones clásicas de un juego, para él, un juego puede considerarse como "Una actividad voluntaria u ocupación ejecutada dentro de ciertos límites fijos de tiempo y lugar, de acuerdo con las normas aceptadas libremente pero absolutamente vinculantes, que tiene su fin en sí mismo y acompañado por una sensación de tensión, alegría y la conciencia de que es diferente de la vida ordinaria"(Huizinga, n.d.);

así mismo, Roger Caillois, inspirado por Huizinga dice que un juego es “Una actividad ficticia, impredecible e improductiva con reglas, límites de espacio y tiempo y sin obligación”, además clasifica los juegos en dos orientaciones de acuerdo a la complejidad de las reglas, *paidia* y *ludus*, que en otras palabras pueden entenderse como la libertad y la restricción en cuanto a reglas (Caillois & Impr. Brodard et Taupin), 1991); por otra parte Eric Zimmerman dicta: “Un juego es una actividad interactiva voluntaria, en la cual uno o más jugadores siguen reglas que limitan su comportamiento, promulgando un conflicto artificial que termina en un resultado cuantificable” (Zimmerman, 2004). De acuerdo a esto es posible identificar algunas características comunes como que un juego es una actividad libre, es decir, a la cual no se obliga, que se rige por reglas simples o complejas, donde puede presentarse competitividad y donde el curso del juego siempre cambia.

Con lo anterior es posible obtener una definición clara y concreta que servirá de referencia dentro del desarrollo de este documento, por lo tanto, se define un videojuego como un juego el cual se desarrolla gracias a un sistema electrónico (computador, consola, celular, etc.), regido por reglas y objetivos, el cual puede estar basado en una historia (Esposito, 2005).

Un videojuego presenta una arquitectura básica conformada por tres capas (J L González Sánchez, Padilla Zea, Gutiérrez, & Cabrera, 2008), la cual se sintetiza en la Figura 2.1.

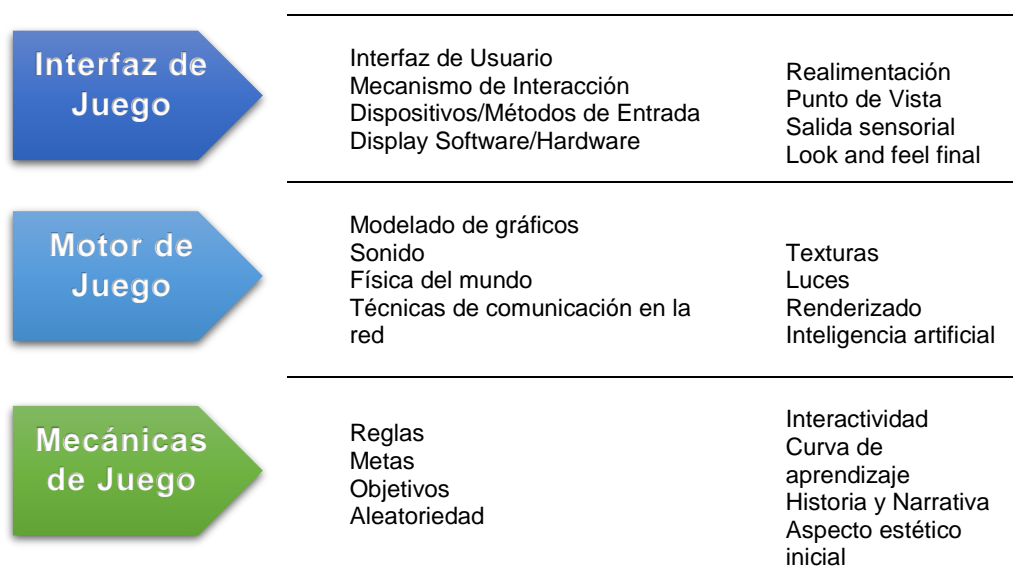


Figura 2.1. Arquitectura clásica de un videojuego.

La **mecánica del juego** se compone de aquellos elementos que caracterizan al videojuego y lo hacen diferente a otros, iniciando por el género (Arcade, shooter, plataformas, etc.), definiendo las reglas y los objetivos, además de la historia que se desarrollará, esta última requiere de la creación de escenarios y personajes, así como la ambientación general.

El **motor del juego** se refiere a todo lo que tiene que ver con la ejecución y funcionamiento general del juego (Rollings & Morris, 2004), es decir aquello relacionado con la inteligencia artificial, comportamiento, personalidad y habilidad de los elementos del juego (J L González Sánchez et al., 2008); de forma general es aquel que modela el juego en sí.

La **interfaz de juego** es la capa homóloga a la de presentación, aquí se muestran los personajes, escenarios, contenidos y demás creados, para que pueda producirse una interacción directa con el jugador (Tekinbaş & Zimmerman, 2004).

Dentro de la mecánica del juego se mencionó el *género*, término que puede referirse a la forma de clasificación de los videojuegos según el tipo de interacciones presentes (Apperley & H., 2006), a continuación en la Tabla 2.1 se presentan algunos de los géneros de videojuegos teniendo en cuenta la historia de juego definidos por diferentes autores, los cuales tienen relevancia dentro de la investigación.

Género	Descripción
Simulación	Todos los juegos se consideran una simulación en cierta medida, pero para esta categoría se toman en particular aquellos juegos que son auténticos respecto a la actividad real (Frasca, 2003). La característica principal de este género es que los videojuegos se basan en la reproducción de forma realista del funcionamiento de alguna actividad, como los simuladores de vuelo.
Estrategia	Se caracterizan por tener una vista de “ojo de Dios” sobre las acciones que ocurren, se divide en dos sub-géneros: <i>estrategia en tiempo real</i> y <i>estrategia por turnos</i> . Un factor diferenciador respecto a los otros géneros se considera la estética visual. Este género se caracteriza porque provoca la necesidad de crear esquemas, planear y dirigir operaciones para alcanzar objetivos concretos (Bolter & Grusin, 1999).
Juego de Rol	También conocidos como RPG ⁴ , es un género muy cercano al género literario de fantasía, donde el jugador controla a uno o varios personajes principales en un mundo definido y tiene como objetivo mejorar sus habilidades interactuando con el entorno y otros personajes; este género se considera la evolución de los juegos de rol de lápiz y papel como Calabozos y Dragones (Apperley & H., 2006).
Acción	Conformado por dos sub-géneros: Shooters en primera persona (La pantalla se considera la propia visión del jugador) y juegos en tercera persona (Mediante avatares visibles en totalidad para el jugador) (King & Krzywinska, 2002). Son juegos donde la acción, el movimiento, combates y batallas son factores predominantes. Requieren mucha rapidez en la interacción del usuario con el juego.
Aventura	Por lo general describen experiencias largas, que se asemejan a películas interactivas donde el jugador hace las veces del personaje principal el cual debe interactuar con la historia conduciéndolo a resolver un problema o resolver un acertijo (Rollings & Adams, 2003).

Tabla 2.1. Géneros de videojuegos.

A parte de la clasificación por géneros, los videojuegos pueden clasificarse en diversos grupos teniendo en cuenta otras características, como la tecnología empleada, el público al cual se dirigen o su finalidad. Los juegos serios abarcan aquellos que tienen una finalidad diferente a sólo producir diversión. (Zyda, 2005)

⁴ Role Playing Game

2.1.1.1 Juegos Serios

Cuando se aplican técnicas de gamificación⁵ en entornos que pueden no estar pensados como un juego necesariamente, surgen los juegos serios (Giessen, 2015), los cuales tienen como objetivo crear un puente entre lo lúdico y el mundo real, promoviendo la formación más que el entretenimiento, razón por la cual han sido ampliamente utilizados en el campo de la educación, milicia, gobierno, salud y hasta mercadeo (Dural Gazulla, 2009) (Susi & Johannesson, 2007). Este tipo de juegos están vinculados de forma evidente con algún aspecto de la realidad mediante la construcción de un ambiente tridimensional en el que se permita la práctica dentro del área de interés (Marcano, 2008)

2.1.1.2 Exergame

Dentro de la categoría de juegos serios, se encuentran los videojuegos para el ejercicio (Trujillo et al., 2013), denominados *exergames*, término que surge de la combinación del ejercicio (*exercise*) y los videojuegos (*videogame*) (Bogost, 2007), la idea principal es motivar a las personas a participar en regímenes de ejercicio, con una técnica que oculta en cierta forma la parte agotadora de hacer ejercicio con la diversión producida al jugar.

A pesar de que exergame es el término más frecuentemente usado en la literatura, el concepto no ha logrado una consistencia a lo largo de los investigadores (Oh & Yang, 2010), algunos autores utilizan términos como “*exertainment*”, “*videojuego interactivo*”, “*videojuego activo*”, “*videojuego físico*” o “*videojuego kinestésico*”, sin embargo después de una investigación realizada (Oh & Yang, 2010) se puede observar que la discrepancia del concepto se presenta entre investigadores del área de la salud, pero que la mayoría de investigadores de campos tecnológicos optan por la utilización de exergame, término elegido también para el desarrollo de este trabajo de grado. Los exergames promueven un estilo de vida saludable mediante la combinación de tecnologías para el desarrollo de videojuegos y el ejercicio (The Exergaming Network Wiki, 2011). Los exergames utilizan como medio de estímulo un juego y la competencia, por lo tanto, buscan estimular la movilidad del cuerpo entero mediante la incorporación de ambientes interactivos con experiencias inmersivas que buscan simular la sensación de presencia dentro del juego (Trujillo et al., 2013).

2.1.1.2.1 Freegaming

Es un proyecto realizado en alianza por el UCD (Univerisy College Dublín), Clarity y NDRC (National Digital Research Centre), el cual busca potencializar los exergames a través de contextos móviles en exteriores y dentro de un ambiente social, donde no se utilizan avatares como interfaz para la interacción, sino que el jugador utiliza su cuerpo para este fin. Tiene cuatro características (Freegaming Project, 2012):

- Móvil: busca agregar movilidad a los exergames con el fin de abrir la oportunidad a realizar muchos más ejercicios.
- Aumentada: da la capacidad a los desarrolladores a implementar realidad aumentada para romper el paradigma del avatar tradicional, de esta forma se brinda una experiencia más inmersiva haciendo que el usuario interactúe directamente con su cuerpo.

⁵ Gamificación es la aplicación de elementos y principios del diseño de juegos en contextos diferentes del juego (Huotari & Hamari, 2012)

- Colaborativo: la arquitectura de un exergame está diseñada como un sistema que combina la característica de socialización de los juegos móviles multijugador colaborativos con los efectos positivos de los exergames en la salud física.
- Adaptativo: la arquitectura está pensada para adaptarse constantemente a los cambios en un ambiente externo mediante el uso de agentes tecnológicos inteligentes.

2.1.2 Jugabilidad

El término jugabilidad ha sido ampliamente definido por los autores (Rollings & Morris, 2004) (Tekinbaş & Zimmerman, 2004) (Fabricatore, Nussbaum, & Rosas, 2002), el cual se puede entender dentro del campo del diseño y análisis de videojuegos como la calidad del juego teniendo en cuenta las reglas, mecánica de juego, objetivos y diseño. Se refiere a las experiencias que pueda sentir el jugador al interactuar con el sistema, por lo que puede a veces percibirse de forma diferente en los jugadores (José Luis González Sánchez, 2010); otra de las definiciones más comúnmente usada precisa a la jugabilidad como el grado en el que un juego es divertido para usar, con énfasis en el estilo de interacción, en otras palabras, la calidad del juego (la historia, capacidad de respuesta, facilidad de uso, personalización, control sobre el mismo, complejidad, intensidad de la interacción, gráficos, sonido, etc.) (Sánchez, Vela, Simarro, & Padilla-Zea, 2012)

Como campo de investigación existen dos líneas principales que bifurcan los estudios: La jugabilidad como una característica presente en los elementos de un videojuego y la jugabilidad como la usabilidad en videojuegos, estas líneas y sus componentes se encuentran ilustradas en la Figura 2.2.

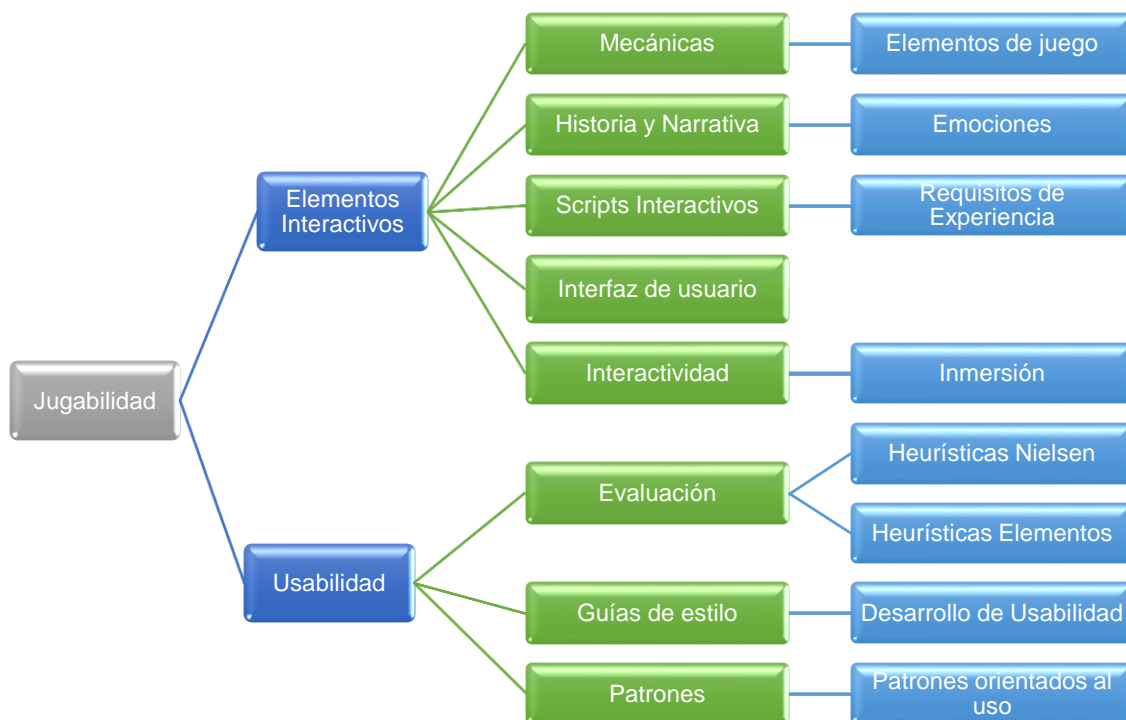


Figura 2.2 Principales líneas de investigación en la jugabilidad (José Luis González Sánchez, 2010)

La jugabilidad no se limita al grado de diversión y entretenimiento al jugar, esta está caracterizada por atributos que se heredan de la usabilidad, pero se redefinen en este campo en particular, por ejemplo, para un juego la efectividad no consiste siempre en acabar rápido una tarea, pues esto entra a depender del objetivo y la historia del juego en sí (Sánchez et al., 2012). González Sánchez define un grupo de propiedades pertenecientes a la jugabilidad las cuales se encuentran resumidas en la Tabla 2.2.

Propiedad	Característica
Satisfacción	Agrado que siente el jugador ante el videojuego.
Aprendizaje	Facilidad para el entendimiento y comprensión del sistema y mecánica del juego (reglas, objetivos, formas de interacción).
Eficiencia – Efectividad	Tiempo y recursos necesarios para lograr los objetivos propuestos en el videojuego.
Inmersión	Capacidad de adentrarse en el juego pudiendo tomar como realidad lo que se juega integrándose al mundo virtual construido.
Motivación	Permite que el jugador sea persistente en determinadas acciones hasta culminarlas de forma voluntaria y natural.
Emoción	Impulso involuntario que se produce como respuesta a los cambios en el videojuego.
Socialización	Atributos que hacen apreciar el videojuego de distinta manera al jugarlo en compañía (multijugador) ya sea de manera competitiva, colaborativa o cooperativa.

Tabla 2.2 Propiedades de la jugabilidad (J L González Sánchez et al., 2008)

2.1.3 Realidad Mixta

La realidad mixta es aquel ambiente en donde elementos del mundo real y el virtual son presentados juntos, mediante un conjunto de técnicas que combinan ambientes generados digitalmente con el entorno percibido sensorialmente a la misma vez (Billinghurst & Kato, 1999). Este término fue introducido originalmente por Milgram y Kishino en el año 1994, quienes lo establecieron como un espectro que abarca las tecnologías existentes entre el mundo real, donde las experiencias y reacciones son producto de efectos físicos y la forma en que se perciben de manera particular, y el mundo virtual, en el que todo elemento existente es generado artificialmente (Müller, 2004).

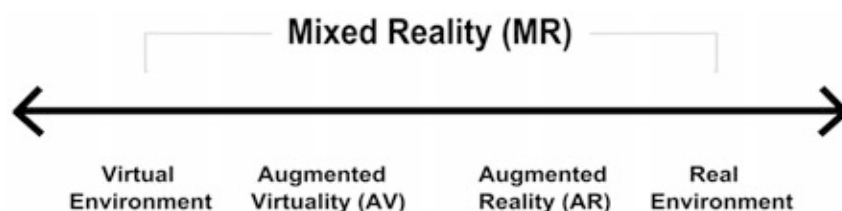


Figura 2.3 Representación simplificada de la "continuidad de la virtualidad"⁶

La Figura 2.3, es la representación creada por Milgram y Kishino para la realidad mixta, donde expresan que la realidad presenta una continuidad que va desde ambientes completamente virtuales a ambientes reales, en la transición entre estas se definen dos ambientes que combinan en determinada proporción cada una de ellas. Cerca de la virtualidad se tiene la

⁶ (Milgram et al., 1994)

Virtualidad Aumentada, en donde los estímulos producidos en el usuario son en su mayoría generados por dispositivos electrónicos logrando que el mundo percibido sea virtual, con algunos elementos reales mezclados o superpuestos; en el otro extremo, llegando al ambiente real, se tiene la *Realidad Aumentada* en la cual elementos creados digitalmente se introducen en la percepción del mundo real del usuario (Yuen, Yaoyuneyong, & Johnson, 2013).

2.1.3.1 Realidad virtual

La realidad virtual (VR, Virtual Reality) es un término que ha venido evolucionando, en la década de 1990, la definición hacía referencia a ambientes tridimensionales simulados que respondían a movimientos humanos producidos por guantes y gafas (Steuer, 1992), tecnologías empleadas en esa época para la producción de VR, una de las definiciones especificaba que la VR era “simulaciones electrónicas de entornos experimentados a través de gafas o ropa cableada que permiten al usuario final instruirse en situaciones tridimensionales realistas” (Coates, 1992); este término era muy dependiente de la tecnología, por lo que ahora la definición es un poco más amplia. La realidad virtual produce un ambiente digital donde la percepción de los sentidos (visual, tacto, auditivo y olfato) es altamente similar a una situación real, para lo cual se hace uso de equipos tecnológicos con los cuales el usuario puede interactuar (Zhao, 2009); además el usuario se encuentra completamente inmerso en este entorno el cual puede estar regido o no por las leyes naturales y físicas universales, por lo cual no puede mirar ni tener conciencia de lo que sucede en el mundo real a su alrededor (R. T. Azuma & T., 1997).

2.1.3.2 Realidad aumentada

La realidad aumentada (AR, augmented reality) es una tecnología que permite la coexistencia e interacción de elementos virtuales y reales mediante la integración de señales capturadas del mundo real como imágenes, sonido y de señales generadas digitalmente que por lo general hacen referencia a objetos gráficos (Lizbeth & Lara, 2004). A diferencia de la VR, esta no busca reemplazar la realidad sino complementarla, permitiendo que el usuario pueda ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos en el mismo espacio, es decir, “aumentando” la realidad, y de esta manera interactuar en tiempo real con los objetos del mundo virtual (R. T. Azuma & T., 1997). La AR busca lograr un grado máximo de inmersión a un punto ideal en el que el usuario no distinga los objetos reales de los objetos virtuales, en cumplimiento de esto se usan desde animaciones en 3D hasta sonidos reales al interactuar con los objetos virtuales.

Los sistemas basados en realidad aumentada cuentan con tres (3) criterios elementales (R. Azuma, Baillot, Behringer, Feiner, & Julier, 2001) (Norcio & Stanley, 1989):

- Combinación de objetos reales y virtuales, donde los objetos virtuales pueden ser imágenes, videos, sonidos o cualquier otro tipo de contenido multimedia o virtual.
- Interacción entre el usuario y los objetos virtuales en tiempo real.
- Se usa en entornos físicos reales.

2.1.4 Actividad Física

La actividad física (AF) es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en una expansión energética mayor a la producida al estar en

reposo, actividades como caminar, correr, bailar, hacer labores domésticas, se consideran AF (Institute, n.d.). No debe confundirse con el ejercicio, este es un tipo de AF la cual se realiza con un objetivo específico de mantener o mejorar componentes de la aptitud física, esta se realiza de manera planificada, estructurada y repetitiva (“OMS | Actividad física,” 2013).

La cantidad de energía que el cuerpo necesita para realizar una actividad puede ser medida en kilojulios (kJ) o kilocalorías (kcal), la cual es una variable continua que se determina por la cantidad de masa muscular que produce movimientos corporales y la intensidad, duración y frecuencia de las contracciones musculares.(Caspersen, Powell, & Christenson, 1984)

2.2 Trabajos Relacionados

2.2.1 Búsqueda en fuentes bibliográficas

Es vital considerar fuentes de información bibliográficas, que permitan conocer el estado actual del área de investigación, incluyendo temas que ya hayan sido abordados por otros trabajos, avances y aportes realizados, tecnologías y productos existentes, algunos de los cuales podrán servir de punto inicial y serán esenciales para un mejor desarrollo de la investigación, pues proveerá una visión general de las necesidades y carencias presentes en el área a trabajar que conlleven a realizar un aporte significativo al conocimiento. A continuación, se presenta un resumen de la búsqueda de información realizada dentro del campo de los exergames y la realidad aumentada.

2.2.1.1 Selección de fuentes de información

Para la búsqueda bibliográfica se seleccionaron algunas bases de datos de revistas, libros y conferencias académicas en línea como Science Direct, IEEE Xplore, Springer y ACM.

2.2.1.1.1 Science Direct

Es la base de datos para investigadores de Elsevier, donde se encuentran publicaciones científicas, técnicas y sanitarias autorizadas de alta calidad, revisados por pares y aceptados para su publicación, con funcionalidad inteligente e intuitiva, ofrece más de 13 millones de publicaciones de casi 2500 revistas con un porcentaje de citación de 25.3% y más de 33000 libros de Elsevier, permite ver recomendaciones de otros artículos o capítulos de acuerdo al que se está leyendo; puede accederse a esta base de datos por medio de la Universidad del Cauca. Sin embargo, se tiene acceso a casi 400 revistas y más de 1600 artículos de forma abierta. (Elsevier's leading information solution, n.d.)

2.2.1.1.2 IEEE Xplorer

Es una biblioteca digital para el descubrimiento y acceso al contenido científico y técnico publicado por IEEE⁷ y socios editores, provee un acceso web a más de 3 millones de documentos en ingeniería eléctrica, ciencias de la computación y electrónica. El contenido comprende más de 160 revistas, 1200 actas de congresos, 3800 estándares técnicos, 1000 libros virtuales y 300 cursos educativos. Aproximadamente 25000 nuevos documentos se

⁷ IEEE *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

añaden a IEEE Xplore cada mes. Para acceder al contenido total, se debe ser miembro IEEE o tener una suscripción institucional. (IEEE Xplore, n.d.)

2.2.1.1.3 Springer

Es parte de la comunidad de información de todo tipo, ofrece contenido premium a través de bases de datos, libros electrónicos, periódicos, revistas y más, así como una herramienta de descubrimiento versátil para buscar en todos los recursos de la biblioteca, cuenta con más de 2900 revistas y 200000 libros. (Springer, n.d.)

2.2.1.1.4 ACM

ACM⁸ es la asociación para la maquinaria informática, reconocida ampliamente como la organización de membresía para profesionales en la computación, mediante la entrega de recursos que permiten el avance en la computación como ciencia y profesión. Provee a la comunidad una biblioteca digital en la cual se encuentran alojados revistas, diarios, conferencias, talleres, foros electrónicos y un centro de aprendizaje. (Association for Computing Machinery, n.d.)

2.2.1.2 Criterios de búsqueda

Para la búsqueda se definió un conjunto de palabras clave en su mayoría en inglés, pues se considera que la mayoría de la información científica es publicada en este idioma, lo cual permite una visión más amplia del panorama de la tecnología y trabajos relacionados. Estas palabras fueron consultadas dentro del título, palabras clave y del resumen en las fuentes bibliográficas seleccionadas, para obtener resultados relevantes a esta investigación y posteriormente filtrar de manera efectiva la información disponible. Los criterios de búsqueda se encuentran en la Tabla 2.3 descrita a continuación.

Palabras clave	
A	“Videogame” AND “Exercise”
B	“Videogame” AND “Physical activity”
C	“Videogame” AND “Augmented Reality”
D	“Videogame” AND “Mixed Reality”
E	“Videogame” AND “Exercise” AND “Augmented Reality”
F	“Videogame” AND “Exercise” AND “Mixed Reality”
G	“Videogame” AND “Physical activity” AND “Augmented Reality”
H	“Videogame” AND “Physical activity” AND “Mixed Reality”
I	“Exergame” AND “Augmented Reality”
J	“Exergame” AND “Mixed Reality”
K	“Exergame” AND “Augmented Reality” AND “Playability”
L	“Exergame” AND “Mixed Reality” AND “Playability”

Tabla 2.3 Palabras clave.

Con base a las palabras clave se realizó una búsqueda en las fuentes bibliográficas seleccionadas, con el propósito de construir una base de información que permita encontrar

⁸ ACM: Association for Computing Machinery

trabajos que puedan aportar al proceso realizado dentro de este trabajo de grado. A continuación, en la Tabla 2.4, se consignan los resultados encontrados.

Palabras Clave	Science Direct	IEEE Xplore	Springer	ACM	Total
A	17	10	799	12	838
B	31	1	144	41	217
C	2	4	240	20	266
D	23	137	298	21	479
E	67	47	105	1	220
F	134	41	125	4	304
G	94	72	163	4	333
H	169	71	180	27	447
I	35	6	61	25	127
J	27	1	43	20	91
K	5	4	1	0	10
L	3	5	3	0	11
Total	607	399	2162	175	3343

Tabla 2.4. Resultado de la búsqueda de palabras clave.

Ya que dentro de los trabajos encontrados no todos son relevantes a la temática central de esta investigación, se procede a filtrar los resultados de la búsqueda, para esto se revisa uno a uno por título para determinar la relación con el presente trabajo de grado, los resultados se presentan en la Tabla 2.5.

Palabras Clave	Science Direct	IEEE Xplore	Springer	ACM	Total
A	7	0	13	6	26
B	1	0	4	4	9
C	1	2	6	3	12
D	1	5	4	1	11
E	4	4	4	0	12
F	2	1	0	0	3
G	4	4	0	1	9
H	0	2	0	4	6
I	6	3	8	4	21
J	2	0	2	2	6
K	0	1	0	0	1
L	0	1	0	0	1
Total	28	23	41	25	117

Tabla 2.5. Artículos revisados por título.

Una vez hecha esta refinación, se procede a revisar los artículos filtrados por resumen con el fin de encontrar aquellos que puedan aportar significativamente a la investigación, los resultados se presentan en la Tabla 2.6.

Palabras Clave	Science Direct	IEEE Xplore	Springer	ACM	Total
A	2	0	3	2	7
B	0	0	0	2	2
C	0	0	1	0	1
D	0	1	0	0	1
E	1	2	0	0	3
F	0	0	0	0	0
G	1	0	0	2	3
H	0	1	0	3	4
I	1	2	4	1	8
J	1	0	0	0	1
K	0	0	0	0	0
L	0	1	1	0	2
Total	6	7	9	10	32

Tabla 2.6. Artículos relevantes.

Finalmente se agruparon estos referentes de acuerdo al año de publicación, para observar de manera general cómo ha sido la evolución de los exergames o juegos para el ejercicio, los resultados obtenidos se consignan en la Tabla 2.7 y Figura 2.4.

Año de publicación	Número de artículos
2001	1
2008	1
2010	2
2011	1
2012	2
2013	4
2014	8
2015	3
2016	9
2017	1

Tabla 2.7. Número de publicaciones por año.

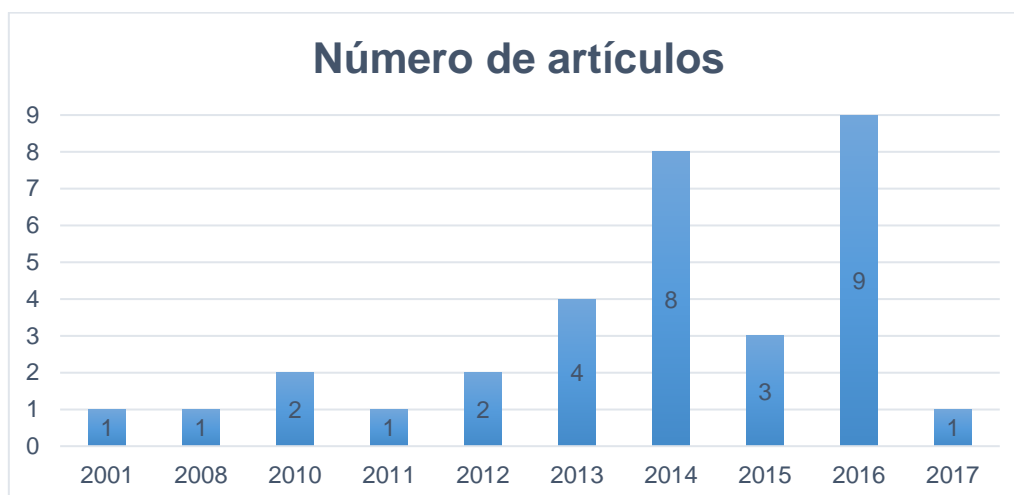


Figura 2.4. Artículos por año.

De la Figura 2.4, se puede inferir que a pesar de que los exergames son un tema que se viene tratando hace casi veinte años, sólo hasta la última década ha recibido una mayor atención, lo cual se refleja en que la cantidad de artículos publicados presenta una tendencia en aumento, esto puede producirse como consecuencia al incremento del uso de nuevas tecnologías que han provocado sedentarismo en las personas provocando enfermedades como la obesidad. Además, la evolución de la tecnología ha permitido la integración de elementos como la realidad aumentada.

2.2.2 Trabajos relevantes

Dentro de los treinta y dos trabajos relacionados que se obtuvieron después de filtrar los resultados obtenidos en la búsqueda, se encuentran algunos artículos que están estrechamente relacionados con los exergames y el uso de realidad mixta. A continuación, se presenta la información más pertinente al presente trabajo de grado obtenida de cada uno de ellos.

Uso de videojuegos y su relación con las conductas sedentarias en una población escolar y universitaria (Castro Sánchez, Martínez, Ortega, Cuberos, & Garcés, n.d.) En este artículo se expone un estudio basado en la realización de una encuesta a niños y jóvenes en etapas educativas de primaria, secundaria y universitaria, para un total de 155 personas entre hombres y mujeres, en los cuales se tenía en cuenta el sexo, la etapa educativa, la frecuencia de práctica de actividad física y el ocio digital. En esta encuesta se les pregunta la cantidad de tiempo que pasan jugando algún tipo de videojuego y cuánto tiempo pasan realizando actividad física. Los resultados son muy dicentes al llegar a la conclusión que un poco más del 40% de las personas no realizan actividad física pero esta misma cantidad de personas si juegan en una medida de 1 a 3 veces por semana. Se encuentra que el 94.8% de la muestra juega al menos una vez a la semana. En muchos de los casos la razón por la que las personas juegan videojuegos en lugar de realizar actividad física es que lo encuentran más divertido y califican a algunos juegos como adictivos. Un dato particular del estudio es que más de la mitad de la población encuestada tiene al menos tres (3) consolas para jugar (Considerando como consola teléfonos inteligentes y computadores). En el estudio se encontró que entre mayor es la edad de las personas o el grado escolar menor es la cantidad de actividad física que realizan, más el tiempo dedicado a los videojuegos permanece casi constante con una

reducción mínima, esto debido a que cada vez se tienen nuevas responsabilidades y menos tiempo. El hecho de que los videojuegos se puedan jugar desde cualquier lugar y a cualquier hora lo deja en amplia ventaja con respecto a la actividad física ya que no tiene la posibilidad de ser practicada en cualquier lugar y momento.

Novel Approaches to Obesity Prevention: Effects of Game Enjoyment and Game Type on Energy Expenditure in Active Video Games (Lyons et al., 2012) El análisis de este trabajo se realiza sobre las pruebas realizadas en dos de los juegos de Wii Fit, de la consola de videojuegos Wii. Se trabajó con 100 adultos entre 18 y 35 años, la misma cantidad de hombres y de mujeres, de los cuales 55 poseían sobrepeso, donde debían realizar sesiones de sólo 10 minutos, los juegos seleccionados según las temáticas (deportiva y tradicional) fueron "jogging" y "hula hooping", la finalidad del grupo investigador era determinar el gasto energético y la diversión que cada uno de estos producía, la medida del primer factor se obtuvo teniendo en cuenta las calorías quemadas en la sesión, para el segundo se empleó una sub-escala de interés/diversión de Intrinsic Motivation Inventory, la cual es comúnmente usada en estudios de realidad virtual para el ejercicio. Los resultados revelaron que, aunque los juegos con temáticas deportivas producían mayor gasto de energía, la diversión que brindaban a los usuarios no era tan alta como la encontrada en el otro tipo de juegos, la sugerencia es desarrollar historias de juego que motiven a la actividad, pero proporcionando un alto grado de diversión, para de esta forma motivar a los jugadores.

Short Paper: Calory Battle AR: An Extensible Mobile Augmented Reality Exergame Platform (Westlin & Laine, 2014) En este trabajo, Westlin y Laine proponen una plataforma para exergames extensible que utiliza la realidad aumentada como tecnología de visualización e interacción, además hace uso de sensores para conectar el contenido del juego virtual con el mundo real. Inicialmente se hace una recopilación de trabajos e investigaciones relacionadas para determinar brechas respecto al juego que desarrollan. La batalla de calorías AR, es el exergame desarrollado para Android, el cual cuenta con la ventaja de ser portable y hacer que el usuario deba ir al exterior para jugar, además no necesita de hardware adicional. La extensibilidad de la plataforma permite que los jugadores puedan crear y compartir mapas, los desarrolladores puedan crear nuevos tipos de tareas para los mapas de juego y también crear módulos sensibles al contexto basados en tecnologías wearables.

StarsRace: A mobile collaborative serious game for obesity (AL-Qurishi, Mostafa, Alrakhami, & Alamri, 2014) En este artículo se diseña, desarrolla e implementa un juego serio colaborativo para dispositivos móviles, en el cual está diseñado para que dos jugadores capturen en el menor tiempo posible unas estrellas, las cuales son ubicadas de manera física en un espacio abierto por un terapeuta de acuerdo al perfil de los jugadores. La arquitectura del juego está compuesta por tres módulos, la vista del paciente/jugador (la aplicación móvil que utiliza el usuario para interactuar con el juego, también incluye sensores ECG conectados a través de Bluetooth, los cuales envían datos del ritmo cardíaco), la vista del terapeuta (aplicación de computador desde donde el terapeuta registra a los pacientes y crea la partida de acuerdo al perfil de cada uno) y la vista de servicios del juego (incluye todos los servicios web que son utilizados para el manejo de los datos). Para verificar la realización de actividad física, la aplicación del paciente usa el GPS para capturar su movimiento, además mide el tiempo que tarda en alcanzar el objetivo y consecuentemente puede medir la tasa metabólica basal y el índice de masa corporal. Para la evaluación del videojuego emplean el modelo de evaluación del centro de investigación de Nokia, el cual consiste en tres módulos centrales, el gameplay, la movilidad y la usabilidad de juego. Utilizan sensores de electrocardiograma.

Mobile exergames for preventing diseases related to childhood obesity (Koivisto, Merilampi, & Kiili, 2011) El objetivo del estudio es desarrollar juegos digitales que no requieran de consolas los cuales motiven a los niños y adolescentes a ejercitarse más, el juego utiliza un computador regular, smartphones y monitores de ritmo cardiaco, estos dos últimos son utilizados como los controles del juego. En el juego llamado "Ataque de bichos" cada jugador controla a su personaje saltando, el objetivo es proteger la vegetación mundial antes que se la coman los bichos, para esto deben saltar y atraparlos dentro de un tiempo específico, de lo contrario los bichos se multiplicarán, está diseñado para realizarse en un ambiente escolar de forma multijugador (más de 4 participantes que es el máximo número de jugadores típico en los juegos de consolas). Se evaluó el juego en 152 estudiantes de 13 a 16 años, se evaluó la usabilidad, atracción y la habilidad del juego para motivar a los niños mediante un cuestionario.

Exercise videogames for physical activity and fitness: Design and rationale of the Wii Heart Fitness trial (Bock et al., 2015) Hay pocas investigaciones que determinen si jugar exergames para un solo jugador, produce diversión, por lo que este trabajo tiene como objetivo evaluar la eficacia de los videojuegos para el ejercicio para aumentar el tiempo que se dedica a la actividad física moderada a vigorosa, para de esta forma disminuir el índice de riesgos cardiovasculares en adultos. Realizan un programa de entrenamiento de 12 semanas utilizando el Wii Heart Fitness, en el que se monitorea continuamente el ritmo cardiaco. Se pueden observar cambios en la aptitud cardiovascular, la composición corporal, los perfiles lípidos en la sangre y el manteniendo de la actividad física a través de los seis meses siguientes al tratamiento, además de cambios en las construcciones cognitivas y afectivas.

Learning healthy lifestyles through active videogames, motor games and the gamification of educational activities (González et al., 2016) Presentan un programa de entrenamiento gamificado para prevenir la obesidad, el grupo focal consistió en 24 niños entre los 8 y 12 años con sobrepeso, el cual consiste en sesiones de grupo en el colegio, sesiones individuales en casa y el desarrollo de hábitos saludables con la ayuda de la familia, estudian la motivación y la efectividad, el objetivo es promover la adquisición y retención de hábitos saludables, promover la conciencia sobre la importancia de prevenir la obesidad y evaluar la influencia que puede tener programas educacionales preventivos en niños obesos. El programa no sólo incluye videojuegos, sino juegos tradicionales, actividad física normal y hábitos alimenticios. El desarrollo del proyecto tardó un año, durante los seis primeros meses se dedicaron al diagnóstico y al diseño del estudio, tres meses a recolectar datos y analizar resultados y las conclusiones en los últimos tres meses. Dentro de la intervención del programa, se realizaron sesiones grupales en las cuales se hizo uso de un videojuego activo (Tango: H), el cual puede adaptarse para generar ejercicios de acuerdo a las necesidades particulares de cada paciente o grupo, para las sesiones individuales se incorporó una rutina con el Wii Fit Plus de 30 minutos y con el juego online multijugador colaborativo (Pirate Island) otros 15 minutos, esto dos veces a la semana. Para la gamificación utilizan las mecánicas de puntos, insignias y tablas de clasificación (PBL, points, badges and leaderboards), tiempo, desafíos y retroalimentación al usuario. Para analizar la experiencia en las sesiones se utilizó un estudio de emociones realizado antes y después de cada una con la ayuda de Emodiana. Los resultados incluyen variables biométricas, el aprendizaje de hábitos alimenticios. Los resultados incluyen variables biométricas, el aprendizaje de hábitos alimenticios, los cuales fueron positivos.

Motivating people to perform better in exergames: Collaboration vs. competition in virtual environments (Nunes, Nedel, & Roesler, 2013) Proponen un sistema motivacional

que ayude a las personas a desempeñarse mejor dentro de los exergames utilizando un ambiente virtual y probando qué tiene mejores efectos si la colaboración o la competición, de acuerdo a la experiencia de juego, diversión y la motivación para seguir haciendo ejercicio a diario. El sistema motivacional propuesto es un exergame que anima a las personas a completar y disfrutar las sesiones de ejercicio físico mediante estímulos en una pantalla que muestra un entorno virtual donde el jugador puede interactuar con los demás de una manera colaborativa y competitiva, algo interesante para destacar es que los usuarios pueden jugar juntos incluso si ellos no tienen el mismo objetivo, están en diferentes lugares y juegan en diferente horario. El sistema necesita una banda trotadora, un computador con conexión a internet, una pantalla, un micrófono y un parlante, dos módulos hardware con sensores. En el juego, el participante es representado como un avatar, el cual va corriendo por un camino y dependiendo de la velocidad, va pasando a los competidores, el jugador puede hablar con otros mediante el micrófono. Para motivar a los jugadores se les pasan mensajes motivacionales. Para la creación del juego utilizan la teoría SDT (Self determination theory – teoría de la autodeterminación), una teoría psicológica que explica cómo puede se puede conducir a las personas a completar una meta. La evaluación se realiza de manera subjetiva y cuantitativa por medio de un cuestionario, los resultados fueron favorables para la calidad de inmersión del juego.

Leveraging Play to Promote Health Behavior Change: A Player Acceptance Study of a Health Game (Durga et al., 2014) En este trabajo se presenta el juego *SpaPlay* diseñado para motivar a los jugadores a adoptar comportamientos saludables en alimentación y ejercicio, el estudio tarda 45 días y tenía como objetivo investigar cómo los jugadores percibían el juego y cuáles características del diseño y las mecánicas les gustaban más a los jugadores, en el estudio participaron 18 estudiantes. Para evaluar esta aceptación y adopción del juego utilizan métodos mixtos en los que incorporan datos de telemetría y entrevistas semanales. *SpaPlay* está diseñado para promover hábitos alimenticios y de ejercicio integrando actividades de la vida real con actividades virtuales gamificadas. *SpaPlay* es un ambiente social donde los jugadores construyen y juegan en un resort spa virtual y para avanzar en los niveles el jugador debe realizar actividades saludables en su vida real como elegir un snack saludable, incluir vegetales en la dieta, subir gradas y caminar. El juego está construido siguiendo los principios de SDT (Self-Determination Theory, Teoría de la autodeterminación), donde se postula que la motivación humana se rige por tres necesidades psicológicas: autonomía, competencia y la relación, las cuales son manejadas respectivamente por encuestas diarias, premiación constante y desafíos iniciados por la persona y la incorporación de actividades que requieran una motivación intrínseca en las tareas diarias; además también incorporan factores motivacionales de la SCT (Social cognitive theories, teorías social cognitivas). Los resultados muestran un impacto negativo en la motivación y persistencia a largo tiempo, es decir, que, a mayor nivel del participante, o sea un uso más prolongado del juego, menos interacción se presentaba, hasta el punto que algunos participantes dejaron de utilizarla.

