

LEAP QUAKE VIDEOJUEGO PARA REPRESENTAR ACTIVIDADES DE
PREVENCIÓN, REACCIÓN Y RECUPERACIÓN DE UN TERREMOTO DENTRO DE
UN EDIFICIO, CONTROLADO POR LOS GESTOS DE LAS MANOS.

YESICA ANDREA PULIDO ESCOBAR.

COD: 2012103054

MARCO AURELIO GRANADOS SANTANA.

COD: 2012103031

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C. 2018

LEAP QUAKE VIDEOJUEGO PARA REPRESENTAR ACTIVIDADES DE
PREVENCIÓN, REACCIÓN Y RECUPERACIÓN DE UN TERREMOTO DENTRO DE
UN EDIFICIO, CONTROLADO POR LOS GESTOS DE LAS MANOS.

YESICA ANDREA PULIDO ESCOBAR.

MARCO AURELIO GRANADOS SANTANA.

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN
ELECTRÓNICA.

DIRECTOR:

DIEGO MAURICIO RIVERA PINZÓN

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C. 2018

Nota de aceptación

Firma del Director del Trabajo de Grado.

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestras familias que día a día nos apoyaron, para que nosotros pudiéramos cumplir con esta meta.

Agradecimientos


Le agradecemos a nuestros padres por todo el esfuerzo que hicieron para apoyarnos y por formarnos como las personas que somos hoy en día.

Le damos gracias a Carlos Pulido por su colaboración como voz en el video de instrucciones de Leap Quake.

Agradecemos a el profesor Diego por sus asesorías y colaboraciones en la elaboración de este proyecto por su tiempo y por los conocimientos que nos transmitió.

También agradecemos a nuestros compañeros Johana, Camilo y Manuel, quienes nos ayudaron resolviendo dudas y nos acompañaron durante largos días de trabajo en el laboratorio de la universidad.

Le agradecemos a la Universidad Pedagógica Nacional y a la coordinación de electrónica por darnos la oportunidad de formarnos como licenciados en electrónica.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Conocimiento al servicio</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 6	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Leap Quake: videojuego para representar actividades de prevención, reacción y recuperación de un terremoto dentro de un edificio, controlado por los gestos de las manos.
Autor(es)	Granados Santana, Marco Aurelio; Pulido Escobar, Yesica Andrea
Director	Rivera Pinzón, Diego Mauricio
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 75 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	LEAP MOTION; VIDEOJUEGO; UNITY; TERREMOTO; PREVENCIÓN; REACCIÓN Y RECUPERACIÓN.

2. Descripción
<p>Leap Quake es un videojuego que puede complementar la capacitación de las personas en el tema de prevención y respuesta en caso de terremoto, al representar e informar sobre actividades de prevención, reacción y recuperación dentro de un edificio durante un terremoto, aprovechando las posibilidades formativas de los videojuegos. La propuesta es novedosa porque aún no se han asociado en un videojuego el tema de prevención, reacción y recuperación de sismos y terremotos con el sensor Leap Motion, el cual rastrea el movimiento, la velocidad y la orientación de manos y dedos con alta precisión. Para la representación del terremoto se programó un algoritmo con variables que simulan la magnitud, tiempo y decrecimiento de un movimiento telúrico el cual ocurre en el escenario de reacción, y también se repite en el escenario de recuperación con una réplica de menor magnitud; el algoritmo de terremoto genera fuertes sacudidas al edificio desencadenando diferentes situaciones de riesgo, durante y después del terremoto. Leap Quake ofrece la experiencia de un entorno en 3D que posibilita que el usuario se sienta inmerso en un ambiente que le permite navegar y manipular objetos, además, si el jugador tiene como objetivo mitigar la mortalidad en un terremoto, este videojuego es una posible herramienta de apoyo para prevenir e informar a las personas de una forma lúdica y divertida.</p> <p>El diseño del videojuego surgió por el interés de articular el tema de sismos y terremotos con las tecnologías emergentes aplicadas a la educación en ambientes de videojuegos en 3D, para lo cual se aprovecha las características del sensor Leap Motion para el reconocimiento de las manos y los dedos, lo que hace que el juego sea totalmente controlado a través de gestos que se pueden realizar con las manos.</p>

3. Fuentes

- Al-Khalifa, H. S. (16 de junio de 2017). CHEMOTION: A gesture based chemistry virtual laboratory with leap motion. *Computer Applications in Engineering Education*, 961- 976.
- Ameur, S., Khalifa, A. B., & Bouhlel, M. S. (2017). A comprehensive leap motion database for hand gesture recognition. *IEEE*, <http://ieeexplore.ieee.org/document/7939924/>.
- Babu, S. K., McLain, M. L., & Bijlani, K. (2017). Collaborative Game Based Learning of Post-Disaster Management: Serious Game on Incident Management Frameworks for Post Disaster Management. Mumbai, India: IEEE.
- Belda, J. (20 de 04 de 2015). Blog de ShowLeap. Obtenido de Leap motion características técnicas: www.blog.showleap.com/2015/04/leap-motion-caracteristicas-tecnicas/
- Chou, Y.-S., Hou, H.-T., Yu, M.-C., Lee, H.-J., Wu, H.-S., Yang, Y.-T., & Liao, Y.-J. (2012). Running Tommy©□Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape. Takamatsu, Japón: IEEE.
- Congreso de la República. (9 de Julio de 2012). Ley 1554 de 2012. Por la cual se dictan normas sobre la operación y funcionamiento de establecimientos que prestan el servicio de videojuegos y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia.
- David, P. M. (2017). Diseño e implementación de un sistema de entretenimiento lúdico basado en identificación de movimientos de manos a distancias cortas usando el sensor Leap Motion Controller. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.
- Davis, A. (16 de 08 de 2014). Leap motion blog. Obtenido de Introduccion al SDK de leap motion: www.blog.leapmotion.com/getting-started-leap-motion-SDK/
- Dicheva, D. C. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-78.
- Disaster Report 4 Plus: Summer Memories. (4). [videojuego para consola PlayStation]. (2018), Japón, PlayStation. Obtenido de <https://gaming.youtube.com/game/UC1-AyfyJNDCRcCn-h-5yD2Q#tab=0>
- Earthquake Simulator VR. (1). [simulador para Realidad Virtual]. Earthquake Simulator VR. (2017), Lindero Edutainment. Obtenido de store.steampowered.com
- Emil Wiklund, V. W. (2016). The Gamification Process: A Framework on gamification. JONKOPING UNIVERSITY.
- Fernandez Arroyo, A. (9 de 9 de 2013). UPCT. Obtenido de Simulador de accidentes de tráfico mediante motor de videojuegos Unity: www.repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3474/pfc5512.pdf;jsessionid=52C642BEDAF086F3A77BCB0CBBE6B07?sequence=1
- García Agenjo, I. J. (2015). Uso de Leap Motion en juegos didácticos para. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.
- García de la Calle, J. (2015). Nuevas formas de interacción gráfica con videojuegos: utilización de Leap Motion y Oculus RIFT. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.

Leap Motion, D. (2016). Leap Motion Developer. Obtenido de API Overview: www.developer.leapmotion.com/documentation/cscsharp/devguide/Leap_Overview.html#motion-tracking-data

Li, C., Liang, W., Quigley, C., Zhao, Y., & Yu, L.-F. (2017). Earthquake Safety Training through Virtual Drills. IEEE.

Mclain, M. L. (2016.). Collaborative Game Based Learning of Post-Disaster Management. Motion, L. (s.f.). Leap Motion. Obtenido de Leap Motion: www.leapmotion.com

Naciones Unidas. (2001). EQUIPO DE TAREAS INTERINSTITUCIONAL SOBRE REDUCCION DE DESASTRES. Naciones Unidas.

OMS, O. M. (2017). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Acción Saniaria en las Crisis Humanitarias: <http://www.who.int/hac/techguidance/ems/earthquakes/es/>

ONEMI. (octubre de 2013). RECOMENDACIONES "ANTES, DURANTE Y DESPUES" DE SISMOS Y TERREMOTOS. Mesa tecnica Interinstitucional para recomendaciones "anes durante y despues" de sismos y terremotos, 26. Santiago, Chile.

Pirker, J., Pojer, M., Holzinger, A., & Gütl, C. (2017). Gesture-Based Interactions in Video Games with the Leap Motion Controller. Human-Computer Interaction. User Interface Design, Development and Multimodality, 620-633. proyectosagiles.org. (s.f.).

proyectosagiles.org. Obtenido de Qué es SCRUM: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

Ramirez, D. F., & Roldán, J. A. (2017). JELLYSHAPE. Chía - Cundinamarca: Universidad De La Sabana.