Design strategy to stimulate a diversity of motor skills for an exergame addressed to children (Landry et al., 2013) El artículo presenta las estrategias de diseño y evaluación para un exergame "Fish Game", diseñado para estimular a los niños a realizar cierto tipo de movimientos recomendados por expertos en salud. El diseño y evaluación de los exergames lo realizan en colaboración de expertos en salud y educación física. Para desarrollar exergames junto a expertos de la salud resumen el proceso de diseño en tres pasos. Primero pre-seleccionan una interfaz, basados en plataformas tradicionales para juegos físicos conocidas por los niños. Segundo, se reúnen con los expertos en AF para determinar qué

habilidades motoras pueden ser trabajadas en la interfaz y finalmente trabajan en conjunto con los niños para diseñar el exergame basado en los movimientos elegidos. Para el diseño del exergame utilizan una actividad de Diseño Participativo (Participatory Design PD), la plataforma elegida como interfaz es IS (Interactive slide), una plataforma inflable con una superficie donde se pueden deslizar. La evaluación tardó dos semanas y se realizó con 150 niños de 11 y 12 años en los cuales se busca mejorar las habilidades motoras, organizan a los niños en grupos de cuatro, les muestran un video tutorial de un minuto y los ponen a jugar durante nueve minutos, luego los llevan a una sala de espera a descansar antes de jugar el segundo exergame. La evaluación se hace de observando la actividad de los niños la cual fue grabada en un video, para lo cual utilizan OSMOS (Observational System of Motor Skills), con el cual califican el balance y coordinación. Los resultados muestran mejoramiento en las habilidades motoras.

Evaluating Player Experience in Cycling Exergames (Hoda, Alattas, & Saddik, 2013) En este estudio los investigadores seleccionan dos grupos de personas (personas que raramente se ejercitan y personas que se ejercitan constantemente), exploran la actitud de los dos grupos frente a mezclar ejercicios con juegos con el fin de motivar a ejercitarse más frecuentemente. Utilizan una ExerBike que es una bicicleta estática con sensores incorporados, los participantes se ejercitan en cinco modalidades diferentes, sólo bicicleta, bicicleta + TV, bicicleta + Juego, bicicleta + juego + TV, bicicleta + juego + película, el objetivo del juego es disparar a unos patos voladores, para esto deben pedalear a una velocidad constante para apuntar y disparar con un botón ubicado en el manubrio. Para las pruebas se emplearon dos grupos de diez personas. Para la evaluación, se utiliza un cuestionario online de AttrakDiff que arroja resultados cualitativos y la medición de factores importantes durante el ejercicio como el ritmo cardiaco, la velocidad y las revoluciones por minuto para obtener una medida cuantitativa. Los resultados son bastante prometedores, obtienen que mezclar juegos con ejercicio pueden transformar ejercicios aburridos en unos divertidos, además motivan al jugador a continuar realizándolos.

2.2.3 Aportes y Brechas

La obesidad se ha convertido en un tema de salud pública a nivel mundial según la OMS que abarca a toda la población incluyendo a los infantes (WHO, 2016), estudios demostraron que los niños entre 5 y 12 años dedican de 2 a 4 horas al día a ver televisión o a jugar videojuegos, cifra que se evidenció con mayor prevalencia en aquellos con los índices de masa corporal más alto y patrones alimenticios menos saludables (Trujillo et al., 2013). En la última encuesta nacional de situación nutricional realizada en el 2009 se observó que el 46% de la población colombiana presenta obesidad y sobrepeso (Ministerio de salud y protección social, 2009), convirtiendo a esta condición en el principal problema de salud pública del país (Cortés & Colprensa, 2013). Sin embargo, se ha buscado utilizar la motivación producida por los videojuegos a favor de la actividad física (AF), es ahí donde surgen los exergames que pretenden hacer de la AF algo gratificante, usualmente emplean tecnologías para rastrear el movimiento, brindan una alta jugabilidad y presentan un enfoque para realizar actividad física (Caparosa, Marshall, Kingsbury, & Robusto, 2011). Dentro de este campo grandes compañías han incursionado desarrollando juegos que han demostrado promover la AF brindando algo de motivación como en (Lyons et al., 2012) (Caparosa et al., 2011), sin embargo, se presentan limitaciones como que son dependientes de una consola, por lo que no son asequibles a todo el público, sin contar que la venta de estas ha disminuido en los

últimos años (Statista, n.d.), además son actividades que implican encontrarse en interiores para poder ser desarrolladas por lo que la interacción con el medio es mínima.

Para poder atacar algunas de las falencias encontradas dentro de este campo, se plantea la Tabla 2.8, donde se exponen los aportes y brechas de los trabajos que conservan mayor relación con el presente trabajo de grado.

Título	Aportes	Brechas
<p>Exercise videogames for physical activity and fitness: Design and rationale of the Wii Heart Fitness trial (Bock et al., 2015)</p>	<p>Seleccionan diferentes métodos para la evaluación cuantitativa y cualitativa de aspectos como la motivación, el compromiso, diversión, sentimientos y agotamiento físico durante la realización de videojuegos para el ejercicio.</p>	<p>Es un juego individual, utilizan la consola Wii Heart Fitness. Además, como incentivo se les pagó a los participantes \$50 dólares y una membresía en un gimnasio para que realizaran la actividad.</p>
<p>Learning healthy lifestyles through active videogames, motor games and the gamification of educational activities (González et al., 2016)</p>	<p>Para la realización de los juegos emplean un equipo multidisciplinario conformado por educadores, fisiatras, médicos, ingenieros. Tienen en cuenta metodologías para la construcción de videojuegos que generen motivación. Utilizan "Emodiana" para medir la felicidad al usar el juego</p>	<p>Necesita computador, televisor, Kinect, consola Wii y la tabla de balance de Wii. A pesar que enfocan en la gamificación, la efectividad del programa se basa en otras variables más que en la diversión del usuario.</p>
<p>Multi-sensor exercise-based interactive games for fall prevention and rehabilitation (Santos et al., 2015)</p>	<p>El juego está desarrollado en Unity para permitir el soporte multiplataforma (escritorio, móvil y web). No sólo utilizan consolas como el Kinect, sino que emplean los sensores de los smartphones. Crean juegos individuales y multijugador.</p>	<p>Se evalúa únicamente la usabilidad, es decir qué tan sencillo fue usar el programa teniendo en cuenta que son personas de tercera edad. No se preocupan en una adecuada motivación. Los autores comentan que es muy difícil el manejo con el celular, ya que lo utilizan como detector de movimiento y muchas veces no es exacto, además que se les dificulta a los usuarios el manejo adecuado.</p>

<p>Encouraging organized active game play in primary school children (McKenzie, Bangay, Barnett, Ridgers, & Salmon, 2014)</p>	<p>Exploran diversos pero limitados ambientes del videojuego integrando aspectos de deportes organizados. Diseñan el juego centrándose en elementos que fomenten la actividad física. Identifican tecnologías de sensores en plataformas móviles que sean convenientes para el uso dentro de un colegio. Se centran en que el juego debe motivar a su uso, emplean entrevistas de experiencia de usuario. Para medir la AF, se basan en la distancia recorrida, en los desafíos completados</p>	<p>El juego está diseñado para un ambiente de cuidado infantil organizado, no permite el juego libre. Utilizan un mapa estático, por lo que no puede ser utilizado en cualquier lugar</p>
<p>Short paper: Calory Battle AR: An extensible mobile augmented reality exergame platform (Westlin & Laine, 2014)</p>	<p>Crean un juego que no necesita hardware adicional a un celular inteligente, para así hacer un juego portable. Utilizan el SDK de vuforia para realizar la realidad aumentada.</p>	<p>Para poder hacer uso del juego debe tener un mapa pre-creado, el cual no es gamificado, sino que se toma de Google Maps. El juego es individual, no se fomenta la competitividad con otros jugadores, es un desafío personal, además no se hace una validación de la motivación ni del incremento de la actividad física.</p>
<p>Motivating people to perform better in exergames: Collaboration vs. competition in virtual environments (Nunes et al., 2013)</p>	<p>Promueve la realización de metas personales como correr 5Km, mediante la integración de otros usuarios dentro de la pantalla simulados como personajes virtuales. Los jugadores no necesitan estar en el mismo lugar, por lo cual requiere una conexión a internet, además cada uno puede seleccionar sus metas personales</p>	<p>Es un juego desarrollado para realizarse en gimnasios, específicamente en máquinas caminadoras, en interiores, además necesita de otros sensores para el monitoreo de los latidos el corazón y un cinturón de movimiento, un computador, micrófono y parlantes, lo cual hace muy difícil su replicación. Además, el juego se limita a las personas que les gusta correr en interiores.</p>

<p>StarsRace: A mobile collaborative serious game for obesity (AL-Qurishi et al., 2014)</p>	<p>Utilizan para la evaluación del juego el modelo propuesto por el Centro de Investigación de Nokia, el cual consiste en tres módulos, Gameplay, Movilidad y Usabilidad, los cuales son evaluados con heurísticas de forma cuantitativa. Realizan el diseño del juego en compañía de terapeutas expertos. Sólo necesitan su dispositivo móvil para jugar.</p>	<p>Existe un mapa que permite a los jugadores ver exactamente a dónde deben ir a capturar las estrellas, lo que puede disminuir el grado de diversión. Utiliza el mapa de Google maps, donde la única gamificación utilizada es utilizar los push pins de diferentes colores. No se realiza la prueba de la cantidad de AF producida, o si los jugadores tienen la motivación suficiente para volverlo a jugar. Para iniciar el juego necesitan que alguien desde un PC arme la partida e inscriba a los jugadores</p>
<p>Leveraging Play to Promote Health Behavior Change: A Player Acceptance Study of a Health Game (Durga et al., 2014)</p>	<p>Se preocupan por entender cómo y en qué medida la mecánica de juego influye en la forma en que los participantes toman decisiones sobre la alimentación o AF en su rutina diaria. El juego se construye bajo los principios teóricos de la Teoría de la auto determinación (Self-Determination Theory, SDT).</p>	<p>El jugador debe hacer uso constante de la aplicación, llenando encuestas, consignando lo que come, lo cual al final puede desmotivar a los usuarios, de hecho, ellos concluyen que al pasar el tiempo incluso algunas personas dejaban de usar el juego. No se utilizan los sensores del celular para garantizar la realización de actividad física.</p>
<p>An Exergame for Encouraging Martial Arts (Chye, Sakamoto, & Nakajima, 2014)</p>	<p>Utilizan una metodología denominada Quartz Composer mediante la cual crean las reglas y lógica del juego</p>	<p>Utilizan sensores en el cuerpo del jugador, los cuales generan restricciones en el libre movimiento. El juego está diseñado para un solo jugador al tiempo.</p>
<p>Mobile exergames for preventing diseases related to childhood obesity (Koivisto et al., 2011)</p>	<p>Utilizan la teoría del flujo de Csikszentmihalyi para diseñar la experiencia de usuario en juegos de esfuerzo. Utilizan una encuesta cuantitativa para determinar la habilidad del juego para motivar a utilizarlo</p>	<p>El juego necesita de un computador y de una pantalla para visualizar los bichos voladores, no puede jugarse en exteriores. Deben jugarlo con el celular en los bolsillos para que este mediante el acelerómetro capture los saltos, además la plataforma que utilizan es de costo elevado, lo cual dificulta su adquisición.</p>

<p>Design strategy to stimulate a diversity of motor skills for an exergame addressed to children (Landry et al., 2013)</p>	<p>Utilizan un método para desarrollar exergames junto a expertos de la salud y educación física. Utilizan una actividad de Diseño Participativo (Participatory Design PD) para utilizar como inspiración en el diseño del exergame.</p>	<p>El juego es muy restrictivo, pues se basa sólo en un limitado número de movimientos, además está diseñado únicamente para niños, requiere de una gran tecnología como lo es un tapete IS, además debe realizarse en interiores. Necesita de la supervisión de un profesional que se cerciore que los movimientos realizados son correctos</p>
<p>GeoBoids: mobile AR for exergaming (Lindeman et al., 2012)</p>	<p>El juego está diseñado para espacios muy grandes en el exterior, mencionan que más o menos del tamaño de un campo de fútbol, las cuales se generan aleatoriamente. Utilizan la cámara del dispositivo móvil como visor.</p>	<p>El desplazamiento de un lugar a otro no implica necesariamente actividad física, pues puede abordarse en vehículo, ya que no existe una restricción en la velocidad de desplazamiento. En el lugar donde se deben capturar los pájaros no existe un grado moderado de actividad física, pues la actividad se realiza estando de pie, sin requerir desplazamiento.</p>
<p>Evaluating Player Experience in Cycling Exergames (Hoda et al., 2013)</p>	<p>Utilizan un cuestionario cualitativo estándar de AttrakDiff y realizan un estudio cuantitativo de algunos factores importantes durante los ejercicios (Ritmo cardiaco, al inicio y al final, el cual depende del nivel de intensidad del ejercicio). Utilizan un test ANOVA. Utilizan un cuestionario para evaluar la condición física PAR-Q</p>	<p>Como el juego necesita diversos artefactos tecnológicos, no es posible realizar varias pruebas a la vez. Además, este juego está enfocado a las personas que disfruten realizar ciclismo en interiores.</p>

Tabla 2.8. Aportes y brechas.

Teniendo en cuenta los aportes y las brechas de los artículos relevantes, se puede evidenciar que, aunque se ataquen puntos como la independencia de consolas y la indiferencia al lugar de ejecución, en algunos no toman en cuenta la cantidad de actividad física producida como en (Lindeman et al., 2012) o la motivación como en (Durga et al., 2014), además la mayoría de los trabajos propuestos están enfocados a realizarse bajo la supervisión de profesionales en la salud, lo cual restringe el uso libre de estos. Es por esto que se puede apreciar el aporte que lograría tener un juego que emplee la realidad mixta mediante el uso de dispositivos móviles incorporando interacción entre los usuarios y garantizando una buena motivación por medio de la jugabilidad. De esta manera el presente trabajo de grado pretende implementar

mediante las tecnologías mencionadas un prototipo de videojuego que motive a un usuario a realizar actividad física en ambientes exteriores, así como brindar una experiencia de juego independiente del lugar de ejecución de la actividad.

2.3 Contexto comercial

En este apartado se presentan en la Tabla 2.9 los resultados sintetizados del panorama comercial actual, con el objetivo de tener una visión general sobre lo que está desarrollado o en proceso en torno a los videojuegos para el ejercicio que hagan uso de la realidad mixta. La búsqueda se realizó en la internet y en las tiendas de aplicaciones.

Nombre	Empresa Desarrolladora	Plataforma	Descripción	¿Cómo promueve el ejercicio?
Pokémon Go (Niantic, n.d.)	Niantic, Inc	Android, iOS	Juego de realidad aumentada basado en geolocalización, basado en la serie de anime Pokémon, en la cual el jugador debe capturar pokemones, que se encuentran distribuidos alrededor del mundo. Utilizan AR, la cámara del dispositivo móvil funciona como visor en el cual se superpone la figura del Pokémon a capturar. ("Pokémon GO aterriza en móviles: un éxito de Nintendo que estaba cantado," n.d.)	Para capturar los pokemones hay que dirigirse a diferentes lugares geográficos.
Ingress ("Ingress," 2016)	Niantic, Inc.	Android, iOS	Juego de rol multijugador y online, donde los jugadores son divididos en dos equipos y deben recorrer las calles de la ciudad encontrando y conquistando portales que son representados por sitios geográficos reales, los cuales son visualizados con AR. (Gannes & Gannes, 2012)	Los portales se encuentran distribuidos en diferentes lugares geográficos a los que los jugadores deben ir presencialmente.
Zombies, Run!	Six to Star	Android, iOS, Windows Phone	Aplicación que gamifica el trotar en el mundo real, donde el jugador es un sobreviviente a un ataque zombie que debe	Con una historia auditiva que incorpora música y efectos especiales que

			huir antes de ser atrapado, utilizan AR auditiva.(Moses, 2012)	generan inmersión en el jugador el cual debe correr determinados kilómetros antes de ser atrapado.
ARSoccer	Laan Labs	iOS	Incorporan AR, para superponer un balón de fútbol en la pantalla del móvil, el objetivo del juego es no dejar caer la pelota pateándola constantemente.(Laan Labs, 2010)	La cámara funciona como un visor, la cual debe estar apuntada al piso para detectar el pie del jugador y poder hacer la simulación del balón pateado.
Run An Empire	Pan Studio	iOS	El jugador debe conquistar territorios, para lograrlo debe salir a recorrerlos ya sea caminando, trotando o corriendo. (Pan Studio, 2016)	El jugador debe correr el mayor número de veces por la misma ruta para poder conquistarla
The Walk	Six to Start	Android, iOS	De los mismos creadores de Zombies Run!, aplicación para realizar ejercicio moderado, dirigido a los paseos caminando diarios, con una historia inmersiva auditiva, que plantea al jugador como sobreviviente de un ataque zombie. (Six to Start and Naomi Alderman, 2016)	Funciona como un podómetro contando los pasos, utiliza audio para contar una historia, la persona debe caminar un determinado número de pasos para superar los retos.
Geocaching	Groundspeak Inc.	Android, iOS	Aplicación que simula la búsqueda del tesoro, el jugador debe utilizar su dispositivo móvil como GPS para navegar hasta encontrar un Geocaching que es un elemento real el cual tiene un código QR para ser identificado. (Geocaching, n.d.)	El usuario debe desplazarse hasta el lugar donde se encuentra el geocaching, ahí firma un libro real donde están las personas que ya lo han encontrado y comparten su actividad en redes sociales.
Dungeon Runner	Six to Start	iOS	Juego de aventura virtual en el que el	Crean una historia de juego

			jugador controla al personaje con ejercicios que implican movimiento como saltar (saltos normales, burpees) o pelear (puños, patadas), se realiza un conteo de calorías quemadas. (Six to Start, 2014a)	de aventura, en el cual el jugador representa un caballero que debe eliminar a los monstruos realizando actividad física y así poder rescatar a la princesa.
Step Buy Step	Six to Start	iOS	Juego virtual en el que se pueden adquirir personajes animados para recorrer el mundo entero.(Six to Start, 2014b)	Para obtener los animales y algunas otras recompensas, es necesario caminar determina cantidad de pasos.
Pizza Runner – Fitness Game	Rubeer Duck Software	Android	Juego virtual que utiliza geolocalización, la historia se centra en que el jugador es poseedor de un restaurante de pizza y debe recorrer la ciudad recogiendo ingredientes y haciendo entrega de domicilios. (Rubeer Duck Software, n.d.)	Para subir de nivel es necesario realizar entregas de pizzas alrededor de la ciudad, lo que se puede hacer caminando o en bicicleta.

Tabla 2.9. Aplicaciones comerciales.

2.4 Resumen

En este capítulo se realizó una investigación bibliográfica con la cual se realizó la recolección de los conceptos e información relevante para de este trabajo de grado, así como de las aplicaciones comerciales existentes al momento de la búsqueda (febrero de 2017). Entre los conceptos claves se encuentran: (i) la realidad mixta que es aquel ambiente en donde elementos del mundo real y el virtual son presentados juntos, mediante un conjunto de técnicas que combinan ambientes generados digitalmente con el entorno percibido sensorialmente a la misma vez; (ii) la actividad física definida como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en una expansión energética mayor a la producida al estar en reposo y (iii) los exergames que hacen referencia a juegos serios que tienen como objetivo motivar a las personas a participar en regímenes de ejercicio, con una técnica que oculta en cierta forma la parte agotadora de hacer ejercicio con la diversión producida al jugar.

Después de filtrar los resultados obtenidos en las fuentes de información bibliográficas, se logran encontrar los artículos que guardan una mayor relación a la temática central de esta investigación los cuales se encuentran descritos en la sección **2.2.2**, además se especifican

los aportes y brechas de cada uno en la sección **2.2.3**. Finalmente, se detallan las aplicaciones disponibles a la fecha que utilizan la gamificación para incentivar la realización de actividad física.

Con base a los trabajos relacionados y los conceptos definidos, se determina que para el presente trabajo de grado el enfoque de realidad mixta que será utilizado será la AR, debido a que esta al aumentar la realidad permite una mayor interacción con el medio sin la necesidad de grandes equipos o consolas, además permite una portabilidad en diferentes tipos de área (espacios exteriores o interiores), pues para efectos de este proyecto sólo dependería de un dispositivo móvil.

CAPÍTULO 3

COMPONENTES DE JUEGO

En este capítulo se presentarán algunos dispositivos y tecnologías disponibles para crear experiencias de realidad mixta, incluyendo la realidad virtual y aumentada. Además de elementos que mejoren la experiencia dentro del mundo real.

3.1 Experiencia de realidad mixta

La realidad mixta abarca todo el espectro del continuo de la realidad propuesta por Milgram y Kushino (Milgram et al., 1994), la cual abarca la realidad física, la realidad aumentada, la realidad virtual y la virtualidad aumentada. Una experiencia de realidad mixta es aquella donde el usuario es ubicado en un ambiente interactivo que puede ser real con elementos aumentados de forma virtual, es decir, realidad aumentada; o virtualidad aumentada donde lo virtual se aumenta con el mundo real. Aunque ambas pueden ser usadas de manera simultánea (Cheok, Yang, Ying, Billinghurst, & Kato, 2002) donde el espacio físico y los objetos físicos pueden aumentarse dentro de un ambiente totalmente virtual; el enfoque principal de la realidad mixta se desarrolla con base en tecnologías que incorporan la realidad aumentada (Dörner, Geiger, Haller, & Paelke, 2003). A continuación, se ahonda en la AR, VR y el entorno físico, para determinar componentes que puedan ser utilizados dentro del exergame a desarrollar en el presente trabajo de grado.

3.1.1 Fundamentos técnicos de la VR

La realidad virtual describe un ambiente tridimensional generado por computadora el cual puede ser explorado y con el que puede interactuar el usuario, convirtiéndose en una parte del mundo virtual o encontrándose más inmersa que en el mundo real; ahí podrá manipular objetos y realizar una serie de acciones (VR Express, 2016).

3.1.1.1 Sistemas VR

Los sistemas de realidad virtual pueden clasificarse de acuerdo al grado de inmersión que proveen, la cual se logra con diferentes parámetros como el nivel de interactividad, la complejidad de las imágenes, una vista estereoscópica o la tasa de actualización de la pantalla, sabiendo que ningún parámetro es efectivo de forma aislada y para producir una buena experiencia de VR es necesaria la interacción de muchos de los factores mencionados (Ward, Azuma, Bennett, Gottschalk, & Fuchs, 1992).

Los **sistemas no inmersivos** son la implementación menos inmersiva de las técnicas de VR. Utiliza un sistema estático, donde el entorno virtual es apreciado a través de una pantalla utilizando un monitor de alta resolución o proyectores. La interacción para esta categoría de

sistema AR se produce con teclados, palancas de mando, entre otros. Una de sus ventajas en cuanto a implementación es que no requieren un procesamiento adicional para la detección del entorno real, sin embargo, cuenta con la limitación de estar condicionados a dispositivos de interacción bidimensional (VR Express, 2016)

Los **sistemas semi-inmersivos** le dan al usuario la sensación de presencia dentro de un entorno digital, aunque aún puede observar el entorno real, para su producción se utilizan componentes (uno o varios) que provean un alto desempeño gráfico como monitores de gran tamaño, proyectores o sistemas multipantalla. Estos sistemas se asemejan a las proyecciones de los teatros IMAX, pero en estos el usuario puede interactuar con el mundo mediante sensores o controles de entrada (VR Express, 2016).

Los **sistemas inmersivos** permiten al usuario ver el mundo simulado y hacer parte de él, dejándolo totalmente inmerso en el mundo virtual con la ayuda de HMD⁹ que permiten una vista estereoscópica de la escena de acuerdo a la posición y orientación del usuario; estos sistemas son complementados por audio e interfaces hápticas y sensoriales (Márquez, 2002).

3.1.1.2 Elementos para una experiencia de VR

Existen cuatro elementos clave para generar una buena experiencia de VR los cuales son: un mundo virtual, inmersión, retroalimentación sensorial y la interactividad (Sherman & Craig, 2003).

El **mundo virtual**, el cual sólo puede existir siendo proyectado en un sistema de VR en el cual se visualizan situaciones, objetos o simulaciones en un espacio que puede tener reglas y relaciones para gobernar estos elementos de forma particular.

La **inmersión** considera que el usuario debe estar inmerso dentro de la realidad alternativa es decir que perciben algo diferente a lo que tendrían sin una influencia externa, esto permite percibir el mundo en dos formas, la primera un mundo totalmente alternativo con reglas y objetos diferentes o el mundo normal desde otros puntos de vista.

La **retroalimentación sensorial**, permite a los participantes afectar eventos en el mundo real con el posicionamiento de su cuerpo, en la mayoría de los casos el sentido de la vista es el que recibe la retroalimentación, aunque existen ambientes de realidad virtual que muestran exclusivamente experiencias táctiles. Con el fin de tener una salida sensorial del sistema VR, el sistema debe rastrear el movimiento del usuario, un sistema típico AR rastreará la cabeza del participante y al menos una mano o un objeto sostenido por esta.

La **interactividad** ayuda a que la realidad virtual parezca auténtica, permitiendo el cambio de ubicación; recoger, configurar y utilizar objetos; encender y apagar interruptores, entre otras acciones realizadas por el usuario que afecten el comportamiento del mundo real.

3.1.1.3 Componentes para una experiencia VR

Para que un usuario pueda tener una inmersión en el mundo virtual que conlleve a una buena experiencia de VR, deben coexistir una serie de componentes que van desde la forma como se interactúa con el sistema, pasando por el procesamiento y finalizando con la forma en la

⁹ HMD: Head Mounted Display

que se visualiza el mundo, en la Figura 3.1, se podrán observar estos componentes de forma gráfica (Sherman & Craig, 2003).

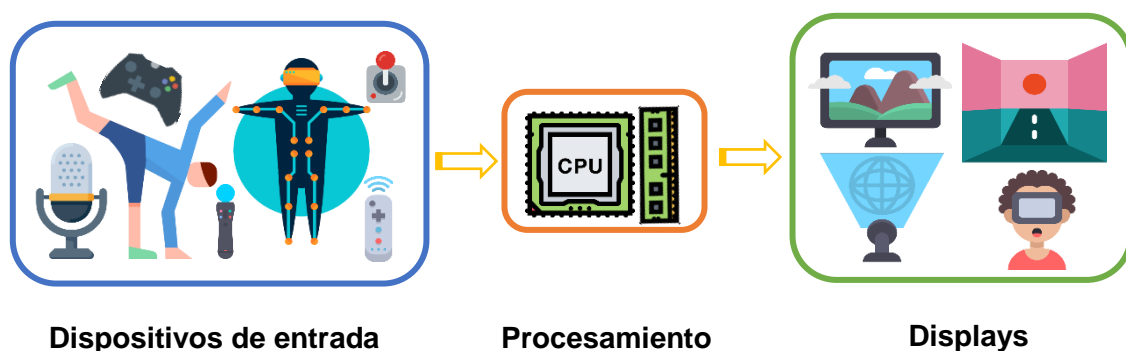


Figura 3.1. Componentes para la VR.

La VR necesita de **dispositivos de entrada** para monitorear al usuario en orden de proveer la información que este pueda brindar necesaria para hacer la interacción más inmersiva. Este monitoreo consiste en la captura en tiempo real de las acciones y movimientos, como el movimiento de su cuerpo, la presión de un botón, el sonido de su voz o el giro de su cabeza, para lo cual se utilizan dispositivos como pulseras, micrófonos, controles de mando, teclados, sensores para rastrear el movimiento cuerpo (incluyendo ojos, manos y pies).

Para poder transformar todos los estímulos, acciones y movimientos realizadas por el usuario en cambios dentro del mundo virtual, es necesario de un componente de **procesamiento** que se encargue de la interpretación y transformación de la información.

Una parte fundamental de la VR es cómo el usuario percibe el entorno, el término **displays** hace referencia a la representación de la información a los sentidos de los usuarios, la cual puede ser visual, aural o háptica. Para lograr este fin, se utilizan sistemas estáticos como pantallas y parlantes, los cuales están fijos en un lugar o HMD, dispositivos que ubican sobre la cabeza del usuario, específicamente cubriendo sus ojos, para que lo observado sea enteramente el mundo virtual.

3.1.2 Fundamentos técnicos de la AR

Para poder crear una experiencia que incorpore e involucre la AR, se debe pasar por diferentes etapas, como la selección de los dispositivos y componentes, los tipos de sistemas, procesos y los activadores que se utilizarán. En la siguiente subsección se entrará más a fondo de estos conceptos.

3.1.2.1 Sistemas AR

Los sistemas basados en realidad aumentada pueden desglosarse en dos categorías generales de acuerdo a su portabilidad, los sistemas móviles y los fijos. Estos a su vez se dividen en subcategorías dependiendo del lugar en el que pueden ser utilizados (Carmigniani & Furht, 2011), esto se puede observar con mayor claridad en la Figura 3.2.

Los **sistemas fijos** no pueden ser trasladados con facilidad, por lo que el usuario debe utilizarlos en el sitio donde se hayan configurado, bien sea en interiores o exteriores, la única forma de poder utilizarlo en una locación diferente es reubicando el sistema por completo.

Los **sistemas móviles** por el contrario permiten la movilidad libre del usuario a través del entorno, estos sistemas incluyen comúnmente una aplicación móvil junto a un sistema inalámbrico. Los dispositivos móviles siguen siendo los más factibles para este tipo de sistemas al incorporar diferentes tipos de sensores y hardware para el procesamiento, sin embargo, para grandes procesos estos dispositivos podrían no ser suficientes. (Carmigniani & Furht, 2011)

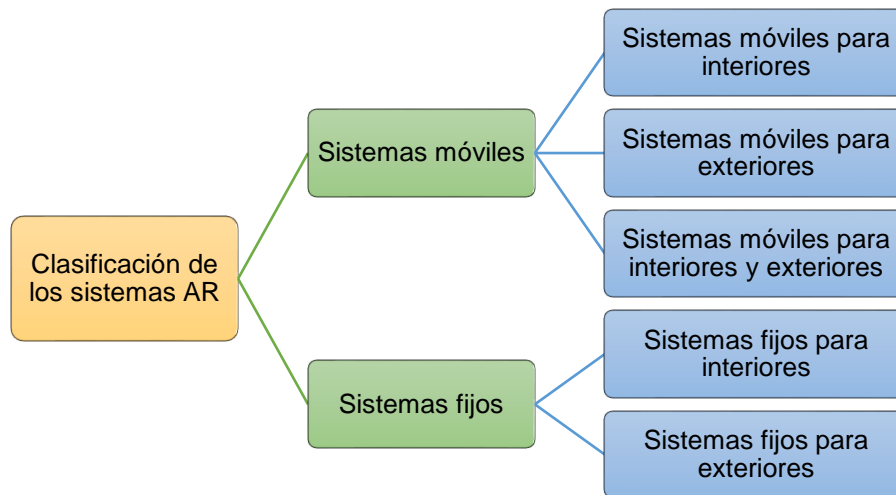


Figura 3.2. Clasificación de los sistemas AR.

3.1.2.2 Componentes para una experiencia de AR

Como se mencionó en el CAPÍTULO 2 la realidad aumentada permite la coexistencia e interacción de elementos virtuales y reales complementando y aumentando lo percibido en el entorno real, sin embargo, es necesario conocer los requerimientos a nivel técnico y de hardware que su implementación requiere para poder brindar al usuario una experiencia de AR. Desde la captura de los datos del ambiente real hasta su disposición o superposición en un mundo virtual se utilizan principalmente cuatro componentes a nivel de hardware (Carmigniani & Furht, 2011) los cuales se encuentran en la Figura 3.3.

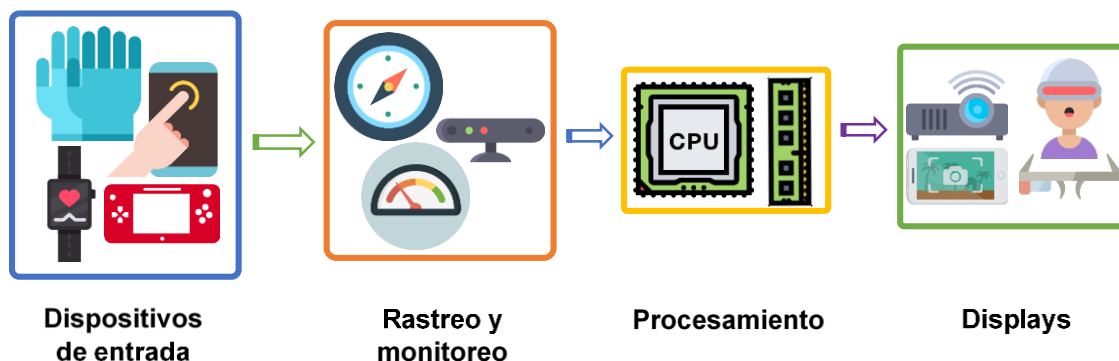


Figura 3.3. Componentes para la AR.

Mediante los **dispositivos de entrada**, el usuario interactúa con la aplicación, algunos sistemas utilizan guantes, pulseras inalámbricas, relojes inteligentes, celulares inteligentes o consolas de videojuego. Esta elección dependerá del tipo de aplicación y sistema, por ejemplo

si uno de los requerimientos es realizar movimientos naturales con las manos, se opta por el uso de guantes o pulseras (Feldman, Tapia, Sadi, Maes, & Schmandt, 2005) (Jae-Young Lee et al., 2010); en el caso de los celulares inteligentes o tabletas la interacción se realiza a partir de una pantalla táctil.

El **rastreo y monitoreo** hace referencia a los dispositivos que se necesitan para la captura de datos del medio real, se emplean diferentes tecnologías con distintos niveles de precisión de acuerdo a los requerimientos del sistema. Indispensablemente se requiere de una cámara para capturar la realidad que el usuario está observando (Cabero Almenara & Barroso Osuna, 2016), otras de las tecnologías de rastreo y monitoreo que se pueden emplear en combinación con la anterior son sensores ópticos, GPS, acelerómetros, brújulas, sensores inalámbricos y fenómenos físicos como la inercia y óptica, estos son conocidos como **activadores** pues mediante la detección de ellos se activa algún elemento virtual (Yi-bo, Shao-peng, Zhi-hua, & Qiong, 2008)

Los sistemas que incorporan AR requieren de una CPU y RAM con buenas características que se encarguen del **procesamiento** de las imágenes y datos obtenidos por los dispositivos de entrada y los de rastreo y monitoreo. Gracias al rápido avance de la tecnología ya no es necesario utilizar siempre un computador para este proceso, los celulares y tabletas también pueden realizarlo, aunque esto dependerá de la complejidad de la aplicación.

Una vez los datos han sido procesados es hora de desplegarlos al cliente de alguna manera, para esto son utilizados los **displays**, la información puede ser entregada al usuario de dos formas mediante video o imágenes estáticas, la primera requiere un mayor nivel de procesamiento pues hace que la información se muestre como objetos coherentes con la situación real y haga parte de esta, es decir que tenga movimiento, sonido y demás características que hagan lucir al elemento virtual parte de su entorno real. La segunda trata de superponer las imágenes a lo que se observa realmente (Carmigniani & Furht, 2011). Para lograr cualquiera de estas dos se utilizan HMD¹⁰, displays portátiles o espaciales. El HMD es un dispositivo que se utiliza en la cabeza a manera de casco o gafas de la forma en la que se puede ver en la Figura 3.4, un ejemplo comercial de estos son las Google Glass (Newman & Newman, 2012), los displays portátiles son pequeños dispositivos con una pantalla, que el usuario puede sostener en sus manos, como los celulares inteligentes, PDAs, tablets, consolas de videojuego portátiles, etcétera (Wagner & Schmalstieg, 2006), un ejemplo de este se ilustra en la Figura 3.5. Finalmente, los espaciales utilizan proyectores de video, elementos ópticos u hologramas para desplegar la información de manera gráfica sobre objetos físicos como en la Figura 3.6.

Los celulares inteligentes son los dispositivos más completos, pues son portables, poseen una buena CPU y RAM para el procesamiento, conectividad a internet, cámara, sensores como el acelerómetro, giroscopio, GPS (Carmigniani & Furht, 2011).

¹⁰ Head mounted displays, por sus siglas en inglés (Displays ubicados en la cabeza).



Figura 3.4. Display HMD¹¹.



Figura 3.5. Displays portátiles¹²



Figura 3.6. Displays espaciales.¹³

3.1.2.3 Proceso básico para la visualización de AR

Para posicionar el contenido virtual sobre el real, se sigue un proceso básico el cual es similar a través de los diferentes tipos de activadores, compuesto de cinco pasos (Kipper & Rampolla, 2012b) que se describen a continuación.

Paso 1: El proceso inicia cuando la cámara transmite al display lo que el usuario puede ver en el momento.

Paso 2: Con la imagen del mundo real digitalizada, se procede a identificar el **activador**.

¹¹ Fuente <http://media02.hongkiat.com/augmented-reality-smart-glasses/meta.jpg>

¹² Fuente <https://anniepedia.files.wordpress.com/2016/01/yelp-1.jpg>

¹³ Fuente http://mascola.com/wp-content/uploads/2011/05/topshop_thumb.jpg

Paso 3: Se identifica el contenido y la posición donde será desplegado de acuerdo a la información brindada por el activador.

Paso 4: Se hace coincidir el objeto virtual con la posición real del activador (En caso que sea un código QR o una superficie.)

Paso 5: El objeto virtual se renderiza en el display sobre el video en directo que se obtiene de la cámara, para que finalmente el usuario pueda observarlo.

En la Figura 3.7 se puede observar el proceso de manera gráfica.

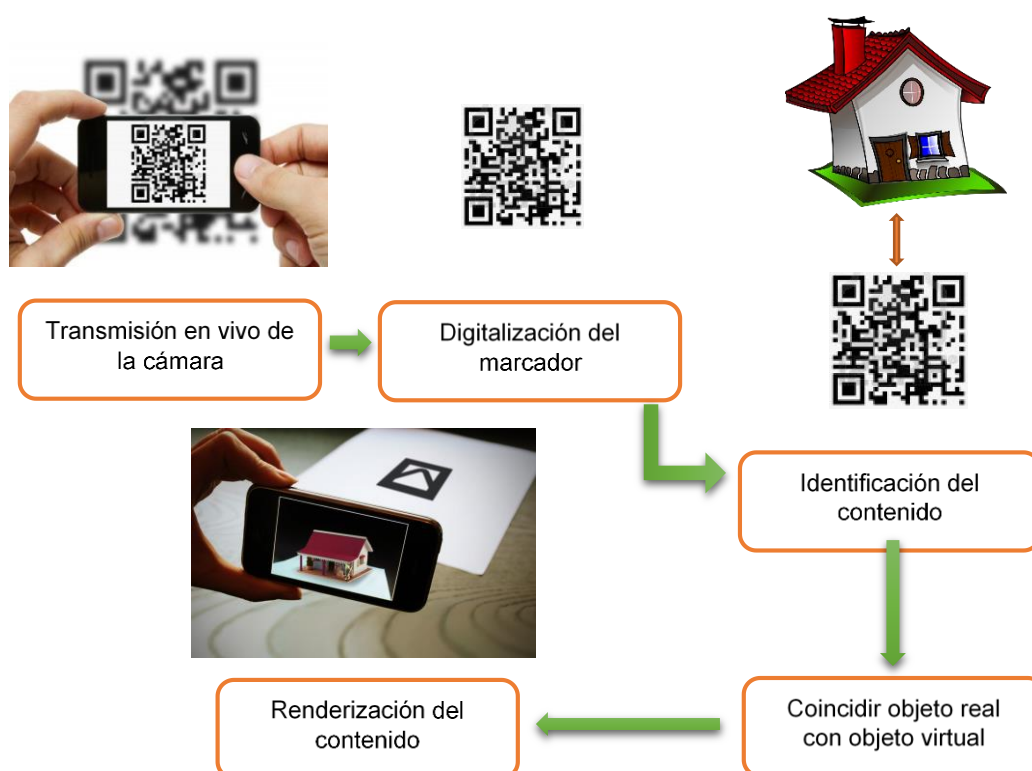


Figura 3.7. Proceso para la creación de AR.

3.1.2.4 Métodos de reconocimiento para AR

El reconocimiento es el proceso esencial mediante el cual el hardware y el software determinan dónde y cómo aplicar la AR, a continuación, se presentarán los cuatro métodos de detección utilizados para este proceso los cuales son independientes del dispositivo de entrada y despliegue utilizado (Kipper & Rampolla, 2012a)

3.1.2.4.1 Basada en contorno

En este método, se genera realidad aumentada mediante el reconocimiento de contornos de figuras comunes, como montañas, edificios o partes del cuerpo, como las manos, los ojos, la boca o el cuerpo, el cual luego de ser identificado logra ser mezclado con contenido digital. Este método permite interactuar con el sistema con gestos naturales, el usuario podría controlar acciones mediante el movimiento de sus manos. En la Figura 3.8 se observa una

aplicación de este tipo de reconocimiento, la cual hace referencia a la aplicación Snapchat, esta provee una serie de filtros los cuales detectan el contorno de los rasgos faciales, para así aumentarlos con contenido digital (Javornik, Rogers, Gander, & Moutinho, 2017)



Figura 3.8. AR basado en contorno. Filtros de Snapchat. ¹⁴

3.1.2.4.2 Basada en localización

Utiliza la tecnología de triangulación por GPS y la posición de la vista de la cámara, para proveer información direccional relevante superponiéndola por ejemplo sobre edificios o lugares emblemáticos mientras el usuario se desplaza en el mundo real bien sea interiores o exteriores (Reitmayr & Schmalstieg, 2003)



Figura 3.9. AR basada en localización, Nokia Here. ¹⁵

3.1.2.4.3 Basada en superficie

Este método requiere de tecnología más avanzada como pantallas, pisos o paredes que respondan al tacto, un ejemplo es el piso de AR, el cual utiliza un piso especial el cual detecta las vibraciones y la fuerza provocada por el usuario y simula el movimiento de diferentes superficies como la arena, la nieve, el pasto, entre otras, acompañado de sonidos y luces. Esta es una tecnología con gran potencial para el entrenamiento, entretenimiento y ambientación de espacios. (Kipper & Rampolla, 2012a)

¹⁴ Fuente <http://www.supreality.com/2016/04/13/snapchats-augmented-reality/>

¹⁵ Fuente: <https://blogs.msdn.microsoft.com/rbrundritt/2013/11/08/augmented-reality-with-bing-maps-in-a-windows-store-app/>



Figura 3.10. AR basada en superficie en una aplicación de entretenimiento.¹⁶

3.1.2.4.4 Basada en patrón

Para este caso, el sistema realiza un reconocimiento de patrón en una figura básica o un marcador (señal o imagen que el sistema puede reconocer utilizando procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones y técnicas de visión por computador (Siltanen, 2012)), el cual una vez ha sido identificado es reemplazado con un elemento digital que puede ser imagen, modelo 3D, audio, video, entre otros. En la Figura 3.11 se observa un ejemplo de la detección de patrón, que para este caso utiliza un marcador.



Figura 3.11. AR basada en marcador.¹⁷

Un buen marcador debe ser fácilmente detectado en cualquier circunstancia. Para los dispositivos móviles, los cambios de brillo son más fácilmente detectables que los cambios de color, esto debido a que el poco balance automático de blancos que tienen las cámaras hace que los colores se registren de forma incorrecta (Hartley & Zisserman, 2010), además la iluminación cambia los colores percibidos. El sistema debe calcular la posición exacta del marcador, esto es más simple cuando se tienen cuatro puntos conocidos interconectados con líneas que forman ángulos robustos como un cuadrado (Hartley & Zisserman, 2010). Lo

¹⁶ Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=KH_vY35Nup8

¹⁷ Fuente <http://letzgro.net/blog/augmented-reality-marker-in-business/>

anterior sustenta entonces que los marcadores de forma cuadrada en blanco y negro son los más óptimos (Siltanen, 2012).

Las aplicaciones de realidad aumentada basada en marcadores utilizan diversos tipos de este, pero existen dos categorías generales: marcadores de plantilla y de códigos de barras bidimensionales.

Los **marcadores de plantilla** son a blanco y negro y tienen una figura simple encerrada en un borde negro, para su detección el sistema los identifica comparando los segmentos de imágenes con unas plantillas predefinidas.

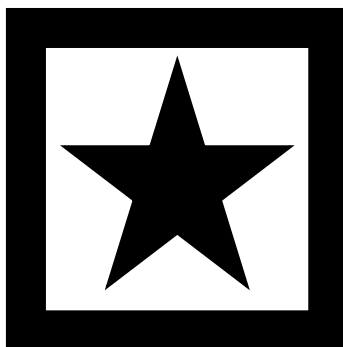


Figura 3.12. Ejemplo de marcador de plantilla.

Los **marcadores de códigos de barras bidimensionales** consisten en celdas de datos en blanco y negro organizadas dentro de un cuadrado, para su detección el sistema muestrea los valores al centro de cada celda en pixeles. Existen diversos estándares para describir los códigos de barras bidimensionales, algunos de uso libre y otros privados, dos de los más conocidos son DataMatrix y códigos QR, sin embargo dentro de las aplicaciones móviles los más ampliamente utilizados son los QR (Rouillard, 2008).

3.2 Experiencia en el mundo real

Puede considerarse como realidad a aquella que se percibe y experimenta de primera mano a través de nuestros sentidos sin ayuda ni intervención de ningún elemento (Sherman & Craig, 2003). Las experiencias en el mundo real pueden ser complementadas con diferentes objetos y elementos que incluso provean una mayor realización de actividad física o una mayor interactividad dentro del juego. Se han ideado dos categorías a criterio propio en las cuales se clasificarán elementos que podrán ser usados dentro del videojuego, las cuales se exponen a continuación.

3.2.1 Componentes tecnológicos para proveer interacción

Dentro de esta categoría se han considerado aquellos elementos que puedan generar un cambio dentro del juego, mediante la interacción e identificación de objetos reales, como el uso de tarjetas inteligentes o tecnologías de proximidad, para esto se tuvieron en cuenta algunas tecnologías de proximidad como QR descrito anteriormente, NFC, beacons, RFID, descritos a continuación.

3.2.1.1 Radio Frequency IDentification(RFID)

RFID es un término genérico para aquellas tecnologías que usan ondas de radio para identificar de forma automática objetos y personas ("Frequently Asked Questions," n.d.). Un sistema RFID se compone principalmente por un dispositivo RFID (etiqueta), un lector de etiqueta y transceptor (Zou, Chen, Uysal, Zheng, & Zheng, 2014)r.

Las **etiquetas** son un circuito integrado que contiene un circuito de radiofrecuencia e información para ser transmitida. Estos pueden categorizarse de dos formas de acuerdo a si tienen su propia fuente de poder o no. Las **activas** denominadas transponder¹⁸, son etiquetas de lectura y escritura que contienen una fuente de poder interna como una batería lo cual limita su tiempo de vida, además son grandes y un poco costosas, por otro lado, las **pasivas** denominadas simplemente etiquetas no cuentan con una fuente de poder, sino que obtienen la energía necesaria para la operación del campo inducido por el lector de respuesta. Estas últimas tienen una vida ilimitada, son más ligeras, pequeñas y económicas, pero necesitan de un lector con una fuente de gran poder. Las etiquetas tienen una amplia gama de variedad en cuanto a formas y tamaños, algunas típicamente utilizadas tienen forma de tarjeta de crédito (Roberts, 2006).

El **lector** convierte las ondas de radio emitidas por las etiquetas en información digital que puede ser enviada a un sistema robusto que haga uso de esta (Patel, Kunche, Mishra, Bhaiyat, & Joshi, 2015)

3.2.1.2 Near Field Communication (NFC)

NFC es una tecnología inalámbrica la cual provee comunicación entre dos dispositivos que se encuentren a menos de 4 cm de distancia entre ellos mediante un intercambio de información, aunque idealmente se busca que los dispositivos se toquen, esto lo logra mediante la utilización de ondas de radio de corto alcance. (Sharma, Gusain, & Kumar, 2013). NFC es la fusión de un teléfono móvil y una tarjeta inteligente sin contacto (RFID) (Patel et al., 2015). Esta tecnología maneja dos modos operacionales, uno activo en el cual la comunicación es bidireccional y cada dispositivo genera su propio campo de radiofrecuencia para la transmisión de datos y un modo pasivo en donde sólo uno de los dispositivos genera el campo de radiofrecuencia mientras el otro es usado para cargar la modulación de la transferencia de datos. La tecnología NFC permite el uso de información contextual, en donde en una de las conexiones posibles, los datos son incluidos dentro de etiquetas NFC las cuales pueden ser ubicadas alrededor de una zona y el teléfono móvil interactúa con la información contenida en cada etiqueta, aunque no todos los dispositivos móviles soportan la tecnología (Bravo, Hervas, Chavira, Nava, & Villarreal, 2008).

3.2.1.3 Bluetooth Low Energy beacons

La introducción de las especificaciones para Bluetooth 4.0 define los subsistemas de Bluetooth Low Energy (BLE) el cual permite una comunicación máquina a máquina, estos dispositivos son pequeños, con un rango moderado de precios con baterías diseñadas para funcionar durante meses o años (Faragher & Harle, 2015). Los BLE beacons transmiten información de identificación única la cual puede ser detectada e interpretada por las aplicaciones para desplegar al usuario información referente al contexto o a algo en particular.

¹⁸ Transponder TRANSMitter/resPONDER

Los beacons no requieren acceso a internet para funcionar, ni tampoco ninguna configuración, basta con conocer el identificador único del dispositivo para que cuando un usuario se acerque a una distancia de hasta incluso 10 metros, la aplicación detecte el beacon que está transmitiendo la señal (Gast, Sawyer, Loukides, Hacker, & Volckhausen, 2014).

3.2.2 Elementos de interacción física

Dentro de esta categoría se expondrán algunas opciones de elementos que puedan ser fácilmente encontrados dentro de un entorno real, estos no cuentan con un componente digital ni electrónico, son elementos que podrían ser tradicionales en juegos para niños y realización de deporte los cuales tienen como fin la promoción de acciones que conlleven a la promoción de la actividad física como caminar, correr, saltar, levantar pesos, bailar, trepar, entre otras (Ministerio de salud, n.d.) (Organización Mundial de la Salud, 2010).

El **lazo** es un elemento que se puede encontrar fácilmente, con el que se pueden realizar actividades de salto en las que el jugador coge por los dos extremos la cuerda y con sus muñecas la hace girar alrededor de su cuerpo mientras va saltando cada vez que la cuerda pasa debajo de sus pies; de equilibrio donde el lazo sea posicionado en el suelo o en una superficie y el jugador deba pasar sobre la cuerda con los pies siempre sobre ella; de trepada ubicándola de manera vertical donde el usuario deba trepar por esta; o para la creación de obstáculos, en donde se estire la cuerda entre dos elementos para que el jugador deba saltar sobre ella o arrastrarse bajo ella para avanzar en el camino. Algunas actividades a realizarse con el lazo se pueden ver en la Figura 3.13



Figura 3.13. Actividades con lazo.¹⁹

El **aro** es comúnmente utilizado para hacer hula hula, sin embargo, puede ser empleado de diversas maneras como para realizar saltos de manera ordenada o para ejercicios de habilidad, como se observa en la Figura 3.14. Otras actividades pueden ser propuestas utilizando como atravesar un área saltando dentro de un costal, llevar un balón de un lado al otro utilizando sólo los pies, poner estacas de madera a modo de obstáculos para ser saltados, utilizar una zona de juegos infantiles o una zona para ejercicio al aire libre, muchos elementos cotidianos pueden ser empleados dentro de las dinámicas de un juego para

¹⁹ Fuente <https://images.google.com/>, adaptación propia

proveer elementos con los cuales interactuar que a su vez generen una producción de actividad física.



Figura 3.14. Actividades con aro.²⁰

3.3 Resumen

En este capítulo se entró más en detalles técnicos de la realidad mixta compuesta por la virtual y aumentada, donde se observaron los componentes necesarios para la creación de una experiencia VR y AR, además del uso algunos elementos tanto digitales como cotidianos para el desarrollo de la experiencia en el mundo real. Teniendo en cuenta lo investigado, se considera que la AR es más apta para espacios abiertos, además los elementos requeridos son de más fácil adquisición ya que teniendo un dispositivo móvil puede incorporarse una experiencia de AR sin necesidad de más componentes, lo que permite una movilidad más libre que impulsa a realizar actividades de desplazamiento. Es por esto que se concluye que la MR se enfocará principalmente en la AR por sólo requerir un dispositivo móvil para la generación de una experiencia que incorpore esta tecnología y su facilidad para ser implementada en espacios abiertos, lo que provee una mayor gama de opciones al idear un videojuego para la promoción del ejercicio. Además, se presentaron elementos que pueden ser utilizados para proveer interactividad con el medio, bien sean digitales los cuales pueden ser empleados para una identificación de entorno como lugares, objetos o personas y elementos de uso cotidiano como aros y cuerdas que puedan ser conseguidos fácilmente y utilizados con el fin de aumentar la diversión y producción de actividad física.

²⁰ Fuente <https://images.google.com/>, adaptación propia

CAPÍTULO 4

MECÁNICAS DEL VIDEOJUEGO

En este capítulo se presentará todo lo relevante a la ideación del videojuego, como el proceso llevado a cabo para la selección de la idea principal y concepto del juego, así como el documento de diseño de videojuego, con el cual es posible establecer aspectos relevantes al diseño del juego, incluyendo las mecánicas.

4.1 Ideación del Videojuego

Se realizó una sesión de ideación que permitió a definir el tema central del juego, esto se hizo con base a la conclusión obtenida en la subsección anterior, utilizar únicamente la realidad aumentada y teniendo en cuenta los elementos digitales y cotidianos identificados. Cabe destacar que no se tuvo en cuenta ningún género en particular. El equipo de ideación fue conformado de forma multidisciplinaria por dos estudiantes de pregrado del programa Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, un educador físico, un ingeniero ambiental y un experto jugador, quienes fueron seleccionados de acuerdo a la definición de los perfiles del Anexo A, en total el equipo de ideación estuvo compuesto por cinco personas. Con el fin de obtener la mayor cantidad de ideas que conlleven a la elección del tema y características del videojuego, se siguió una adaptación del proceso creativo de Koestler (Koestler, 1964), el cual se puede observar gráficamente en la Figura 4.1.



Figura 4.1. Proceso creativo.²¹

4.1.1 Análisis del reto

Esta es la fase inicial en donde se contextualiza a todas las personas del grupo sobre el eje central de esta investigación con datos relativos al problema que se desea resolver, esta es la fase lógica. Para este caso en particular se les plantea a los integrantes los objetivos que desean alcanzarse con el videojuego como lo son el motivar la realización de la actividad física, utilizar el juego en diversos ambientes exteriores para así atacar el sedentarismo causado por el mal uso de los dispositivos móviles, hacer uso de un celular inteligente y utilizar algún elemento para la creación de realidad aumentada e interacción con el medio.

²¹Fuente: Adaptado de <http://www.emprenderesponsible.org/proceso-creativo>

Esta fase busca preparar al grupo para la generación del mayor número de ideas posible coherentes a los objetivos de la presente investigación.

4.1.2 Generación de ideas

Una vez entendido el objetivo que se busca alcanzar con el videojuego, se desarrolla la fase de generación de ideas, para esto existen diversas técnicas (Linsey et al., 2011), sin embargo se seleccionó Brainstorming (lluvia de ideas) por ser la más utilizada y estudiada por los investigadores (Geschka, 1996) debido a que esta permite la recolección de un amplio número de ideas que están abiertas a la retroalimentación de los demás integrantes. Para esta fase se siguieron los principios de la técnica seleccionada: las críticas no están permitidas, toda idea por más imposible que parezca está bienvenida, se desea una gran cantidad de ideas y se busca combinación y mejoramiento de las ideas, esto con el fin de crear nuevas ideas a partir de las ya existentes. (Hender, Rodgers, Dean, & Nunamaker, 2011). Para el propósito de este trabajo de grado, se reunieron a todas las personas en el mismo lugar y momento, se les explicó la actividad, posteriormente se les hizo entrega de Post-its²² donde cada uno debería escribir una idea, estas fueron ubicándose en un tablero a la vista de todos.

4.1.3 Evaluación y pre-selección de ideas

Inicialmente cada uno de los participantes pasó por el tablero leyendo las ideas del equipo, una vez todos hicieron esto, se seleccionó un moderador el cual iba leyendo cada idea en voz alta, estas iban siendo descartadas o preseleccionadas teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Poseer una complejidad del desarrollo de software y gráfico media.
- Incorporar la realidad aumentada.
- No limitarse a una edad o género en particular, para permitir la evaluación por un rango amplio de usuarios.
- Poder desarrollar el videojuego en diversos espacios, no limitarse a un área en específico.
- No requerir obligatoriamente el uso de hardware adicional a un Smartphone.
- Permitir varios jugadores a la vez.

Estos criterios permitieron filtrar las ideas para seleccionar las de mayor grado de calidad y las que más se acogieran a los requerimientos del proyecto, las cuales se encuentran consignadas en la Tabla 4.1, los puntajes fueron asignados de 1 a 10, donde 10 representa que el criterio aplica en su totalidad y 1 que no se cumple el criterio en lo absoluto. Es necesario aclarar que el aporte del educador físico fue muy valioso, pues él guiaba al equipo sobre la cantidad de ejercicio que se podría conseguir con cada idea.

²² Post-it: marca registrada de 3M Company que identifica pequeñas hojas de papel autoadhesivo ("Post-it - Wikipedia, la enciclopedia libre," n.d.)

Idea \ Criterio	Complejidad del desarrollo de software y gráfico media.	Utilizando códigos QR.	No limitarse a una edad o género en particular.	No limitarse a un área en específico.	No requerir el uso de hardware adicional a un Smartphone.	Permitir varios jugadores a la vez.	Promedio
El tesoro escondido, donde los jugadores deban encontrar un objeto que provea AR el cual estaría escondido.	10	10	5	10	10	10	9.17
Atrapa la bandera, en el que el equipo proteja su bandera la cual es un elemento digital.	7	10	6	10	10	10	8.83
Carrera zombie, en la que se deba recolectar llaves para abrir un cofre que contenga la cura.	8	10	7	10	10	10	9.17
Videojuego shooter, en donde se busca disparar digitalmente a los compañeros.	3	10	5	10	10	10	8.00
Carrera de obstáculos en la que deban recolectarse diferentes tipos de elementos digitales, necesarios para realizar una acción al final de la carrera	10	10	5	10	10	10	9.17

Tabla 4.1. Ideas preseleccionadas.

4.1.4 Evaluación tecnológica de la idea

En compañía del director de tesis se realizó una evaluación de las ideas preseleccionadas, teniendo en cuenta los atributos descritos en la Tabla 2.2, el criterio personal, donde se incluía si la idea era más cercana a un juego tradicional o a un videojuego y su factibilidad tecnológica considerando que el tiempo y recursos para la ejecución del proyecto son limitados, además que el equipo de desarrollo se compone de dos personas

Inicialmente, se valoró cada idea analizando qué tecnologías y elementos podrían ser utilizados para incorporar la realidad aumentada, la primera conclusión de este análisis fue que el elemento a utilizar serían los códigos QR, por su economía, fácil reproducción y replicación, lo que conlleva a que cualquier usuario pudiese simplemente imprimirlos y jugar. Las razones para dejar de lado elementos como NFC o beacons fueron que a pesar que su costo no sea tan elevado, adicionan algunas limitaciones, por ejemplo, en el caso de NFC,

debe asegurarse que el dispositivo móvil soporte esta tecnología, además al igual que para el caso de los Beacons, la aplicación debería pensarse de manera que pudiese ser configurable pues cada uno de estos dispositivos cuenta con un identificador único, lo que impide hacer un reconocimiento general, esto aporta otras limitaciones como que el juego no podría ser fácilmente replicable por cualquier persona, pues puede dificultársele a personas sin afinidad con las nuevas tecnologías, sin tener en cuenta que aún en Colombia estos elementos no se consiguen fácilmente, además, que una de las aportes que se busca entregar es la fácil replicabilidad del videojuego, con lo cual al usar estos elementos el uso se limitaría demasiado. Analizando el uso de los elementos cotidianos, se concluye que estos serán de libre elección de acuerdo a las mecánicas de juego que se planteen, pues su incorporación no afectaría el comportamiento digital del videojuego, sino que complementan la experiencia real.

Con la elección de los códigos QR y todo el análisis realizado, se seleccionó como idea para el videojuego “una carrera de zombies en busca de la única cura”, las características se definirán en el siguiente apartado, pues los demás juegos a pesar de poder emoción y motivación, eran ideados más como juegos tradicionales, donde el uso de la realidad aumentada no sería parte activa de la historia, pues estaba pensada para usarse al final.

Se descartó el uso de elementos digitales basados en las tecnologías RFID, NFC o BLE, pues limitarían el libre uso del videojuego al requerir etiquetas o dispositivos especiales, además los elementos cotidianos, se dejaron a libre albedrío para ser elegidos en la definición de las mecánicas.

4.2 Diseño del videojuego

Para el diseño del videojuego junto a sus características, se empleará un documento de diseño de videojuego²³ o GDD por sus siglas en inglés, que tiene como propósito expresar la visión del videojuego, describir sus mecánicas y contenidos con un gran nivel de detalle para continuar con la implementación, el cual es escrito por el equipo de diseño y desarrollo (Ryan, 1999). Este documento es una guía para la definición de la capa de *Mecánicas del juego*, de la cual se habló en la Figura 2.1. Para la creación del GDD para el presente trabajo de grado se sigue una adaptación de los lineamientos propuestos en (Chamorro Vela, 2014).

4.2.1 Visión General

En esta sección se realiza una introducción al videojuego donde se plantean los conceptos de historia y mecánicas más relevantes, se establece el concepto del juego, las características principales, el género al cual pertenece, la audiencia a la que está dirigido, entre otros lineamientos necesarios para definir el proyecto.

4.2.1.1 Concepto del Juego

Zomfit es un juego serio de aventura multijugador diseñado para dispositivos móviles que promueve la realización de ejercicio físico en espacios abiertos, el concepto principal trata de una competencia por la supervivencia, todos los jugadores fueron víctimas de una pandemia que los convirtió en zombies y sólo existe una dosis de la cura que puede salvarlos

²³ GDD: Game design document

evitándoles un destino fatal, para encontrarla deben reunir tres llaves que abrirán el cofre donde se encuentra almacenada y todo esto antes que el tiempo se agote, estas están ubicadas alrededor del campo de juego encerradas en cajas sorpresa, sin embargo no todas contienen llaves, se pueden encontrar también objetos que beneficien o perjudiquen al jugador como adición o sustracción de tiempo, poderes especiales que permiten robarle una llave a otro competidor o quitarle tiempo. El desafío es encontrar las tres llaves antes que los demás concursantes para así ser el ganador.

4.2.1.2 Características principales

Hace referencia a los pilares y características que definen al videojuego.

- Competitividad

El juego está ideado para que varias personas lo puedan jugar al tiempo, sin embargo, sólo podrá haber un ganador, además se incorporan objetos que podrán poner obstáculos en el camino de los contrincantes, todo esto ayuda a la promoción de una sana competencia entre los jugadores.

- Portabilidad y movilidad

El juego podrá desarrollarse en cualquier espacio abierto o incluso en exteriores, sólo bastará con trasladar los códigos QR al lugar deseado.

- Promoción de la actividad física

Para que un jugador pueda alcanzar el objetivo principal, debe recorrer caminando o corriendo (para lograr sacarle ventaja a sus contrincantes) determinadas distancias, con lo cual se promueve la realización de actividad física.

- Configurable

El juego podrá ser configurado dependiendo de las necesidades o gustos de los jugadores, se podrá definir la dificultad a partir del tiempo establecido del juego; además permitirá la participación de tantos jugadores como se desee.

- Escalabilidad

El juego podrá ser mejorado mediante la implementación de nuevos obstáculos o poderes, gracias a la modularidad del sistema, esto permitirá aumentar el nivel de dificultad del juego y de los retos.

4.2.1.3 Género

Sin importar si el juego está pensado para realizarse individual o grupalmente, los videojuegos pueden clasificarse de diversas maneras que permitirán determinar el género, el cual deberá tenerse en cuenta a lo largo del diseño (José Luis González Sánchez, 2010), esta selección depende del objetivo del juego (si busca asustar al jugador, atrapar su intelecto, hacer que aprenda algo, etcétera); cabe aclarar que un juego puede ser descrito por dos géneros al mismo tiempo (Rollings & Morris, 2004). De acuerdo a los géneros planteados en la Tabla 2.1, subsecciones 2.1.1.1 y 2.1.1.2, es posible determinar que *Zomfit* es un juego serio pues su objetivo inicial no es solamente la diversión, sino que busca fomentar la actividad física, por lo que específicamente es un exergame, además que de acuerdo al objetivo de la historia

del juego es un juego de aventura, en donde cada uno de los jugadores se introducirá en el mundo del juego como protagonista del mismo, representando al personaje principal, un Zombie que lucha por encontrar la única cura.

4.2.1.4 Audiencia Objetivo

Hace referencia al público al cual va dirigido el juego, para el caso de Zomfit, es un juego para unas edades entre los 15 y 30 años; aunque idealmente se consideraría para una audiencia familiar, en donde niños, adolescentes y adultos de cualquier género pueden jugarlo, los únicos requisitos son disponer de un dispositivo móvil y no tener limitaciones para el desplazamiento de un lugar a otro.

4.2.1.5 Alcance del proyecto

El proyecto en su versión inicial constará de un videojuego móvil multijugador en tiempo real, el cual utilizará códigos QR para la interacción con el mundo real. El desarrollo del juego está pensado para un entorno ideal y controlado, donde cada uno de los jugadores poseerá un dispositivo móvil con sistema operativo Android.

4.2.2 Historia y Personajes

En este apartado se describe la historia del videojuego y se caracterizan los personajes.

4.2.2.1 Historia de fondo

El planeta tierra ha sido infestado por el virus Z, el cual convierte a los seres humanos en zombies de forma progresiva, poco a poco van perdiendo la capacidad de sentir y pensar, convirtiéndose en depredadores de vida, que cinco minutos después de la transformación total mueren definitivamente. Aún hay esperanza, los científicos han encontrado la forma de curar el virus, pero los zombies llegaron antes y destruyeron todas las dosis, los laboratorios y a los científicos. Sólo una dosis sobrevivió, ahora todos los millones de humanos en transición luchan por encontrarla para salvar su vida.

Cada jugador representa a un humano en proceso de transición a zombie que debe recorrer el área buscando las llaves que le permitan abrir el cofre antes que el tiempo se agote y tenga un final fatídico, pero en el camino encontrará muchos obstáculos, el principal, sus contrincantes, quienes pueden lanzar hechizos que le acorten el tiempo de vida, encontrar las llaves antes que él y hasta incluso robarle una llave que ya haya obtenido. El jugador deberá movilizarse buscando las cajas misteriosas las cuales podrán contener llaves o hechizos, aunque no todos son buenos, así como podrá ganar una ventaja sobre sus compañeros al restarles tiempo, también el podrá perder tiempo, sin embargo, si desea encontrar la cura no tiene más opciones que abrir las cajas misteriosas.

4.2.2.2 Elementos de la trama

Línea de tiempo en la cual se describen las fases de la historia como los antecedentes, desarrollo, clímax y desenlace. Aquí se describe a manera general los hitos que pueden acontecer durante el desarrollo del juego, puede que alguno de los elementos descritos no suceda, así como puede que suceda varias veces, como el caso de lanzar y recibir hechizos.

En la Figura 4.2. Elementos de la trama. se observa de manera gráfica la transición de la trama.

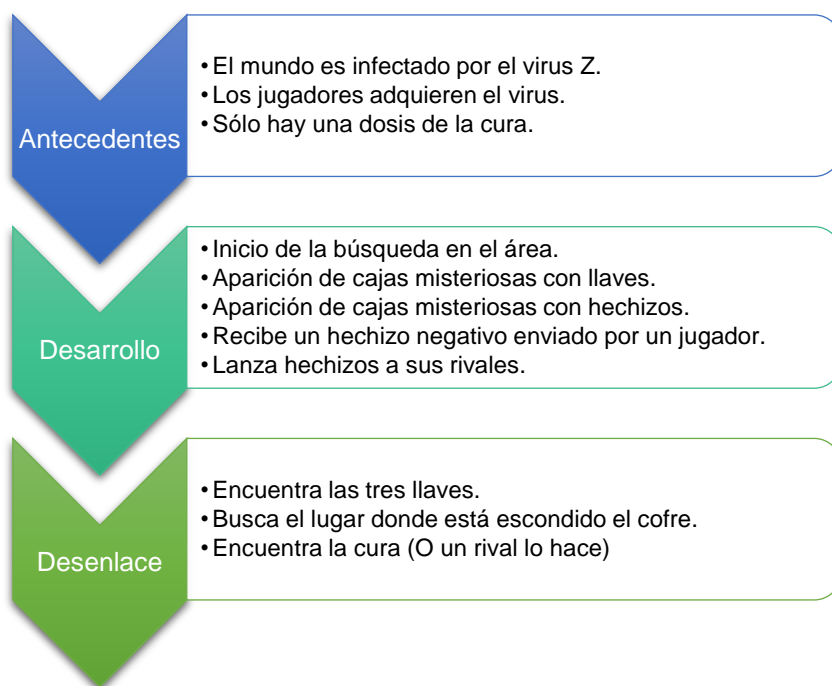


Figura 4.2. Elementos de la trama.

4.2.2.3 Escena cinematográfica final

Esta es una escena especial donde se genera un espacio para contar y desarrollar el final de la historia. Cuando uno de los jugadores ha obtenido las tres llaves y puede llegar sin inconvenientes al cofre donde está almacenada la cura, podrá abrir el cofre del cual saldrá flotando la cura junto al mensaje “Has encontrado la última dosis de cura, felicitaciones humano”. Por otra parte, los jugadores que no lograron encontrar las llaves a tiempo, serán notificados que alguien ya las encontró y se dirige a la cura, finalmente verán que sus pantallas se tornan rojas junto a un mensaje que les informa que no lo han logrado y que el juego ha terminado.

4.2.2.4 Personajes

Aquí se describirán los personajes que hacen parte del videojuego, aquellos que pudiese controlar en jugador y los que no. Para el caso particular de Zomfit, los personajes son únicamente etiquetas que se le da a cada jugador, ya que lo que se muestra en la pantalla no son animaciones sino el mundo real, las características físicas de los jugadores no se definirán, pues nunca podrán ser visibles dentro de la pantalla y los demás competidores serán visualizados sin alteraciones digitales.

Zombie (principal)

- Características generales: Cada jugador representa este personaje.
- Características físicas: No se definen.

- Historia de fondo: Es un humano infectado por el virus Z que busca encontrar la cura para poder salvar su vida
- Habilidades especiales: Ninguna.
- Relevancia de la historia: Es el personaje principal.
- Vidas: 1.

Zombie (competidores)

- Características generales: Hace referencia a la representación de los jugadores rivales dentro del juego.
- Características físicas: No se definen.
- Historia de fondo: Ser humano infectado por el virus Z que busca encontrar la cura antes que el zombie principal.
- Habilidades especiales: Ninguna.
- Relevancia de la historia: Pondrá obstáculos al zombie principal y podrá encontrar la cura antes que él.
- Vidas: 1.

4.2.3 Mecánicas del juego

En esta subsección se describe en detalle la jugabilidad, estructura y reglas que rigen al juego.

4.2.3.1 Objetivos

El objetivo del juego es encontrar tres llaves localizadas en cajas misteriosas para así alcanzar la única dosis de cura antes que el tiempo se acabe y que alguno de los otros zombies la consiga. Además, se busca alcanzar un efecto colateral en el que los jugadores realicen actividad física al desplazarse por toda el área abriendo las diferentes cajas misteriosas, el cual es también uno de los objetivos que se busca cumplir dentro de la presente investigación.

4.2.3.2 Misiones

Aunque no es una misión propiamente dicha en el juego, para lograr alcanzar el objetivo del juego y ganar, el jugador tiene como misión poner obstáculos en el camino de sus contrincantes, como quitarles una llave o tiempo, para esto debe encontrar la mayor cantidad de cajas misteriosas para poder encontrar objetos que contengan esa clase de poderes y así dificultarles el camino a los oponentes.

4.2.3.3 Flujo del juego

Mediante un diagrama de flujo, se hará una descripción del transcurso de una partida típica desde que inicia el juego hasta que culmina, para la cual no se tienen en cuenta ni ayudas ni obstáculos.

Una vez el juego es ejecutado, se lanza una pantalla inicial donde se verá el nombre del juego y se le pedirá al jugador que ingrese un nombre de usuario con el que será identificado por los opositores durante la partida. Una vez todos los jugadores se hayan unido al juego, la partida iniciará.

Cada jugador debe recorrer el área en busca de las cajas misteriosas que contendrán de forma aleatoria llaves, una vez se hayan recolectado las tres necesarias, el jugador debe correr a buscar el cofre y abrirlo, para de esta forma ganar el juego. En la Figura 4.3 se encuentra el diagrama de flujo ideal, en el que todos los objetos encontrados dentro de las cajas sorpresa han sido llaves y no ha recibido hechizos en contra.

4.2.3.4 Ganar – Perder

La forma de ganar el juego en Zomfit es cuando un jugador logra reunir tres llaves y abrir el cofre donde se encuentra la cura, antes que el tiempo termine u otro compañero lo consiga. Cabe resaltar que las cajas misteriosas que alojan las llaves, también alojan hechizos y estos se presentarán de manera aleatoria y diferente para cada jugador, es decir para un jugador un código QR podría representar un hechizo de robo de llave y para otro el mismo código QR podrá ser un hechizo de disminución de tiempo. El cofre se encontrará representado por otro código QR el cual también debe ser identificado por los jugadores, este se abrirá únicamente cuando el jugador tenga las tres llaves.

Un jugador pierde cuando uno de sus contrincantes es el que ha encontrado la cura, debido a que no existen vidas adicionales, el juego termina ahí. Todos los jugadores serán notificados cuando uno de sus rivales consiga una llave y un mensaje final (“Date prisa, un zombie ya ha conseguido todas las llaves necesarias”) se les mostrará cuando alguien haya obtenido las tres necesarias para abrir el cofre.

4.2.3.5 Multijugador

Este es un videojuego que puede ser jugado de manera individual o multijugador, el componente adicional que se brinda en una campaña con varios jugadores es la competitividad entre ellos, mientras que de manera individual sólo se compite contra el tiempo, en una partida multijugador debe esforzarse más para lograr el objetivo antes que los demás participantes. Por eso para una mejor jugabilidad se recomienda jugar con mínimo dos integrantes.

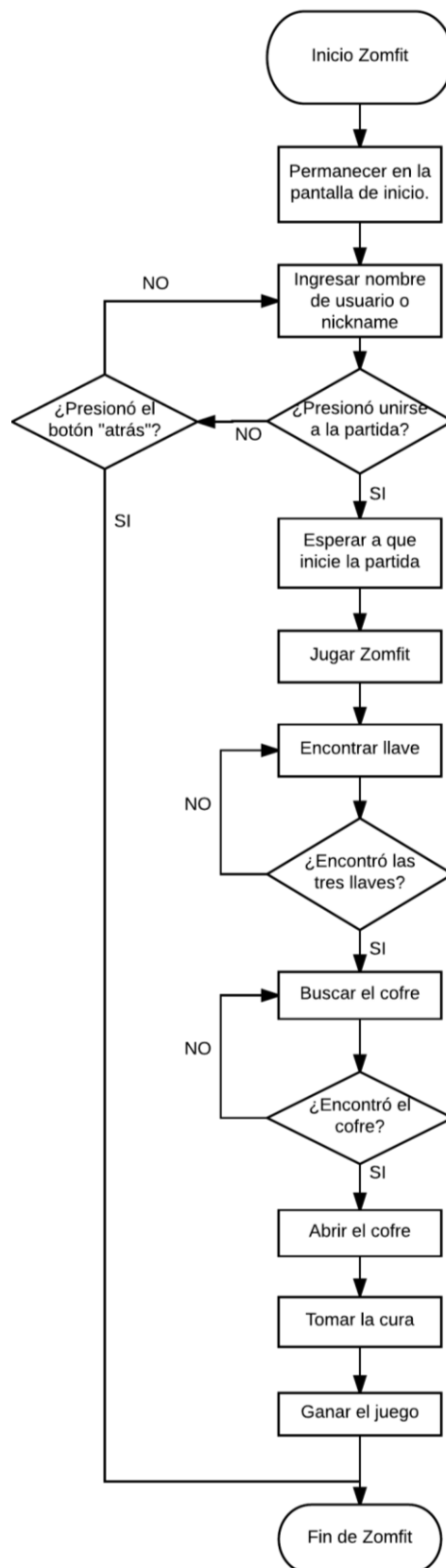


Figura 4.3. Diagrama de flujo de Zomfit.

4.2.3.6 Objetos

Hace referencia a los objetos que pueden ser utilizados o con los que se interactúa a lo largo del juego, pueden ser positivos, negativos u obstáculos.

Caja Misteriosa: Son los objetos más generales del juego, en ellos el jugador podrá encontrar de manera aleatoria objetos positivos o negativos que podrá utilizar en él mismo o en sus oponentes (para aquellos que tengan algún efecto sobre el tiempo, el valor de cada uno corresponderá a uno aleatorio definido con base al tiempo total inicial o el tiempo remanente), los cuales se describen a continuación:

- **Reloj rojo:** Es un objeto negativo que le disminuye al jugador tiempo de su temporizador.
- **Reloj azul:** Es un objeto positivo que adiciona tiempo al temporizador del jugador que lo encuentre.
- **Roba tiempo:** Es un objeto de competencia positivo, el jugador que lo encuentre podrá seleccionar a uno de sus oponentes para disminuirle tiempo de su temporizador. Este puede ser almacenado para usarlo cuando el jugador lo desee.
- **Roba llave:** Es un objeto de competencia positivo, el jugador que lo encuentre podrá seleccionar a uno de los oponentes que ya haya encontrado una llave para quitársela y sumarla a sus llaves personales. Este puede ser almacenado para usarlo cuando el jugador lo desee.

El número máximo de objetos que se podrán almacenar serán tres, en el momento que el jugador desee usarlos bastará con seleccionarlos, si el hechizo es *Roba tiempo* o *Roba llave*, verá la lista de los jugadores y podrá seleccionar a uno de ellos para lanzar el objeto; si el jugador tiene tres hechizos que no ha utilizado, no podrá almacenar más hasta que libere un espacio para objeto.

4.2.3.6.1 Obstáculos opcionales

De acuerdo a los objetos y elementos definidos en la sección 3.2, se definirán como objetos opcionales la utilización de los siguientes elementos los cuales están pensados para incorporar diferentes tipos de actividades físicas como saltar o arrastrarse, pero estos no tienen un efecto sobre el comportamiento o flujo natural del juego, simplemente están ideados para complementar la experiencia en el mundo real sirviendo de obstáculos en la libre movilidad dentro del área.

En la Figura 4.4, se evidencia el uso de aros los cuales deben ser ubicados a una distancia separada en el suelo, la idea es que el jugador deba pasar saltando sobre cada uno, sin salirse de ellos o tocarlos, en el momento que una de estas dos acciones llegue a suceder, el jugador deberá devolverse al inicio de la sección con aros para volverla a atravesar, sólo podrá avanzar a otro lugar cuando haya superado la prueba.



Figura 4.4. Saltar sobre aros.

La malla será utilizada como un obstáculo como se muestra en la Figura 4.5 en el cual el jugador debe agacharse y arrastrarse con ayuda de sus brazos y piernas bajo esta, sin llegar a tocar la malla, si esto llegase a suceder, el jugador debe salir de la malla, volver al inicio y pasar el obstáculo nuevamente.



Figura 4.5. Arrastrarse bajo una malla.

Los sacos serán puestos en un lugar específico, cuando el jugador arribe a este lugar, debe entrar dentro del saco y atravesar el área saltando dentro de él, si el saco llegase a caerse el jugador deberá volver al inicio de la sección. En la Figura 4.6 se observa cómo deben ser utilizados los sacos.



Figura 4.6. Saltar dentro de sacos.

Los anteriores tres obstáculos deberán ser ubicados de acuerdo al lugar de la ejecución del juego, pero se recomienda que uno de ellos (indiferente de cual) sea ubicado en el camino hacia el cofre, los otros dos pueden ser ubicados en cualquier zona por la cual el jugador deba transitar. Puede utilizarse uno, todos o ninguno, no existe una regla sobre el uso de estos obstáculos, debe recordarse que son propuestos de manera opcional.

4.2.3.7 Movimientos

El movimiento del personaje dentro del videojuego no se realiza de manera virtual, el desplazamiento se hace de forma real dentro del perímetro establecido para el juego, puesto

que cada jugador que representa al personaje principal de la historia debe recorrer el área real en busca de los objetos virtuales como se representa en la Figura 4.7, esto lo podrá hacer caminando o corriendo

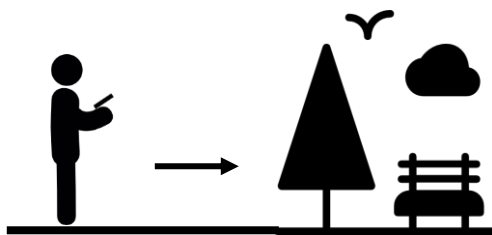


Figura 4.7. Movimiento del personaje.

4.2.3.8 Acciones

El usuario interactúa con la aplicación por medio del control digital, es decir mediante la pantalla táctil del dispositivo y con ayuda de los dedos de su mano podrá manejar totalmente el videojuego. Para la captura de los códigos QR deberá enfocar con la cámara del celular el código y para atrapar su contenido bastará con pulsar sobre la pantalla. Las acciones se ilustran en la Figura 4.8 y se describen a continuación.

- **Ingresar el nombre de usuario:** Para realizar esta acción el usuario debe escribir mediante el teclado virtual del dispositivo móvil.
- **Empezar a jugar:** Cuando se haya escrito el nombre con el que será identificado durante el juego, podrá presionar el botón unirse a la partida.
- **Abrir cajas misteriosas – Abrir cofre:** Pulsando sobre la pantalla el jugador podrá descubrir el contenido de la caja misteriosa o abrir el cofre cuando tenga las tres llaves.
- **Utilizar ítem:** Para utilizar un ítem, el jugador deberá seleccionarlo tocando sobre él y en caso que sea para ser utilizado en contra de un jugador, lo seleccionará de igual manera mediante un toque en la pantalla.

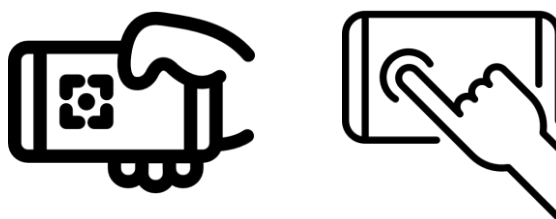


Figura 4.8. Acciones dentro del videojuego.

4.2.3.9 Opciones de juego

Hacen referencia a aquellos factores que pueden ser configurados, en Zomfit el tiempo total que tendrá cada jugador se podrá configurar, de esta manera si el área de juego es bastante amplia, es posible definir un tiempo mayor y del mismo modo para áreas más pequeñas. De

esta forma los tiempos que se dan o quitan con los objetos también son calculados a partir del tiempo general, para así lograr siempre un equilibrio en el juego.

4.2.4 Interfaz

En este apartado se describe la interfaz para la inmersión e interacción del jugador en el juego.

4.2.4.1 HUD – Heads up Display

El HUD hace referencia a la información que se muestra al jugador en el transcurso de la partida y su disposición dentro de la pantalla. En la Figura 4.9 se muestra un boceto del diseño del HUD para Zomfit. En la parte derecha de la pantalla, se encontrará un panel en donde estarán los espacios para guardar cada una de las tres llaves, los poderes que tenga almacenados el jugador y el logo del juego. La mayoría de la pantalla se encuentra cubierta por la visión de la cámara a la que se sobrepone unas líneas guía para poder facilitar el enfoque de objetos. En la parte superior izquierda podrá observarse el tiempo remanente de juego y en la inferior izquierda las opciones del juego, que para este proyecto se limitan a abandonar la partida.

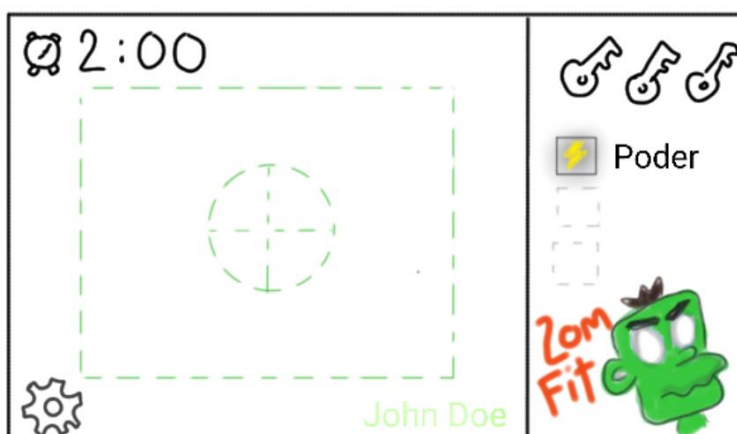


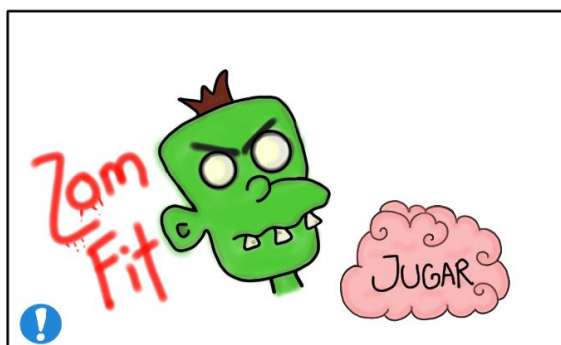
Figura 4.9. HUD Zomfit.