S, F., E, B., A, F., L, S., & Zonno, C. G. (2016). Education: Can a bottom-up strategy help for earthquake disaster prevention? Bulletin of Earthquake Engineering, 2069 - 2086.

Simulacro de desastre del terremoto. (1). [Aplicacion de internet]. (2016), Japón, wowGame. Obtenido de Simulacro de desastre del terremoto: http://www.wowgame.jp/game_html/287.html

SMITH, D. (2014). EARTHQUAKE REBUILD:A GAME FOR THE STEALTH LEARNING OF MIDDLE SCHOOL MATH. FLORIDA: FLORIDA STATE UNIVERSITY.

Tanes, Z. (2017). Shall we play again? The effects of repetitive gameplay and self-efficacy on behavioural intentions to take earthquake precautions. Behaviour & Information Technology, 1037-1045.

THANAH: Contra terremotos y tsunamis. (1). [Aplicacion para Celular]. (2016), Bangkok, Thailand, Opendream.

Tips seguros contra terremotos. (1). [Aplicacion para celular]. (2017), Fujian, China, BabyBus Kids Games.

Unity. (2016). Unity Documentation. Obtenido de Manual de Unity: www.docs.unity3d.com/es/current/Manual/UnityManual.html

Wouters, P. N. (2013). A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effect of Seirous Games. Journal of Educational Psychology.

Yi-Shiuan Chou, H.-T. H.-C.-J.-S.-T.-J. (2012). Running Tommy. Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape.

Yi-Shiuan Chou, H.-T. H.-C.-J.-S.-T.-J. (2012). Running Tommy©□Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape. Takamatsu, Japón: IEEE.

Zeynep Tanes, H. C. (2013). Goal setting outcomes: Examining the role of goal interaction in influencing the experience and learning outcomes of video game play for earthquake preparedness. *Computers in Human Behavior*, 858-869.

4. Contenidos

El trabajo de grado tuvo como objetivo general “Diseñar un videojuego controlado con las manos, que represente un terremoto en un edificio, informando sobre las actividades de prevención, reacción y recuperación” y como objetivos específicos “Diseñar un escenario que permita representar un terremoto dentro de un edificio, con las posibles situaciones de riesgo”, “Evaluar las situaciones de riesgo, para diseñar las actividades del escenario, antes, durante y después del terremoto”, “Programar los comportamientos autónomos de los personajes en el escenario, antes, durante y después del terremoto” y “Programar las mecánicas de interacción del usuario con el juego con los movimientos de las manos a través de un sensor de gestos”.

Los antecedentes consultados permitieron el diseño y el desarrollo de Leap Quake, se resaltan trabajos sobre el manejo del sensor Leap Motion y videojuegos relacionados con terremotos en alguno de sus tres momentos prevención, reacción y recuperación.

El marco teórico se orientó en resaltar conceptos claves que permitieron el desarrollo del videojuego, tales como: Leap Motion, orión, terremotos, videojuegos.

El desarrollo del videojuego se llevó a cabo a partir de reconocer el funcionamiento del sensor Leap Motion a partir del software Orion, el cual es el encargado del procesamiento de la posición, la velocidad y la orientación de las manos, después se consultaron las posibles situaciones de riesgo que se presentan durante un terremoto, estas situaciones se sometieron a la simulación del terremoto dentro del edificio y se seleccionaron las que mejor se adaptaron con las propiedades físicas del escenario, después de esto se articularon estas dos temáticas para diseñar los gestos de interacción, de navegación, los escenarios y las actividades de prevención, reacción y recuperación.

5. Metodología

La metodología implementada en el desarrollo del videojuego es la SCRUM.

SCRUM Es un proceso de desarrollo en el que se trabaja colaborativamente, en equipo, para obtener el mejor resultado posible en la ejecución de un proyecto a corto tiempo, se basa en ciclos de tiempo cortos y de duración fija llamados iteraciones que pueden durar de dos a cuatro semanas según la decisión del equipo; cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo que aporta al producto final. Esta metodología se adapta a este proyecto de la siguiente manera:

El equipo Scrum está organizado por tres integrantes, de los cuales uno es el Maestro Scrum que es el asesor de proyecto, y los otros dos conforman el Equipo Scrum que son los estudiantes que presentan el proyecto, encargados de cubrir todas las partes que conforman el proyecto.

Teniendo en cuenta que es un proyecto de pregrado el equipo Scrum se adaptó para realizar reuniones semanales con avances pequeños, y reuniones mensuales con avances significativos.

En las reuniones semanales se presentaron diferentes cambios o mejoras en los avances del videojuego; algunas de las iteraciones planeadas fueron:

- Evaluación de la situación de riesgo en un terremoto dentro de un edificio.
- Planeación de actividades del videojuego.
- Diseño estructural del edificio en 3D.
- Instalación de requerimientos (software, controladores, librerías y módulos).
- Programación de los gestos para controlar el videojuego.

- Programación de los movimientos autónomos de los personajes.
- Adaptación de efectos físicos a el edificio con muebles y enceres.
- Diseño de las actividades del videojuego.
- Diseño de la interfaz de usuario del videojuego.
- Desarrollo del documento escrito.

Las facilidades que encontramos con esta metodología fueron la flexibilidad y el corto plazo en el que se desarrolló el proyecto.

6. Conclusiones

Leap Quake es una propuesta para apoyar las capacitaciones y los entrenamientos, aprovechando las posibilidades formativas de los videojuegos para complementar los simulacros de terremotos. La propuesta es novedosa porque aún no se han asociado en un videojuego el tema de prevención, reacción y recuperación de sismos y terremotos con el sensor Leap Motion, Leap Quake sería el primer juego de terremoto en usar esta tecnología con reconocimiento gestual de señas refinadas, para informar actividades de los tres momentos, antes, durante y después de un terremoto.

Leap Quake ofrece la experiencia en un escenario 3D de un edificio con diferentes ambientes de oficinas y de vivienda, donde el jugador puede sentirse inmerso y con la posibilidad de manipular los objetos dinámicos de manera similar a los movimientos de la vida real. Para la representación del terremoto se programó un algoritmo con variables que simulan la magnitud, tiempo y decrecimiento de un movimiento telúrico el cual ocurre en el escenario de reacción, y también se repite en el escenario de recuperación con una réplica de menor magnitud; el algoritmo de terremoto genera fuertes sacudidas a el edificio desencadenando diferentes situaciones de riesgo como la caída de muebles y maquinas que pueden caer encima de los personajes u obstaculizar las salidas, también vidrios y cristales rotos, todo esto sucede durante y después del terremoto.

La evaluación de las posibles situaciones de riesgo se realizó dentro del edificio en los escenarios de reacción y prevención, donde se simularon las situaciones adversas que se pueden desencadenar a causa del terremoto. Lo que aportó al desarrollo de las actividades que el jugador debe completar a lo largo del juego, para determinar cuáles deberían ser las actividades de prevención y las acciones de respuesta durante el terremoto y de recuperación de sobrevivientes después del terremoto; todas las actividades se llevan a cabo dentro del edificio.

El algoritmo que controla los comportamientos predeterminados de los personajes utiliza una estrategia que les permite navegar dentro de los diferentes escenarios, sin chocar los demás objetos o personajes que se encuentren, también posibilita modificar la velocidad de desplazamiento dentro del edificio. Además, como contenido extra se programó una segunda estrategia para los personajes interactivos, son los que el usuario puede modificar, para rescatarlos los puede mover a puntos seguros o salidas de emergencia. Los personajes que se pueden encontrar a lo largo de todo el videojuego son personajes: predeterminados, interactivos y estáticos.

Los métodos que se utilizaron para la programación de las mecánicas de interacción de Leap Quake facilitaron el reconocimiento de los movimientos y gestos que se realizan con las manos y dedos, al punto de lograr captar señas refinadas para la navegación dentro del escenario y la interacción con objetos que se encuentran dentro del edificio. Además, se incluyeron los menús que se despliegan de las manos, los cuales contienen botones y objetos con los que el jugador puede interactuar de forma intuitiva, con estos menús se le ofrece al usuario diferentes opciones en todo momento durante el videojuego.