4.2.4.2 Descripción de pantallas

Antes de desarrollar el juego, es necesario que todos los integrantes del equipo entiendan la historia y su flujo, para esto se desarrolla el Storyboard²⁴, el cual consiste en un conjunto de bocetos que previsualizan el transcurrir del videojuego. A continuación, se presentará una descripción gráfica de las pantallas más relevantes del videojuego y su descripción, las cuales deben ser usadas como referente para el desarrollo, aunque cabe aclarar que pueden realizarse algunas modificaciones que faciliten la implementación sin afectar el progreso normal del juego.

²⁴ Storyboard: guion gráfico

Pantalla 1



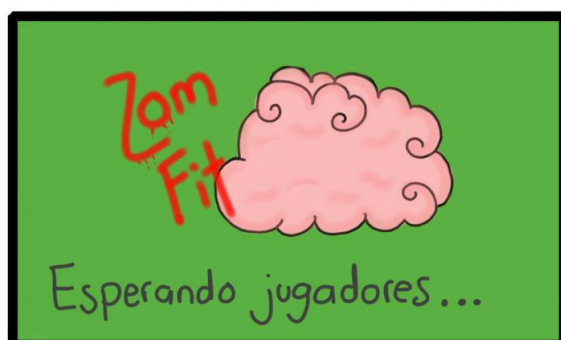
Esta es la pantalla inicial del juego, donde se muestra el nombre de la aplicación, un botón para iniciar a jugar y uno para ver información sobre el juego en donde se encontrarán aspectos generales como la versión y el equipo desarrollador.

Pantalla 2



Cuando se ha pulsado jugar, el contenido de la pantalla cambia y se le pide al jugador ingresar un nombre de usuario para ser identificado dentro del juego, una vez hecho esto puede pulsar el botón unirse a la partida.

Pantalla 3



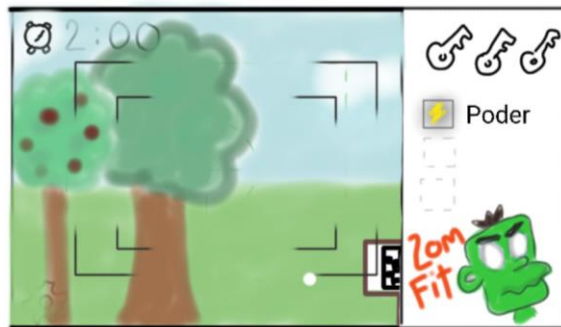
Mientras todos los jugadores se unen a la partida, el videojuego permanecerá en esta pantalla.

Pantallas 4,5,6,7



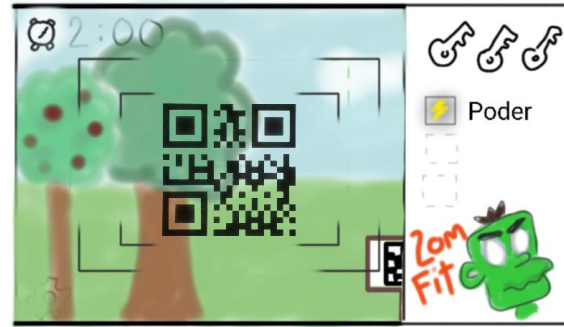
Una vez todos los jugadores se han unido al juego, se lleva al usuario a una secuencia de pantallas de cuenta regresiva, la cual inicia en 3 segundos, así darle tiempo al jugador para prepararse a jugar.

Pantalla 8



Una vez ingresado al juego, el HUD aparecerá al usuario constantemente con el cual deberá recorrer el área en busca de los códigos QR.

Pantalla 9



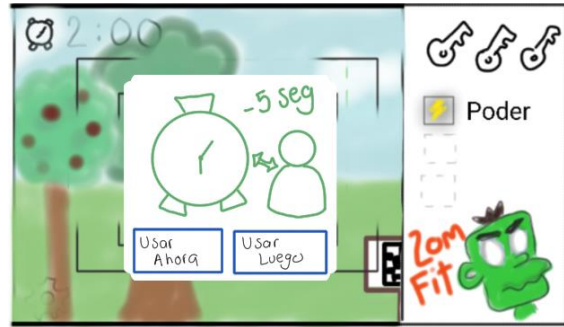
Cuando el jugador encuentre un código QR debe escanearlo apuntando el visor de la cámara y centrándolo en las líneas guía.

Pantalla 10



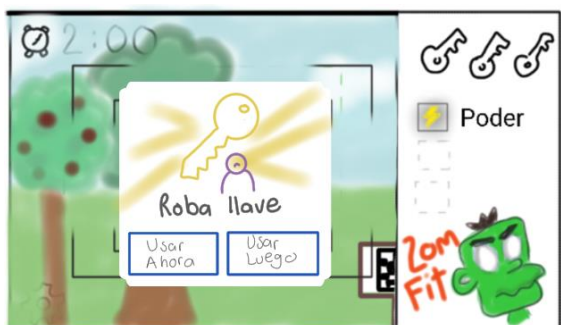
Una caja misteriosa podrá aparecerle al jugador después de haber escaneado el código, ahora debe tocarla para poder abrir su contenido.

Pantalla 11



Una de las opciones de la caja misteriosa es el *Roba tiempo*, el cual le dirá cuánto tiempo le será robado a un compañero y si quiere usarlo en ese momento o guardarlo para usarse luego.

Pantalla 12



Otra opción es la *Roba llaves* mediante el cual puede quitarle una llave a un jugador, si el jugador desea usarlo en ese momento una lista con los nombres de todos los competidores aparecerá como ventana emergente.

Pantalla 13



Si al jugador le sale este poder, será aplicado inmediatamente, disminuyendo el tiempo señalado a su cronómetro.

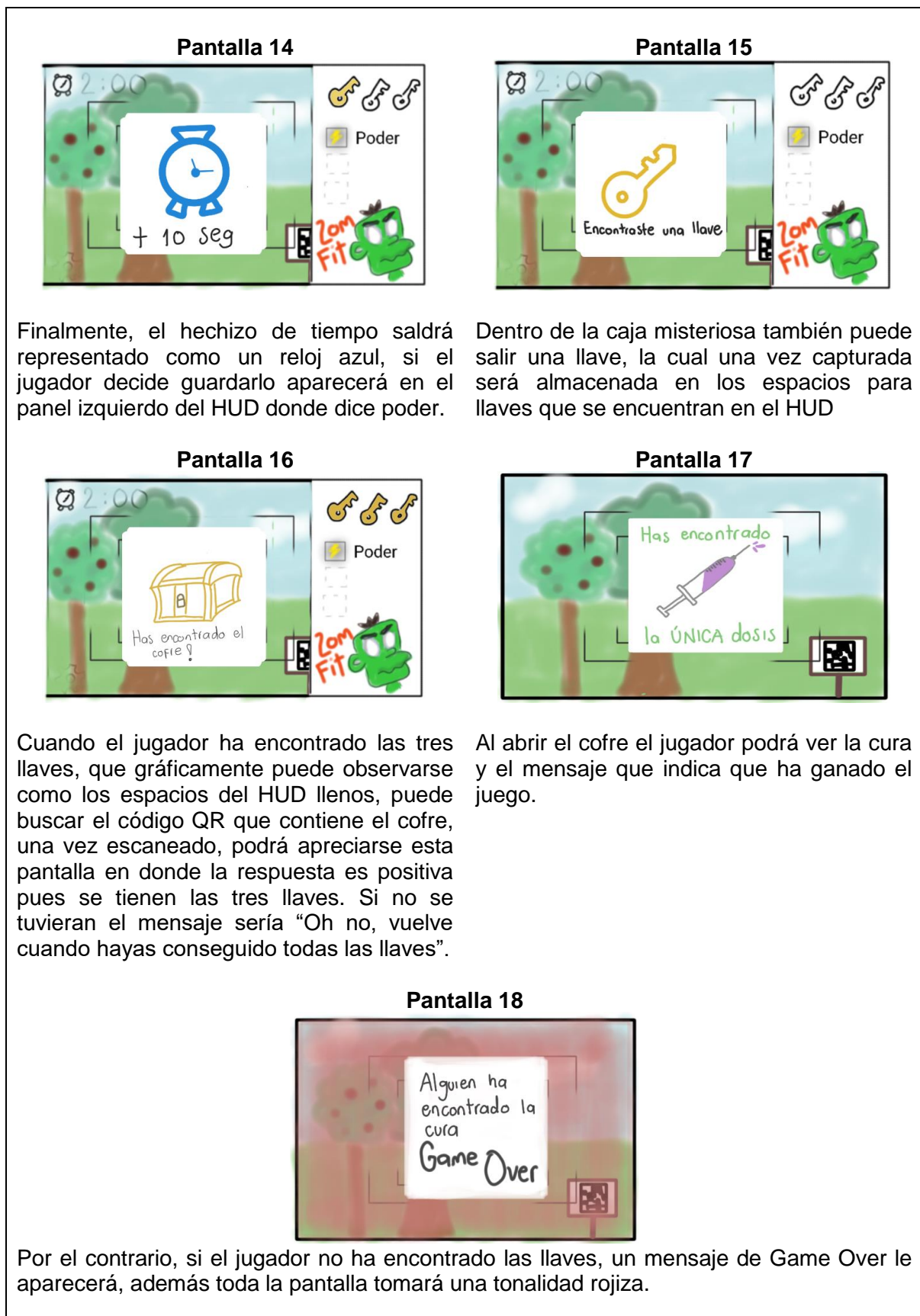


Figura 4.10. Storyboard Zomfit.

4.2.4.3 Menús

Se consideran aquellas pantallas que componen el menú del juego, es decir donde el usuario puede realizar acciones previas al juego o durante este que no modifican la progresión de la historia. A continuación, se describen los menús del videojuego

- El ícono de información en la pantalla inicial, el cual permite ver información técnica del videojuego, el bosquejo se encuentra en la Figura 4.11.



Figura 4.11. Menú de información del juego.

- La segunda pantalla donde el jugador ingresa el nombre con el que será identificado durante la partida (el bosquejo de esta se encuentra en la sección 4.2.4.2, en la pantalla 2)
- La opción que se despliega del ícono de opciones en el HUD, el cual permitirá al usuario abandonar la partida o silenciar los sonidos como se muestra en Figura 4.12.



Figura 4.12. Bosquejo menú de opciones.

4.2.4.4 Música

Para la música ambiente del videojuego se empleará una pista disponible en internet y con licencia CC BY-NC-SA²⁵, Zombie's salad (SPINTRONIC, 2010) será reproducida en la

²⁵ Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike: Licencia que permite la realización de remix y modificaciones para uso no comercial, otorgando crédito al autor original y autorizando las nuevas creaciones que se deriven bajo los mismos términos. ("Sobre las licencias - Creative Commons," 2001)

pantalla principal una vez el jugador ingrese al juego, mientras escribe el nombre de usuario y hasta el momento de iniciar la partida.

4.2.4.5 Efectos de sonido

Como consecuencia a una acción o suceso en el juego, serán reproducidos algunos efectos de sonido para complementar la ambientación musical y al igual que en el apartado anterior, estos cuentan con licencia Creative Commons²⁶. Durante la progresión del juego las siguientes acciones serán ambientadas.

- Iniciar la partida: *Countdown Sequence* (Oddworld, 2012) una cuenta regresiva que indicará el inicio de la partida cuando llegue a cero será reproducida. Esta cuenta con una licencia CC 0²⁷
- Encontrar una caja misteriosa: *Hand Bells, Cluster* (InspectorJ, 2016) cuenta con una licencia CC BY²⁸ será usado cuando se abra una caja misteriosa, con el fin de transmitir al jugador un aire de misterio y sorpresa.
- Encontrar la cura: *Jingle Win* (LittleRobotSoundFactory, 2015) con licencia CC BY²⁸ indicará al jugador que ha ganado la partida al encontrar la cura.
- Perder: Cuando un oponente ha encontrado la cura o el tiempo se ha agotado significa que el jugador ha perdido para lo cual *Game over SFX and voice* (Landlucky, 2015) será reproducida indicándole al usuario que el juego ha terminado, este efecto de sonido también cuenta con licencia CC BY²⁸
- Últimos 10 segundos: Cuando el tiempo se le está acabando a un jugador, se ambientarán los últimos diez segundos con un sonido a modo de pitido que se reproducirá cada segundo indicándole al jugador que el tiempo se le agota. Para este fin se utilizará *The pips* (Kwahmah_02, 2015), sonido que cuenta con una licencia CC 0²⁷

Cabe aclarar que, ya que todos los efectos de sonido a utilizar cuentan con una licencia que permite su modificación, estos serán adaptados, tomando únicamente fragmentos de las pistas totales.

4.2.5 Arte del juego

Se describirán las directrices principales en el apartado artístico, con el fin de proveer a todos los integrantes del equipo una visión general de la estética del juego, podrán utilizarse bocetos los cuales serán usados de guía

²⁶ Creative Commons: Proyecto internacional con el propósito de fortalecer a los autores, siendo estos los que determinan en qué términos pueden ser usadas sus obras, qué derechos entregan y qué condiciones establecen (Galeano, 2014)

²⁷ Creative Commons No Copyright: Las obras con esta licencia son de dominio público, el autor ha renunciado a todos los derechos a la obra, por lo que es posible copiar, modificar, redistribuir y realizar el trabajo incluso con fines comerciales sin pedir autorización (Creative Commons, 2001)

²⁸ Creative Commons Attribution: La licencia permite compartir y adaptar la obra para cualquier propósito, incluso comercial, dando crédito al autor e indicando los cambios que fueron realizados.

4.2.5.1 Concepto de arte

El videojuego será diseñado y desarrollado para una visualización bidimensional donde todos los elementos como objetos, HUD; logo, entre otros, tendrán una apariencia animada, dejando la parte real únicamente para la visión en tiempo real capturada por la cámara. Como el diseño será en 2D, todos los elementos únicamente serán graficados desde la vista y posición que observa el jugador.

4.2.5.2 Guía de estilos

Se incluirán elementos generales a utilizarse de forma transversal en las escenas, objetos, vistas, entre otras de la aplicación.

- Ícono: Este consistirá en un Zombie animado, el cual tendrá la piel verde como consecuencia del virus, además las cuencas de sus ojos estarán vacías, representando la pérdida de humanidad que se tiene cuando alguien ha sido completamente infestado. El nombre del juego se encuentra a un lado, diferenciando las dos sílabas que lo componen, para generar un mayor entendimiento, Zom relativo a Zombie y Fit a fitness. Para una mayor precisión el ícono hace referencia a un Isologo (García, 2011), en el que el texto y el ícono se encuentran fundidos en un solo elemento, son partes indivisibles de un todo y sólo funcionan juntos. El boceto del isologo diseñado para Zomfit se encuentra a continuación en la Figura 4.13.



Figura 4.13. Logo de Zomfit.

- Gama de colores: Se ha definido un conjunto de colores que serán empleados en los elementos principales de la interfaz con base al isologo de Zomfit, a continuación, en las figuras Figura 4.14 y Figura 4.15 se presentan los colores básicos y una variación con diferentes tipos de iluminación y sombras.

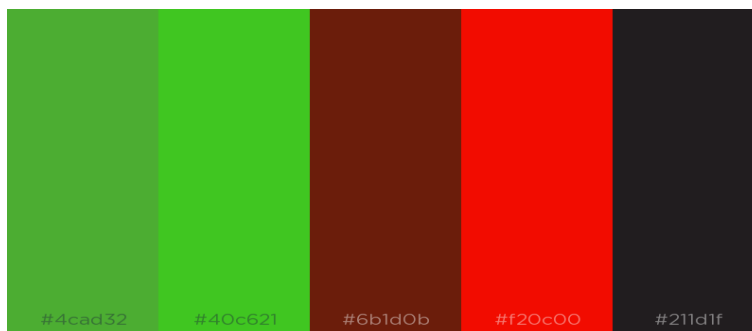


Figura 4.14. Paleta principal de colores.



Figura 4.15. Paleta con variación de sombras e iluminación.

4.2.5.3 Guía de elementos

Dentro del componente gráfico del juego existen también otros elementos que representarán objetos o partes del HUD, para estos se utilizaron como base imágenes vectoriales gratuitas disponibles en www.freepik.com y www.flaticon.es las cuales fueron adaptadas utilizando el editor de códigos vectoriales libre y gratuito, Inkscape (“Acerca de | Inkscape,” 2003).

Elementos del HUD: A continuación, se presenta la guía de elementos diseñados para el HUD.

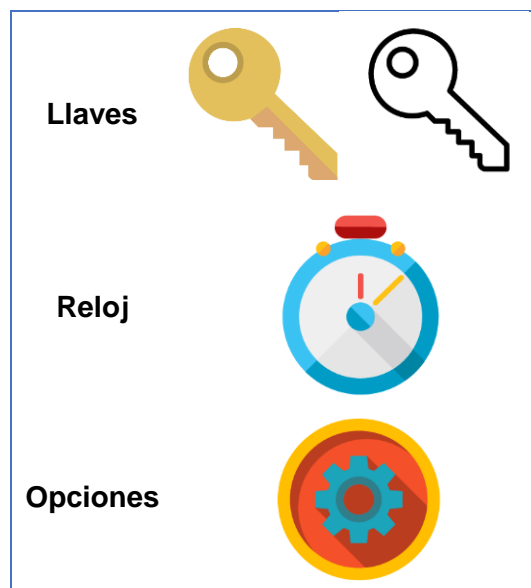


Figura 4.16. Elementos del HUD

Objetos: Para los objetos mencionados en el apartado 4.2.3.6 se presentan a continuación los elementos diseñados.

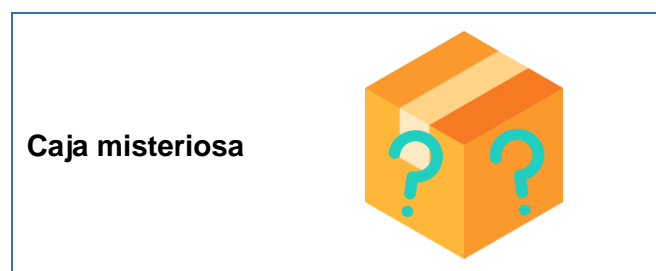




Figura 4.17. Diseño de los objetos.

4.2.6 Detalles técnicos

4.2.6.1 Hardware objetivo

El videojuego podrá ser instalado en plataformas móviles, específicamente celulares inteligentes y tablets (con preferencia por los primeros para mayor comodidad) con sistema operativo Android, esto debido a que de los dispositivos móviles a nivel mundial, 86.2% cuentan con este sistema operativo, seguido de iOS con un 12.9% y con un porcentaje mucho menor Windows y BlackBerry (Forni & Meulen, 2016), con esto se garantiza la cobertura de un mayor porcentaje poblacional. Adicionalmente el juego correrá en versiones de Android mayores a Ice Cream Sandwich, pues el 97.3% de los dispositivos cuentan con una versión igual o mayor a esta, además que su uso trae librerías y utilidades nativas que facilitan el desarrollo de la aplicación (Guzmán, 2016).

4.2.6.2 Software y hardware de desarrollo

El videojuego será desarrollado de forma nativa en el entorno de desarrollo integrado Android Studio (versión gratuita 2.3), el cual proporciona las herramientas para crear aplicaciones para todas las clases de dispositivos Android, una extensa documentación y una gran comunidad. El componente gráfico del juego será editado con la herramienta gratuita Inkscape y el dibujo a mano alzada en la aplicación Autodesk SketchBook.

El hardware requerido para el desarrollo, pruebas e implementación serán dispositivos móviles Android (versiones Ice Cream Sandwich en adelante), cables de datos USB y computadores apropiados para el desarrollo del juego.

4.2.6.3 Lenguaje de scripting

El lenguaje en el cual será desarrollado el videojuego será Java, ya que la aplicación Android se va a realizar en forma nativa.

4.3 Resumen

En este capítulo se llevó a cabo la ideación del videojuego en donde se realizó un análisis tecnológico para la selección de los componentes para la incorporación de la AR, que en este caso fue el código QR; para posteriormente realizar el documento de diseño de juego, en el cual se definen aspectos como la visión general, la historia y personajes, las mecánicas de juego, la interfaz, el arte del juego y los detalles técnicos; donde a manera general se establece un videojuego de aventura multijugador en tiempo real, donde cada uno de los jugadores representará al personaje principal, el cual debe recorrer un área en el mundo real en busca de ítems representados por los códigos QR los cuales contendrán objetos positivos, negativos y llaves. El jugador deberá reunir tres llaves para abrir un cofre donde se encuentra la cura al virus Z con el que ha sido infectado; el videojuego será desarrollado para plataformas Android con una versión superior a Ice Cream Sandwich.

CAPÍTULO 5

DESARROLLO DEL VIDEOJUEGO

En este capítulo se describen aspectos técnicos como la arquitectura, librerías utilizadas, clases importantes, tecnologías y demás, utilizados para el proceso de desarrollo del videojuego *Zomfit*, el cual tiene como principal objetivo colateral promover la realización de actividad física en los jugadores. La estructura del capítulo está dada por la metodología, tecnología y herramientas utilizadas para el desarrollo del videojuego.

5.1 Metodología de desarrollo

Para el desarrollo del prototipo del videojuego *Zomfit*, se optó por una adaptación del marco de desarrollo ágil Scrum, caracterizado porque los requisitos y soluciones evolucionan con el paso del tiempo según las necesidades del proyecto mediante una gestión de proyecto basada en el desarrollo iterativo e incremental (Cockburn, 2007), permitiendo así una mayor flexibilidad frente a inconvenientes detectados durante el proceso de desarrollo, a diferencia de otras metodologías donde se hace una planificación completa y posterior desarrollo del proyecto como en el M.C.S (Serrano, 2005). En el Anexo B se encuentra detallado este marco de desarrollo.

5.2 Configuración de Scrum

Para propósitos del presente trabajo de grado se seleccionó una adaptación del marco de desarrollo ágil *Scrum* como metodología de desarrollo para el prototipo de videojuego. Una adaptación porque al ser un equipo pequeño y un producto académico, no es posible seguirse de forma rigurosa. Se definen los roles del *Scrum Team*, así como el *Product Backlog*, los *Sprints* junto al *Sprint backlog*. Los eventos no se detallan pues debido al tamaño del equipo, la comunicación era constante.

5.2.1 Roles

Debido a que se está aplicando una adaptación de *Scrum*, dentro de la asignación de roles algunos de los integrantes debieron asumir dos papeles (*Product Owner* y desarrollador) como consecuencia al tamaño del equipo. También cabe mencionar que el ingeniero Darío Chamorro es un *Scrum Master* certificado. En la Tabla 5.1 se presenta la distribución del *Scrum Team*.

Rol	Integrante	Cargo
Product Owner	Diana Marcela Samboní Rosero	Estudiante FIET
Stakeholder	Fabián Vargas	Educador físico
Scrum Master	Darío Fernando Chamorro Vela	Ing. en Electrónica y Telecomunicaciones (director de tesis)
Developer Team	Hamilton Andrés Urbano Benavides	Estudiante FIET
	Diana Marcela Samboní Rosero	Estudiante FIET

Tabla 5.1. Asignación de roles del Scrum Team.

5.2.2 Story Mapping

No solo el *Product Owner* participó en la elaboración del *Story Mapping*, también el resto del equipo lo hizo, pues se consideró importante contar con la visión de todos pues realmente el videojuego fue ideado por todo el equipo. El *Story Mapping* se construyó teniendo en cuenta las características y mecánicas definidas en el documento de diseño de videojuego construido y descrito en la sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y de los componentes seleccionados definidos en la sección 3.1.2.4, los cuales en conjunto presentan unos requerimientos previos de la aplicación. En la Figura 5.1 se presenta el *Story Mapping* construido siguiendo los lineamientos de *Scrum* para el videojuego Zomfit, en donde se definen dos versiones de producto que hacen referencia a los Releases que se realizarán.

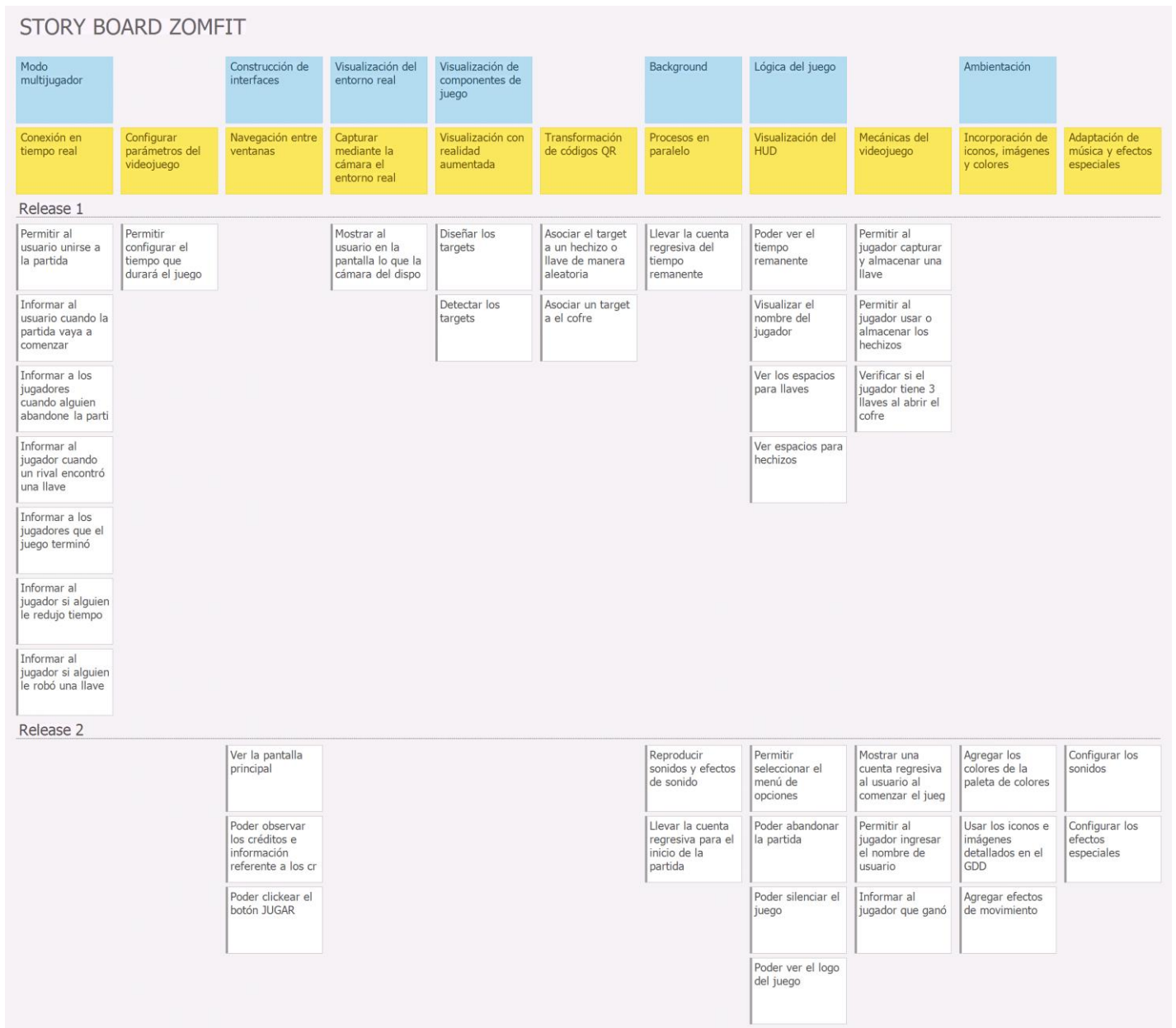


Figura 5.1. Story Mapping.

5.2.3 Sprints

Analizando las tareas definidas en el *Story Mapping*, se define una duración promedio de 15 días hábiles con mínimo 8 horas de trabajo diarias por cada *Sprint*, los cuales incluyen el tiempo para el *Sprint Planning*, los *Daily Scrum* y el *Sprint Review*. Para cada *Sprint* se obtuvo el *Sprint Backlog* a partir de las tareas establecidas dentro del *Product Version*.

Teniendo en cuenta los *Releases* definidos en el *Story Mapping*, se realiza la distribución de tareas en tres *Sprints*, donde con el cumplimiento de los dos primeros, se planea realizar la primera entrega y la segunda con un *Sprint* final.

En el *Sprint 1* se define como objetivo: “Definir la arquitectura y tecnologías a utilizar e implementar la lógica para la conexión en tiempo real que permita el modo multijugador”; en

el *Sprint 2* plantea “Implementar la lógica del videojuego, centrándose en las funcionalidades para obtener un prototipo inicial” y un *Sprint 3* en el cual se busca “Implementar los componentes visuales y sonido para obtener un prototipo final”.

5.3 Sprint 1

Para la planeación del primer sprint se tomó como base las tareas definidas dentro del *Story Mapping*, las cuales hacen referencia a la realización del modo multijugador, a la conexión en tiempo real y la configuración de algunos parámetros generales del videojuego. En la Figura 5.2 pueden apreciarse las *User task* seleccionadas.

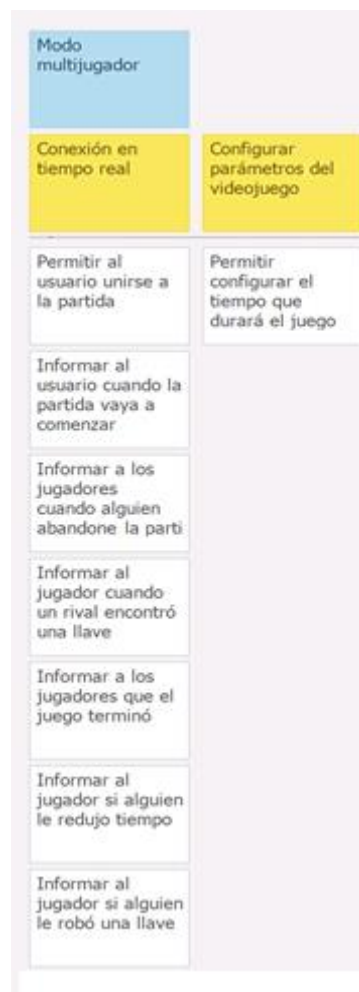


Figura 5.2. Story Mapping primer Sprint.

5.3.1 Sprint Planning

Antes de iniciar con el cumplimiento de las tareas, es necesario plantear con claridad qué debe realizarse y cómo se logrará esto. El equipo desarrollador determinó que antes que iniciar con el proceso de desarrollo, era pertinente definir una arquitectura, así como las tecnologías, frameworks y editores a utilizar, con el fin de crear un punto inicial de partida a nivel técnico común, asegurando que las elecciones realizadas fuesen las más pertinentes de acuerdo a las necesidades del producto reflejadas en el *Story Mapping*, teniendo en cuenta

esto se crea el *Sprint Backlog* en donde se detallan las actividades a realizar, se les asigna un responsable, la prioridad y una estimación de tiempo el cual se encuentra en la Tabla 5.2

Sprint	1		
Sprint Goal	Proveer la lógica necesaria para soportar el modo multijugador en tiempo real		
Actividad	Prioridad	Responsable	Estimación (h)
Definir la arquitectura del sistema	MUY ALTA	Dev Team	4
Seleccionar las tecnologías y frameworks	MUY ALTA	Dev Team	4
Configuración del servidor	MUY ALTA	Hamilton	10
Permitir al usuario unirse a la partida	MUY ALTA	Hamilton	8
Informar al usuario cuando la partida vaya a iniciar	ALTA	Hamilton	8
Informar a los jugadores cuando alguien abandone la partida	BAJA	Diana	8
Informar a los jugadores cuando un rival encontró una llave	BAJA	Diana	8
Notificar al jugador cuando alguien le disminuya tiempo	ALTA	Hamilton	8
Notificar al jugador cuando alguien le robe una llave	ALTA	Hamilton	8
Permitir configurar el tiempo que durará la partida	MEDIA	Diana	8
Permitir iniciar la partida	MUY ALTA	Diana	10
Horas estimadas			84
Duración de Sprint estimada (Cada día equivale a 8h mínimo)			10.5

Tabla 5.2. *Sprint Backlog 1.*

5.3.2 Arquitectura del videojuego

El principal desafío del desarrollo de la aplicación es poder brindar a los jugadores la opción multijugador, pues esta requiere de una conexión entre los dispositivos móviles en tiempo real, teniendo en cuenta las limitaciones de hardware como en el procesamiento de estos puntos finales. Se revisó la literatura y se encontró que en (Fennema et al., 2016) y (Shea, Jiangchuan Liu, Ngai, & Yong Cui, 2013) exponen un problema similar y realizan una comparación con diversas arquitecturas, concluyendo finalmente que la arquitectura cliente-servidor es la mejor opción cuando se trata de un videojuego móvil en tiempo real.

Teniendo en cuenta lo anterior se determina que para efectos del presente trabajo de grado será utilizada una arquitectura cliente-servidor, la cual se expone de manera ilustrativa en la

De acuerdo a lo anterior se realizó un diagrama que expone de manera más clara y detallada la arquitectura a usar para el videojuego.

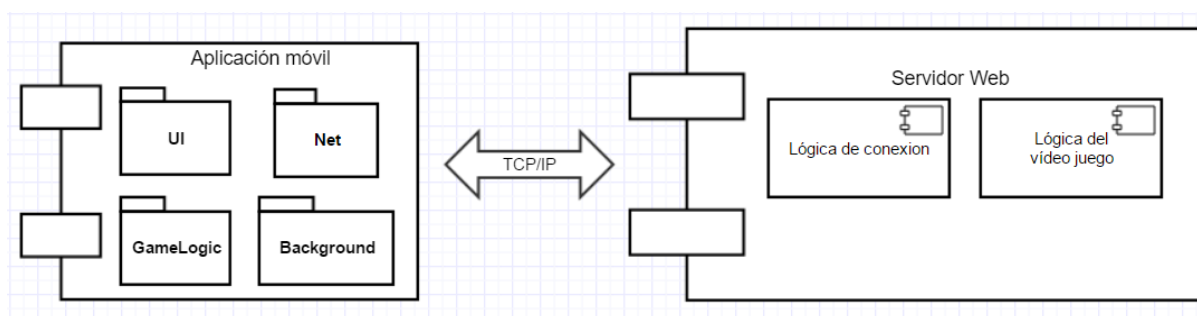


Figura 5.3. Arquitectura general del videojuego.

La arquitectura está conformada por dos componentes: la aplicación móvil la cual tiene como objetivo principal proporcionar la comunicación directa con el usuario a manera de interfaz gráfica y el servidor web que controlará la comunicación entre las interfaces y entre jugadores. La comunicación entre estos dos componentes será a través de TCP/IP mediante el uso de sockets ²⁹

La aplicación móvil cuenta con cuatro paquetes importantes, los cuales son descritos a continuación:

- **UI (User Interface):** Este paquete se encarga de todo lo relacionado con la interfaz gráfica de usuario, es el control en la arquitectura MVC (Modelo Vista Controlador) con la que cuenta el sistema operativo Android.
- **NET (Network):** Este paquete se encarga de todas las conexiones de la aplicación móvil con el servidor, particularmente de administrar la transferencia de información a través del socket con el servidor y viceversa.
- **GameLogic:** Este paquete se encarga de administrar la lógica del juego general del juego, como la detección de las cajas sorpresa, la utilización de hechizos, acumulación de llaves, entre otros.
- **Background:** Encargado de realizar todas acciones que deben llevarse a cabo en segundo plano y de forma paralela con el progreso del juego, como por ejemplo llevar la cuenta del tiempo remanente o la reproducción de efectos de sonido.

Por otra parte, el servidor web cuenta con sólo dos componentes generales, los cuales son:

- **Lógica de conexión:** Este paquete se encarga de la conexión y transferencia de datos con la aplicación móvil.
- **Lógica del videojuego:** Este se encarga de procesar la información entrante y de transmitir la información a los jugadores que corresponda, como en el caso que a un jugador en específico le hayan robado una llave-

²⁹ Socket: Punto final de un enlace de comunicación bidireccional entre dos sistemas que se ejecutan en la red. Un socket está enlazado a un número de puerto para que la capa TCP pueda identificar la aplicación a la que se destinan los datos (The Java™ Tutorials, 2015)

5.3.3 Selección de tecnologías y entornos de desarrollo

Con una arquitectura robusta definida, es posible dar el siguiente paso previo al inicio del desarrollo, esto es se seleccionar las tecnologías a usar para el desarrollo del servidor y la aplicación móvil, al igual que los entornos de desarrollo.

5.3.3.1 Tecnologías

Se preseleccionaron unas posibles tecnologías para el desarrollo del servidor web teniendo en cuenta los requerimientos del servidor y aspectos importantes como la comunidad para lo cual se tomaron como referencia estadísticas obtenidas de sitios como GitHub y Stack Overflow sobre los lenguajes con mayores contribuciones (“Top 10 most popular programming languages on GitHub,” 2016) (“Stack Overflow Developer Survey 2016 Results,” 2016) y la documentación oficial de cada una de las tecnologías. Las tecnologías preseleccionadas se listan a continuación.

1. **Ruby on Rails:** Framework de Ruby.
2. **Node JS:** Framework de JavaScript.
3. **Django:** Framework de Python.

Aunque existen otras tecnologías y frameworks como ASP.NET, Java o PHP (Maruti Techlabs, 2015), no fueron incluidas en la preselección teniendo en cuenta un criterio adicional el cual era el dominio de la tecnología por parte del equipo desarrollador. Además, las anteriores tecnologías son de las más populares del momento y las cuales poseen una buena documentación al igual que una gran comunidad. Hecha la preselección, se entró a analizar los requerimientos del servidor para elegir una tecnología definitiva.

Teniendo en cuenta que la principal responsabilidad del servidor es la comunicación en tiempo real entre los clientes Android, fue este el criterio de selección más importante. Después de realizar búsqueda acerca de la mejor opción en cuanto a la tecnología que cumpliera con el requerimiento fundamental, se concluyó que Node JS era la elección correcta debido a su arquitectura basada en eventos y no en objetos (Fennema et al., 2016) (Shea et al., 2013). Una razón adicional fue que durante la exploración se encontró la librería *socket.io* la cual es altamente recomendada para el desarrollo de aplicaciones en tiempo real (“Socket.io: let’s go to real time! - Ultra fast applications using Node.js,” 2016), permitiendo la creación de aplicaciones usando sockets.

5.3.3.2 Entornos de desarrollo

En cuanto a los entornos de desarrollo los criterios de selección elegidos fueron poder usarlos de forma gratuita y conseguirlos fácilmente en internet. A continuación, se presentan las elecciones.

- **Aplicación móvil:** El entorno de desarrollo integrado o IDE (Integrated development Environment) seleccionado para el desarrollo de la aplicación móvil fue Android Studio, ya que es este el sugerido por la página oficial para desarrolladores de Android³⁰.
- **Servidor web:** Para el desarrollo del servidor web se seleccionó el editor de texto de Github, Atom debido a la recomendación de la comunidad de Node JS y su

³⁰ Página oficial para desarrolladores Android: <https://developer.android.com/>

popularidad entre los editores de texto (“Top 7 : Best free web development IDE for JavaScript, HTML and CSS | Our Code World,” 2016).

5.3.3.3 Modo Multijugador

En este *Sprint* se realizó toda la lógica necesaria para proveer la conexión en tiempo real y brindar una opción de juego multijugador. Para esto, se crearon los eventos y conexiones necesarias para la interacción entre los jugadores. A continuación, se describen las funciones desarrolladas.

- **onConnect:** Evento que registra la conexión de un nuevo jugador a una partida.
- **onDisconnect:** Evento que registra la desconexión de un jugador a una partida.
- **onRegisterPlayer:** Este evento sucede después que un jugador ha registrado su conexión en el juego y lo agrega a una lista para almacenar todos los jugadores que se han unido a la partida.
- **onStartGame:** Evento que informa a los jugadores que la partida ha iniciado.
- **onReduceTimePlayers:** Evento utilizado para recibir la información necesaria por parte de un jugador con el propósito de reducir el tiempo de vida de otro.
- **onRemoveKey:** Evento utilizado para reducir el número de llaves a un jugador como acción de un hechizo usado por otro jugador.
- **onWinGame:** Evento utilizado para informar a todos los jugadores que un jugador ha encontrado la cura.
- **onExitPlayer:** Evento utilizado para informar a todos los jugadores que alguien abandonó el juego o se le acabó el tiempo.
- **onTestConnection:** Evento utilizado para probar la conexión entre el juego y el servidor, este será usado para permitir configurar la dirección IP en la que se encuentra corriendo el servidor.
- **onkeyFound:** Evento utilizado para informar a los jugadores que un enemigo encontró una llave.
- **onAllKeysFound:** Evento utilizado para informar a los jugadores que un enemigo encontró la tercera llave y por lo tanto solo le resta encontrar la cura.
- **getPlayers:** Evento utilizado para obtener la lista de jugadores y la respectiva información de cada uno, el cual permitirá que el juego mantenga la intensidad debido a que permitirá que los jugadores sepan el estado de sus competidores.

Para la implementación del último evento *getPlayers*, es necesario almacenar la información de los jugadores en el servidor, lo cual se hace con ayuda de una base de datos.

Existen varios tipos de bases de datos que pueden ser integrados con la tecnología NodeJS como MySQL, Postgres y MongoDB, pero debido a que para el juego no es relevante persistir la información de los jugadores por mucho tiempo, sino únicamente por el tiempo que dura la

partida, se realizó una búsqueda de una base de datos alternativa, la cual permitiera guardar y manejar la información de los jugadores en memoria temporal. Se encontró una base de datos virtual disponible en el paquete *nedb* la cual puede usarse de forma gratuita bajo la licencia de MIT, toda la documentación referente a este paquete se encuentra disponible en la página GitHub. Este paquete para NodeJS permite simular una base de datos con las funcionalidades básicas como el CRUD (Create, Read, Update, Delete) almacenando los datos temporalmente en la base de datos del navegador.