El trabajo a futuro de esta investigación es usar Leap Quake como herramienta digital que complemente las capacitaciones y entrenamientos de simulacros en hogares, empresas y colegios, para promover el

videojuego como una posible herramienta educativa. Adicionalmente se puede convertir el videojuego en una experiencia en realidad virtual.

Elaborado por:	Granados Santana, Marco Aurelio; Pulido Escobar, Yesica Andrea
Revisado por:	Rivera Pinzón, Diego Mauricio

Fecha de elaboración del Resumen:	23	08	2018
--	----	----	------

Contenido

LEAP QUAKE:	1
Dedicatoria	4
Agradecimientos	5
Lista de Tablas	14
Lista de Ilustraciones	15
RESUMEN	16
1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA – JUSTIFICACIÓN	18
1.2. OBJETIVOS	20
1.2.1. Objetivo General	20
1.2.2. Objetivos Específicos	20
1.3. ANTECEDENTES.....	22
2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA	26
2.1. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1.1. Videojuego	26
2.1.2. Unity desarrollador de video juegos	29
2.1.3. MonoDevelop	29
2.1.4. Leap Motion	30
2.1.5. Sweet Home 3D	35
2.1.6. Terremoto	36
2.2. METODOLOGÍA	39
3. DESARROLLO	42
3.1. VERSIONES DE SOFTWARE Y ASSETS UTILIZADOS	42
3.1.1. Versiones de software	42
3.1.2. Versiones de Assets	43
3.1.3. SDK	43
3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PERSONAJES Y LOS OBJETOS DENTRO DEL EDIFICIO	37
3.2.1. Movimiento de los personajes	44
3.2.2. Tipos de personajes	45

3.2.3. Configuraciones distintas de los objetos y los escenarios	45
3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS MECÁNICAS DE INTERACCIÓN DE USUARIO	46
3.3.1. Gestos de navegación	46
3.3.2. Intenciones con los Menús	48
3.3.3. Interacción con objetos del escenario	51
3.3.4. Interacción menú y escenario	52
3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ALGORITMOS IMPLEMENTADOS	53
3.4.1. Integración Leap Motion - Unity	53
3.4.2. Tabla de scripts	54
4. RESULTADOS	58
4.1. REQUERIMIENTOS PARA EJECUTAR EL VIDEOJUEGO	58
4.2. POBLACIÓN DIRIGIDA	58
4.3. INSTRUCCIONES DE JUEGO.....	58
4.4. DESCRIPCIÓN ESCENARIOS	59
4.4.1. Descripción del videojuego	59
4.4.2. Descripción de los escenarios	59
4.4.3. Descripción del edificio	61
4.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	64
4.5.1. Momento 1. Prevención, antes del terremoto	65
4.5.2. Momento 2. Reacción, durante el terremoto	69
4.5.3. Momento 3. Recuperación, después del terremoto	71
4.6. EVALUACIÓN SITUACIONES DE RIESGO	74
5. CONCLUSIONES	78
Referencias	81

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Descripción de los gestos y movimientos para navegar en el escenario.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 2. Descripción de los menús desplegables.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 3. Descripción de las interacciones del jugador con el escenario.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 4. Descripción de las interacciones del jugador entre los menús desplegables y el escenario.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 5. Descripción de los códigos programados para Leap Quake.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 6. Descripción y respuesta ante las posibles situaciones de riesgo.</i>	<i>67</i>

Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Modo de uso Leap Motion en Escritorio.</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 2. Dimensiones, del Sensor y Posición de los Ejes Sobre Escritorio.</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 3. Dimensiones del Espacio de Interacción del Sensor.</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 4. Nombres para las Instrucciones de la Mano, la Clase Dedos y Cada Hueso.</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 5. Definición de las funciones de la clase vector.</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 6. Ubicación de los Puntos de trayectoria.</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 7. Menú principal del videojuego.</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 8. Vista superior y vista frontal del primer piso del edificio.</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 9. Vista superior y vista frontal del segundo piso del edificio.</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 10. Vista superior y vista frontal del tercer piso del edificio.</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 11. Vista superior y vista frontal del cuarto piso del edificio.</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 12 Vista superior de la terraza.</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 13. Panel de actividades a realizar en el escenario de prevención.</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 14. Mano derecha con listado de objetos desplegado.</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 15. Forma de recolectar objetos.</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 16. Registros de los servicios públicos. (a) Registro del agua (b) Caja principal de control eléctrico (c) Válvula principal de agua.</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 17. (a) Registro del agua (b) Caja principal de control eléctrico (c) Válvula principal de agua. .</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 18. Indicación de registro ya señalado.</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 19. Mano izquierda con menú desplegado y la señalización de salidas de emergencia.</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 20. Panel de actividades a realizar en el escenario de prevención.</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 21. Fotocopiadora que obstruye una ruta de evacuación.</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 22. Personaje interactivo atrapado con el símbolo de ubicación.</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 23. Panel de actividades a realizar en el escenario de recuperación.</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 24. (a) Opciones de la mano izquierda objetos y menú (b) Mano derecha tomando el botiquín para atender al ciudadano caído.</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 25. Registro en señal de advertencia (b) botón de apagado para cerrar los registros (c)registro cerrado (d) registro del agua cerrado.</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 26. Personaje rescatado con el símbolo de ubicación.</i>	<i>66</i>

RESUMEN

En este documento se presenta una propuesta de videojuego que puede complementar la capacitación de las personas en el tema de prevención y respuesta en caso de terremoto, al representar e informar sobre actividades de prevención, reacción y recuperación dentro de un edificio durante un terremoto, aprovechando las posibilidades formativas de los videojuegos. La propuesta es novedosa porque aún no se han asociado en un videojuego el tema de prevención, reacción y recuperación de sismos y terremotos con el sensor Leap Motion, el cual rastrea el movimiento de manos y dedos con alta precisión. En Leap Quake el terremoto sucede dentro de un edificio, el cual está compuesto por distintos escenarios en los cuales el jugador puede navegar e interactuar con los objetos, y cumplir con las actividades respondiendo de manera adecuada a las posibles situaciones de riesgo. Para la representación del terremoto se programó un algoritmo con variables que simulan la magnitud, tiempo y decrecimiento de un movimiento telúrico el cual ocurre en el escenario de reacción, y también se repite en el escenario de recuperación con una réplica de menor magnitud; el algoritmo de terremoto genera fuertes sacudidas al edificio desencadenando diferentes situaciones de riesgo, durante y después del terremoto. Leap Quake se desarrolló con la intención de captar la atención y el interés de las personas hacia temas enfocados en los desastres sísmicos; ofreciendo una experiencia natural e intuitiva al momento de informar.

1. INTRODUCCIÓN

Se realizó el diseño de un videojuego en tercera persona controlado por las manos mediante un sensor de gestos, que recrea la situación de un terremoto al interior de un edificio e informa sobre las acciones de prevención, reacción y recuperación que el jugador debe realizar dentro del entorno.

El videojuego LEAP QUAKE puede complementar la capacitación y preparación en caso de un terremoto, al representar e informar sobre actividades de prevención, reacción y recuperación posibles dentro de un edificio durante un terremoto, aprovechando las posibilidades formativas de los videojuegos como lo plantea Edu Trends (2016):

Los juegos posibilitan diferentes estrategias de solución y con ello, propician que los jugadores sean creativos en la elaboración de sus diferentes intentos. Lo interesante de esta dinámica es que permite que los jugadores obtengan nuevos conocimientos, desarrollen nuevas habilidades, e incluso cambien sus actitudes.

LEAP QUAKE ofrece la experiencia de un entorno en 3D que posibilita que el usuario se sienta inmerso en un ambiente que le permite navegar y manipular objetos, además, si el jugador tiene como objetivo mitigar la mortalidad en un terremoto, este videojuego es una posible herramienta de apoyo para prevenir e informar a las personas de una forma lúdica y divertida.

El diseño del videojuego surgió por el interés de articular el tema de sismos y terremotos con las tecnologías emergentes aplicadas a la educación en ambientes de videojuegos en 3D, para lo cual se aprovecha las características del sensor Leap Motion para el reconocimiento de las manos y los dedos, lo que hace que el juego sea totalmente controlado

a través de gestos que se pueden realizar con las manos. Lo cual busca complementar la información y capacitación de las personas ante sismos o terremotos de una manera diferente a las tradicionales charlas y cartillas. LEAP QUAKE se hizo con la intención de captar la atención y el interés de las personas hacia temas enfocados en los desastres sísmicos; ofreciendo una experiencia natural e intuitiva al momento de informar.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA – JUSTIFICACIÓN

Las tecnologías emergentes aplicadas a la educación han permitido el desarrollo de interfaces y dispositivos para el control de videojuegos, éstos aportan experiencias interactivas y de comunicación más naturales entre el usuario y el ordenador, es decir manejar el computador con periféricos de entrada diferentes al mouse y al teclado mediante entornos más reales que captan la atención de los jugadores, debido al impacto que éstos han generado en la población se han desarrollado nuevos dispositivos con el fin de ofrecer formas de interactuar en los juegos de video, como el *Kinect* y el *LEAP MOTION* los cuales son sensores que permiten reconocer los movimientos y las posiciones de las manos.