Adicionalmente a los eventos y a la base de datos, se construyó una interfaz web mediante la cual se configura la partida, estableciendo el tiempo de duración e iniciándola mediante la interacción con un botón, además, permite la visualización de datos relevantes del progreso de la partida como la cantidad de jugadores unidos a la partida, así como sus nombres de usuario y las llaves que cada uno ha encontrado. La versión inicial del panel de control se puede ver en la Figura 5.4.

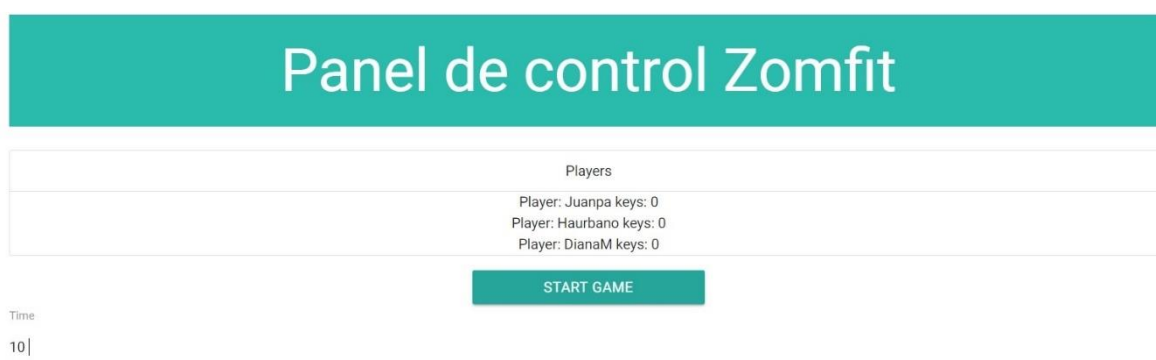


Figura 5.4. Interfaz web del servidor.

Durante este *sprint*, también fue posible realizar las tareas de conexión con el cliente Android a través de sockets lo que incluye la recepción y envío de eventos. Fue necesario iniciar el desarrollo de la aplicación móvil para realizar algunas pruebas de conexión, aunque no se tenía presupuestado para este *sprint*.

Las librerías utilizadas para poder realizar todas las conexiones fueron:

- **Socket.io**
Librería JavaScript para aplicaciones web en tiempo real, que permite la comunicación bidireccional en tiempo real entre servidor y cliente. Se compone de dos partes, una librería del lado del cliente y una del lado del servidor para Node.js. Socket.IO utiliza el protocolo WebSocket con polling como opción de fallback mientras provee la misma interfaz (“Socket.IO — Docs,” 2014).
Esta librería fue usada para la comunicación entre el servidor web y la aplicación móvil, del lado del cliente se encontró un SDK³¹ para la plataforma Android que permite la recepción y envío de información hacia el servidor.
- **Express**
Es una infraestructura de aplicaciones web Node.js mínima y flexible que proporciona un conjunto sólido de características para las aplicaciones web y móviles, la cual cuenta con miles de métodos de programa de utilidad HTTP y middleware a su disposición (“Express - Infraestructura de aplicaciones web Node.js,” 2011).

³¹ SDK: Software Development Kit (kit de desarrollo de software)

Esta librería fue usada para implementar la página web en la cual se pueden ver los datos enviados desde la aplicación móvil y la información referente al progreso del juego.

5.3.4 Sprint Review

Durante este proceso de evaluación se realizó una prueba siguiendo como lista de chequeo el *Sprint Backlog*, realizando pruebas que cada una de las funcionalidades se comportaran de la forma esperada. La evaluación obtuvo como resultado algunas pequeñas modificaciones en lo implementado, como sólo poder iniciar la partida cuando hubiese al menos un jugador conectado o que el tiempo mínimo de duración se fijara en un minuto.

5.4 Sprint 2

En el segundo *Sprint* se inicia oficialmente con el desarrollo del videojuego, pues en el anterior *Sprint* se creó el servidor que se encargará de manejar las conexiones en tiempo real para soportar una experiencia de juego multijugador. Las actividades contempladas dentro del *Story Mapping* para este *Sprint* incluyen la visualización del entorno real, de los componentes de juego mediante la utilización de realidad aumentada, los procesos realizados en segundo plano y la lógica general de juego. Al final este *Sprint*, se pretende tener una primera versión del producto centrado en la funcionalidad más no en la parte gráfica, ese será el tema a tratar en el siguiente *Sprint*. En la Figura 5.5 se observan las *User Task* definidas para este *Sprint*.

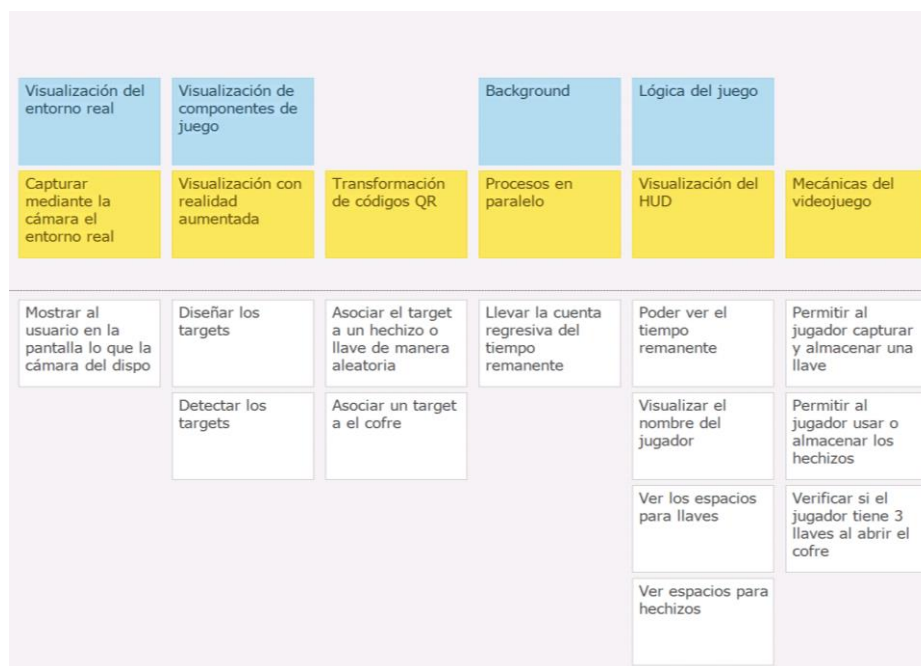


Figura 5.5. Story Mapping Sprint 2.

5.4.1 Sprint Planning

Para el desarrollo de este *Sprint*, se identificó como objetivo principal, obtener una primera versión del producto funcional dejando la parte estética a un lado, concentrándose en la correcta implementación de las mecánicas definidas. En este *Sprint* la mayoría de las

actividades tienen una prioridad alta pues todas son necesarias para cumplir los requerimientos, es decir, al faltar una de ellas, la mecánica del juego cambiaría. En la Tabla 5.3 se encuentran definidas las actividades de este *Sprint*.

Sprint	2		
Sprint Goal	Desarrollar el primer prototipo centrándose en la parte funcional (no en la gráfica)		
Actividad	Prioridad	Responsable	Estimación (h)
Consumir los eventos creados en el servidor para lograr la conexión con el cliente.	MUY ALTA	Hamilton	8
Implementar el registro de un jugador a la partida			8
Mostrar al usuario en la pantalla del dispositivo móvil la transmisión instantánea de lo que la cámara observa en el momento	MUY ALTA	Hamilton	6
Diseñar los targets que se van a utilizar para el cofre y las cajas misteriosas	ALTA	Diana	4
Lograr la identificación de un target de forma general	MUY ALTA	Hamilton	10
Asociar el target identificado con el cofre o una caja misteriosa	MUY ALTA	Hamilton	10
Asignar aleatoriamente un hechizo o una llave a las cajas misteriosas	ALTA	Diana	12
Permitir al jugador capturar y almacenar una llave	ALTA	Hamilton	10
Permitir al jugador capturar y almacenar los hechizos	ALTA	Hamilton	10
Llevar la cuenta regresiva del tiempo remanente	ALTA	Hamilton	4
Desplegar en el HUD el tiempo remanente	MEDIA	Diana	3
Mostar en el HUD el nombre del jugador	BAJA	Diana	3
Mostrar en el HUD los espacios para las llaves	MEDIA	Diana	3
Mostrar en el HUD los espacios para los hechizos	MEDIA	Diana	3
Verificar si el jugador tiene tres llaves antes de poder abrir el cofre	ALTA	Hamilton	10
Horas estimadas			104
Duración de Sprint aproximada (Cada día equivale a 8h)			13

Tabla 5.3. Sprint Backlog 2.

5.4.2 Desarrollo del videojuego Android

Inicialmente se conectó la aplicación móvil con el servidor, para implementar completamente

las funcionalidades de registro de un jugador a la partida mediante un nombre de usuario, además se implementó la suscripción a los eventos creados en el servidor como “onConnect”, “onDisconnect”, “onRegisterPlayer”, “onStartGame”, “onReduceTimePlayer” y “onRemoveKey” los cuales fueron desarrollados y expuestos en el *Sprint* anterior, de esta manera lograr el envío y recepción de datos en tiempo real entre el servidor y los clientes, permitiendo a los usuarios estas interconectados entre ellos y compartir información, todos estos métodos fueron implementados dentro del paquete NET:

Para la funcionalidad de registrar un jugador a la partida, se creó la primera versión de interfaces para la interacción con el usuario, es decir para requerir el ingreso de un nombre de usuario, lanzar la acción de unirse a la partida y esperar mientras la partida inicia. A continuación, en las figuras se muestran las interfaces creadas.

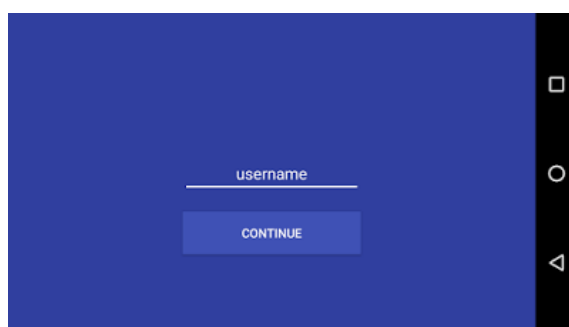


Figura 5.6. Interfaz de inicio.

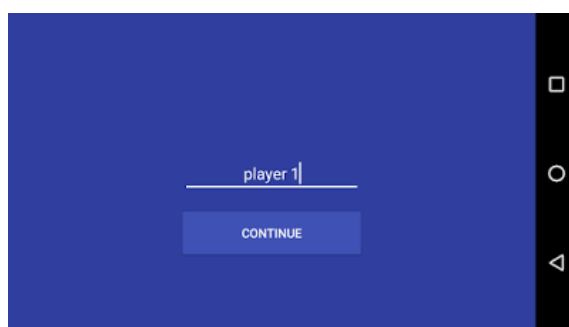


Figura 5.7. Ingreso del nombre de usuario.

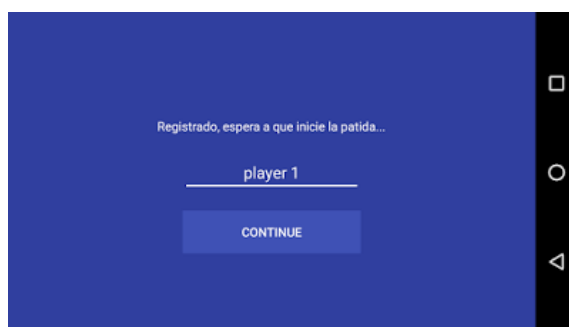


Figura 5.8. Interfaz de espera.

Cuando la partida es finalmente iniciada, lo primero que debe hacer el usuario es poder observar la transmisión de su entorno en la pantalla de su dispositivo móvil, junto a la cual podrá observar el tiempo de vida restante, el número de llaves obtenidas, además de los

poderes capturados a través de los códigos QR. En la Figura 5.9 se muestra la primera versión implementada para la visión del HUD, donde en la parte superior izquierda puede verse el tiempo que le queda de vida al jugador, en el centro se define un área para enfocar y detectar los códigos QR, en el lado derecho se encuentran las llaves y los poderes, que pare el momento de esa prueba se había logrado capturar una llave y un poder que adiciona al tiempo remanente 24 segundos.



Figura 5.9. HUD del videojuego.

Cuando el jugador encuentre un código QR debe centrarlo en el área demarcada por las esquinas verdes, con lo cual le podrá salir o el cofre o una caja misteriosa. En la Figura 5.10 se muestra cómo luciría la primera versión de la interfaz cuando el jugador esté escaneando un código QR: Posteriormente en la Figura 5.11 se muestra el mensaje que le saldría al usuario, en este caso el código QR corresponde a una caja sorpresa de la cual aleatoriamente le salió un reloj azul que le quitó 45 segundos de vida.

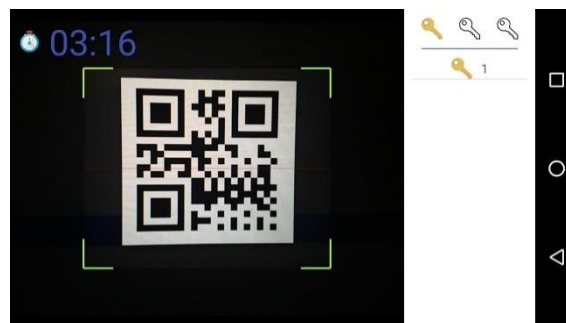


Figura 5.10. Lectura del código QR.

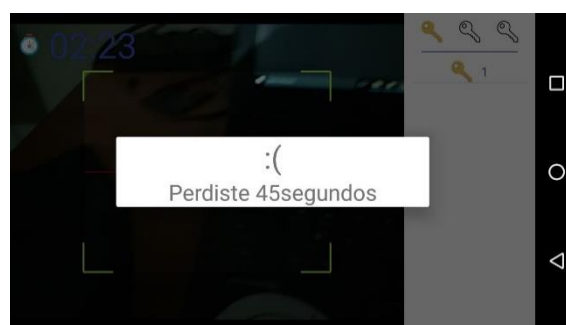


Figura 5.11. Información del hechizo.

Cuando el jugador desea aplicar uno de los poderes obtenidos a un enemigo o en él mismo, debe pulsar sobre el poder y a continuación se desplegará una lista que contiene los nombres de los jugadores que se encuentran unidos a la partida, de los cuales podrá seleccionar uno para aplicar el poder seleccionado.

Para el manejo del tiempo restante y los hechizos relacionados a él, como el de aumentarlo o disminuirlo, fue necesario la implementación de una clase encargada de realizar únicamente estas funcionalidades, contenida en el paquete BACKGROUND.

Para la lectura de los códigos QR, se utilizó la librería ZXingScannerView disponible para Android de forma gratuita y libre, la cual se provee métodos para la lectura e identificación de códigos de barra, como abrir la cámara y pre-visualizar el entorno de forma inmediata, acción que realiza en un hilo paralelo.

5.4.3 Sprint Review

Al finalizar el *Sprint 2*, se hizo una muestra de la primera versión del prototipo al *Product Owner*, quien junto al equipo de desarrollo concluyeron que el desarrollo de las funcionalidades fue cumplido, lo que lleva a que el avance realizado sea significativo para la construcción de un producto con valor. Algunas sugerencias en cuanto a navegabilidad fueron realizadas, como brindar un mejor flujo al ingresar al juego, lo cual será realizado en el siguiente *Sprint*. Una corrección en una de las mecánicas planteadas fue realizada, al inicio se había planteado que habría dos tipos de códigos QR, uno para el cofre y otro para la caja sorpresa, pero analizando esta situación teniendo en cuenta que la caja sorpresa arroja elementos de forma aleatoria, existe la probabilidad que a un jugador nunca le salga la llave, por lo cual se crearon otros tres códigos QR para las llaves. Además, en cuando a funcionalidad, también se llegó a la conclusión que una vez un jugador hubiese capturado un código QR no lo podría activar nuevamente, esto para evitar que un jugador obtenga demasiados objetos sin tener que desplazarse.

5.5 Sprint 3

Este es el último *Sprint* necesario para obtener un mínimo producto viable del prototipo de videojuego requerido por el *Product Owner*. Después de haber implementado todas las funcionalidades correspondientes al paquete GameLogic, debe implementarse la parte gráfica y sonora como se definió en la sección 4.2.5 arte del juego. En la Figura 5.12 se encuentran las *User Task* definidas dentro del *Story Mapping* para el *Sprint* final.

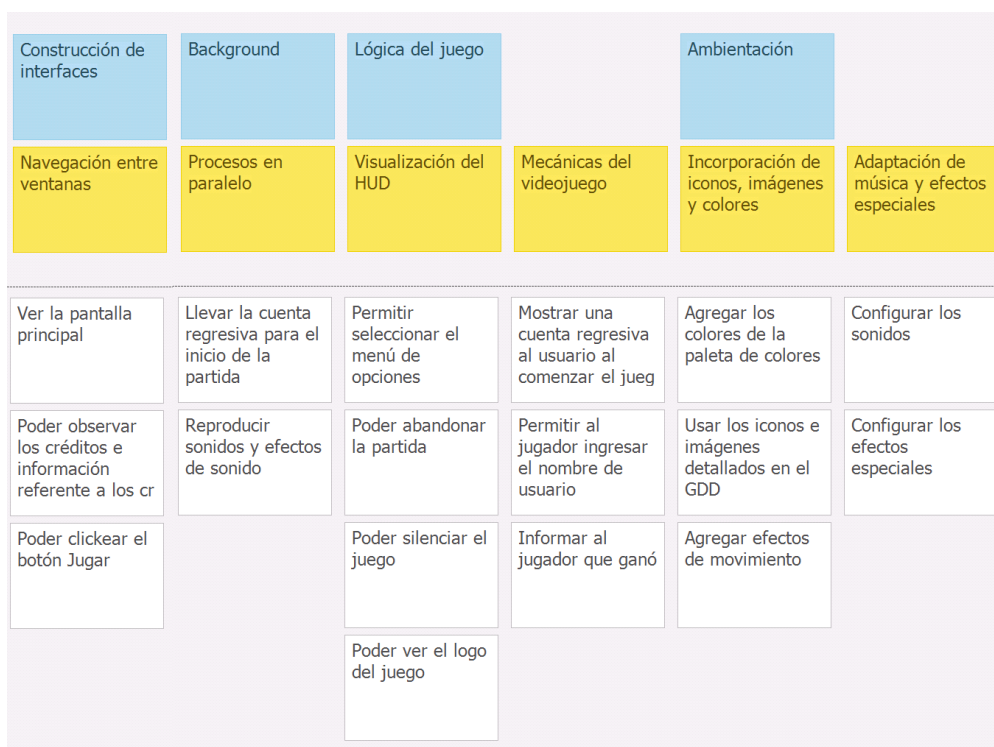


Figura 5.12. Story Mapping Sprint 3.

5.5.1 Sprint Planning

Para el desarrollo del *Sprint* final se concentró en las actividades restantes pertinentes al diseño de interfaz e incorporación de elementos gráficos y sonoros. Las prioridades definidas aquí son más bajas que las definidas para otros *Sprints* debido a que la mayoría de estas actividades no son indispensables para el funcionamiento del juego, la función que cumplen es adecuar la interfaz para que sea más agradable para el usuario. En la Tabla 5.4, se evidencian las actividades definidas junto a otros atributos requeridos para la realización del *Sprint Backlog*.

Sprint	3		
Sprint Goal	Implementar el arte del juego (componentes de diseño visuales y sonoros)		
Actividad	Prioridad	Responsable	Estimación (h)
Implementar el diseño de la pantalla principal	ALTA	Diana	6
Agregar opción para poder ver los créditos con información referente a los creadores del videojuego.	MEDIA	Diana	6
Llevar la cuenta regresiva para el inicio de la partida y mostrársela al jugador	ALTA	Hamilton	6
Agregar la canción principal a la interfaz de inicio y registro	BAJA	Diana	4
Agregar sonido de efectos especiales a la cuenta regresiva para el inicio de partida	BAJA	Hamilton	4

Crear el menú de opciones dentro del HUD	ALTA	Hamilton	6
Permitir al jugador abandonar la partida	ALTA	Hamilton	4
Permitir al jugador silenciar los sonidos del juego	BAJA	Hamilton	4
Incorporar el logo del juego al HUD	MEDIA	Diana	1
Informar al jugador que ganó el juego	ALTA	Hamilton	2
Adecuar los colores usados siguiendo lo definido en la paleta de colores	MEDIA	Diana	6
Agregar efectos de transición al encontrar cofre, llave o caja misteriosa	BAJA	Hamilton	5
Agregar efectos de sonido al encontrar cofre, llave o caja misteriosa	BAJA	Diana	6
Agregar efecto de sonido cuando le queden 10 segundos de vida al jugador	MEDIA	Diana	6
Implementar todos los iconos e imágenes definidos en el GDD	ALTA	Diana	8
Horas estimadas			68
Duración de Sprint aproximada (Cada día equivale a 8h)			8.5

Tabla 5.4. Sprint Backlog 3.

5.5.2 Versión final

Dentro de la incorporación de la parte visual y sonora al videojuego, se agregó una función encargada de animar los iconos de poder y llaves, los cuales se muestran cuando un código QR es leído. Esta función fue llamada “*animlcon*”, la cual muestra en el centro de la pantalla el icono del poder o la llave y luego le disminuye el tamaño al mismo tiempo que lo mueve hasta la posición donde quedará dentro de la lista de poderes o a la posición donde se ubicará dentro de la lista de llaves.

Adicionalmente, como se muestra en la Figura 5.13, se agregó un botón en la interfaz principal, correspondiente al HUD, el cual contaba con las opciones para salir del juego, silenciar la música y volver al menú principal.

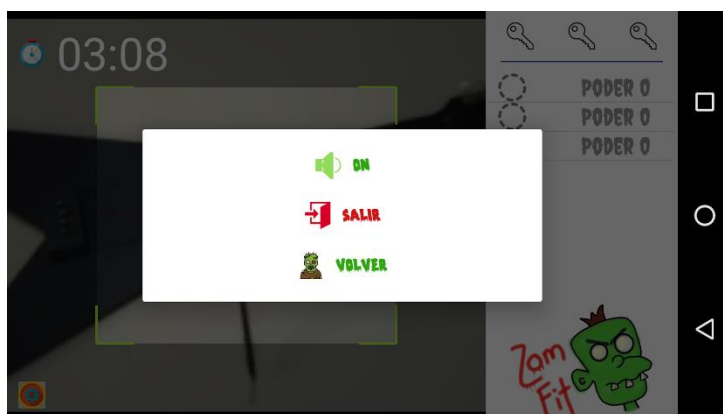


Figura 5.13. Menú de opciones.

Todas las interfaces del juego fueron modificadas teniendo en cuenta lo establecido en el documento de diseño de videojuego, utilizando los colores, íconos e imágenes definidos, el resultado final puede apreciarse en la Figura 5.14.

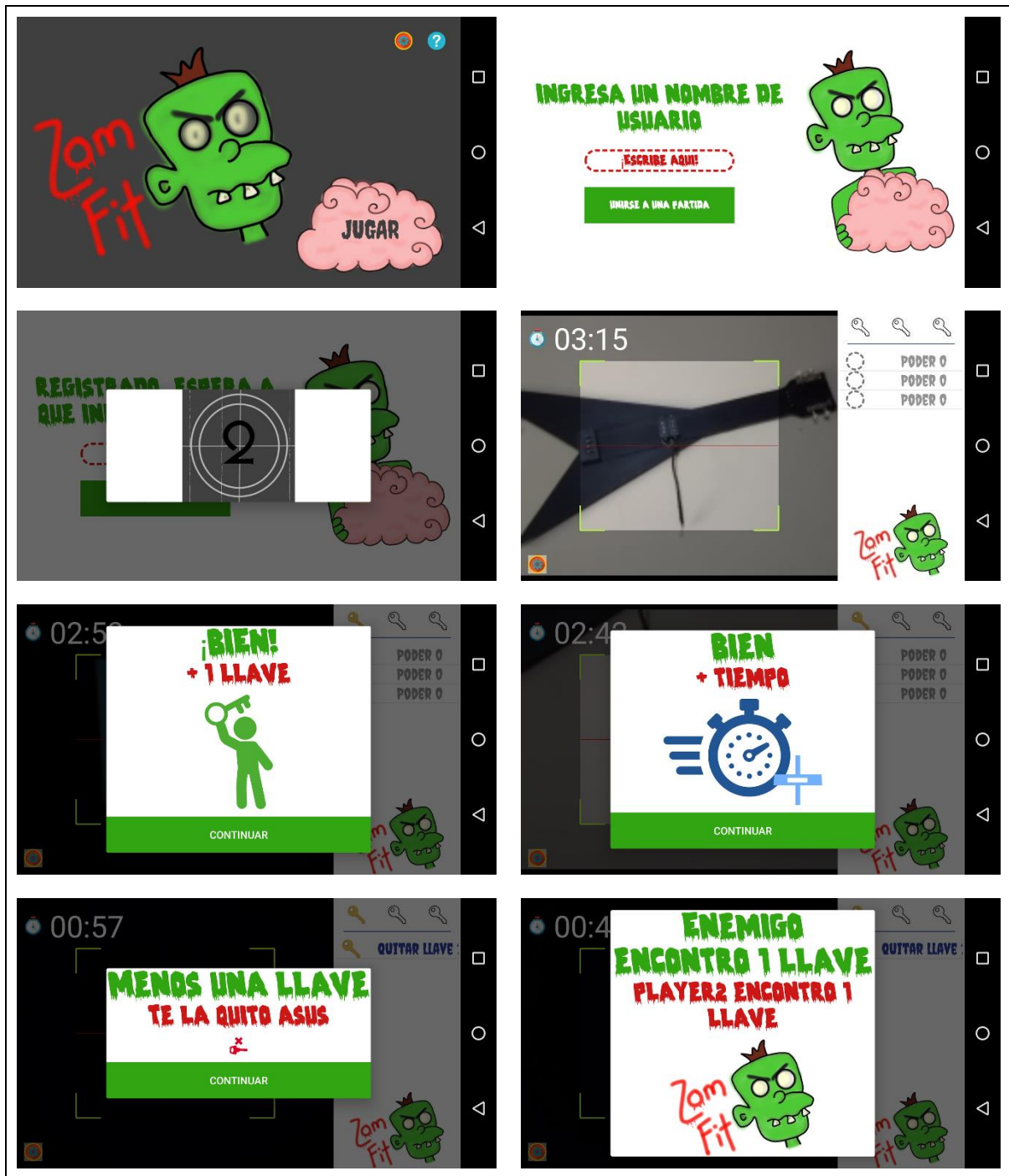




Figura 5.14. Interfaces finales.

Las fuentes utilizadas para la tipografía fueron *Creepster Font* y *Zombie Font*, disponibles de forma gratuita en www.1001fonts.com.

Además, realizando pruebas internas dentro del equipo para detectar fallos en el videojuego, se vio la necesidad de implementar una nueva funcionalidad la cual permitiera configurar la dirección IP en la cual se aloja el servidor, es decir a la cual deben conectarse los jugadores, esto con la finalidad de poder jugar en diferentes redes de forma sencilla. Para esta esta funcionalidad se implementa una nueva interfaz muy sencilla pues este paso es más de configuración que de jugabilidad, esta puede observarse en la Figura 5.15



Figura 5.15. Interfaz para cambio de IP.

5.5.3 Sprint Review

Al finalizar este *Sprint* y por ende el desarrollo del producto, se encuentra una alta satisfacción al haberse cumplido con todas las actividades propuestas dentro de los tiempos establecidos. Se plantean algunas sugerencias en cuanto a los diseños de los íconos e imágenes, donde se sugiere podrían ser más gamificados y animados, incluso en 3D, sin embargo, es una consideración que se deja para un trabajo futuro, pues se cuenta con que en el equipo desarrollador no había alguien enteramente capacitado en el área de diseño gráfico.

5.6 Resumen

Para el desarrollo del videojuego se utilizó una adaptación de la metodología *Scrum*, la cual es un proceso iterativo en etapas denominadas *Sprint*, al finalizar cada una de estas se obtiene un avance significativo. En el primer *Sprint* se dio soporte a la conexión en tiempo real mediante la implementación de un servidor en NodeJs; para el segundo *Sprint* se realizó la primera versión del videojuego, el cual fue construido como una aplicación móvil para sistemas operativos Android, en esta versión se enfocó únicamente en la funcionalidad, sin tomar en cuenta el aspecto estético. Finalmente, en el *Sprint* final, se implementaron los conceptos del arte definidos dentro del GDD, es decir se centró en la parte gráfica y efectos de sonido.

CAPÍTULO 6

EVALUACIÓN

En este capítulo se detallará el proceso realizado para evaluar el prototipo de videojuego ideado y desarrollado en los capítulos anteriores, se describirá la metodología de evaluación, el proceso en sí, los resultados y sus análisis que permitan validar si el uso de la aplicación genera la realización de actividad física.

6.1 Metodología de evaluación

Con el objetivo de realizar el proceso de evaluación de videojuego móvil Zomfit, es indispensable establecer una metodología que defina los lineamientos necesarios para la ejecución de la evaluación y que previamente haya demostrado su efectividad que permita garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos para este trabajo de investigación. Para este fin, se utilizó el método empírico de ingeniería de software, enfáticamente un experimento, el cual se encuentra descrito en el Anexo C.

6.2 Diseño experimental Zomfit

Una vez definida la metodología para la evaluación, es necesario definir cada una de las fases del proceso experimental que permitan indagar sobre si la aplicación desarrollada promueve la realización de ejercicio físico, además como un aporte adicional, se desea validar aspectos de usabilidad y jugabilidad con expertos.

6.2.1 Definición del experimento

Para definir los parámetros necesarios antes de la ejecución del experimento, se utilizará la plantilla de definición de objetivos propuesta en (Basili & Rombach, 1988) la que garantiza que todos los aspectos importantes de un experimento se definan correctamente, esta puede apreciarse a continuación.

Analizar <Objeto(s) de estudio>
para el propósito de <Propósito>
con respecto de su <Foco de calidad>
desde el punto de vista de <Perspectiva>
en el contexto de <Contexto>

La definición del experimento a realizar en el presente trabajo de grado sería:

Analizar el *videojuego Zomfit*
para el propósito de *evaluar el incremento de la intensidad*
con respecto de la *actividad física*

desde el punto de vista del *jugador* en el contexto de *jóvenes entre los 18 y 25 años con un dispositivo móvil y sin limitaciones físicas*.

6.2.2 Planificación

Una vez determinadas las bases para el experimento, es decir, el porqué de su realización, se expondrá todo lo necesario para conducir el experimento.

6.2.2.1 Selección de contexto

La clasificación del contexto para el presente experimento clasifica como un *estudio multi-evaluación dentro de un objeto* pues sólo existe un objeto o producto el cual es el videojuego Zomfit y se tendrán varios sujetos que lo probarán.

En cuanto al ambiente físico donde se ejecutará el experimento, se define un contexto con las siguientes características:

- Un espacio abierto en el cual los jugadores puedan moverse libremente.
- El ambiente elegido tiene una red Wifi y/o puntos de energía eléctrica funcionales para alimentar el servidor y los enrutadores en caso de tener que instalar una red local.
- El lugar está ubicado en la ciudad de Popayán.
- El lugar debe ser peatonalizado para evitar posibles accidentes.
- La condición climática será sin presencia de precipitaciones.

De acuerdo a las características definidas, se selecciona como locación del experimento el Pueblito Patojo o Rincón Payanes.

Por lo tanto, el contexto será:

Un experimento a realizarse en el pueblito Patojo con jóvenes entre los 18 y 25 años, los cuales posean un dispositivo móvil con sistema operativo Android con una mínima versión 4.0 en el que pueda ser instalada la aplicación y sin limitaciones físicas que les impidan moverse libremente. Este será un experimento conducido por estudiantes y profesionales, el cual ataca un problema real que tendrá resultados válidos para un dominio general.

6.2.2.2 Formulación de hipótesis

H_0 : El videojuego Zomfit no produce actividad física mayor a la generada al estar en reposo.

H_1 : El videojuego Zomfit produce una actividad física mayor a la generada al estar en reposo al pasar al menos 10 minutos jugándolo.

6.2.2.3 Selección de variables

La elección de las variables se hace de acuerdo a la hipótesis planteada pues es lo que se busca comprobar, es por eso que en este caso las variables elegidas deberán estar relacionadas con la actividad física y su medición, para esto como primera medida se revisará la literatura y se definirá una base conceptual que permita definir con un dominio del tema tanto las variables dependientes como las independientes. Además, se buscarán variables

independientes que permitan encontrar datos que complementen los resultados del presente experimento.

6.2.2.3.1 Intensidad de la Actividad Física

En la sección 2.1.4, se definió la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exige un gasto energético mayor al producido al estar en reposo, esta puede ser clasificada de acuerdo a su intensidad la cual se ve reflejada por la velocidad a la que se realiza la actividad o la cantidad de esfuerzo que se requiere para realizar un ejercicio, la OMS define dos grandes categorías para su clasificación (“OMS | ¿Qué se entiende por actividad moderada y actividad vigorosa?,” 2013)

La **actividad física moderada** requiere un esfuerzo moderado, equivale a un gasto energético de 3 a 6 MET, su realización altera el ritmo cardiaco aumentando de forma perceptible su frecuencia.

La **actividad física intensa** requiere una mayor cantidad de esfuerzo y genera cambios a nivel fisiológico como una respiración rápida y un incremento mayor en la frecuencia cardiaca. El gasto energético producido es mayor a 6 MET.

6.2.2.3.2 Medición de Actividad física

La clasificación de la actividad física de acuerdo a su intensidad se realiza con base a los METs, sin embargo, además de este existen otros métodos subjetivos y objetivos que son utilizados para determinar la intensidad de la AF realizada, a continuación, se describen los que son de valor para el presente experimento.

a) MET

El MET o equivalente metabólico hace referencia a la razón entre el metabolismo durante la realización de un trabajo y el metabolismo basal³² de una persona, este equivale al gasto calórico. Se define como la cantidad de oxígeno consumida mientras se está en reposo, que es igual a $3.5 \text{ mL O}_2/\text{kg min}^{-1}$ (Jetté, Sidney, & Blümchen, 1990).

Además, de forma más específica se consideran actividades de baja intensidad aquellas que exigen un gasto energético menor a 3.5 MET; de intensidad moderada con un gasto energético de 3.5 a 8 MET lo que representa entre el 55 y 60% de la frecuencia cardiaca máxima; de intensidad media toda actividad que produce un gasto energético de 8 a 12 MET o el aumento de la frecuencia cardiaca al 60-75% de la máxima; y una intensidad elevada las que superan los 12 MET y cuya frecuencia cardiaca es mayor del 75%, de la forma en la que se evidencia en la Tabla 6.1 (Subirats Bayego, Subirats Vila, & Soterias Martínez, 2012).

³² Metabolismo basal: valor mínimo de energía necesaria para que una célula subsista. (“Metabolismo basal - Wikipedia, la enciclopedia libre,” n.d.)

Intensidad	METs	Frecuencia cardiaca (respecto a la máxima)
Baja	< 3.5	< 55 %
Moderada	3.5 - 8	55 – 70 %
Media	8 -12	70 - 90 %
Máxima	> 12	> 90 %

Tabla 6.1. Intensidad de la actividad física.

El gasto calórico de algunas actividades se encuentra definido en el Compendio de Actividades Físicas en el cual se cuantifica el costo energético de más de 800 actividades que incluyen deportes, labores del hogar, trabajo de jardinería, tocar instrumentos musicales, entre otros (AINSWORTH et al., 2011), algunas de estas actividades relevantes para el presente trabajo de grado se presentan en la Tabla 6.2.

MET	Actividad
1.0	Permanecer sentado Jugar videojuegos tradicionales
2 - 3	Caminar a una velocidad de 2 a 3 km/h Montar a caballo Jugar billar, bolos o golf Bailar lento Actividades en Wii Fit de bajo esfuerzo como yoga, balance
3-4	Caminar a 4 km/h Ciclismo a 10 km/h Actividades en Wii Fit de esfuerzo moderado como aeróbicos y resistencia Baile rápido
5-6	Caminar a 6 km/h
6-7	Caminar/correr a 7 km/h Baile vigoroso Saltos altos o largos
7-8	Videojuegos para la promoción de AF como exergames o Dance Revolution Correr a 8 km/h
8-9	Correr a 9 km/h Saltar la cuerda < 100 saltos/minuto
> 9	Saltar la cuerda >100 saltos/minuto

Tabla 6.2. Gasto calórico en METs de algunas actividades³³.

Este compendio de actividades permite determinar la intensidad de la actividad realizada, sin embargo, a criterio personal se considera que para efectos investigativos no es suficiente para tener resultados válidos, pues es un valor muy general que no tiene en cuenta particularidades del sujeto evaluado o de las características de la actividad realizada.

Es por eso que para determinar de la intensidad física realizada en el momento es necesario encontrar la proporción de kilocalorías gastadas por unidad de tiempo, este es un parámetro subjetivo a la persona, pues depende de la cantidad de movimientos producidos por la masa muscular, su duración, intensidad y frecuencia en las contracciones (Caspersen et al., 1984). No obstante, este cálculo puede ser realizado con base a los MET, el *American College of*

³³ Adaptado de (AINSWORTH et al., 2011)

Sports Medicine recomienda el uso de la siguiente fórmula para este fin (S. Glass, Dwyer, & American College of Sports Medicine., 2007).

$$\frac{kcal}{min} = METs \times \frac{3.5}{200} \times peso \text{ en } kg$$

Si se desea conocer las kilocalorías empleadas durante el desarrollo de la actividad se utiliza la siguiente fórmula.

$$kcal = METs \times \frac{3.5}{200} \times peso \text{ en } kg \times duraci3n \text{ actividad en } min$$

Teniendo en cuenta esto, es posible realizar la comparaci3n subjetiva del gasto energ3tico en reposo, es decir con un valor de MET de 1 y las kilocalorías empleadas en la actividad.

b) Test del habla

Esta es una prueba subjetiva, la cual consiste en medir la intensidad de la AF realizada en el momento de acuerdo a la capacidad para hablar. Se determina que la AF es de **intensidad leve** cuando la persona es capaz de cantar o mantener una conversaci3n fluida durante la realizaci3n de la actividad. Una AF de **intensidad moderada** provocará que la persona tenga algunas dificultades para mantener una conversaci3n y en una **intensidad vigorosa** la persona tendrá problemas para respirar con normalidad, quedándose sin aliento, lo que le dificultará tener una conversaci3n (Aznar Laín, Webster, López Chicharro, Merino Merino, & González Briones, 2009).

c) Frecuencia cardiaca (FC)

Este método se fundamenta en la relaci3n lineal que existe entre el aumento de la frecuencia cardiaca y el aumento del gasto energ3tico producido por las actividades dinámicas que involucran a los grandes grupos musculares (Warren et al., 2010). La frecuencia cardiaca se ve alterada por factores intrínsecos como la edad, sexo, nivel de entrenamiento, entre otros (Arvidsson & Daniel, 2009). Además también existe una correlaci3n entre el consumo de oxígeno y la frecuencia cardiaca, donde una FC mayor al 55% mayor a la máxima se traduce en una realizaci3n de actividad física beneficiosa para la salud (Subirats Bayego et al., 2012) como se evidencia en la Tabla 6.1. Para el cálculo de la FC máxima se utiliza la siguiente fórmula.

$$FC \text{ máxima (estimada)} = 220 - edad \text{ (en años)}$$

Además de determinar la intensidad de la AF a partir de la FC actual con relaci3n a la máxima, también se utiliza el método Karvonen o denominado también de la frecuencia cardiaca de reserva (FCR), la cual hace referencia a la diferencia entre la FC máxima estimada y la FC basal o en reposo (FCRe) (Karvonen, Kentala, & Mustala, 1957), este último se mide cuando la persona está en un descanso verdadero como al momento de despertar en la mañana o después de haber estado sentada durante varios minutos. Para encontrar el valor de la FCR, se resta el valor de la FCRe de la FC máxima, es decir:

$$FCR = FCmax - FCRe$$

El *American College of Sports Medicine*, establece los límites para los valores de FCR y porcentaje de FC máxima según los cuales se puede determinar la intensidad de la actividad

física, además del valor percibido en la escala de Borg el cual será explicado en el siguiente apartado, como se muestra a continuación en la Tabla 6.3.

Intensidad	Frecuencia cardiaca de reserva	Frecuencia cardiaca máxima (%)	Esfuerzo percibido
Muy leve	<20	<35	<10
Leve	20-39	35-54	10-11
Moderado	40-59	55-69	12-13
Vigorosa	60-84	70-89	14-16
Muy vigorosa	> 85	> 90	17-20

Tabla 6.3. Clasificación de la intensidad física ³⁴.

d) Esfuerzo percibido

Partiendo de que el consumo de oxígeno al igual que la frecuencia cardiaca incrementan linealmente de acuerdo a la carga del trabajo físico, Borg construyó una escala de esfuerzo percibido denominada RPE por sus siglas en inglés (Rating of Perceived Exertion) (Borg, 1982), la cual es una medición subjetiva que evalúa el esfuerzo que siente la persona durante la realización de AF. El rango de valores utilizados va desde 6 a 20, los cuales están pensados para denotar de forma aproximada la FC desde 60 hasta 200 latidos por minuto, Borg recomienda que este valor debe usarse en compañía de la frecuencia cardiaca, en la Tabla 6.4 se evidencia esta escala.

RPE	Intensidad
6	Muy muy leve
7	
8	
9	Muy leve
10	Leve
11	
12	Moderada
13	
14	Vigorosa
15	
16	
17	Muy vigorosa
18	
19	
20	Muy muy vigorosa

Tabla 6.4. Escala de Borg para RPE³⁵.

6.2.2.3.3 Índice de Masa Corporal (IMC)

El índice de masa corporal o IMC determina la relación existente entre el peso y la talla al cuadrado de una persona, este dato permite identificar el sobrepeso y la obesidad en adultos

³⁴ Adaptada de ("The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in," 1998)

³⁵ Fuente (Borg, 1982)

(Chavarria Arciniega, 2002). La OMS define una clasificación para el IMC como se observa en la Tabla 6.5

IMC	Clasificación
>18	Peso bajo.
18-25	Normal.
25-27	Sobrepeso.
27-30	Obesidad grado I
30-40	Obesidad grado II
<40	Obesidad grado III

Tabla 6.5. Clasificación IMC ³⁶

La fórmula para encontrar el IMC proporciona una medida rápida y útil sobre el sobrepeso y obesidad al ser la misma para ambos sexos y para los adultos en todo el rango de edad, pero precisamente por eso, se debe tomar como un valor aproximado (“OMS | Obesidad y sobrepeso,” 2016). A continuación, se presenta la ecuación que permite determinar el índice de masa corporal.

$$IMC = \frac{Peso [kg]}{Talla^2 [m^2]}$$

6.2.2.3.4 Elección de las variables

Teniendo en cuenta los métodos presentados para la medición de la intensidad de la AF realizada, se seleccionan las variables dependientes e independientes, las cuales regirán el experimento.