En palabras de la experta en diseño de videojuegos Jane McGonigal (2011)

En el mundo de los juegos, aún sin ser lo suficientemente bueno, el jugador puede tener una experiencia muy divertida. Esto debido a que los juegos ofrecen un espacio seguro para fallar y aprender, retar a los usuarios y proveerles de retroalimentación inmediata, además de proporcionarles conexiones sociales”. Citado por (Edu Trends, 2016).

Por lo anterior LEAP QUAKE se presenta como una posible herramienta tecnológica, que complementa la capacitación y la información sobre la prevención y reacción en caso de

terremoto, donde se simulan entornos y situaciones reales mediante actividades que despiertan interés en el jugador como los desastres naturales.

Por otro lado, el decreto 93 de 1998 Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

Busca primero concientizar y educar en los temas de prevención y mitigación a los Entes nacionales y a los habitantes de las zonas de alto riesgo y, segundo, reaccionar de manera eficaz y eficiente a las contingencias de un evento natural. (Desastres, 1998).

Además, las necesidades reales de cada una de las instituciones y las condiciones ambientales y sociales actuales determinan la obligación y conveniencia de estar adecuadamente preparado para afrontar con éxito las eventuales situaciones de emergencia que se pueden presentar en las organizaciones. (SURATEP, 1999).

A pesar del considerable desarrollo de videojuegos y entornos virtuales es limitado el diseño de juegos que permiten representar o recrear situaciones reales que demandan aptitudes y/o destrezas físicas en situaciones específicas, de manera puntual, estar en la capacidad de conocer cómo se puede prevenir y actuar adecuadamente frente a posibles desastres naturales como un terremoto en un espacio cerrado.

Por lo anterior se evidencia la importancia de promover el desarrollo de videojuegos que complementen las capacitaciones ante un terremoto, que se vinculen a las experiencias que nos brindan las tecnologías emergentes aplicadas a la educación.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- Diseñar un videojuego controlado con las manos, que represente un terremoto en un edificio, informando sobre las actividades de prevención, reacción y recuperación.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un escenario que permita representar un terremoto dentro de un edificio, con las posibles situaciones de riesgo.
- Evaluar las situaciones de riesgo, para diseñar las actividades del escenario, antes, durante y después del terremoto.
- Programar los comportamientos autónomos de los personajes en el escenario, antes, durante y después del terremoto.
- Programar las mecánicas de interacción del usuario con el juego con los movimientos de las manos a través de un sensor de gestos.

El cumplimiento de estos objetivos se logró de la siguiente manera: *Primero*, para el diseño del escenario que representa el terremoto se utilizó el software libre Sweet Home 3D, el cual permitió hacer la parte estructural del edificio; además se acudieron a páginas de diseños en 3D para importar muebles y enceres que se encuentran al interior del edificio. *Segundo*, para las situaciones de riesgo se consultó en manuales y guías de riesgo ante desastres sísmicos de diferentes países, de éstas se tomaron en cuenta las actividades más relevantes para simular en el escenario de juego. *Tercero*, Se programaron los

movimientos predeterminados de los personajes con un sistema de navegación con puntos claves, y capaz de evadir obstáculos. *Cuarto*, se programaron las mecánicas de interacción utilizando diferentes estrategias, como lo son: el reconocimiento espacial dentro del área de trabajo del sensor, el reconocimiento de los dedos y, además, se utilizaron los módulos de interacción de Leap Motion.

Efectuando cada uno de los objetivos específicos se logró cumplir con el objetivo general, dando como resultado el videojuego LEAP QUAKE que puede complementar la capacitación de las personas en el tema de prevención y respuesta en caso de terremoto, el juego es totalmente controlado a través de gestos y movimiento que se pueden realizar con las manos.

En este videojuego se aprovechan novedosas tecnologías como el Software ORIÓN, que identifica los gestos y movimientos de los manos captados en el Leap Motion, para captar la atención y el interés de las personas hacia temas enfocados en los desastres sísmicos. Además, ofrece una interacción más natural, intuitiva al momento de informar. Eso hace de LEAP QUAKE en un videojuego único que puede complementar la capacitación en temas de prevención y reacción ante un sismo o terremoto.

1.3. ANTECEDENTES

Para este trabajo se realizó la revisión de: videojuegos, simuladores, aplicaciones y trabajos de investigación sobre juegos, todos con temáticas de sismos o terremotos donde se observan diferentes aspectos como los son: escenarios, actividades, retroalimentación, objetivos y resultados de investigaciones, a continuación, se encuentra una introducción donde se exponen algunos trabajos relacionados con este documento.

Entre los videojuegos educativos relacionados se encuentran (Baskaran & Rajalingan, 2016) Running Tommy (Li, Liang, Quigley, Zhao, & Yu, 2017) Simulacro de desastre del terremoto (wowGame, 2016), sus objetivos están enfocados a la prevención de desastres y a la recolección de elementos vitales para sobrevivir en caso de un sismo o terremoto. Por otro lado, están los videojuegos serios de (Babu, McLain, Bijlani, Jayakrishnan, & Bhavani, 2017) y EARTHQUAKE REBUILD de (Smith, 2014) los cuales tienen un fin educativo con la diferencia de que sus actividades se relacionan con el post-desastre. Adicionalmente existen videojuegos de ocio desarrollados en un ambiente de realidad virtual sobre terremotos como es el caso de “*Disaster Report*” de (PlayStation, 2018), en éste el jugador es un sobreviviente a un terremoto de gran escala que se presenta en una ciudad, además de simuladores de terremotos que tienen como finalidad entrenar a los jugadores en actividades de prevención y reacción como “Earthquake Safety Training through Virtual Drills” de (Li, Liang, Quigley, Zhao, & L.-F. Yu, 2017), “Earthquake Simulator VR” de (Lindero Edutainment, 2017) y “Development of a Earthquake Simulator on a Smartphone” de (Yamamoto & Mizuno, 2018). Así mismo existen aplicaciones para teléfonos inteligentes como Tanaha de (Opendream, 2016); y Tips seguros contra terremotos de (BabyBus Kids Games, 2017) que están dirigidas a un público infantil y que realimentan las acciones del jugador reiterando actividades que se presentan antes y durante un terremoto. Además, existen autores que investigaron los efectos positivos del juego repetitivo en videojuegos educativos sobre terremotos (Zeynep Tanes, 2013) y (S, E, A, L, & Zonno, 2016) obteniendo resultados efectivos.

Los escenarios de algunos de los antecedentes son entornos comunes de interior de inmuebles o edificios como oficinas, salas de estar, comedores y dormitorios, este es el caso de los trabajos de (Li, Liang, Quigley, Zhao, & Yu, 2017); por otro lado, (Yi-Shiuan Chou, Running Tommy. Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape., 2012), los videojuegos (wowGame, 2016) y (Lindero Edutainment, 2017) se limitaron a desarrollar escenarios de lugares domésticos como habitaciones y cocinas. El desarrollo de los escenarios de interiores es importante en videojuegos con temática de sismo o terremoto, porque es habitual que las personas pasen tiempo en estos lugares desarrollando sus actividades cotidianas como trabajar o descansar. En el caso de zonas exteriores es común ver ciudades destruidas y a la vez edificios que colapsan o ya están destruidos como sucede en el videojuego de PlayStation Disaster Report (PlayStation, 2018); otro ejemplo es la aplicación “Tips contra terremotos” (BabyBus Kids Games, 2017) que trabaja escenarios de exteriores donde el personaje debe de caminar cuidándose de que no le caiga ningún objeto encima.

Es común que en los videojuegos de terremoto las actividades se lleven a cabo en tres momentos: antes, durante y después del sismo; un ejemplo de juego que opta por dar lecciones clave de supervivencia para todas las fases de un desastre es Tanaha (Opendream, 2016); aunque también existen videojuegos que desarrollan solo uno o dos momentos: Las actividades de prevención son las que se pueden desarrollar antes de un movimiento telúrico, en algunos juegos revisados como(Lindero Edutainment, 2017), (BabyBus Kids Games, 2017) y (Chou, y otros, 2012) los jugadores deben recolectar, utilizar, elementos y herramientas necesarias para sobrevivir, estos bienes y elementos de protección por lo general se encuentran dentro de los escenarios de interiores.

Durante el terremoto surgen otras acciones enfocadas en la toma de decisiones por parte del jugador para proteger la vida del personaje o personajes; uno de los trabajos que resalta esta idea es (Tanes, 2017); además en los escenarios de videojuegos se pueden simular las acciones que se deben y que no se deben hacer en caso de un terremoto, y como resultado de una mala decisión pueden existir pérdidas, como en el caso de los trabajos realizados por: (S, E, A, L, & Zonno, 2016) y (Yi-Shiuan Chou, Running

Tommy. Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape., 2012). Otro ejemplo es el videojuego: "Simulacro de desastres para terremotos" (wowGame, 2016) donde el personaje debe reaccionar a situaciones como incendios y derrumbes, el jugador deberá utilizar las herramientas adecuadas (casco, extintor y botiquín) y tomar las decisiones correctas para proteger la vida del personaje.

Existen videojuegos enfocados en el post-desastre como "Disaster Report" (PlayStation, 2018), donde se pueden encontrar edificios colapsados; dentro de los cuales encontrará sobrevivientes y rutas de escape adicionales, además se puede encontrar nuevos elementos para sobrevivir. Otros juegos están orientados a la administración y reconstrucción de una región o ciudad por ejemplo los trabajos de: (Babu, McLain, & Bijlani, 2017) y (SMITH, 2014).

Los objetivos son una parte fundamental de todo juego, en estos casos lo más común es que el objetivo sea sobrevivir o salvar la mayor cantidad de vidas posibles; en el trabajo de (Zeynep Tanes, 2013) se encontró un estudio sobre los efectos de interactuar con los objetivos del juego de terremoto. En las aplicaciones de (BabyBus Kids Games, 2017) y (Opendream, 2016) se retroalimentan las actividades que el jugador ejecuta, mostrándole sus aciertos y errores.

También se encontraron investigaciones que evalúan si el videojuego desarrollado deja algún aprendizaje o enseñanza en los jugadores, los siguientes trabajos obtuvieron resultados positivos (Li, Liang, Quigley, Zhao, & Yu, 2017), (Babu, McLain, & Bijlani, 2017), (Zeynep Tanes, 2013), (Yi-Shiuan Chou, Running Tommy. Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape., 2012) y (Tanes, 2017), este último resalta que el juego repetitivo desarrolla capacidades significativas para tomar precauciones.

Como muestra de que se puede seguir innovando en cuanto a videojuegos y simuladores de sismos, se encontraron trabajos recientes en Realidad Virtual como: el trabajo de (Li, Liang, Quigley, Zhao, & Yu, 2017) y el videojuego de (Lindero Edutainment, 2017), enfocados en crear experiencias más cercanas a la realidad.

De los antecedentes revisados se encontraron algunas aplicaciones y videojuegos que utilizan el sensor de gestos Leap Motion como mando para jugar o interactuar.

Existen trabajos que enlazaron los controladores de Leap Motion con el motor de desarrollo de videojuegos Unity, además utilizaron el SDK para la programación de gestos como es el caso de (David, 2017) y (Ramirez & Roldán, 2017). En el caso de (David, 2017) se utiliza *pitch*, *roll* y *yaw*, que son tres movimientos descritos en el SDK para la navegación y describen la orientación de un objeto en tres dimensiones, por otro lado (Ramirez & Roldán, 2017) usan el método *SwipeGesture* para las mecánicas de control. A diferencia de (García Ajenjo, 2015) que utiliza una base de datos de gestos predefinidos que se deben grabar para que el Software pueda compararlos y reconocerlos correctamente permitiendo la ejecución del juego.

Se concluye de esta revisión que es pertinente promover el desarrollo de videojuegos relacionados con los desastres sísmicos y terremotos, donde se simulen posibles eventos y situaciones de riesgo que ocurren durante un terremoto dentro de un edificio, lo que tiene como finalidad complementar la información y la capacitación, acerca de las actividades de prevención, reacción y recuperación ante un desastre. Además, dándole un valor agregado como lo es el control gestual y de posicionamiento de manos y dedos, a través de el sensor Leap Motion.

2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Videojuego

Son “un software creado para el entretenimiento en general y basado en la interacción entre una o varias personas, mediante un aparato electrónico que ejecuta el videojuego; este dispositivo electrónico puede ser una computadora, una máquina Arcade, una videoconsola, un dispositivo portátil (un teléfono móvil, por ejemplo) los cuales son conocidos como "plataformas"” (EcuRed, 2017).

En palabras de la Doctora en Educación, Ana Licona (2009), argumenta que los videojuegos son juegos electrónicos que comprometen actividades interactivas, contenidas en un soporte, que se ejecutan sobre una plataforma, ejercitando las áreas cognitivas del jugador en la resolución de éste. En resumen, se puede decir que los videojuegos son sistemas electrónicos que se desenvuelven en un ordenador o una videoconsola.

2.1.1.1. Elementos de un juego

En el desarrollo de un juego se tienen en cuenta algunos elementos que lo caracterizan. Aunque no existe un acuerdo en su clasificación y en su descripción

(Dicheva, 2015) se pueden identificar algunas categorizaciones: mecánicas, dinámicas, visuales y estéticas (Emil Wiklund, 2016).

Algunos de los elementos de un juego, realizados por Edutrends:

- Metas y objetivos: generan motivación al presentar al jugador un reto o una situación problemática por resolver. Ayudan a comprender el propósito de la actividad.
- Reglas: están diseñadas para limitar las acciones de los jugadores y mantener el juego manejable.
- Narrativa: sitúa a los participantes en un contexto realista en el que las acciones y tareas pueden ser practicadas.
- Libertad para equivocarse: anima a los jugadores a experimentar riesgos sin causar miedo o daño irreversible.
- Retroalimentación: dirige el avance del usuario a partir de su comportamiento. Suele ser inmediata, al indicar a el jugador si se está actuando de forma correcta o en qué medida se dirige al objetivo.
- Restricción de tiempo: introduce a una presión extra que puede ayudar a concretar los esfuerzos para resolver una tarea en un periodo determinado.

2.1.1.2. Videojuegos serios

Los videojuegos serios son juegos inmersivos basados en computadora pensados y creados con un propósito educativo e informativo más allá del entretenimiento, por ejemplo, simuladores o juegos diseñados para generar conciencia (Dicheva, 2015) ,de lo anterior se

puede deducir que los juegos serios están siendo ampliamente reconocidos como herramientas educativas efectivas ya que tiene como objetivo desarrollar una habilidad específica en el jugador.

El Juego Serio busca incidir en la resolución de problemas reales en entornos fabricados que simulan la vida real; pueden ser divertidos, aunque no sea su intención principal, en la creación de estos se busca un cambio social, el desarrollo de habilidades y una mejora en la salud emocional (Wouters, 2013) ; por lo anterior Jugar estos juegos puede permitir que los jugadores adquieran conocimientos y habilidades útiles para la preparación, la respuesta y la recuperación en desastres sísmicos. Por otro lado, Jugar estos juegos repetidamente puede generar autoeficacia, hábitos, actitudes, destrezas y en consecuencia conducir a intenciones de comportamiento para tomar precauciones y decisiones ante un sismo.

2.1.1.3. Videojuegos interactivos

“Son juegos de video que permiten a los usuarios interactuar con movimientos naturales sin necesidad de tener contacto físico con un control tradicional de videojuegos, característica que los hace atractivos para todo tipo de público” (Quatio, 2009). Se puede afirmar que estos poseen un aspecto positivo particular: brindar al usuario experiencias más reales sin necesidad de un dispositivo de control.

2.1.1.4. Videojuegos retroalimentados

Los juegos proporcionan una retroalimentación inmediata de las acciones con pistas visuales, auditivas, textuales, etc. Los jugadores deben ser capaces de inferir los progresos a partir de las informaciones proporcionadas por el sistema.