Variables independientes: Frecuencia cardíaca.

Variables dependientes: Edad, peso, sexo, estatura.

6.2.2.4 Selección de sujetos

El muestreo de la población será una muestra no probabilística, específicamente un muestro por conveniencia (Miles, Matthew B. Huberman, 1994), para el cual se elegirán personas que quieran participar de forma voluntaria entre los estudiantes de algunos cursos de la Universidad del Cauca como Fundamentos Tecnológicos para Empresas Turísticas del programa de Turismo, Desarrollo de Aplicaciones móviles de la tecnología en Telemática y Teoría de las Telecomunicaciones I y Radiocomunicaciones del programa de Ingeniería electrónica y telecomunicaciones.

Teniendo en cuenta que el proyecto es académico y de un tamaño reducido, además que por facilidad en la ejecución, control y jugabilidad de la aplicación se prefieren grupos compuestos por máximo de 7 personas, se decide establecer un grupo de evaluación conformado por 5 individuos (Nielsen & Landauer, 1993), sin embargo, para tener resultados más significativos se busca contar con al menos tres grupos que permitan garantizar una mayor validez en las conclusiones que puedan ser obtenidas.

³⁶ Adaptada de (González Lorenzo & Garrido Chamorro, 2004)

6.2.3 Instrumentación

Previo a la ejecución del experimento, es necesario determinar todos los elementos necesarios como las guías, formatos de consentimiento, instrucciones, configuración del lugar, entre otros, los cuales serán descritos en el presente apartado.

6.2.3.1 Selección de día

Antes de elegir una fecha para la ejecución del experimento, se consulta el calendario académico de la Universidad del Cauca, con el fin de programar la actividad fuera de las fechas de parciales, además teniendo en cuenta las fechas de disponibilidad propuestas por los docentes. Otro factor a tener en cuenta fueron las actividades planeadas en el lugar de la ejecución, para evitar cualquier cruce con otro evento. De acuerdo a lo anterior, se elige como día de evaluación el lunes 15 de mayo de 2017.

6.2.3.2 Lugar de ejecución

Aquí se describirá todo lo pertinente al lugar en donde se ejecuta el experimento, como las adaptaciones y configuraciones que fueron necesarias para disponer el lugar seleccionado, es decir el *Pueblito Patojo* o *Rincón Payanés*.

6.2.3.2.1 Configuración de LAN

Para proveer una experiencia en tiempo real, fue necesario la implementación de una arquitectura cliente servidor, en la que cada uno de los jugadores mediante la aplicación instalada en su dispositivo móvil (cliente), tendrá comunicación directa con un servidor con el cual intercambiará datos relevantes para el desarrollo del juego; este cual para efectos prácticos se desplegó de forma local evitando subirlo a un proveedor de alojamiento en la nube para no requerir el consumo de datos móviles, además haciendo más eficiente.

El servidor se encuentra alojado en un equipo portátil MSI GE62 Apache Pro, con un procesador Intel Core i7-6700HQ, memoria de 12GB DDR4 y un SSD de 256 GB.

Para la LAN se utilizó un router de dos antenas con referencia D-Link DIR-640L el cual es configurado para crear la red, esta no cuenta con salida a internet, su uso es únicamente para proveer la conexión entre los dispositivos móviles y el servidor, la red Wifi configurada cubría la totalidad del espacio del pueblito patojo. En la Figura 6.1 se puede apreciar la forma en la que estos elementos son distribuidos en el lugar seleccionado.

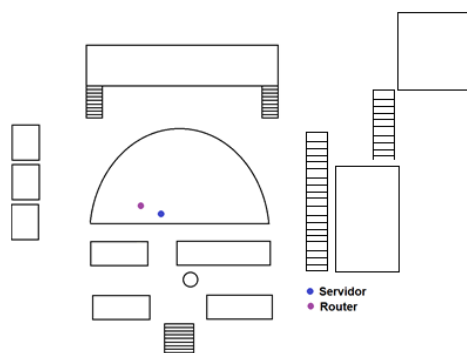


Figura 6.1. Ubicación de los elementos para la LAN.

6.2.3.2 Localización códigos QR

Para el desarrollo del juego, es necesario la disposición de los códigos QR que representarán objetos dentro de la mecánica del videojuego, como las llaves, los poderes y la cura. Inicialmente, estos fueron elaborados en un material resistente e impermeable que permitiera evitar cualquier tipo de deterioro producido por la manipulación o posibles accidentes como se observa en la Figura 6.2, las dimensiones de los códigos eran de 20cm x 20 cm aproximadamente. Estos fueron distribuidos por todo el sector del pueblito patojo de manera aleatoria en diferentes locaciones del lugar, los códigos deben ser ubicados de forma vertical perpendiculars al cielo, pues gracias a una prueba inicial realizada, pudo observarse que los rayos solares dificultaban la lectura de estos.



Figura 6.2. Códigos QR físicos.

6.2.3.3 Invitación al público objetivo

Con el fin de reunir a las personas que evaluarían el videojuego, se realiza una convocatoria a través del docente de cada materia, el proceso que se llevó a cabo para la organización y coordinación se ilustra en la Figura 6.3.



Figura 6.3. Proceso para la invitación del público objetivo.

En la primera etapa, el docente envía un correo masivo a los estudiantes matriculados en su curso, en el cual se informa sobre la actividad y los pasos a seguir, la plantilla utilizada por los docentes fue la siguiente se detalla en el Anexo D

Posteriormente, los estudiantes enviaban un correo confirmando su participación en la evaluación; de acuerdo al grupo al cual pertenecían y a la disponibilidad previamente consultada con los docentes, se los organizó en tres horarios diferentes, uno a las 9:00 am

dispuesto para los estudiantes de Turismo, otro para las 11:30 am para los de Ingeniería Electrónica y un horario final a las 2:00 pm para los matriculados en la tecnología en Telemática, para la citación, se les envió un correo en el cual se les detallaban todas las condiciones y requerimientos de participación, la estructura utilizada se encuentra en el Anexo D.

6.2.3.4 Elaboración de la encuesta

Para poder obtener conclusiones adicionales de acuerdo a lo experimentado por los sujetos, se plantea una encuesta de satisfacción la cual es una búsqueda sistemática de información basada en preguntas que pretenden recolectar datos relevantes. Para el caso de la presente investigación, se busca además de encontrar la actividad física que genera el videojuego, evaluar de las mecánicas propuestas para determinar aspectos como la motivación, diversión, facilidad en el uso y opiniones en general una vez terminada la experiencia. Esta encuesta se presenta en el Anexo G.

6.2.3.5 Preparación del guion

Con el propósito de entregar la misma información a todos los participantes, se realiza un guion que permite a los investigadores tener claridad sobre los temas a abordar, explicando a cada uno de los participantes aspectos relevantes de la investigación y evaluación, así como las mecánicas y objetivos del juego. El guion utilizado se encuentra en el Anexo E.

6.3 Operación

Con todos los elementos y parámetros del experimento definidos dentro de la fase de instrumentación, es posible realizar de manera efectiva el experimento, esta etapa se llevó a cabo en dos pasos, el primero consiste en la preparación y colocación de todo lo necesario para la realización del experimento y uno último en donde se realiza la ejecución.

Para la **preparación** inicialmente se instaló la red de área local en el punto definido en la fase anterior, posteriormente se ubicaron dentro de todo el espacio los códigos QR que iban a ser utilizados, finalmente se adecua el espacio en donde se les dará la información inicial y se tomarán los datos personales a los participantes, es decir, el punto de partida y llegada. Este proceso se ilustra en la Figura 6.4.



Figura 6.4. Proceso para la preparación del experimento.

Dentro de la ejecución del experimento se siguió el proceso establecido en la Figura 6.5, la primera fase que se llevó a cabo fue una introducción, en la cual se explicó todo lo referente a la actividad como el objetivo y las instrucciones, para eso, se utilizó el guion escrito en la fase de planificación (Anexo E), adicionalmente una sesión de preguntas para resolver las dudas que el grupo pudiera tener e inmediatamente después se les hizo entrega del acta de consentimiento (Anexo F) y se les pidió organizarse en grupos de 5 personas. A continuación, se realizó la medición de la frecuencia cardiaca en reposo y datos personales como peso, altura y edad, estos datos fueron recolectados por un enfermero profesional. A cada grupo, se le asignó un orden de participación de acuerdo a la hora de llegada; uno a uno iba pasando

para realizar la instalación del videojuego y realizar las configuraciones pertinentes como la conexión a la red propia y la asignación de la dirección IP del servidor; finalmente se iniciaba la partida y los participantes salían en la búsqueda de completar la misión. Una vez terminado el juego, debía regresar a la mayor brevedad para realizar nuevamente la toma del ritmo cardiaco. La actividad finalizaba haciendo entrega de los cuestionarios de satisfacción (Anexo G) a cada jugador.

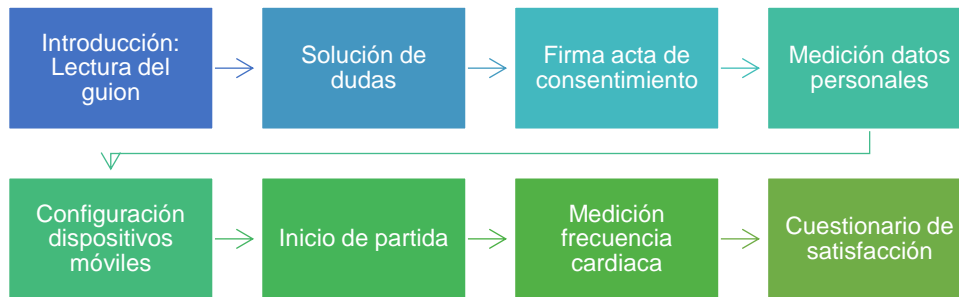


Figura 6.5. Proceso para la ejecución del experimento.

En total se contó con 62 asistentes a la evaluación, de los cuales sólo 60 resultados fueron obtenidos, ya que un sujeto se encontraba con problemas respiratorios y otra persona sólo pudo jugar dos minutos pues su dispositivo móvil se apagó al agotar la batería. La experiencia fue realizada de forma satisfactoria, el tiempo requerido en total abarca lo comprendido del día lunes 15 de mayo desde las 8 am hasta las 4 pm, no se presentó ningún inconveniente en el espacio, incluso se contó con el apoyo de la Policía de turismo para mantener la zona con baja afluencia de personas. El equipo evaluador estaba conformado por cinco personas, el enfermero profesional, una persona encargada del registro fotográfico de la actividad, alguien encargado de la entrega y recepción de las encuestas y los dos investigadores quienes se repartieron la función de informar todo lo relevante a la actividad y la configuración de los dispositivos móviles. En el Anexo H se encuentran consignadas las fotografías capturadas como evidencia de la experimentación, a continuación, se presentan algunas de estas.





6.4 Análisis e Interpretación

Dentro de la encuesta de satisfacción, se tenían dos partes, una primera llenada exclusivamente por el enfermero profesional donde se encontraban datos referentes al sexo, edad, peso, estatura y la frecuencia cardiaca tanto de reposo como después de la actividad física, esta última es clave para la validación de los objetivos propuestos en el presente trabajo de grado. Y una que consistía propiamente en la encuesta de satisfacción, en la cual se le hacían unas preguntas al sujeto de acuerdo a la experiencia vivida al jugar el videojuego. En esta sección, se describen los análisis realizados a la información recolectada que permite llegar a conclusiones fundamentadas, para observar toda la tabulación de datos puede referenciarse el Anexo I y el Anexo J.

6.4.1 Análisis descriptivo datos personales

Con el fin de validar el cumplimiento de los objetivos propuestos para el presente trabajo de grado de una forma cuantitativa, se definieron unas variables dependientes e independientes, como la frecuencia cardiaca, edad, sexo, peso y estatura, las cuales en conjunto permitirán determinar si el videojuego basado en las mecánicas y componentes propuesto produce un incremento en la actividad física.

En total se contó con 60 participantes de los cuales 36 eran hombres y 24 mujeres como se muestra en la Figura 6.6, con un rango de edades de 19 a 25 años distribuidos como se muestra en la Figura 6.7 y en la Tabla 6.6. Frecuencia de las edades., adicionalmente, se observa que las edades presentan una concentración en los 21 años y se distribuyen hacia a los lados, dato que se confirma con las variables estadísticas descriptivas. Otros datos que se recolectaron fueron el peso y la estatura mediante los cuales como se describió en el apartado 6.2.2.3.3 es posible encontrar el índice de masa corporal con el cual de manera aproximada puede determinarse si el sujeto presenta obesidad o sobrepeso.

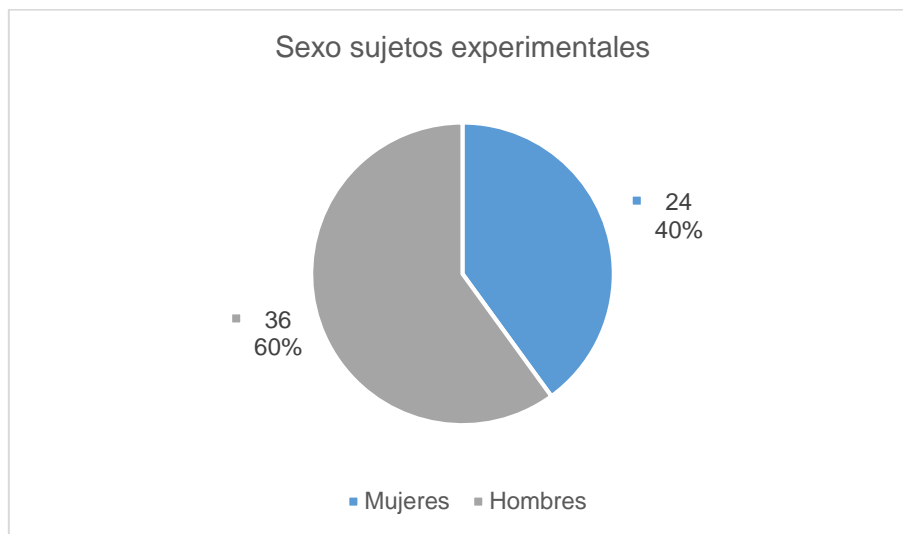


Figura 6.6. Distribución sexo sujetos experimentales.

Edad	Frecuencia	Porcentaje
19	7	11.7%
20	12	20.0%
21	17	28.3%
22	9	15.0%
23	8	13.3%
24	3	5.0%
25	4	6.7%

Tabla 6.6. Frecuencia de las edades.

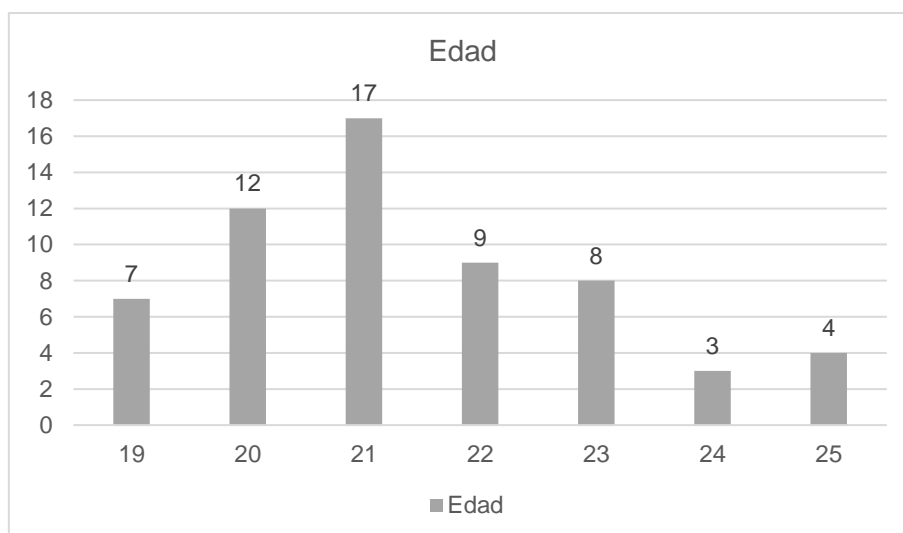


Figura 6.7. Frecuencias de las edades.

Variables estadísticas descriptivas para la edad

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	21.400
Mediana	21.000
Moda	21.000
Desviación típica	1.659
Varianza	2.753
Mínimo	19.000
Máximo	25.000

Tabla 6.7. Variables estadísticas descriptivas para la edad de los sujetos experimentales.

- **Media:** El valor de 21.4 muestra que la medida de tendencia central está más próxima a los 21 años.
- **Mediana:** El valor 21 manifiesta que la mitad de los participantes tienen una edad igual o menor a 21 años.
- **Moda:** El valor 21 refleja que esa es la edad más frecuente entre el grupo de sujetos experimentales.
- **Desviación típica:** El valor 1.659 es una medida que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto a su media aritmética (21.4).
- **Varianza:** El valor de 2.753 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (21.4), donde se observa que la variación es alta, pues las edades se encuentran distribuidas dentro del rango de los 19 a 25 años.
- **Mínimo:** El valor 19 muestra la menor edad registrada para este experimento es 19.
- **Máximo:** El valor 25 determina que el tope superior de las edades de las personas en este experimento es de 25 años.

Los datos encontrados para el IMC fueron en su mayoría normales, aunque se contó con algunos casos de sobrepeso y obesidad grado I y II; se observó que las personas con obesidad eran pertenecientes al género masculino y que por el contrario dentro del grupo de experimentación, el sobrepeso se presenta de forma más frecuente en las mujeres, toda esta información se puede ver reflejada en la Tabla 6.8. Frecuencia IMC., Figura 6.8 y Figura 6.9.

	Frecuencia	Porcentaje
Peso normal	50	83.3%
Sobrepeso	5	8.3%
Obesidad grado I	3	5.0%
Obesidad grado II	2	3.3%

Tabla 6.8. Frecuencia IMC.

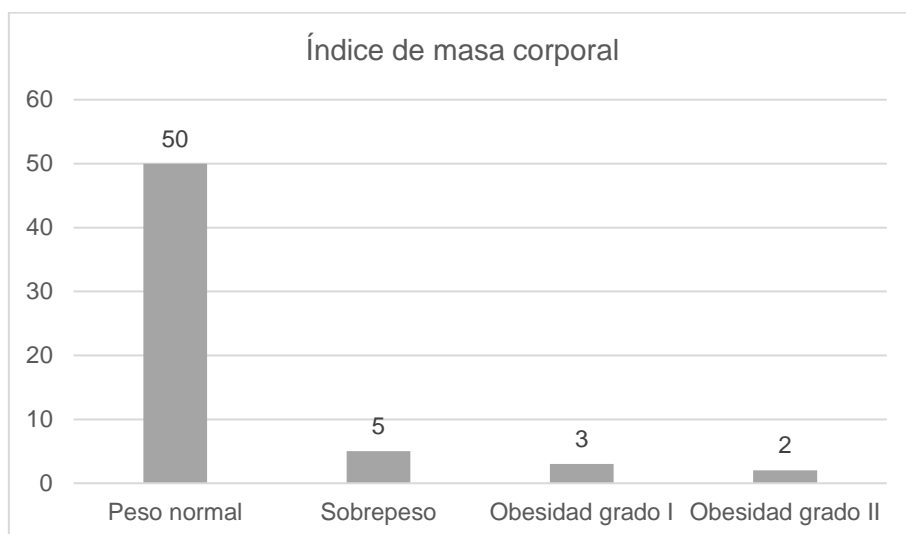


Figura 6.8. Frecuencia IMC.

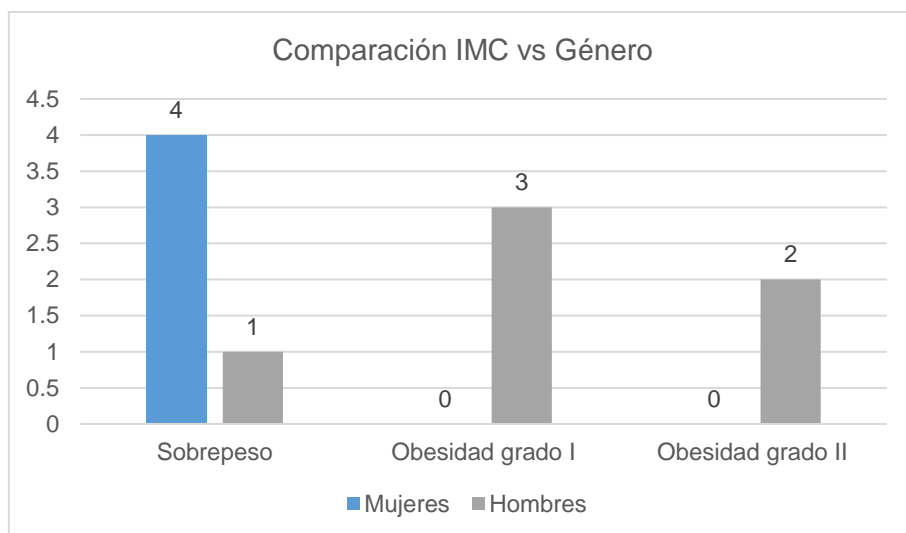


Figura 6.9. Comparación entre IMC (sobrepeso y obesidad) y Género.

Como se explicó en la sección 6.2.2.3.2, existen dos formas de obtener la intensidad de la actividad física realizada de acuerdo a la frecuencia cardíaca. Inicialmente se analizará el método basado en la frecuencia cardíaca máxima estimada, debe aclararse que todos los sujetos fueron expuestos a la misma actividad durante el mismo tiempo, la diferencia se radica únicamente en que no todos se desplazaron a la misma velocidad, por lo que la distancia recorrida fue diferente. Para efectos estadísticos se cuantifica la intensidad de la actividad física como se muestra en la Tabla 6.9.

Intensidad Actividad Física	Cuantificación
Muy leve	1
Leve	2
Moderada	3
Vigorosa	4
Muy vigorosa	5

Tabla 6.9. Cuantificación intensidad de AF.

Los resultados obtenidos utilizando el método de la frecuencia cardiaca máxima, se observan en la Tabla 6.10 y Figura 6.11, en las específica y grafica la frecuencia de los datos.

	Frecuencia	Porcentaje
Muy leve	0	0.0%
Leve	11	18.3%
Moderada	37	61.7%
Vigorosa	12	20.0%
Muy vigorosa	0	0.0%

Tabla 6.10. Frecuencia intensidad AF basada en la FCmax.

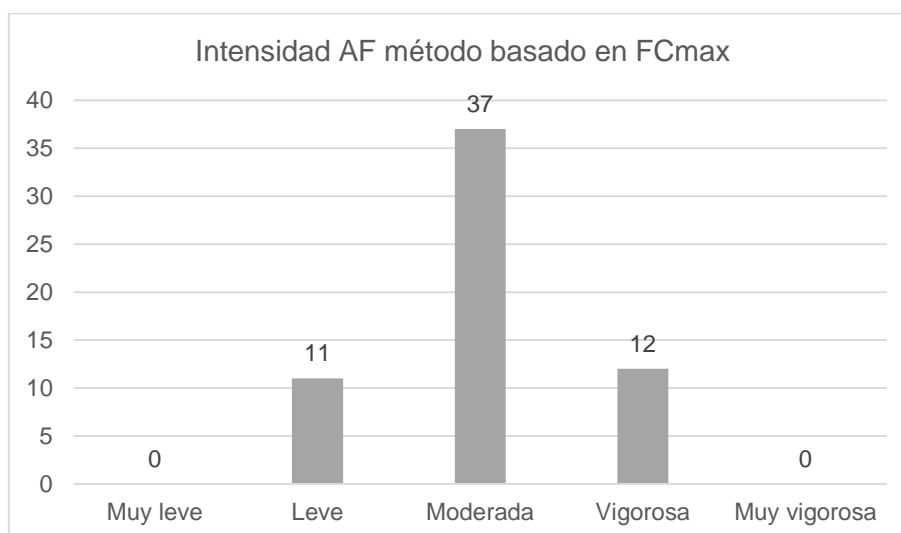


Tabla 6.11. Frecuencia intensidad AF basada en la FCmax.

De acuerdo a las frecuencias obtenidas en la actividad física producida al jugar Zomfit durante 10 minutos puede observarse que se producen los niveles adecuados de AF para el 80% de los casos, en donde la intensidad es Moderada o Vigorosa, lo cual complementa la actividad física recomendada para los adultos, que según la OMS debe ser al menos 150 minutos semanales de AF Moderada o 75 minutos de AF Vigorosa (Organización Mundial de la Salud, 2010); sin embargo para efectos de investigación, se prefiere el segundo método, pues este al sólo tener en cuenta la frecuencia máxima estimada que se calcula para todos los casos como 220 disminuido en la edad, desconoce parámetros subjetivos como que alguna persona pueda tener una frecuencia cardiaca baja debido a la buena condición física que presente. A continuación, se presentan las variables estadísticas descriptivas para estos datos.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	3.017
Mediana	3.000
Moda	3.000
Desviación típica	0.624

Varianza	0.390
Mínimo	2.000
Máximo	4.000

Tabla 6.12. Variables estadísticas descriptivas para la frecuencia intensidad AF basada en FCmax.

- **Media:** el valor de 3.017 muestra que la medida de tendencia central está más próxima al valor de que corresponde a la intensidad 3, es decir que a la intensidad Moderada.
- **Mediana:** El valor de 3 manifiesta que el promedio de intensidad de la actividad física realizada por la mitad de los sujetos experimentales está por encima de 3, es decir intensidad Moderada
- **Moda:** El valor 3 refleja que es la intensidad que más se repite a través de los datos recolectados es Moderada.
- **Desviación típica:** El valor 0.624 es una medida que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto a su media aritmética (3.017).
- **Varianza:** El valor de 0.390 muestra la diferencia promedio o variación esperada respecto a la media (3.017), de lo que puede afirmarse incluso al mirar la Figura 6.11 que los datos oscilan de una forma controlada alrededor del valor más próximo a la media, es decir 3.
- **Mínimo:** El valor 2 muestra el valor mínimo de la intensidad de la actividad física producida por el videojuego es Leve.
- **Máximo:** El valor 4 determina el valor máximo de intensidad de actividad física producida es Vigorosa.

Los resultados de intensidad de AF obtenidos con el método Karvonen o de reserva, son más positivos teniendo en cuenta que el 100% de ellos incluye una intensidad de actividad física mayor o igual a Vigorosa, esto se atribuye a que la forma de encontrar la intensidad se hace teniendo en cuenta la frecuencia cardiaca de reposo, la cual es subjetiva y depende de diferentes factores como sexo o la condición física. En la Figura 6.10 y Tabla 6.13 puede observarse que la frecuencia cardiaca de los sujetos experimentales una vez haber jugado durante diez minutos fue al menos 60% su frecuencia cardiaca de reserva, lo que lleva a afirmar que el juego desarrollado utilizando las mecánicas y componentes definidos incrementa la actividad física en un entorno controlado.

	Frecuencia	Porcentaje
Muy leve	0	0.0%
Leve	0	0.0%
Moderada	0	0.0%
Vigorosa	9	15.0%
Muy vigorosa	51	85.0%

Tabla 6.13. Frecuencia intensidad AF basada en método Karvonen.

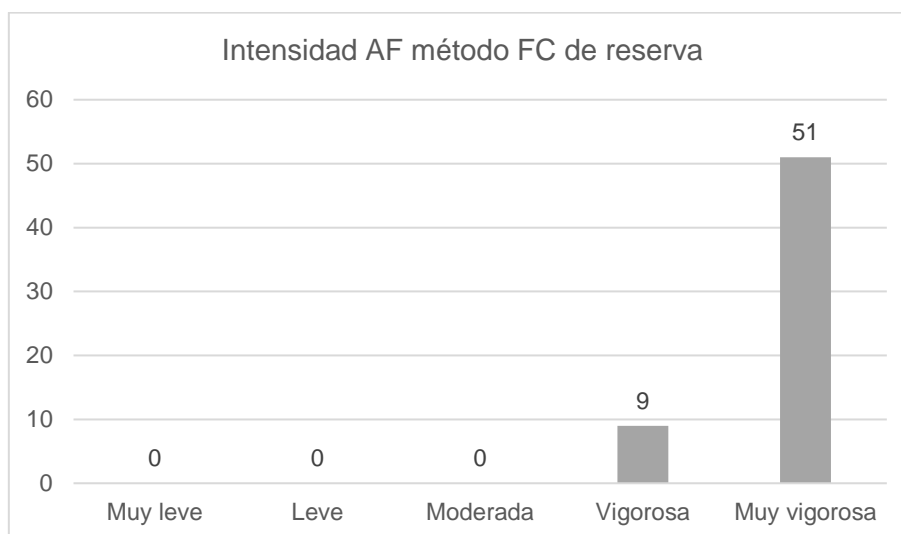


Figura 6.10. Frecuencia intensidad AF basada en método Karvonen.

Variables estadísticas descriptivas

Las variables estadísticas descriptivas encontradas para los datos de intensidad de la actividad física obtenida con el método de Karvonen o frecuencia cardiaca de reserva, se muestran a continuación.

Válidos	60.000	
Perdidos	0.000	
Media	4.850	
Mediana	5.000	
Moda	5.000	
Desviación típica	0.360	
Varianza	0.130	
Mínimo	4.000	
Máximo	5.000	

Figura 6.11. Variables estadísticas descriptivas intensidad AF basada en método Karvonen.

- **Media:** el valor de 4.85 muestra que la medida de tendencia central está más próxima al valor de que corresponde a la intensidad 5, es decir, a la intensidad Muy Vigorosa, esto teniendo en cuenta que la mayoría de los resultados se concentra en ese valor y no existe una alta distribución de resultados a través de las demás opciones.
- **Mediana:** El valor de 5 manifiesta que el promedio de intensidad de la actividad física realizada por al menos la mitad de los sujetos experimentales está por encima de 5, es decir intensidad Muy Vigorosa
- **Moda:** El valor 5 refleja que es la intensidad de actividad física que más se repite a través de los datos recolectados es Muy Vigorosa.
- **Desviación típica:** El valor 0.360 es una medida que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto a su media aritmética (4.85).

- **Varianza:** El valor de 0.130 muestra la diferencia promedio o variación esperada respecto a la media (4.85), la cual es esperada pues los valores no varían mucho respecto a la media, pues la mayoría son 5 y sólo el 15% corresponden a una intensidad de 4.
- **Mínimo:** El valor 4 muestra el valor mínimo de la intensidad de la actividad física producida por el videojuego es Vigorosa.
- **Máximo:** El valor 5 determina el valor máximo de intensidad de actividad física producida es Muy vigorosa.

Los resultados obtenidos aceptan la validez de la hipótesis H_1 comprobando que el videojuego Zomfit produce una actividad física mayor a la generada al estar en reposo al pasar al menos 10 minutos jugándolo, produciendo altas intensidades que ayudan a los jugadores a reducir riesgos de sufrir de sobrepeso y obesidad, además de llevar un estilo de vida más saludable. Sin embargo, desea se saber también qué atractivo generó el videojuego en los sujetos experimentales, que aunque no se requiere para el cumplimiento de los objetivos del presente trabajo de grado, permite atacar algunas de las brechas encontradas en la sección 2.2.3, como la falta de motivación que producían otros videojuegos en las personas; además también se busca analizar la efectividad de las mecánicas y componentes definidos de acuerdo a la diversión y facilidad de entendimiento; lo cual será abordado en la siguiente sección.

6.4.2 Análisis descriptivo de la encuesta

Este análisis permite identificar aspectos referentes a la experiencia del juego, como qué tan adecuadas eran las mecánicas y componentes planteados, facilidad en su uso y motivación producida por el uso de la aplicación. Esta prueba mide el uso del videojuego desde el punto de vista experimental de los participantes de la prueba y no de una forma técnica y exhaustiva. Para efectos de análisis de algunas variables estadísticas, se transforman las respuestas en valores equivalentes a números, por ejemplo, para preguntas con opciones de a) Si y b) No, se toma a la respuesta negativa como un cero y a la positiva como un uno; aquellas que involucran frecuencia, se les asigna un valor de cero a la respuesta “nunca” y se va incrementando en una unidad el valor de acuerdo a qué tan frecuente realiza la actividad.

- a) Pregunta 1. ¿Utilizas aplicaciones móviles que promuevan la actividad física?

	Frecuencia	Porcentaje
Si	12	20%
No	48	80%

Tabla 6.14. Frecuencias de las respuestas a la pregunta 1.

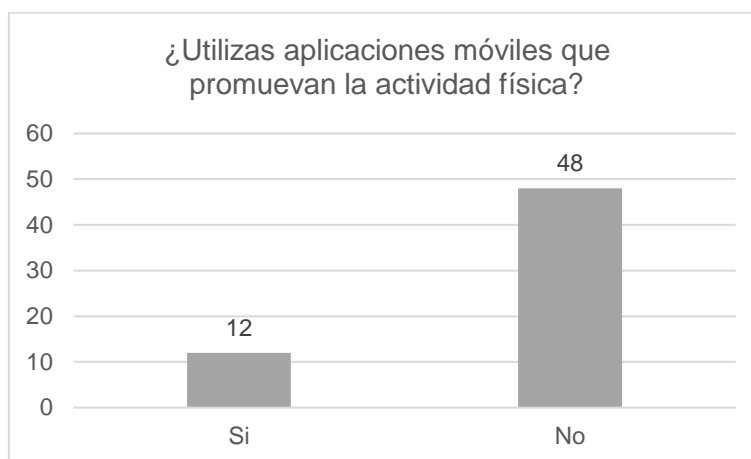


Figura 6.12. Frecuencias de las respuestas a la pregunta 1.

De acuerdo a las frecuencias representadas, puede observarse que sólo 1 de cada 5 personas (del grupo muestral) utilizan las ventajas de la tecnología de su dispositivo móvil para ejercitarse.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	0.200
Mediana	0.000
Moda	0.000
Desviación típica	0.403
Varianza	0.163
Mínimo	0.000
Máximo	1.000

Tabla 6.15. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 1.

- **Media:** El valor de 0.2 muestra que la medida de tendencia central está más próxima al valor de 0 que al de 1, es decir a no utilizar aplicaciones que promuevan la actividad física.
- **Mediana:** El valor de 0 manifiesta que la respuesta de la mitad de los participantes está por encima de dicho valor.
- **Moda:** El valor 0 refleja que esa es la respuesta que más se repite.
- **Desviación típica:** El valor 0.403 es una medida que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto a su media aritmética (0.2), este valor es esperado debido a que la mayoría de las respuestas fue No, es decir, 0.
- **Varianza:** El valor de 0.163 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (0.2), donde se observa que la variación es muy baja, pues las respuestas en su mayoría son 0.

- **Mínimo:** El valor 0 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir No.
- **Máximo:** El valor 1 determina el valor máximo dado en las respuestas, para este caso una respuesta de Sí.

b) Pregunta 2. ¿Con qué frecuencia utilizas videojuegos en tu dispositivo móvil?

	Frecuencia	Porcentaje
1 a 3 veces al mes	16	26.7%
1 a 3 veces a la semana	16	26.7%
4 a 7 veces a la semana	13	21.7%
Nunca	15	25.0%

Tabla 6.16. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 2.

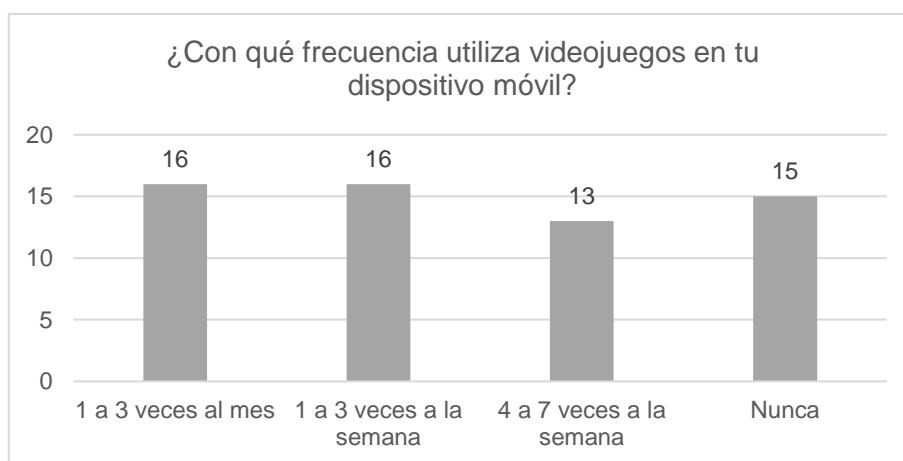


Figura 6.13. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 2.

A diferencia del resultado obtenido en la pregunta anterior, la mayoría de las personas utilizan su dispositivo móvil para su recreación mediante los videojuegos, casi la mitad de las personas lo hacen de manera regular.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	1.450
Mediana	1.000
Moda	1.000
Desviación típica	1.141
Varianza	1.303
Mínimo	0.000
Máximo	3.000

Tabla 6.17. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 2.

- **Media:** El valor de 1.45 muestra que la medida de tendencia central está más próxima al valor de 1 que corresponde a la respuesta “1 a 3 veces al mes” y también se encuentra cercana al valor de 2, es decir “1 a 3 veces a la semana”.
- **Mediana:** El valor de 1 manifiesta que la frecuencia con la que utilizan videojuegos la mitad de los sujetos experimentales es mayor a la respuesta correspondiente a 1, es decir 1 a 3 veces al mes.
- **Moda:** El valor 1 refleja que esa es la respuesta (1 a 3 veces al mes) que más se repite.
- **Desviación típica:** El valor 1.141 es una medida que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto a su media aritmética (1.45).
- **Varianza:** El valor de 1.303 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (1.45), donde se observa que la variación es alta, pues las respuestas se distribuyeron casi que de forma equitativa entre las respuestas.
- **Mínimo:** El valor 0 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir Nunca.
- **Máximo:** El valor 3 determina el valor máximo dado en las respuestas, para este caso una respuesta de “4 a 7 veces a la semana”.

c) Pregunta 3. ¿Cuánto tiempo en promedio juega al día (en total)?

	Frecuencia	Porcentaje
No aplica	16	26.7%
1 a 30 minutos	27	45.0%
30 a 60 minutos	12	20.0%
1 a 2 horas	4	6.7%
Más de 2 horas	1	1.7%

Tabla 6.18. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 3.

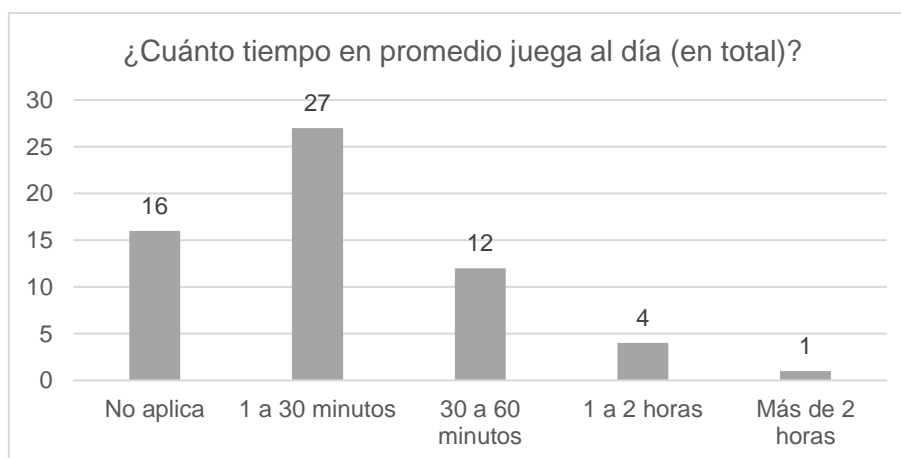


Figura 6.14. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 3.

Las personas que utilizan su dispositivo móvil para jugar, invierten una cantidad de tiempo considerable en esta actividad, como lo evidencia la Figura 6.15, en donde se observa que

las personas que juegan con menor frecuencia, es decir de 1 a 3 veces al mes realizan sesiones más cortas, es decir no es un pasatiempo fijo, sino que podría ser una actividad que realicen paralelamente a otra, como en una sala de espera. Las personas que hacen un uso más frecuente de los videojuegos, es decir de una forma semanal, invierten un tiempo mayor, incluso más de dos horas al día, lo que lo convierte en un hábito o pasatiempo personal. Esto además se ve reforzado probabilística y estadísticamente, debido a que el valor de la correlación ente estas dos preguntas es de 0.724, lo cual indica que, al incrementar la frecuencia de uso de videojuegos en el dispositivo móvil, también incrementa la duración de la sesión de juego.

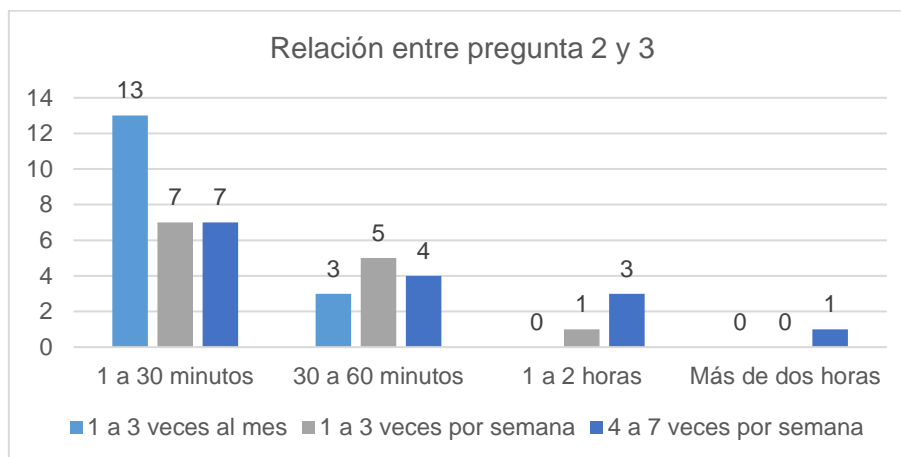


Figura 6.15. Comparación de las respuestas de la pregunta 2 y 3.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	1.117
Mediana	1.000
Moda	1.000
Desviación típica	0.940
Varianza	0.884
Mínimo	0.000
Máximo	4.000

Tabla 6.19. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 3.

- **Media:** El valor de 1.117 muestra que la medida de tendencia central está más próxima al valor de 1 que corresponde a la respuesta “1 a 30 minutos”.
- **Mediana:** El valor de 1 manifiesta que el promedio de tiempo invertido para el uso de videojuegos móviles de la mitad de las respuestas está por encima de 1 a 30 minutos.
- **Moda:** El valor 1 refleja que esa es la respuesta (1 a 30 minutos) que más se repite.
- **Desviación típica:** El valor 1.141 es una medida que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto a su media aritmética (1.117).