2.1.2. Unity desarrollador de video juegos

Unity es un motor de desarrollo para videojuegos en 2D y en 3D disponible para plataformas Microsoft Windows, OS X, iOS, Android, Linux; mediante un editor y scripting que permiten dar un acabado profesional a un videojuego. Este software es una poderosa herramienta para crear y simular un mundo cercano a la realidad y de gran calidad, debido a la colaboración entre programadores se puede acceder y hacer uso de una amplia gama de librerías y herramientas para la creación de aplicaciones con texturas, relieves, sistemas, efectos (Fernandez Arroyo, 2013). Está disponible en dos versiones: la gratuita y la profesional; además cuenta con documentación y tutoriales que facilitan reconocer y manejar sus funciones como gráficas, audio, video, física, animación, UI, navegación, realidad virtual, entre otras.

La herramienta de desarrollo UNITY permite usar diferentes lenguajes de programación orientada a objetos a través de una implementación que está basada en scripts, los cuales pueden ser realizados en los lenguajes Java Script, C#, Python y Boo. A su vez permite una compatibilidad con gran variedad de formatos de imágenes, texturas, sonidos, fuentes tipográficas, modelos y animaciones 3D desde programas externos como Bender, Cinema 4D, Autodesk 3D, Studio Max, entre otras (Fernandez Arroyo, 2013).

2.1.3. MonoDevelop

Es el ambiente de desarrollo integrado (IDE) libre y gratuito que viene por defecto instalado en Unity, este IDE combina la operación de un editor de texto con adicionales características para gestionar y depurar las tareas del proyecto que se desarrolla. Este entorno permite la creación de scripts en el lenguaje de programación C# (Unity, 2016).

2.1.4. Leap Motion

Leap Motion es un dispositivo de control gestual con una gran sensibilidad para el reconocimiento de gestos en dedos y manos, ya que los identifica con una alta resolución en movimientos muy pequeños, puede realizar un seguimiento interactivo de las manos de un usuario al identificar la posición de los dedos y del centro de la palma, dando una información tridimensional en un amplio campo de visión lo que permite la identificación exacta de las manos.



Ilustración 1. Modo de uso Leap Motion en Escritorio.

Tomada de: “Leap Motion”, www.leapmotion.com

2.1.4.1. Características y funcionamiento hardware Leap Motion

Las dimensiones del dispositivo son reducidas: 75 mm de largo, 25 mm de ancho y 11 mm de alto. Está compuesto por dos cámaras y tres leds infrarrojos para hacer el seguimiento

de las manos, con un alcance máximo de un metro y una precisión espacial de 0.01 milímetros. La forma en que este dispositivo mapea y captura la ubicación de las manos es mediante luz infrarroja emitida con una longitud de onda de 850 nm por los tres leds que posee en su hardware (Belda, 2015), estos colisionan con distintos puntos de la mano (se puede capturar la palma, los dedos y las falanges), cada punto tiene coordenadas cartesianas para construir un modelo 3D en la aplicación con base a ellos. Cuando las manos son iluminadas por los sensores, se produce una reflexión de luz que recogen las dos cámaras integradas y se almacena una imagen digitalizada, posteriormente se comprueba cada pixel en una escala de grises y así se determina la posición de las manos. Es así como por medio de las dos cámaras se puede conocer la distancia entre las manos y el dispositivo (profundidad); este dispositivo permite una interacción más natural entre el usuario y el computador (Miñarro, 2016).

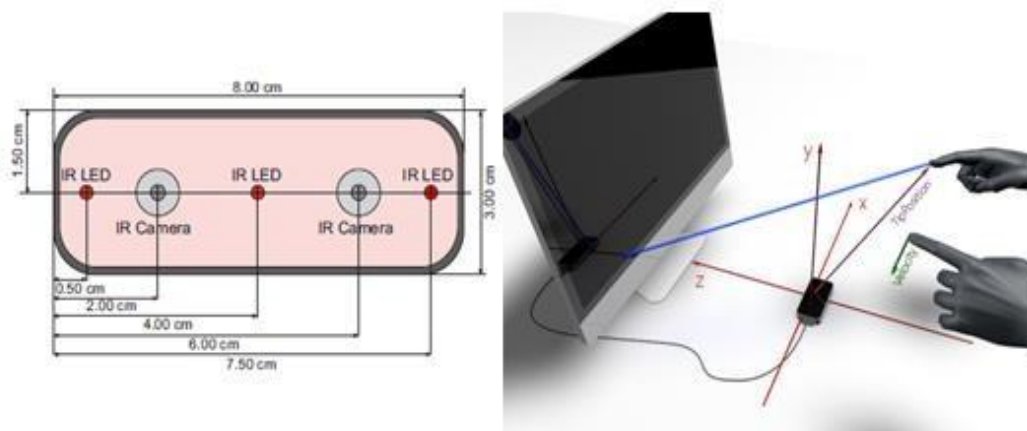


Ilustración 2. Dimensiones, del Sensor y Posición de los Ejes Sobre Escritorio.

Tomado de: <https://orcheese.files.wordpress.com/2015/04/data1.png>

Para el mapeo correcto en 2D o en 3D es importante tener en cuenta la zona de visión del sensor ya que según este se deben asignar las coordenadas correspondientes para que

el dispositivo pueda captar alguna señal en la zona de trabajo que se conoce como caja de interacción, de esta forma se puede trabajar con cualquier aplicación sin que el sensor pierda de vista los movimientos del usuario.

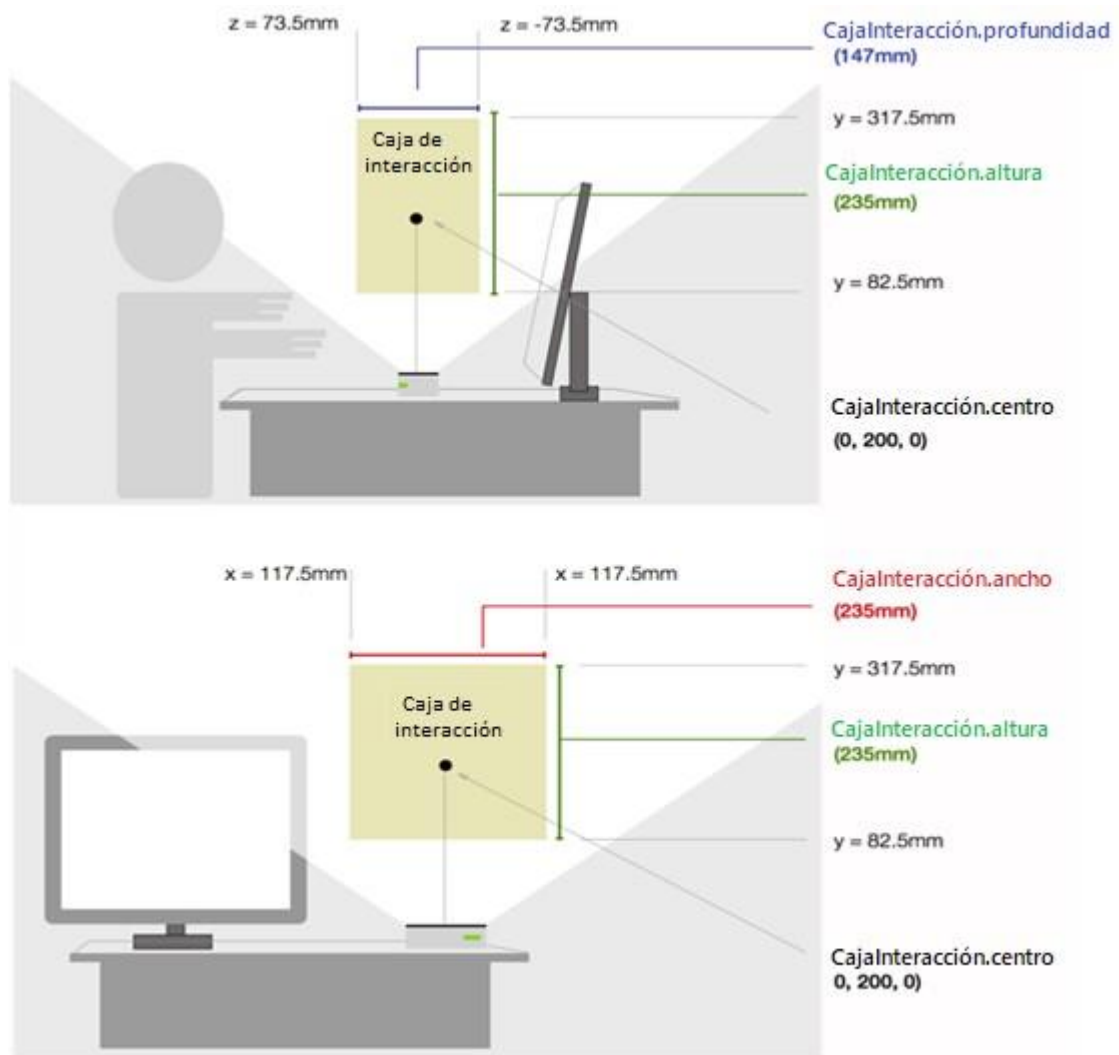


Ilustración 3. Dimensiones del Espacio de Interacción del Sensor.

Tomada de:

https://developer.leapmotion.com/documentation/csharp/devguide/Leap_Coordinate_Mapping.html

El buen funcionamiento del dispositivo depende de la iluminación del entorno de trabajo; la luz solar puede afectar el desempeño respecto a los diferentes gestos que reconoce el Leap Motion.

En Unity la distancia se mide en milímetros, el tiempo en microsegundos, pero esta variable se puede modificar, la velocidad está en milímetros sobre segundos, y los ángulos se miden en radianes.

2.1.4.2. Funcionamiento -Software Orión

El Leap Motion cuenta con la interfaz de programación de aplicaciones (API) con subrutinas, funciones y métodos a los cuales el usuario puede acceder para manipular los datos y ser utilizados en cualquier tipo de aplicación, los fotogramas o cuadros de imagen son los datos más generales que se pueden obtener, ya que en este se conoce el seguimiento de entidades como las manos, los dedos y posición general de los mismos en la escena (Davis, 2014).

Existen múltiples métodos a los cuales se tiene acceso para hacer el seguimiento posicional, mediante los modelos matemáticos y algoritmos de seguimiento que posee el Leap Motion se puede modelar la posición, el movimiento de las manos y dedos para reconocer los distintos gestos, estos modelos contienen e identifican cada estructura de la mano y lo que la compone.

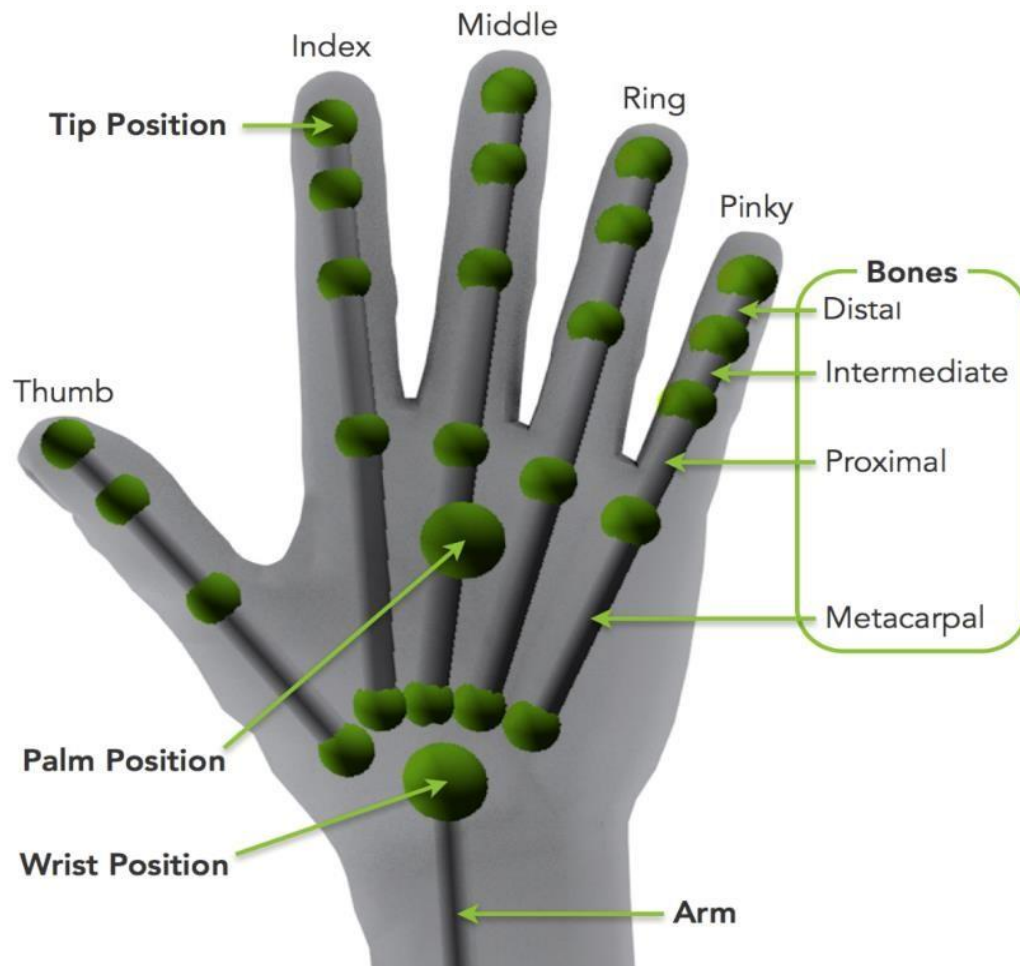


Ilustración 4. Nombres para las Instrucciones de la Mano, la Clase Dedos y Cada Hueso.

Tomada de: <http://blog.leapmotion.com/getting-started-leap-motion-sdk/>

Después de identificar la mano, cada dedo y las partes que lo componen, el dispositivo por medio de su API, es capaz de reconocer diferentes gestos predeterminados que se realizan con el giro o movimiento de la mano al igual que los pequeños movimientos de los dedos, esto se hace mediante un proceso de comparación entre el mapeo de cada imagen o fotograma capturado por las cámaras infrarrojas (Davis, 2014).

2.1.4.3. Leap Motion en los videojuegos

A través de la historia los videojuegos han ido evolucionando no solo a nivel de gráficas, consolas y contenidos si no también en el modo en que se controlan; en sus inicios los videojuegos se manejaban por medio de mandos alámbricos compuestos por botones y palancas que permitían interactuar con el juego. Gracias a la gran acogida que han tenido los videojuegos se han logrado grandes avances tecnológicos en el diseño y creación de sus controles, al punto de desarrollar mandos gestuales, que capturan los movimientos del jugador dejando de un lado el contacto directo entre el usuario y el control; generando una interacción natural e inmersiva entre el jugador y el ambiente del juego, por medio de entornos realistas; uno de los dispositivos que permite esta interacción es el Leap Motion, el cual trabaja como un sensor que reconoce el movimiento de las manos y lo transfiere al campo de acción en el juego.

Algunas de los videojuegos y aplicaciones desarrolladas con el Leap Motion son aplicados en diversos campos como la educación, la medicina, el entretenimiento.

Una de las características llamativas de las aplicaciones desarrolladas con el Leap Motion al ser un control gestual permite que el jugador pueda interactuar de forma intuitiva (descubrir los movimientos de una manera empírica para el control del videojuego) al mismo tiempo que observa sus manos dentro del entorno virtual.

2.1.5. Sweet Home 3D

Es un software libre para diseñar casas, edificios e interiores en 3D, además brinda la herramienta de ubicar muebles en los espacios; está disponible en español, está disponible en español, inglés, francés, portugués, entre otros idiomas, y puede ser ejecutado en Windows, Mac OS X 10.4 / 10.13, Linux y Solaris.

2.1.6. Terremoto

Un Desastre Natural debe entenderse como la consecuencia del impacto de un peligro natural en un sistema socioeconómico con un nivel dado de vulnerabilidad, lo que impide que la sociedad afectada le haga frente al mismo.

Los peligros naturales son fenómenos tales como terremotos, actividades volcánicas, tsunamis, ciclones tropicales y otras tormentas severas, tornados y fuertes vientos, inundaciones ribereñas y costeras; incendios forestales y la neblina causada por los mismos; tormentas de arena/polvo, y plagas.

La vulnerabilidad frente a los desastres está en función de las acciones y el comportamiento humano, describe el grado de resistencia de un sistema socioeconómico, con respecto al impacto de los peligros naturales y desastres tecnológicos y ambientales relacionados con los mismos (Naciones Unidas, 2001)

Un terremoto se puede definir como un temblor de la tierra provocado por ondas que se propagan por la corteza terrestre y por debajo de ésta, provocando grietas en la superficie, sacudidas, vibraciones, corrimientos de tierras, replicas o tsunamis; la energía de las ondas es medida a través de la Escala de Richter, la cual aumenta exponencialmente. El impacto que puede generar un sismo en el territorio va a depender de diversos factores, como son el tipo de suelo, profundidad y distancia de la zona de ruptura de las placas y materialidad de las construcciones, entre otros. Así la medición de este impacto produce una intensidad sísmica y se clasifica según la Escala de Mercalli, basada principalmente en la observación de los efectos que el paso de las ondas sísmicas produce sobre la infraestructura, personas, servicios básicos y terreno (ONEMI, 2013).