- **Varianza:** El valor de 0.940 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (1.117), de lo que se infiere que la mayoría de las respuestas oscilan entre valores próximos a 0 y a 2, es decir desde respuestas que no aplican (0) a duraciones de 30 a 60 minutos.
 - **Mínimo:** El valor 0 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir Nunca.
 - **Máximo:** El valor 4 determina el valor máximo dado en las respuestas, correspondiente a "Más de dos horas".
- d) Pregunta 4. ¿Qué tan frecuente realiza ejercicio o practica alguna actividad física?

	Frecuencia	Porcentaje
1 a 3 veces al mes	24	40.0%
1 a 3 veces por semana	20	33.3%
4 a 7 veces a la semana	11	18.3%
Nunca	5	8.3%

Tabla 6.20. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 4.

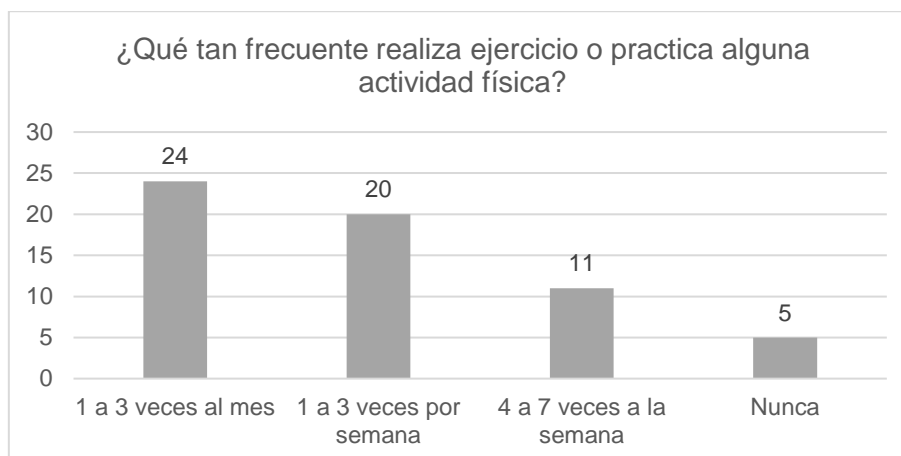


Figura 6.16. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 4.

Esta pregunta refleja uno de los problemas fundamentales abarcados por este trabajo de grado, donde se refleja que son pocas las personas que hacen ejercicio regularmente con aproximadamente el 50%, incluso el 8% de las personas contestan no hacer ejercicio nunca; sin embargo, no se encontró una comparación directa entre la frecuencia en el ejercicio y en la utilización de videojuegos como se evidencia en la Figura 6.17, la totalidad de las personas que nunca hacen ejercicio juegan constantemente con una frecuencia incluso diaria; en las personas que se ejercitan de forma ocasional o regular, no se observa un patrón claro en el uso de videojuegos en el dispositivo móvil, afirmación que se fundamenta también en un valor de correlación muy poco significativo de -0.145.

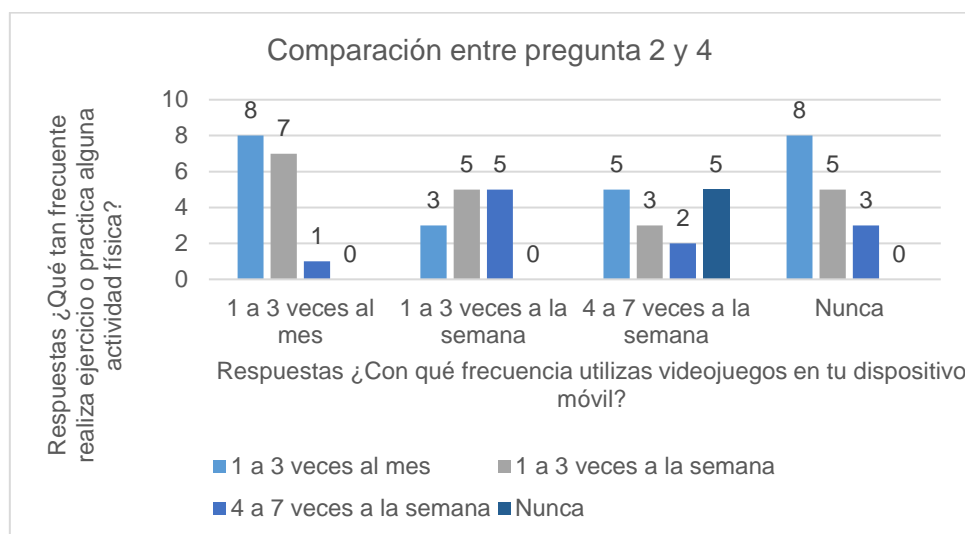


Figura 6.17. Comparación de las respuestas a las preguntas 2 y 4.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	1.617
Mediana	2.000
Moda	1.000
Desviación típica	0.885
Varianza	0.783
Mínimo	0.000
Máximo	3.000

Tabla 6.21. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 4.

- **Media:** El valor de 1.617 muestra que la medida de tendencia central está más próxima al valor de 2, es decir, a la respuesta “1 a 3 veces por semana”.
- **Mediana:** El valor de 2 manifiesta que la mitad de las respuestas dadas se encuentran por encima de 2, es decir con una frecuencia superior a 1 a 3 veces por semana.
- **Moda:** El valor 1 refleja que esa es la respuesta (1 a 3 veces al mes) que más se repite.
- **Desviación típica:** El valor 0.885 es una medida que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto a su media aritmética (1.617), el cual tiene un valor esperado pues la mayoría de las respuestas se centraron en 1 a 3 veces al mes y 1 a 3 veces por semana.
- **Varianza:** El valor de 0783 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (1.617), de lo que se infiere que la mayoría de las respuestas oscilan entre valores próximos a 1 y a 2.

- **Mínimo:** El valor 0 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir Nunca.
- **Máximo:** El valor 3 determina el valor máximo dado en las respuestas, correspondiente a “4 a 7 veces a la semana”.

e) Pregunta 5. ¿Cuál es la duración promedio de una sesión de actividad física?

	Frecuencia	Porcentaje
No aplica	5	8.3%
1 a 30 minutos.	8	13.3%
30 a 60 minutos.	20	33.3%
1 a 2 horas.	25	41.7%
Más de dos horas.	2	3.3%

Tabla 6.22. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 5.

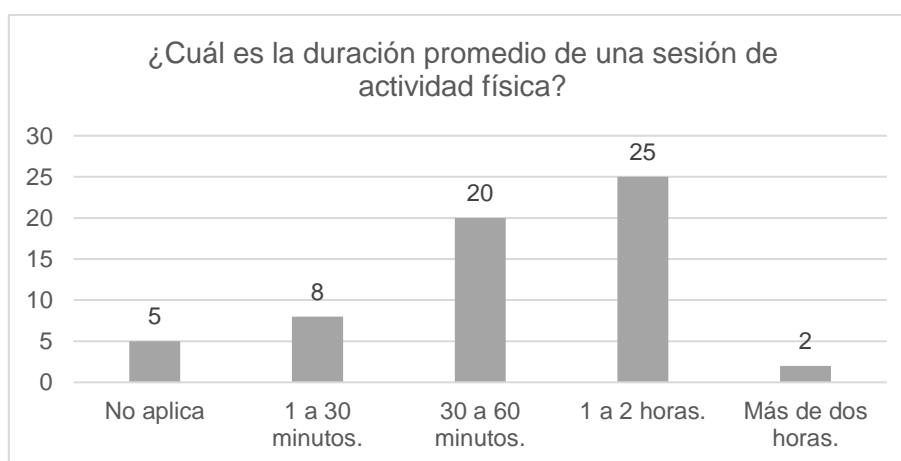


Figura 6.18. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 5.

De acuerdo a los resultados observados en el grupo de personas encuestadas la mayoría realizan sesiones de actividad física con una duración de más de 30 minutos, además, aquellos que realizan ejercicio al menos una vez al mes tienden en un gran porcentaje a realizar sesiones de una duración mayor a 30 minutos, lo cual se ve reflejado en un valor de correlación de 0.598, lo cual indica que las dos están relacionadas de forma positiva, es decir que al incrementar una respuesta, la otra también lo hace.

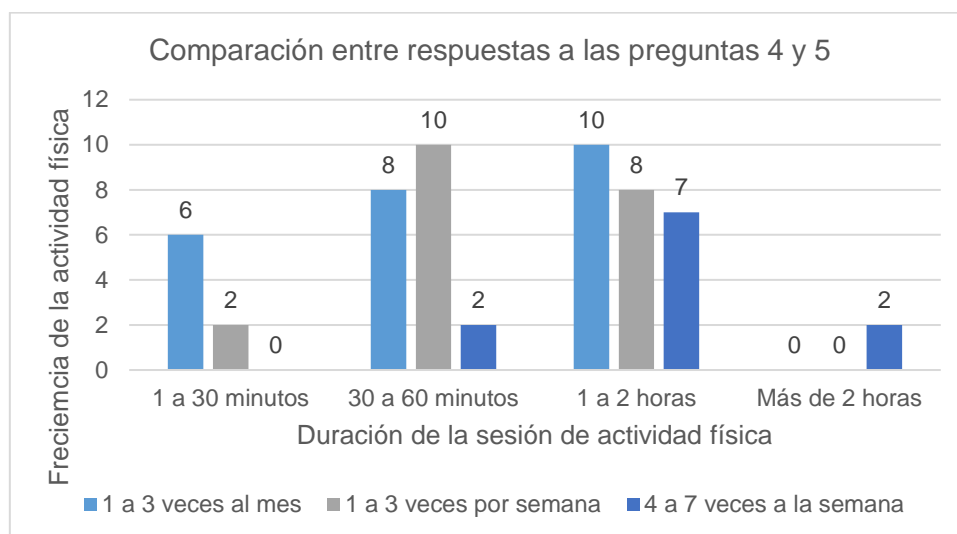


Figura 6.19. Comparación de las respuestas a las preguntas 4 y 5.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	2.183
Mediana	2.000
Moda	3.000
Desviación típica	1.000
Varianza	1.000
Mínimo	0.000
Máximo	4.000

Tabla 6.23. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 5.

- **Media:** El valor de 2.183 muestra que la medida de tendencia central está más próxima al valor de 2, es decir, a la respuesta “30 a 60 minutos”.
- **Mediana:** El valor de 2 manifiesta que la mitad de las respuestas dadas se encuentran por encima de 2, es decir una duración de sesión mayor a 30 minutos.
- **Moda:** El valor 3 refleja que esa es la respuesta (1 a 2 horas) que más se repite.
- **Desviación típica:** El valor 1 es una medida que informa de la medida de distancias que tienen los datos respecto a su media aritmética (2.183).
- **Varianza:** El valor de 1 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (2.183), de lo que se infiere que la mayoría de las respuestas oscilan entre valores próximos a 1 y a 3.
- **Mínimo:** El valor 0 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir No aplica.

- **Máximo:** El valor 4 determina el valor máximo dado en las respuestas, correspondiente a “más de 2 horas
- f) Pregunta 6. ¿Califique de 1 a 5 qué tan sencillo fue para usted usar el videojuego (siendo 1 muy difícil y 5 muy fácil)?

	Frecuencia	Porcentaje
1 - Muy difícil	1	1.7%
2 - Difícil	2	3.3%
3 - Ni fácil ni difícil	7	11.7%
4 - Fácil	21	35.0%
5 - Muy fácil	29	48.3%

Tabla 6.24. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 6.

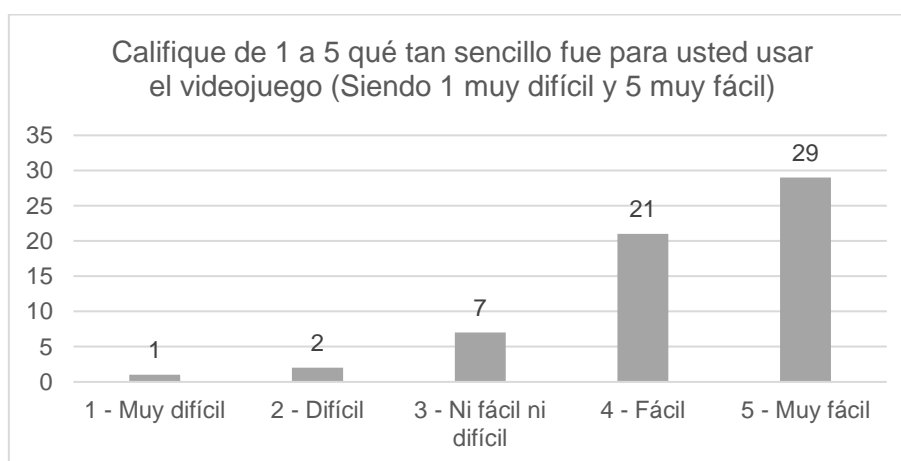


Figura 6.20. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 6.

De acuerdo a las respuestas observadas en la Tabla 6.24y en la Figura 6.20, se observa que el uso del videojuego resultó fácil para la mayoría de los sujetos experimentales, donde cerca del 95% no consideraron que la aplicación tuviese un manejo complicado.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	4.250
Mediana	4.000
Moda	5.000
Desviación típica	0.914
Varianza	0.835
Mínimo	1.000
Máximo	5.000

Tabla 6.25. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 6.

- **Media:** El valor de 4.25 muestra que la medida de tendencia central correspondiente a la facilidad del uso del videojuego está próxima a la calificación 4, de donde se infiere que la aplicación es fácil de usar.
- **Mediana:** El valor de 4 indica que el promedio de la calificación dada por los sujetos experimentales está sobre 4, es decir Fácil.
- **Moda:** La respuesta que más se repite corresponde al valor 5 “Muy Fácil”
- **Desviación típica:** el valor 0.914 es una medida que informa de la media de distancias que tienden los datos respecto a su media aritmética (4.25), este valor es esperado debido a que la mayoría de las respuestas fue 5 “Muy fácil”.
- **Varianza:** El valor de 0.835 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (4.25), la cual es baja ya que la mayoría de los datos se concentran alrededor de la respuesta 4 “Fácil”.
- **Mínimo:** el valor 0 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir “Muy difícil”
- **Máximo:** el valor 5 determina el valor máximo dado en las respuestas, para este caso una respuesta de “Muy fácil”.

g) Pregunta 7. ¿Fue claro para usted lo que debía hacer en el juego?

	Frecuencia	Porcentaje
Si	58	96.7%
No	2	3.3%

Tabla 6.26. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 7.

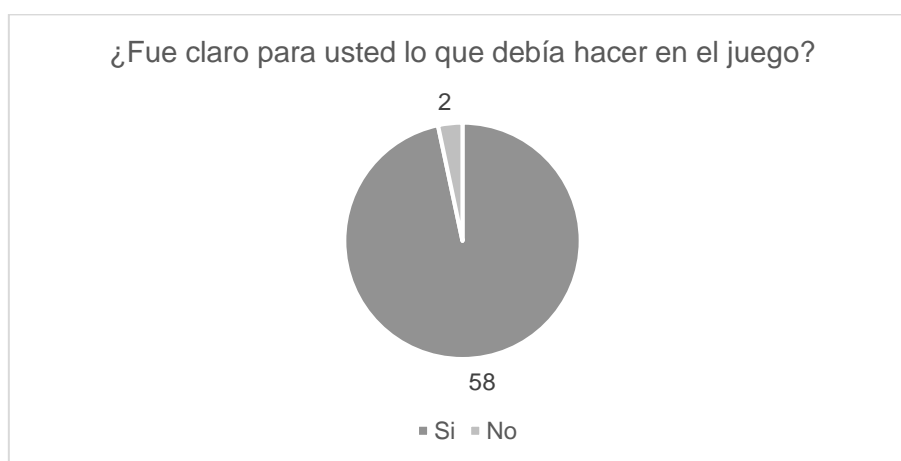


Figura 6.21. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 7.

Los objetivos y misiones propuestos dentro del juego fueron bien asimilada por los jugadores, pues casi la totalidad de ellos entendieron lo que debían hacer durante la partida. Se descarta cualquier relación entre el no entendimiento de la misión y la dificultad del juego, pues, por el contrario, las dos personas que respondieron no tener claro lo que debían realizar en el juego,

calificaron el uso del videojuego como “Muy fácil”; de hecho, no se encuentra ninguna correlación fuerte de esta pregunta con las demás.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	0.967
Mediana	1.000
Moda	1.000
Desviación típica	0.181
Varianza	0.033
Mínimo	0.000
Máximo	1.000

Tabla 6.27. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 7.

- **Media:** El valor de 0.967 muestra que la medida de tendencia central se inclina hacia 1, valor que equivale a “Si fue claro lo que se debía hacer en el juego”.
 - **Mediana:** El valor de 1 indica que la mitad de los datos obtenidos se encuentran en este o sobre este valor.
 - **Moda:** El valor con mayor frecuencia de ocurrencia es 1, es decir Sí.
 - **Desviación típica:** el valor 0.914 es una medida que informa de la media de distancias que tienden los datos respecto a su media aritmética (4.25), este valor es esperado debido a que el 96% de las respuestas fue “Si.”
 - **Varianza:** El valor de 0.033 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (0.967), la cual es baja ya que la dispersión de los resultados es poca, pues la mayoría de las respuestas es Si.
 - **Mínimo:** el valor 0 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir “No fue claro lo que debía hacer en el juego”
 - **Máximo:** el valor 1 determina el valor máximo dado en las respuestas, para este caso una respuesta de “Si fue claro lo que debía hacer en el juego”
- h) Pregunta 8. ¿Califique de 1 a 5 si las mecánicas (tiempo y poderes) del juego lo motivaron a desplazarse más rápidamente (siendo 1 “no me motivó” y 5 “me motivó mucho”)?

	Frecuencia	Porcentaje
1 - No me motivó	1	1.7%
2	4	6.7%
3	6	10.0%

4	20	33.3%
5 - Me motivó mucho	29	48.3%

Tabla 6.28. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 8.

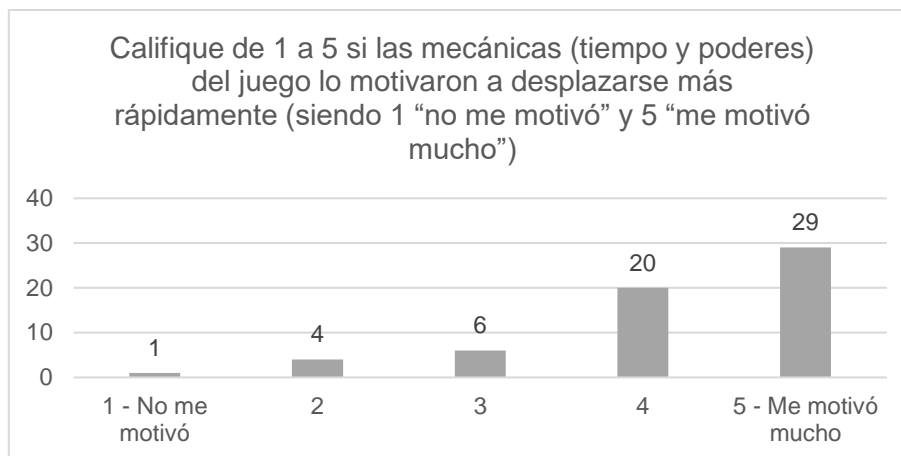


Figura 6.22. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 8.

Las mecánicas propuestas, cumplen el objetivo principal de fomentar el ejercicio, pues al desplazarse más rápidamente, el jugador va a realizar una actividad física de mayor intensidad. No se encuentra relación aparente de estas respuestas con la dificultad del juego o el entendimiento de la misión; de hecho, se presentan correlaciones de 0.2 y 0.15 de las respuestas obtenidas en la pregunta 8 con la 6 y 7 respectivamente. También se analizan específicamente las otras respuestas de los participantes que en cuanto a motivación dieron un puntaje menor o igual a 2, encontrándose que todas respondieron entender claramente las mecánicas del juego y asignaron un puntaje mayor a 4 en la facilidad de uso.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	4.200
Mediana	4.000
Moda	5.000
Desviación típica	0.988
Varianza	0.976
Mínimo	1.000
Máximo	5.000

Tabla 6.29. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 8.

- **Media:** El valor de 4.2 muestra que la medida de tendencia central se inclina hacia 4, el cual se considera el valor más esperado.
- **Mediana:** El valor de 4 indica que la mitad de los datos obtenidos se encuentran en este o sobre este valor.

- **Moda:** El valor de 5 indica que esta es la respuesta más presente dentro del conjunto de datos.
 - **Desviación típica:** el valor 0.988 es una medida que informa de la media de distancias que tienden los datos respecto a su media aritmética (4.2), valor esperado, teniendo en cuenta que la moda es 5 y la mediana 4.
 - **Varianza:** El valor de 0.976 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (4.2), es decir, que los datos se encuentran concentrados alrededor de la calificación 4, una unidad hacia arriba y de menor conglomeración una unidad hacia abajo.
 - **Mínimo:** el valor 1 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir “No me motivó”.
 - **Máximo:** el valor 5 determina el valor máximo dado en las respuestas, para este caso una respuesta de “Me motivó mucho”
- i) Pregunta 9. ¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar este juego como complemento para la realizar ejercicio y/o actividad física?

	Frecuencia	Porcentaje
No me gustaría utilizarlo.	0	0.0%
De 1 a 3 veces al mes.	32	53.3%
De 1 a 3 veces a la semana.	26	43.3%
Todos los días.	2	3.3%

Tabla 6.30. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 9.

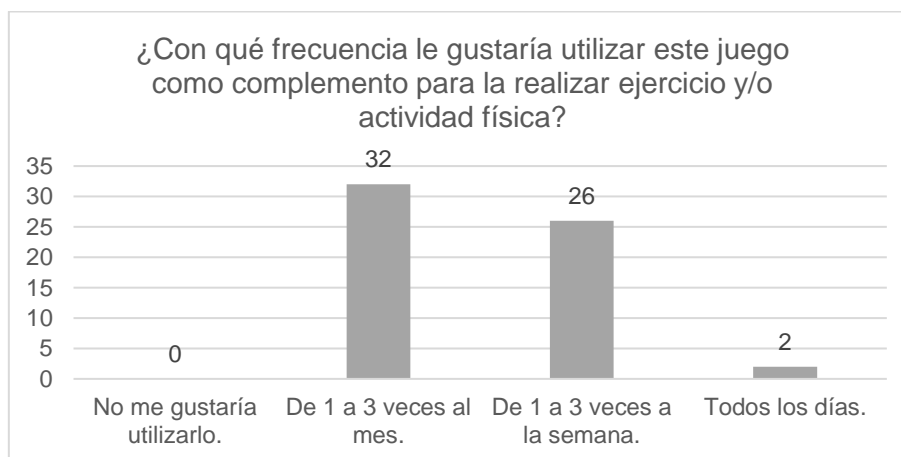


Figura 6.23. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 9.

La totalidad de las personas empleadas para la experimentación quisieran seguir utilizando el videojuego de manera ocasional y frecuente como complemento a la realización de la actividad física.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	2.500
Mediana	2.000
Moda	2.000
Desviación típica	0.567
Varianza	0.322
Mínimo	2.000
Máximo	4.000

Tabla 6.31. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 9.

- **Media:** El valor de 2.5 muestra que la medida de tendencia central oscila entre 2 (De 1 a 3 veces al mes) y 3 (de 1 a 3 veces a la semana), los cuales son los valores más probables a encontrar dentro del conjunto de datos.
 - **Mediana:** El valor de 2 indica que el 50% de los datos obtenidos se encuentran en este o sobre este valor, lo que equivale a una frecuencia mayor a 1 vez al mes.
 - **Moda:** La respuesta más frecuente dentro del conjunto de datos es 2 (De 1 a 3 veces al mes).
 - **Desviación típica:** el valor 0.567 es una medida que informa de la media de distancias que tienden los datos respecto a su media aritmética (2.5), el cual es un valor que se puede evidenciar de forma gráfica en la Figura, donde se denota que los valores se distribuyen en su mayoría en las respuestas b y c.
 - **Varianza:** El valor de 0.322 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (2.5), es decir, que los datos se encuentran concentrados en las calificaciones 2 y 3.
 - **Mínimo:** el valor 2 muestra el valor mínimo en las respuestas, es decir “De 1 a 3 veces al mes”
 - **Máximo:** el valor 4 determina el valor máximo dado en las respuestas, para este caso una respuesta de “Todos los días”
- j) Pregunta 10. Califique de 1 a 5 el grado de satisfacción generado por la experiencia con el juego (siendo 1 nada satisfactorio y 5 muy satisfactorio).

	Frecuencia	Porcentaje
1 - Nada satisfactorio	1	1.7%
2 - Poco satisfactorio	3	5.0%
3 - Neutro	3	5.0%
4 - Satisfactorio	29	48.3%
5 - Muy satisfactorio	24	40.0%

Tabla 6.32. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 10.

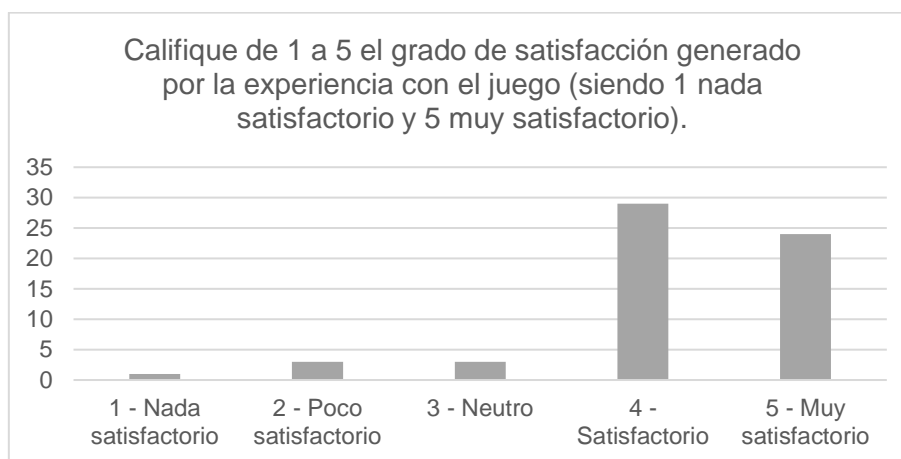


Figura 6.24. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 10.

De acuerdo a la figura, se puede observar que el grado de satisfacción de las personas al finalizar la experiencia estuvo dividida principalmente entre 4 y 5, es decir satisfactorio y muy satisfactorio.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	4.200
Mediana	4.000
Moda	4.000
Desviación típica	0.879
Varianza	0.773
Mínimo	1.000
Máximo	5.000

Tabla 6.33. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 10.

- **Media:** El valor de 4.2 muestra que la medida de tendencia central está próxima a la calificación de 4 en el grado de satisfacción generado por la experiencia del juego.
- **Mediana:** El valor de 4 indica que la calificación de la mitad de los participantes está por encima de dicho valor.
- **Moda:** El valor de 4 indica que esta es la respuesta que más se repite.
- **Desviación típica:** el valor 0.879 arrojado es una medida que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto a la media aritmética (4.2), el cual es un valor esperado dado que la mayoría de las respuestas fue 4.
- **Varianza:** El valor de 0.773 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (4.2), se observa que la variación es relativamente baja, pues las respuestas se encuentran principalmente distribuidas entre 4 y 5.
- **Mínimo:** el valor 1 corresponde al valor mínimo en las respuestas dadas.

- **Máximo:** el valor 5 corresponde al valor máximo de las respuestas.
- k) Pregunta 11. Crees que las mecánicas (tiempo y poderes) propuestas en conjunto con la realidad aumentada generan una producción de actividad física mayor a la de un video juego tradicional.

	Frecuencia	Porcentaje
Si	60	100.0%
No	0	0.0%

Tabla 6.34. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 11.

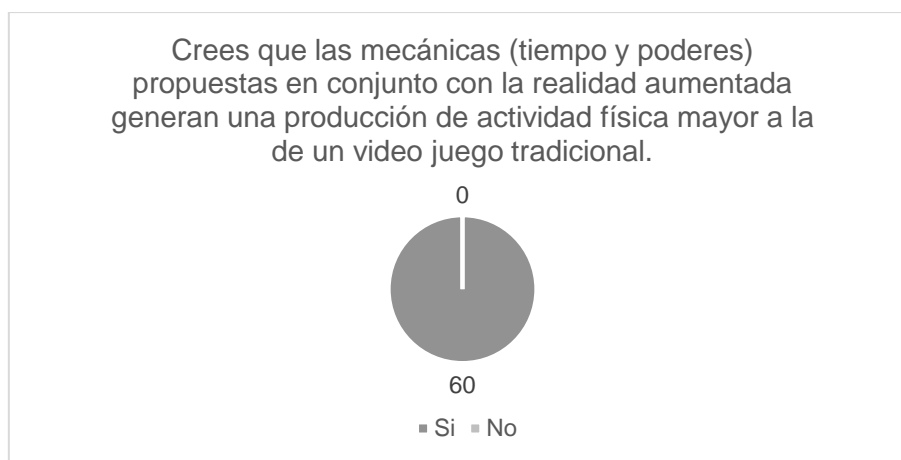


Figura 6.25. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 11.

Observando la frecuencia de las respuestas, se denota con facilidad que todas las personas consideraron que la combinación de las mecánicas y los componentes definidos generaban una producción de actividad física mayor a la que se obtiene con un videojuego tradicional.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.00
Perdidos	0.00
Media	1.00
Mediana	1.00
Moda	1.00
Desviación típica	0.00
Varianza	0.00
Mínimo	1.00
Máximo	1.00

Tabla 6.35. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 11.

- **Media:** El valor de 1 muestra que la medida de tendencia central es 1, es decir que el videojuego si genera una producción de actividad física mayor a la de un videojuego tradicional.
- **Mediana:** El valor de 1 indica claramente que la calificación de al menos la mitad de los jugadores es 1 o superior.

- **Moda:** El valor de 1 indica que esta es la respuesta que más se repite.
- **Desviación típica:** Debido a que todas las respuestas fueron iguales el valor que arroja la desviación típica es 0.0
- **Varianza:** Debido a que todas las respuestas fueron iguales el valor que arroja la varianza es 0.0
- **Mínimo:** el valor 1 corresponde al valor mínimo en las respuestas dadas.
- **Máximo:** el valor 1 corresponde al valor máximo de las respuestas.

- l) Pregunta 12. Teniendo en cuenta el uso de los códigos QR en el videojuego, califique de 1 a 5 el grado de dificultad de uso de estas, siendo 1 muy fácil y 5 muy difícil.

	Frecuencia	Porcentaje
1 -Muy difícil	19	31.7%
2 - Difícil	10	16.7%
3 - Ni fácil ni difícil	11	18.3%
4 - Fácil	15	25.0%
5 - Muy fácil	5	8.3%

Tabla 6.36. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 12.

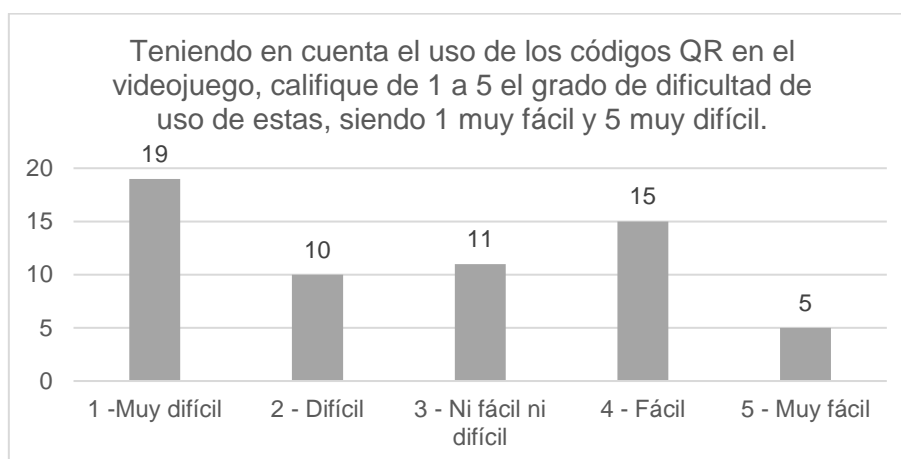


Figura 6.26. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 12.

Teniendo en cuenta la frecuencia de las respuestas obtenidas, puede apreciarse que estuvieron distribuidas a lo largo de todas las respuestas, principalmente en las correspondientes a un valor menor a 3, lo que indica que aunque la aplicación móvil es de fácil uso, el componente utilizado a pesar de proveer la integración con la realidad virtual presentaba obstáculos para su uso, algunos de los comentarios de los participantes era que debido a la luz solar la cual reflejaba a veces no se lograba leer el código o que debían enfocar con mucho cuidado para poder identificarlo y ya que ellos iban a una velocidad mayor a la que se desplazan caminando se les dificultaba estar inmóviles.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	2.617

Mediana	3.000
Moda	1.000
Desviación típica	1.379
Varianza	1.901
Mínimo	1.000
Máximo	5.000

Tabla 6.37. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 12.

- **Media:** El valor obtenido de 2.617 muestra que la medida de tendencia central está próxima a la calificación de 3 en la facilidad de uso de los códigos QR.
- **Mediana:** El valor de 3 indica que la respuesta de la mitad de los participantes está por debajo de 3.
- **Moda:** El valor de 1 indica que esta es la respuesta que más se repite.
- **Desviación típica:** El valor 1.379 arrojado es una medida que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su medida aritmética (2.617), el cual es un valor bastante alto pues las respuestas varían ampliamente alrededor de la media.
- **Varianza:** El valor de 1.901 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (2.617).
- **Mínimo:** el valor 1 corresponde al valor mínimo en las respuestas dadas.
- **Máximo:** el valor 5 corresponde al valor máximo de las respuestas.

m) Pregunta 13. Considera que los códigos QR mejoran la experiencia de juego

	Frecuencia	Porcentaje
Si	59	98.3%
No	1	1.7%

Tabla 6.38. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 13.

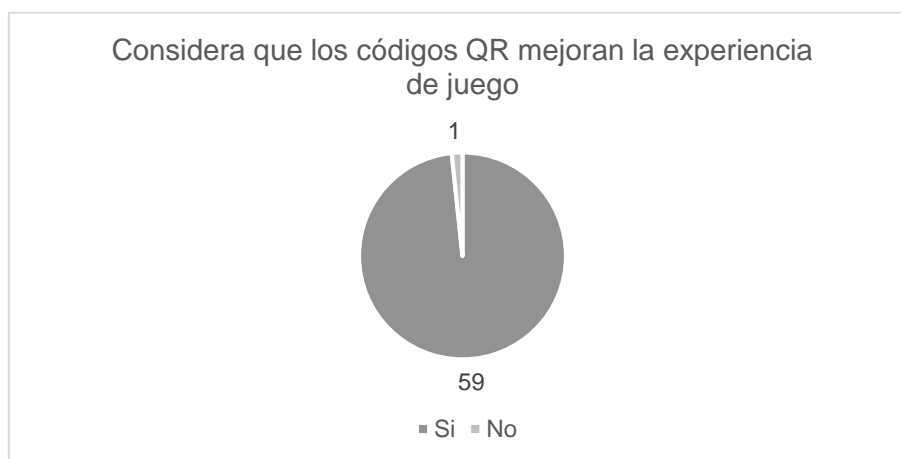


Figura 6.27. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 13.

De acuerdo a las respuestas obtenidas se aclara que, aunque el manejo de los códigos QR se les dificultó un poco a los participantes, definitivamente consideran que la incorporación de estos al videojuego, mejora de manera significativa la experiencia vivida durante la partida.

Variables estadísticas descriptivas

Válidos	60.000
Perdidos	0.000
Media	0.983
Mediana	1.000
Moda	1.000
Desviación típica	0.129
Varianza	0.017
Mínimo	0.000
Máximo	1.000

Tabla 6.39. Variables estadísticas descriptivas para respuestas a la pregunta 13.

- **Media:** El valor obtenido de 0.983 muestra que la medida de tendencia central está próxima a la calificación de 1, es decir a afirmar que los códigos QR mejoran la experiencia de juego.
- **Mediana:** El valor de 1 indica que la respuesta de la mitad de los participantes está por encima de 1, lo cual es evidente pues el 98.3% de las personas respondieron SI.
- **Moda:** El valor de 1 indica que esta es la respuesta que más se repite.
- **Desviación típica:** El valor 0.129 arrojado es una medida que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su medida aritmética (0.983), el cual es un valor esperado dado que la mayor parte de las respuestas fue 1.
- **Varianza:** El valor de 0.017 muestra la diferencia promedio o variación esperada con respecto a la media (0.983), se puede observar que la variación es baja, pues las respuestas son 1 en su mayoría

- **Mínimo:** el valor 0 corresponde al valor mínimo en las respuestas dadas.
- **Máximo:** el valor 1 corresponde al valor máximo de las respuestas.

6.5 Resumen

En este capítulo se describió la planeación, ejecución y resultados de la experimentación realizada dentro del entorno controlado definido que buscaban evaluar el prototipo del videojuego para dispositivos Android Zomfit. Para este fin, se utilizó un experimento como se define en el proceso de experimentación en ingeniería de software, en donde inicialmente se realizó la definición del experimento donde se aclaran los objetivos, propósitos, foco, perspectiva y contexto; luego se procedió a la planificación teniendo en cuenta la definición anterior, aquí se selecciona como lugar de ejecución el pueblito patojo y se acorta el rango de edad de los participantes desde 18 a 25 años, también se realiza la formulación de las hipótesis a comprobar y se seleccionan las variables tanto dependientes como independientes que permitirán validar o refutar las hipótesis, para este fin fueron seleccionadas la frecuencia cardiaca, edad, peso, sexo y estatura. También se describió el proceso de instrumentación realizado previo a la ejecución para tener todos los detalles listos como la elección del día, preparación de los códigos QR, invitación de los sujetos experimentales y la elaboración de las encuestas y guías a seguir. Finalmente, el 15 de mayo, se llevó a cabo la operación del experimento con base a todo lo preparado anteriormente. Además, se exponen los resultados obtenidos y un análisis a través de gráficas y variables estadísticas descriptivas que presentan clara evidencia de los aportes realizados en el presente trabajo de grado y son base fundamental para las conclusiones recopiladas en el siguiente capítulo. Todas las correlaciones existentes entre los datos y variables se encuentran dentro del Anexo K.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este capítulo se condensan las conclusiones y contribuciones que se lograron con el desarrollo del presente trabajo de grado, además, se plantean unos posibles trabajos futuros con base a las lecciones aprendidas, obstáculos y mejoras visualizadas. Las conclusiones se presentan estructuradas de la misma forma que el contenido de la monografía, de manera tal que se definen por cada capítulo y además se establecen unas generales.

7.1 Conclusiones

En la evolución de este trabajo de grado, se presentó una propuesta que buscaba promover la actividad física mediante un videojuego que incorporara tecnologías de realidad mixta, con este fin fue desarrollado el exergame para dispositivos móviles Android llamado Zomfit. Durante las fases para su desarrollo, surgieron conclusiones relevantes para la investigación, las cuales se describen a continuación.

7.1.1 Conclusiones del marco conceptual

- La obesidad y el sobrepeso se ha convertido en un problema de salud mundial, el aumento de este padecimiento se atribuye principalmente a que los niños y jóvenes prefieren pasar su tiempo en actividades sedentarias como ver televisión o jugar videojuegos en lugar de ejercitarse y existe una alta probabilidad de que los jóvenes obesos se conviertan en adultos obesos.
- Con el objetivo de combatir la obesidad, surgen los exergames, los cuales buscan motivar a las personas a participar en regímenes de ejercicio con la diversión que se produce al jugar.
- A la fecha de la realización de la investigación, no se encontró un exergame para dispositivos móviles que haciendo uso de la realidad mixta se enfocara principalmente en generar la motivación para hacer que sus jugadores se ejerciten, constituyendo esto como una importante brecha de investigación en esta área.
- De acuerdo a la búsqueda bibliográfica realizada, se encuentra que a pesar que los exergames son una gran apuesta por reducir diferentes problemas causados por el uso deliberado de los videojuegos, muchos de los existentes presentan diferentes limitaciones como que están pensados para realizarse únicamente en interiores al requerir consolas o hardware especializado; no generan las condiciones para la

producción de actividad física moderada o vigorosa o necesitan la supervisión de un profesional de la salud o de la educación física.

7.1.2 Conclusiones de los componentes de juego

- Para producir una experiencia de realidad virtual se requiere de dispositivos hardware de mayor complejidad, pues para desplegar la información al usuario se emplean sistemas visuales, aurales o hápticos pues se busca tener una inmersión total dentro del mundo virtual, haciendo esta tecnología poco adecuada para un videojuego en el que se busca promover la movilidad por el mundo real.
- Los dispositivos móviles, especialmente los celulares inteligentes son muy aptos para generar experiencias de realidad aumentada, pues son portables, poseen buena CPU y RAM para el procesamiento de la información, tienen conectividad a internet, cámara, sensores, parlantes y un display para mostrar la información.
- La realidad aumentada es la mejor opción cuando se desee incorporar la realidad mixta en un videojuego para el ejercicio, pues esta toma el mundo real y lo aumenta mediante elementos virtuales, haciendo que el usuario tenga una mayor interacción con su entorno lo que conllevará a mayor producción de actividad física con las mecánicas y componentes adecuados.

7.1.3 Conclusiones de las mecánicas del videojuego

- El proceso de generación de ideas debe ser llevado en un ambiente propicio que fomente la creatividad, el brainstorming es una técnica que no sólo es la más utilizada a nivel investigativo, sino que brinda unos pilares que garantizan el mayor número de ideas y su posterior refinamiento para encontrar la idea más acertada.
- Es importante contar con un grupo de ideación multidisciplinario, para que las ideas propuesta no vayan a ser predisuestas por el conocimiento técnico de las personas; para este caso en particular en el que se pretendía la ideación de un exergame que realmente motive a los jugadores, fue fundamental la participación del profesional en educación física, del jugador y del creativo, quienes desde su perspectiva y experiencia incluyeron detalles que el equipo investigador no había tenido en cuenta inicialmente.
- La selección de la tecnología para la implementación de la realidad virtual se hizo teniendo en cuenta el libre uso del videojuego, es decir, que pudiese ser utilizado en cualquier momento, lugar y persona, además que su reproducción fuese sencilla y económica, es por esto que se seleccionan los códigos QR.
- El seguimiento de un documento de diseño de videojuego facilita el trabajo de ideación, pues brinda unos lineamientos específicos sobre qué debe definirse para poder llevar la idea al desarrollo al ser un documento pensado para ser el entregable a un equipo de desarrollo.

- Los elementos a definir dentro del HUD del videojuego deben estar pensados para mostrar de forma efectiva la información relevante al jugador evitando dejar el mayor espacio posible para la interacción del videojuego.
- Existen diversos componentes tecnológicos que permiten complementar la interacción con el mundo real, sin embargo, aquellos que son de más fácil reproducibilidad para personas sin experiencia técnica, además de permitir realizar una configuración genérica son los códigos QR, que a diferencia del RFID, NFC o beacons, no tienen un identificador único que deba ser configurado en la aplicación.

7.1.4 Conclusiones del desarrollo del videojuego

- Para el desarrollo de herramientas software o más específicamente videojuegos móviles, es muy asertivo utilizar metodologías ágiles de desarrollo como Scrum la cual brinda los elementos necesarios para asegurar un correcto seguimiento del proceso de desarrollo y retroalimentación que da como resultado un producto que cumple con los requerimientos establecidos.
- La división de las actividades dentro de los Sprints, facilitó la corrección temprana de errores, además de la implementación de mejoras, pues al finalizar cada uno se tenía un avance con relevancia para el cliente el cual podría ser evaluado de forma rápida dentro del Sprint Review.
- La mejor opción para construir videojuegos que permitan la interacción en tiempo real entre los jugadores, es utilizar una arquitectura cliente - servidor, adicionalmente la tecnología NodeJS es la mejor en este caso gracias a su arquitectura basada en eventos y no en objetos.
- La utilización de librerías facilita y agiliza el desarrollo de un producto software al proveer funcionalidades específicas como la captura e identificación de códigos QR en este caso.

7.1.5 Conclusiones de la evaluación

- El seguimiento de una metodología de evaluación brinda los parámetros y pasos fundamentales para una experimentación exitosa, como la correcta selección de las variables y los sujetos.
- Para la medición de la intensidad de la actividad física es mejor utilizar métodos que tengan en cuenta la subjetividad de cada individuo, de esta forma se aseguran resultados con mayor validez que al utilizar definiciones generales las cuales obvian aspectos relevantes como la condición física y género.
- El uso de códigos QR no es recomendable para juegos en donde la velocidad es un factor fundamental para alcanzar la misión debido a que en ocasiones la lectura de ellos no es inmediata y se ve afectada por factores externos como el clima.
- Basados en los resultados obtenidos de la evaluación es posible concluir que el videojuego Zomfit genera un incremento de la actividad física frente a videojuegos

tradicionales incorporando además la correcta motivación que hace que los jugadores quieran seguir utilizándolo.

- El uso del videojuego Zomfit arroja resultados positivos como complemento para la actividad física teniendo en cuenta las indicaciones mundiales de la OMS.

7.1.6 Conclusiones generales

- Una buena investigación en el marco conceptual brinda los pilares fundamentales para la construcción de un exergame que ataque las falencias dentro de esta área, además el correcto seguimiento de técnicas y metodologías como Brainstorming y Scrum aseguran el cumplimiento de los objetivos básicos.
- De acuerdo al total de referentes analizados, no fue posible identificar una propuesta o producto comercial existente de un videojuego para dispositivos móviles mediante la incorporación de realidad aumentada que produjeran la suficiente motivación y generación de actividad física en los jugadores.
- La competitividad fue un factor decisivo en la motivación de las personas, pues al estar concentrados en la misión además del deseo de ganarle a sus rivales, hace que no noten que están haciendo actividad física, cumpliéndose el objetivo de un exergame al ocultar la dinámica del ejercicio bajo la diversión del videojuego.
- El juego demostró mejores resultados de satisfacción en aquellos grupos donde todos eran amigos, quienes manifestaron tener mayor deseo de vencerlos en la partida que aquellos que no tenían una fuerte relación de amistad.
- La lectura de los códigos QR se ve influenciada por diferentes factores como ambientales, donde la luz solar o las gotas de lluvia impiden que puedan ser reconocidos fácilmente por el videojuego.
- El juego arrojó mejores resultados de satisfacción cuando las personas del grupo tenían una condición física similar, pues en aquellos donde había alguien que podía correr más rápido durante más tiempo decían no haberse divertido tanto pues sabían que no tenían opción de ganar.
- Las mecánicas propuestas motivaron a las personas de tal forma que incluso dentro de los grupos se formaron pequeñas alianzas estratégicas que buscaban perjudicar a su rival más fuerte.
- El videojuego Zomfit no sólo produce actividad física de intensidad vigorosa, sino que brinda las mecánicas necesarias para que las personas deseen seguir jugándolo de manera frecuente como complemento de su ejercicio o por diversión.
- El tiempo definido para las partidas fue adecuado, pues al ser partidas rápidas los participantes manifestaron que podrían jugarlo de forma frecuente como distracción y diversión incluso en medio de sus jornadas académicas.

- Las mecánicas y componentes definidos hacen que el videojuego pueda ser utilizado de forma libre tanto en interiores como exteriores por personas de un amplio rango de edad y de forma multijugador.

7.2 Contribuciones

Entre las principales contribuciones de este proyecto de grado se destacan las siguientes:

- La selección de componentes para generar experiencias que incorporen realidad virtual o realidad aumentada específicamente en videojuegos para el ejercicio.
- La definición de unas mecánicas para un exergame las cuales garantizan la motivación de los jugadores para seguir usando el videojuego de manera frecuente.
- Una adaptación de la metodología Scrum para el desarrollo de un videojuego que promueva el ejercicio en espacios libres.
- Una propuesta arquitectónica para el desarrollo de un videojuego multijugador en tiempo real para dispositivos móviles.
- Un prototipo funcional del exergame Zomfit el cual es una aplicación nativa Android que fomenta la realización de actividad física con mecánicas de motivación adecuadas.
- Un artículo científico que presenta y sintetiza de manera general el propósito de la investigación, así como el desarrollo del videojuego Zomfit como solución propuesta junto a los resultados obtenidos de la evaluación realizada a 60 personas entre los 18 y 25 años.

7.3 Lecciones aprendidas

- Se sugiere la utilización de otro tipo de elementos tecnológicos como NFC para facilitar su lectura y proveer un flujo de juego más continuo.
- Se recomienda realizar la ideación del videojuego junto a un equipo multidisciplinar que contenga expertos en las áreas focales, para este caso experto en el área de actividad física y en la construcción o uso de videojuegos.
- Al realizar una experiencia de evaluación con un grupo de personas, cobra relevancia realizar una organización previa, que permita definir los aspectos importantes para llevar a cabo la evaluación sin ningún inconveniente. Como la definición del lugar adecuado, la realización de guiones o establecer las herramientas y elementos a utilizar.
- Es importante tener en cuenta los imprevistos que puedan llegar a suceder durante la experimentación, como una caída de un participante en la movilización del lugar, que un jugador no tenga un dispositivo móvil disponible o compatible con la actividad, condiciones climáticas, entre otros, para así establecer planes de acción inmediatos

7.4 Trabajos futuros

Como parte de los trabajos futuros se tiene:

- Implementar las mecánicas del videojuego haciendo uso de otros componentes tecnológicos como NFC o beacons.
- Implementar diferentes niveles de dificultad que permitan al jugador además ir avanzando en la consecución de una misión.
- Complementar la experiencia del videojuego utilizando diferentes sensores wearables que permitan realizar un seguimiento más preciso de los movimientos del jugador.
- Incorporar nuevos obstáculos y ayudas dentro del juego siguiendo como referencia los comentarios realizados por los sujetos experimentales los cuales se encuentran descritos en el Anexo J.

Referencias

- @cdperiodismo. (2014). En 2016 habrá dos mil millones de usuarios de smartphones en el mundo - Clases de Periodismo. Retrieved June 2, 2016, from <http://www.clasesdeperiodismo.com/2014/12/23/en-2016-habra-dos-mil-millones-de-usuarios-de-smartphones-en-el-mundo/>
- 610.12-1990 *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. (1990). Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/document/159342/>
- Acerca de | Inkscape. (2003). Retrieved April 19, 2017, from <https://inkscape.org/es/acerca-de/>
- AINSWORTH, B. E., HASKELL, W. L., HERRMANN, S. D., MECKES, N., BASSETT, D. R., TUDOR-LOCKE, C., ... LEON, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(8), 1575–1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>
- AL-Qurishi, M. S., Mostafa, M. A., Alrakhami, M. S., & Alamri, A. M. (2014). StarsRace: A mobile collaborative serious game for obesity. In *2014 IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops (ICMEW)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMEW.2014.6890673>
- Apa, C., De León, S., Moreno, S., Robaina, Ro., & Vallespir, D. (2013). *Conceptos de ingeniería de software empírica :versión 2.0*. Universidad de la República, Facultad de Ingeniería, Instituto de Computación. Retrieved from <https://www.colibri.udelar.edu.uy/handle/123456789/3471>
- Apperley, T. H., & H., T. (2006). Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres. *Simulation & Gaming*, 37(1), 6–23. <https://doi.org/10.1177/1046878105282278>
- Arvidsson, D., & Daniel. (2009). *Physical activity and energy expenditure in clinical settings using multisensor activity monitors*. Dept. of Clinical Nutrition, Institute of Medicine, Sahlgrenska Academy at the University of Gothenburg. Retrieved from <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/19651?locale=sv>
- Association for Computing Machinery. (n.d.). What is ACM? Retrieved February 7, 2017, from <http://www.acm.org/about/>
- Astorino, T. A., Bredle, D., Buchanan, C., Janot, J. J., Kravitz, L., Mayo, J., ... Krug, L. (2008). PHYSIOLOGICAL RESPONSES WHILE PLAYING NINTENDO WII SPORTS. *Journal of Undergraduate Kinesiology Research Official Research Journal*, 3(2).
- Aznar Laín, S., Webster, T., López Chicharro, J., Merino Merino, B., & González Briones, E. (2009). *Actividad Física y Salud en la Infancia y la Adolescencia*. España. Retrieved from <https://www.mssi.gob.es/ciudadanos/proteccionSalud/adultos/actiFisica/docs/Actividad>

FisicaSaludEspanol.pdf

- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., & Julier, S. (2001). Recent Advances in Augmented Reality. *Computers & Graphics*.
- Azuma, R. T., & T., R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Baer, R. H., Rusch, W. T., & Harrison, W. L. (1972). TELEVISION GAMING APPARATUS AND METHOD.
- Barnes, J. (n.d.). *The complete works of Aristotle. Volume 1 : the revised Oxford translation*.
- Basili, V. R. (1996). Evolving and Packaging Reading Technologies. In *Achieving Quality in Software* (pp. 3–13). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-34869-8_1
- Basili, V. R., & Rombach, H. D. (1988). The TAME project: towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 14(6), 758–773. <https://doi.org/10.1109/32.6156>
- Beas, J. M. (2014). User Story Mapping. Retrieved April 22, 2017, from <http://jmbeas.es/guias/user-story-mapping/>
- Billinghurst, M., & Kato, H. (1999). Collaborative Mixed Reality. In *First International Symposium on Mixed Reality (ISMR '99). Mixed Reality – Merging Real and Virtual Worlds* (pp. 261–284). Berlin: Springer Verlag.
- Bock, B. C., Thind, H., Dunsiger, S. I., Serber, E. R., Ciccolo, J. T., Cobb, V., ... Marcus, B. H. (2015). Exercise videogames for physical activity and fitness: Design and rationale of the Wii Heart Fitness trial. *Contemporary Clinical Trials*, 42, 204–212. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2015.04.007>
- Bogost, I. (2007). *Persuasive games : the expressive power of videogames*. MIT Press.
- Bolter, J. D., & Grusin, R. (1999). *Remediation : understanding new media*. MIT Press.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377–81. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7154893>
- Bravo, J., Hervas, R., Chavira, G., Nava, S. W., & Villarreal, V. (2008). From implicit to touching interaction: RFID and NFC approaches. In *2008 Conference on Human System Interactions* (pp. 743–748). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HSI.2008.4581534>
- Cabero Almenara, J., & Barroso Osuna, J. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 6(1), 44–50. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- Caillois, R., & Impr. Brodard et Taupin). (1991). *Les jeux et les hommes le masque et le vertige*. Gallimard.
- Caparosa, S., Marshall, S., Kingsbury, T., & Robusto, K. (2011). Exergaming: Not just for kids anymore! *American Council on Exercise*.
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented Reality: An Overview. In *Handbook of Augmented Reality* (pp. 3–46). New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_1
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1984). Physical Activity, Exercise, and

- Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports*, 100(2), 126–131. <https://doi.org/10.2307/20056429>
- Castro Sánchez, M., Martínez, A. M., Ortega, F. Z., Cuberos, R. C., & Garcés, T. E. (n.d.). Uso de videojuegos y su relación con las conductas sedentarias en una población escolar y universitaria Use patterns video game and its relationship with a school sedentary behavior population and university. *Journal for Educators, Teachers and Trainers JETT Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 6(61), 1989–19572. Retrieved from <http://www.ugr.es/~jett/index.php>
- Chamorro Vela, D. F. (2014). *Documento de diseño de videojuegos*. GDD. Popayán.
- Chavarria Arciniega, S. (2002). Definición y criterios de obesidad. *Nutrición Clínica*, 5(4), 236–240.
- Cheok, A. D., Yang, X., Ying, Z. Z., Billingham, M., & Kato, H. (2002). Touch-Space: Mixed Reality Game Space Based on Ubiquitous, Tangible, and Social Computing. *Personal and Ubiquitous Computing*, 6(5), 430–442. Retrieved from http://www.skynet.ie/~ogami/notes/year4/writing/Touch_space_Cheok.pdf
- Chye, C., Sakamoto, M., & Nakajima, T. (2014). An Exergame for Encouraging Martial Arts (pp. 221–232). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07227-2_22
- Coates, G. (1992). Program from invisible site - a virtual sho, a multimedia performance. Estados Unidos.
- Cockburn, A. (2007). *Agile software development: the cooperative game*. Addison-Wesley.
- Cortés, S., & Colprensa. (2013, August 9). Advierten que la obesidad es el principal problema de salud pública del país. Retrieved from <http://www.elpais.com.co/colombia/advierten-que-la-obesidad-es-el-principal-problema-de-salud-publica-del-pais.html>
- Creative Commons. (2001). CC0 1.0 Universal. Retrieved April 19, 2017, from <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>
- Ditrendia. (2016). Informe ditrendia Mobile en España y en el Mundo 2016 - DITRENDIA. Retrieved June 2, 2016, from <http://www.ditrendia.es/informe-ditrendia-mobile-en-espana-y-en-el-mundo-2016/>
- Dörner, R., Geiger, C., Haller, M., & Paelke, V. (2003). Authoring Mixed Reality — A Component and Framework-Based Approach. In *Entertainment Computing* (pp. 405–413). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35660-0_49
- Drew, B., & Waters, J. (1985). Video Games: Utilization of a Novel Strategy to Improve Perceptual-Motor Skills in the Non-Institutionalized Elderly. *Cognitive Rehabilitation*, 1V(2), 26–31.
- Dural Gazulla, E. (2009). Más allá del entretenimiento: Juegos Serios. *Comunicación Y Pedagogía: Nuevas Tecnologías Y Recursos Didácticos*, ISSN 1136-7733, Nº 239-240, 2009, Págs. 19-23, (239), 19–23.
- Durga, S., El-Nasr, M. S., Shiyko, M., Sceppa, C., Naab, P., & Andres, L. (2014). Leveraging Play to Promote Health Behavior Change: A Player Acceptance Study of a Health Game (pp. 209–230). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-54816-1_12
- Elsevier's leading information solution. (n.d.). What is ScienceDirect. Retrieved February 6,

- 2017, from <https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect>
- Esposito, N. (2005). A Short and Simple Definition of What a Videogame Is. In *Proceedings of DiGRA 2005 Conference: Changing Views – Worlds in Play*. Vancouver.
- Express - Infraestructura de aplicaciones web Node.js. (2011). Retrieved April 22, 2017, from <http://expressjs.com/es/>
- Fabricatore, C., Nussbaum, M., & Rosas, R. (2002). Playability in Action Videogames: A Qualitative Design Model. *Human-Computer Interaction*, 17(4), 311–368. https://doi.org/10.1207/S15327051HCI1704_1
- Faragher, R., & Harle, R. (2015). Location Fingerprinting With Bluetooth Low Energy Beacons. *IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS*, 33(11). <https://doi.org/10.1109/JSAC.2015.2430281>
- Feldman, A., Tapia, E. M., Sadi, S., Maes, P., & Schmandt, C. (2005). ReachMedia: On-the-move interaction with everyday objects. In *Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'05)* (pp. 52–59). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISWC.2005.44>
- Fennema, M. C., Herrera, S. I., Palavecino, R. A., Ruiz, P. J. N., Budán, P. D., Suárez, G. I., & Córdoba, M. (2016). Aplicaciones Móviles: arquitecturas, visualización, realidad aumentada, herramientas de medición, desarrollo híbrido. In U. N. de La Plata (Ed.), *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Retrieved from http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/53075/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1
- Fink, A. (2003). *The survey handbook*. Sage Publications.
- Forni, A. A., & Meulen, R. van der. (2016). *Gartner Says Five of Top 10 Worldwide Mobile Phone Vendors Increased Sales in Second Quarter of 2016*. Egham, UK. Retrieved from <http://www.gartner.com/newsroom/id/3415117>
- Frasca, G. (1999). LUDOLOGY MEETS NARRATOLOGY: Similitude and differences between (video)games and narrative. *Parnasso*, 3, 365–371. Retrieved from <http://www.ludology.org/articles/ludology.htm>
- Frasca, G. (2003). *Simulation versus Narrative: Introduction to Ludology*. (M. J. Wolf & B. Perron, Eds.). Routledge.
- Freegaming - Mobile, Collaborative, Adaptive and Augmented Exergaming. (2012). Retrieved June 2, 2016, from <http://freegaming.ucd.ie/about.html>
- Freegaming Project. (2012). Freegaming - Mobile, Collaborative, Adaptive and Augmented Exergaming. Retrieved February 2, 2017, from <http://freegaming.ucd.ie/>
- Frequently Asked Questions. (n.d.). Retrieved April 27, 2017, from <http://www.rfidjournal.com/site/faqs#Anchor-What-363>
- Galeano, F. (2014). Creative Commons | Creative Commons Colombia. Retrieved April 20, 2017, from https://co.creativecommons.org/?page_id=12
- Gannes, L., & Gannes, L. (2012). *Google Launches Ingress, a Worldwide Mobile Alternate Reality Game*. All Things D. Retrieved from <http://allthingsd.com/20121115/google-launches-ingress-a-worldwide-mobile-alternate-reality-game/>
- García, M. (2011). Hablemos con propiedad: logotipo, isotipo, imagotipo, isologo, imagen corporativa, identidad... Retrieved April 19, 2017, from

- <http://www.brandemia.org/hablemos-con-propiedad-logotipo-isotipo-imagotipo-isologo-imagen-corporativa-identidad>
- Gast, M. S., Sawyer, B., Loukides, M. K., Hacker, M., & Volckhausen, E. (2014). *Building applications with iBeacon: proximity and location services with bluetooth low energy*. O'Reilly Media.
- Geocaching. (n.d.). Geocaching.
- Geschka, H. (1996). Creativity Techniques in Germany. *Creativity and Innovation Management*, 5(2), 87–92. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.1996.tb00125.x>
- Giessen, H. W. (2015). Serious Games Effects: An Overview. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2240–2244. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.881>
- Glass, R. L., Vessey, I., & Ramesh, V. (2002). Research in software engineering: an analysis of the literature. *Information and Software Technology*, 44(8), 491–506. [https://doi.org/10.1016/S0950-5849\(02\)00049-6](https://doi.org/10.1016/S0950-5849(02)00049-6)
- Glass, S., Dwyer, G. B., & American College of Sports Medicine. (2007). *ACSM'S metabolic calculations handbook*. Lippincott Williams & Wilkins.
- González, C. S., Gómez, N., Navarro, V., Cairós, M., Quirce, C., Toledo, P., & Marrero-Gordillo, N. (2016). Learning healthy lifestyles through active videogames, motor games and the gamification of educational activities. *Computers in Human Behavior*, 55, 529–551. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.052>
- González Lorenzo, M., & Garrido Chamorro, R. P. (2004). *Lecturas, Educación Física y Deportes Revista Digital. Lecturas: Educación física y deportes, ISSN-e 1514-3465, N.º. 76, 2004.* EFDportes.com. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=988914>
- González Sánchez, J. L. (2010). Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos.
- González Sánchez, J. L., Padilla Zea, N., Gutiérrez, F. L., & Cabrera, M. J. (2008). De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador. In *9 congreso internacional persona-ordenado*. Albacete.
- Görgü, L., Campbell, A. G., McCusker, K., Dragone, M., O'Grady, M. J., O'Connor, N. E., & O'Hare, G. M. P. (2010). FreeGaming. In *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia - MoMM '10* (p. 173). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1971519.1971550>
- Graves, L., Stratton, G., Ridgers, N. D., & Cable, N. T. (2007). Comparison of energy expenditure in adolescents when playing new generation and sedentary computer games: cross sectional study. *BMJ*, 335(7633).
- Guzmán, D. (2016). Lollipop es la versión de Android más utilizada, Marshmallow se queda atrás con el 2,3%. Retrieved April 19, 2017, from <https://andro4all.com/2016/03/lollipop-android-mas-utilizado-marshmallow-menos>
- Hartley, R., & Zisserman, A. (2010). *Multiple view geometry in computer vision*. (Cambridge University Press, Ed.).
- Henández Dieguez, D. (2007). *Sistema de juegos tradicionales infantiles en el barrio Pueblo Nuevo en la ciudad de Matanzas*. Matanzas.
- Hender, J. M., Rodgers, T. L., Dean, D. L., & Nunamaker, J. F. (2011). Improving group

- creativity: brainstorming versus non-brainstorming techniques in a GSS environment. In *Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (p. 10). IEEE Comput. Soc. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2001.926248>
- Hoda, M., Alattas, R., & Saddik, A. El. (2013). Evaluating Player Experience in Cycling Exergames. In *2013 IEEE International Symposium on Multimedia* (pp. 415–420). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISM.2013.81>
- Huizinga, J. (n.d.). *Homo ludens: a study of the play-element in culture*.
- Huotari, K., & Hamari, J. (2012). Defining gamification. In *Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference on - MindTrek '12* (p. 17). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2393132.2393137>
- IEEE Xplore. (n.d.). About IEEE Xplore. Retrieved February 6, 2017, from <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/aboutUs.jsp>
- Ingress. (2016). Retrieved June 2, 2016, from <https://www.ingress.com/>
- InspectorJ. (2016). Hand Bells, Experiments » Hand Bells, Cluster.wav. Freesound. Retrieved from <https://www.freesound.org/people/InspectorJ/sounds/339822/>
- Institute, N. H. L. and B. (n.d.). ¿Qué es la actividad física? - NHLBI, NIH. Retrieved February 6, 2017, from <https://www.nhlbi.nih.gov/health-spanish/health-topics/temas/phys>
- Jae-Young Lee, Seok-Han Lee, Hyung-Min Park, Sang-Keun Lee, Jong-Soo Choi, & Jun-Sik Kwon. (2010). Design and implementation of a wearable AR annotation system using gaze interaction. In *2010 Digest of Technical Papers International Conference on Consumer Electronics (ICCE)* (pp. 185–186). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCE.2010.5418832>
- Javornik, A., Rogers, Y., Gander, D., & Moutinho, A. (2017). MagicFace: Stepping into Character through an Augmented Reality Mirror. In *ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems '17*. Denver, Colorado. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Ana_Javornik/publication/312495832_MagicFace_Stepping_into_Character_through_an_Augmented_Reality_Mirror/links/587f352e08ae9275d4ec2e90/MagicFace-Stepping-into-Character-through-an-Augmented-Reality-Mirror.pdf
- Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical Cardiology*, 13(8), 555–565. <https://doi.org/10.1002/clc.4960130809>
- Juul, J. (2005). *Half-real: video games between real rules and fictional worlds*. MIT Press.
- Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 35(3), 307–15. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13470504>
- King, G., & Krzywinska, T. (2002). *Screenplay: cinema/videogames/interfaces*. Wallflower Press.
- Kipper, G., & Rampolla, J. (2012a). *Augmented reality: an emerging technologies guide to AR*. Syngress.
- Kipper, G., & Rampolla, J. (2012b). The Types of Augmented Reality. In *Augmented reality: an emerging technologies guide to AR* (pp. 33–36).
- Koestler, A. (1964). *The act of creation*. Arkana [The Penguin Group]. Retrieved from

- https://books.google.com.co/books/about/The_Act_of_Creation.html?id=tJC5pDXFY8oC&redir_esc=y
- Koivisto, A., Merilampi, S., & Kiili, K. (2011). Mobile exergames for preventing diseases related to childhood obesity. In *Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies - ISABEL '11* (pp. 1–5). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2093698.2093727>
- Kwahmah_02. (2015). Beeps, The Pips. Freesound. Retrieved from https://www.freesound.org/people/kwahmah_02/sounds/316855/
- Laan Labs. (2010). ARSoccer - Augmented Reality Soccer Game on the App Store. Retrieved February 26, 2017, from <https://itunes.apple.com/us/app/arsoccer-augmented-reality/id381035151?mt=8>
- Landlucky. (2015). Game Over SFX and Voice.wav. Freesound. Retrieved from <https://www.freesound.org/people/landlucky/sounds/277403/>
- Landry, P., Minsky, J., Castañer, M., Camerino, O., Rodriguez-Arregui, R., Ormo, E., & Pares, N. (2013). Design strategy to stimulate a diversity of motor skills for an exergame addressed to children. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '13* (pp. 84–91). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2485760.2485781>
- Lindeman, R. W., Gun Lee, Beattie, L., Gamper, H., Pathinarupothi, R., & Akhilesh, A. (2012). GeoBoids: A mobile AR application for exergaming. In *2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Arts, Media, and Humanities (ISMAR-AMH)* (pp. 93–94). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-AMH.2012.6483997>
- Linsey, J. S., Clauss, E. F., Kurtoglu, T., Murphy, J. T., Wood, K. L., & Markman, A. B. (2011). An Experimental Study of Group Idea Generation Techniques: Understanding the Roles of Idea Representation and Viewing Methods. *Journal of Mechanical Design*, 133(3), 31008. <https://doi.org/10.1115/1.4003498>
- LittleRobotSoundFactory. (2015). Sci-Fi Sound Effects Library » Jingle_Win_01. Freesound. Retrieved from <https://www.freesound.org/people/LittleRobotSoundFactory/sounds/270545/>
- Lizbeth, B., & Lara, H. (2004). LA REALIDAD AUMENTADA: UNA TECNOLOGÍA EN ESPERA DE USUARIOS. *Revista Digital Universitaria*, 5(7), 5. Retrieved from <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/int48.htm>
- Luke, R. C., Coles, M. G., Anderson, T. A., & Gilbert, J. N. (2005). Oxygen Cost and Heart Rate Response During Interactive Whole Body Video Gaming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(Supplement), S329. <https://doi.org/10.1097/00005768-200505001-01697>
- Lyons, E. J., Tate, D. F., Komoski, S. E., Carr, P. M., & Ward, D. S. (2012). Novel Approaches to Obesity Prevention: Effects of Game Enjoyment and Game Type on Energy Expenditure in Active Video Games. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 6(4), 839–848. <https://doi.org/10.1177/193229681200600415>
- Marcano, B. (2008). SERIOUS GAMES AND TRAINING IN THE DIGITAL SOCIETY. *Teoría de La Educación*, 9(3). Retrieved from <http://www.usal.es/>
- Márquez, J. J. (2002). An Introduction to Virtual Reality. *Humans and Automation Seminar*. Retrieved from <http://web.mit.edu/16.459/www/VR1.pdf>

- Maruti Techlabs. (2015). Choosing the Right Back-end Technology for your Business. Retrieved April 22, 2017, from <http://www.marutitech.com/back-end-technology/>
- Maza Palacios, C. (2012). Obesidad infantil y sedentarismo (tv, ordenador y videojuegos).
- McKenzie, S., Bangay, S., Barnett, L. M., Ridgers, N. D., & Salmon, J. (2014). Encouraging organized active game play in primary school children. In *2014 IEEE Games Media Entertainment* (pp. 1–8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GEM.2014.7047972>
- Metabolismo basal - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Retrieved May 2, 2017, from https://es.wikipedia.org/wiki/Metabolismo_basal
- Miles, Matthew B. Huberman, A. M. M. B. M. A. M. H. (1994). *An expanded sourcebook qualitative data analysis*. Retrieved from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?!sisScript=sibe01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=003349>
- Milgram, P., Fumio, +, & °, K. (1994). A TAXONOMY OF MIXED REALITY VISUAL DISPLAYS. *IEICE Transactions on Information Systems*, (12). Retrieved from http://vered.rose.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html
- Ministerio de salud. (n.d.). Actividad física. Retrieved April 27, 2017, from <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Actividad-Física.aspx>
- Ministerio de salud y protección social. (2009). *Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2010*. Bogotá. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/Base de datos ENSIN - Protocolo Ensin 2010.pdf>
- Moses, T. (2012). Zombies, Run! - review. *The Guardian*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/technology/2012/mar/25/zombies-run-naomi-alderman-app%22>
- Mueller, F., Agamanolis, S., & Picard, R. (2003). Exertion interfaces. In *Proceedings of the conference on Human factors in computing systems - CHI '03* (p. 561). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/642611.642709>
- Müller, D. (2004). Mixed Reality Learning and Working Environments -The MARVEL approach. In *12th European Conference for Educational and Information Technology*. Karlsruhe, Germany.
- Muñoz Carrillo, G. V., & Villafuente León, M. L. (2014). *Campaña de Mercadeo Social que Promueve el Derecho al Juego de Niños y Niñas en Familia por Medio de la Recuperación de Juegos Tradicionales Ecuatorianos: "Máquina del tiempo, tus juegos pueden ser sus juegos."* UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.
- Newman, J., & Newman, J. (2012). Google's "Project Glass" Teases Augmented Reality Glasses. PCWorld. Retrieved from https://www.pcworld.com/article/253200/googles_project_glass_teases_augmented_reality_glasses.html
- Niantic, I. (n.d.). Página De Inicio | Pokémon GO. Retrieved February 26, 2017, from <http://www.pokemongo.com/es-la/>
- Nielsen, J., & Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '93* (pp. 206–213). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/169059.169166>

- Norcio, A. F., & Stanley, J. (1989). Adaptive human-computer interfaces: a literature survey and perspective. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 19(2), 399–408. <https://doi.org/10.1109/21.31042>
- Nunes, M., Nedel, L., & Roesler, V. (2013). Motivating people to perform better in exergames: Collaboration vs. competition in virtual environments. In *2013 IEEE Virtual Reality (VR)* (pp. 115–116). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VR.2013.6549389>
- Oddworld. (2012). Countdown Sequence. Freesound. Retrieved from <https://www.freesound.org/people/Oddworld/sounds/162855/>
- Oh, Y., & Yang, S. (2010). Defining Exergames & Exergaming. In *Meaningful play*.
- OMS | ¿Qué se entiende por actividad moderada y actividad vigorosa? (2013). WHO. Retrieved from http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/es/
- OMS | Actividad física. (2013). WHO.
- OMS | Obesidad y sobrepeso. (2016). WHO. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud*. Ginebra. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44441/1/9789243599977_spa.pdf
- Pan Studio. (2016). Run An Empire - A real world strategy running game. Retrieved February 26, 2017, from <http://www.runanempire.com/>
- Patel, R., Kunche, A., Mishra, N., Bhaiyat, Z., & Joshi, R. (2015). Comparative Review Of Existing Mobile Payment Systems. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(7), 16873–16884. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Rahul_Joshi19/publication/279189695_Comparative_Review_Of_Existing_Mobile_Payment_Systems/links/558d525808aee3a2ad9a0885.pdf
- Patton, J. (2015a). Story Map Concepts. Comakers. Retrieved from http://jpattonassociates.com/wp-content/uploads/2015/03/story_mapping.pdf
- Patton, J. (2015b). User Story Mapping, Discover the whole story. Retrieved April 22, 2017, from <https://www.slideshare.net/jeffpatton/user-story-mapping-discovery-the-whole-story>
- Play Station. (2011). SONY COMPUTER ENTERTAINMENT AMERICA LLC ANNOUNCES INCREDIBLE LINEUP OF PLAYSTATION®MOVE HOLIDAY TITLES. Retrieved June 2, 2016, from <http://us.playstation.com/corporate/about/press-release/scea-announces-incredible-lineup-of-playstation-move-holiday-titles.html>
- Pokémon GO aterriza en móviles: un éxito de Nintendo que estaba cantado. (n.d.). *Eleconomista.es*. Retrieved from <http://www.eleconomista.es/tecnologia-videojuegos/noticias/7689454/07/16/Pokemon-GO-ateriza-en-moviles-un-exito-de-Nintendo-que-estaba-cantado.html>
- Post-it - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Retrieved April 6, 2017, from <https://es.wikipedia.org/wiki/Post-it>
- Redacción. (2016). Las apps de Android más descargadas en 2015. Retrieved June 2, 2016, from <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/techbit/2016/01/8/las-apps-de-android-mas-descargadas-en-2015>

- Redacción Gedesco. (2015). El auge de los videojuegos no frena. Retrieved June 2, 2016, from <http://www.gedesco.es/blog/el-auge-de-los-videojuegos-no-frena/>
- Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2003). Location based applications for mobile augmented reality. In *Proceedings of the Fourth Australasian user interface conference on User interfaces 2003 - Volume 18* (pp. 65–73). Adelaide, Australia: Australian Computer Society. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=820103>
- Roberts, C. M. (2006). Radio frequency identification (RFID). *Computers & Security*, 25(1), 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2005.12.003>
- Robson, C. (2002). *Real world research : a resource for social scientists and practitioner-researchers*. Blackwell Publishers. Retrieved from https://books.google.es/books/about/Real_World_Research.html?id=DkplMcAysFQC&hl=es
- Rollings, A., & Adams, E. (Ernest W. . (2003). *Andrew Rollings and Ernest Adams on game design*. New Riders.
- Rollings, A., & Morris, D. (2004). *Game architecture and design*. New Riders.
- Rombach, H. D., Basili, V. R., & Selby, R. W. (1993). *Experimental software engineering issues: critical assessment and future directions: international workshop, Dagstuhl Castle, Germany, September 14-18, 1992 : proceedings. Proceedings of the International Workshop on Experimental Software Engineering Issues: Critical Assessment and Future Directions*. Springer-Verlag. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=725507>
- Rouillard, J. (2008). Contextual QR Codes. In *2008 The Third International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology (iccgi 2008)* (pp. 50–55). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCGI.2008.25>
- Rubeer Duck Software. (n.d.). Pizza Runner - Fitness Game - Aplicaciones de Android en Google Play. Retrieved February 27, 2017, from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rubberducksoftware.PizzaRunner>
- Runeson, P. (2012). *Case study research in software engineering : guidelines and examples*. Wiley.
- Ryan, T. (1999). The Anatomy of a Design Document, Part 1: Documentation Guidelines for the Game Concept and Proposal. Retrieved April 7, 2017, from http://www.gamasutra.com/view/feature/131791/the_anatomy_of_a_design_document_.php?page=2
- Sánchez, J. L. G., Vela, F. L. G., Simarro, F. M., & Padilla-Zea, N. (2012). Playability: analysing user experience in video games. *Behaviour & Information Technology*, 31(10), 1033–1054. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2012.710648>
- Santos, A., Guimarães, V., Matos, N., Cevada, J., Ferreira, C., & Sousa, I. (2015). Multi-sensor Exercise-based Interactive Games for Fall Prevention and Rehabilitation. In *Proceedings of the 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. ICST. <https://doi.org/10.4108/icst.pervasivehealth.2015.259115>
- Schwaber, K., & Beedle, M. (2002). *Agile software development with Scrum*. Prentice Hall. Retrieved from https://books.google.com.co/books/about/Agile_Software_Development_with_Scrum.html?id=BpFYAAAAYAAJ&redir_esc=y
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). *The Scrum Guide™ The Definitive Guide to Scrum*:

- The Rules of the Game, 16. Retrieved from <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-us.pdf>
- Scrum Alliance. (n.d.). What is Scrum? An Agile Framework for Completing Complex Projects - Scrum Alliance. Retrieved April 21, 2017, from <https://www.scrumalliance.org/why-scrum>
- Serrano, C. E. (2005). *Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería*. (E. U. del Cauca, Ed.) (2nd ed.). Popayán.
- Sharma, V., Gusain, P., & Kumar, P. (2013). NEAR FIELD COMMUNICATION. In *Conference on Advances in Communication and Control Systems 2013*. Retrieved from http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43843983/1569735785.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1493206912&Signature=j1g5oqZoPrJHoPr8zdkE0wg9Wf8%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DNear_Field_Communication.pdf
- Shea, R., Jiangchuan Liu, Ngai, E. C.-H., & Yong Cui. (2013). Cloud gaming: architecture and performance. *IEEE Network*, 27(4), 16–21. <https://doi.org/10.1109/MNET.2013.6574660>
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality: interface, application, and design*. Morgan Kaufmann. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/book/9781558603530>
- Siltanen, S. (2012). *Theory and applications of marker-based augmented reality*. VTT Technical Research Centre of Finland. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/235741850_Theory_and_applications_of_marker_based_augmented_reality
- Six to Start. (2014a). Dungeon Runner. Retrieved February 27, 2017, from <http://dungeonrunnerapp.com/>
- Six to Start. (2014b). Step Buy Step. Retrieved February 27, 2017, from <http://stepbuystepgame.com/>
- Six to Start and Naomi Alderman. (2016). The Walk. Retrieved February 27, 2017, from <http://www.thewalkgame.com/#>
- Sobre las licencias - Creative Commons. (2001). Retrieved April 18, 2017, from <https://creativecommons.org/licenses/>
- Socket.io: let's go to real time! - Ultra fast applications using Node.js. (2016). Retrieved April 22, 2017, from <https://openclassrooms.com/courses/ultra-fast-applications-using-node-js/socket-io-let-s-go-to-real-time>
- Socket.IO — Docs. (2014). Retrieved April 22, 2017, from <https://socket.io/docs/>
- SPINTRONIC. (2010). Zombie's Salad. Jamendo Music.
- Springer. (n.d.). About Springer. Retrieved February 6, 2017, from <http://www.springer.com/la/about-springer>
- Stack Overflow Developer Survey 2016 Results. (2016). Retrieved April 22, 2017, from <http://stackoverflow.com/insights/survey/2016#technology>
- Staiano, A. E., & Calvert, S. L. (2011). Exergames for Physical Education Courses: Physical, Social, and Cognitive Benefits. *Child Development Perspectives*, 5(2), 93–98. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00162.x>

- Statista. (n.d.). Global unit sales of current generation video game consoles from 2008 to 2016 (in million units). Retrieved February 2, 2017, from <https://www.statista.com/statistics/276768/global-unit-sales-of-video-game-consoles/>
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Subirats Bayego, E., Subirats Vila, G., & Soteras Martínez, I. (2012). Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina Clínica*, 138(1), 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.12.008>
- Susi, T., & Johannesson, M. (2007). Serious Games – An Overview.
- Tekinbaş, K. S., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: game design fundamentals*. MIT Press.
- The Exergaming Network Wiki. (2011). Exergaming Definitions. Retrieved February 2, 2017, from [http://exergaming.pbworks.com/w/page/12085421/Exergaming Definitions](http://exergaming.pbworks.com/w/page/12085421/Exergaming%20Definitions)
- The Java™ Tutorials. (2015). What Is a Socket? Retrieved April 22, 2017, from <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/sockets/definition.html>
- The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in. (1998). *Adults. Med. Sci. Sports Exerc*, 30(6), 975–991. Retrieved from http://kic.nisb.nl/docs/ACSM_beweegnorm.pdf
- Top 10 most popular programming languages on GitHub. (2016). Retrieved April 22, 2017, from <https://www.techworm.net/2016/09/top-10-popular-programming-languages-github.html>
- Top 7 : Best free web development IDE for JavaScript, HTML and CSS | Our Code World. (2016). Retrieved April 22, 2017, from <http://ourcodeworld.com/articles/read/200/top-7-best-free-web-development-ide-for-javascript-html-and-css>
- Trujillo, J. C. G., Muñoz, J. E., & Villada, J. F. (2013). Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física. *Revista Médica de Risaralda*, 19(2). <https://doi.org/10.22517/25395203.8527>
- VR Express. (2016). *Unlocking the Potential of Virtual Reality*. Retrieved from <http://www.vrexpress.bg/wp-content/uploads/2016/08/Unlocking-the-Potential-of-Virtual-Reality-FINAL.pdf>
- Wagner, D., & Schmalstieg, D. (2006). Handheld Augmented Reality Displays. In *IEEE Virtual Reality Conference (VR 2006)* (pp. 321–321). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VR.2006.67>
- Ward, M., Azuma, R., Bennett, R., Gottschalk, S., & Fuchs, H. (1992). A demonstrated optical tracker with scalable work area for head-mounted display systems. In *Proceedings of the 1992 symposium on Interactive 3D graphics - SI3D '92* (pp. 43–52). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/147156.147162>
- Warren, J. M., Ekelund, U., Besson, H., Mezzani, A., Geladas, N., Vanhees, L., & Experts Panel. (2010). Assessment of physical activity – a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 17(2), 127–139. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e32832ed875>
- Westlin, J., & Laine, T. H. (2014). Short paper: Calory Battle AR: An extensible mobile augmented reality exergame platform. In *2014 IEEE World Forum on Internet of Things*

- (WF-IoT) (pp. 171–172). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2014.6803144>
- WHO. (2016). OMS | Obesidad y sobrepeso. WHO. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., & Wesslén, A. (2012). *Experimentation in Software Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-29044-2>
- X-box. (n.d.). Kinect for Xbox One. Retrieved June 2, 2016, from <http://www.xbox.com/en-AU/xbox-one/accessories/kinect>
- Yi-bo, L., Shao-peng, K., Zhi-hua, Q., & Qiong, Z. (2008). Development Actuality and Application of Registration Technology in Augmented Reality. In *2008 International Symposium on Computational Intelligence and Design* (pp. 69–74). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISCID.2008.120>
- Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2013). Augmented Reality and Education: Applications and Potentials (pp. 385–414). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32301-0_17
- Zhao, Q. (2009). A survey on virtual reality. *Science in China Series F: Information Sciences*, 52(3), 348–400. <https://doi.org/10.1007/s11432-009-0066-0>
- Zimmerman, E. (2004). Narrative, Interactivity, PLayer and Games: Four Naughty Concepts in Need of Discipline. *First Person - MIT Press*, 154–163.
- Zou, Z., Chen, Q., Uysal, I., Zheng, L., & Zheng, L. (2014). Radio frequency identification enabled wireless sensing for intelligent food logistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017), 20130313–20130313. <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0313>
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25–32. <https://doi.org/10.1109/MC.2005.297>