Los factores de vulnerabilidad a consecuencia de la actividad humana pueden ser: Localización de asentamientos en zonas sísmicas; malas prácticas en la construcción de edificios; falta de sistemas de alarma; y desconocimiento por parte de la población acerca de los riesgos de un terremoto.

Por su parte las principales causas de mortalidad en los terremotos son provocadas por traumatismos, asfixia, inhalación de polvo o exposición al entorno. También se pueden encontrar quemaduras y electrocuciones. Entre las necesidades que se pueden generar después del desastre son: búsqueda y rescate de personas, asistencia médica de urgencia, tratamiento de casos de aplastamiento, y la organización de población que ha quedado sin hogar (OMS, 2017).

2.1.6.1. Actividades de prevención

Las actividades de prevención son acciones que buscan mitigar el impacto de un desastre natural.

Algunas actividades de prevención son:

- Reconocer y ubicar las zonas de encuentro y zonas seguras dentro de un inmueble.
- Identificar y ubicar las llaves y cortes generales de servicios básicos.
- Mantener despejadas las rutas de evacuación.
- Mantener una mochila de emergencia con un kit básico de seguridad, números telefónicos esenciales y fotocopias de los documentos importantes.

2.1.6.2. Actividades de reacción

Hace referencia a como se debe actuar durante un sismo, destacando mantener la tranquilidad.

Algunos consejos son:

- No correr.
- Ubicarse en un lugar de protección sísmica.
- No usar ascensor.

2.1.6.3. Actividades de recuperación

Las actividades de recuperación post desastre son las acciones que se toman para proteger a la población y los procesos para regresar a la normalidad.

Algunas actividades son:

- Cerrar las llaves de los servicios básicos (gas, agua, electricidad).
- Ubicar la mochila con el kit básico de seguridad.
- Dirigirse a puntos de encuentro y zonas seguras en exteriores.
- Comunicarse con la familia por mensajes de texto.

2.2. METODOLOGÍA

La metodología implementada en el desarrollo del videojuego es la SCRUM.

SCRUM

Es un proceso de desarrollo en el que se trabaja colaborativamente, en equipo, para obtener el mejor resultado posible en la ejecución de un proyecto a corto tiempo, se basa en ciclos de tiempo cortos y de duración fija llamados iteraciones que pueden durar de dos a cuatro semanas según la decisión del equipo; cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo que aporta al producto final. Dentro de esta metodología el equipo se divide en los siguientes roles:

Dueño del Producto: es la persona que se relaciona con el cliente, y transmite su visión del producto a el equipo; ordena por prioridad las peticiones del cliente.

Maestro Scrum: es la persona encargada de eliminar los inconvenientes u obstáculos que impiden que el equipo alcance el objetivo; además debe comprobar que el modelo y la metodología sean funcionales.

Equipo Scrum: son las personas responsables de entregar el producto, se recomienda un equipo pequeño con máximo seis personas, cada una con diferentes habilidades necesarias para realizar el trabajo; pueden tomar decisiones para alcanzar el objetivo.

Planificación de las iteraciones: el equipo todos los días debe realizar una reunión de sincronización de 15 minutos máximo; cada miembro del equipo debe revisar el trabajo que el resto de equipo está realizando para hacer adaptaciones necesarias que permiten cumplir el proyecto; cada miembro debe responder a estas preguntas:

- ¿Qué he hecho desde la última reunión de sincronización?
- ¿Qué voy a hacer a partir de este momento?
- ¿Qué impedimentos tengo o voy a tener?

Estas reuniones deben ser realizadas regularmente hasta lograr los objetivos y el producto final (proyectosagiles.org, s.f.).

Esta metodología se adapta a este proyecto de la siguiente manera:

El equipo Scrum está organizado por tres integrantes, de los cuales uno es el Maestro Scrum que es el asesor de proyecto, y los otros dos conforman el Equipo Scrum que son los estudiantes que presentan el proyecto, encargados de cubrir todas las partes que conforman el proyecto.

Teniendo en cuenta que es un proyecto de pregrado el equipo Scrum se adaptó para realizar reuniones semanales con avances pequeños, y reuniones mensuales con avances significativos.

En las reuniones semanales se presentaron diferentes cambios o mejoras en los avances del videojuego; algunas de las iteraciones planeadas fueron:

- Evaluación de la situación de riesgo en un terremoto dentro de un edificio.
- Planeación de actividades del videojuego.
- Diseño estructural del edificio en 3D.
- Instalación de requerimientos (software, controladores, librerías y módulos).
- Programación de los gestos para controlar el videojuego.
- Programación de los movimientos predeterminados de los personajes.

- Adaptación de efectos físicos a el edificio con muebles y enceres.
- Diseño de las actividades del videojuego.
- Diseño de la interfaz de usuario del videojuego.
- Desarrollo del documento escrito.

Las facilidades que encontramos con esta metodología fueron la flexibilidad y el corto plazo en el que se desarrolló el proyecto.

3. DESARROLLO

En este capítulo se muestra el desarrollo de los diferentes escenarios, las interacciones, y los algoritmos que fueron utilizados para controlar: las mecánicas, los personajes, actividades y valorar las tareas de cada escenario. También exponen las versiones de *software* y paquetes de *assets* que fueron utilizados.

En Leap Quake se desarrollaron diferentes escenarios y se diseñó la construcción de la parte estructural del edificio, con la intención de presentar los tres momentos de un terremoto antes, durante y después; con la ayuda de los diferentes softwares que se utilizaron, se creó una propuesta donde el usuario puede interactuar y realizar actividades dependiendo de los objetivos del juego.

3.1. VERSIONES DE SOFTWARE Y ASSETS UTILIZADOS

3.1.1. Versiones de software

En el computador se instaló el software *Orion 3.2.1* que incluye mejoras en: la velocidad de inicialización, la estabilidad del seguimiento de algunos gestos y mejor seguimiento de inicialización en modo escritorio. Para integrar el sensor de gestos con Unity se importó el paquete de assets a un proyecto de *Unity 2017.2.0f3*; lo que permite acceder a las librerías del SDK del sensor. Por otra parte, se utilizó el software libre Sweet Home 3D versión 5.7 para construir la parte estructural del edificio.

3.1.2. Versiones de Assets

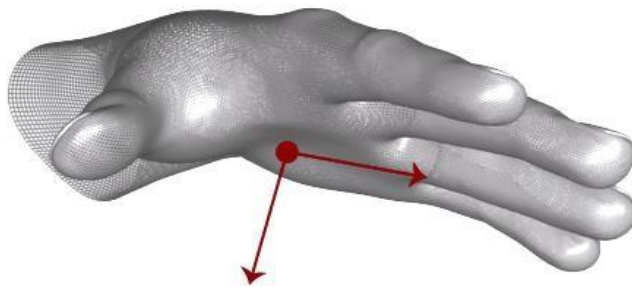
Estos son los recursos que se importaron al proyecto de Leap Quake en Unity, con diferentes fines durante el diseño de los escenarios y las interacciones; el paquete de Leap Motion *Leap Motion Core Assets 4.3.4* y los módulos de interacción del SDK *Leap Motion Interaction Engine 1.1.1*, para el desarrollo de: el control de navegación, los diferentes menús y botones. En la construcción de los escenarios se utilizaron: *SkyBox* para los efectos del cielo, Además de objetos en 3D para amoblar el edificio y personajes.

3.1.3. SDK

La librería de Leap Motion ofrece diversas clases, de las cuales se obtienen características y atributos de los datos que se leen mediante el sensor, como por ejemplo si la mano usada es derecha o izquierda, o en cuál posición se encuentran los dedos o la mano. Para realizar las dinámicas de interacción se distinguen ángulos que proveen la orientación de la mano a través del objeto mano de la clase *Hand*, los valores se obtienen mediante las direcciones de vectores normales que el SDK calcula al capturar la palma de la mano. La clase *Vector* define estas funciones así:

Computando la orientación de la mano

Puede calcular los ángulos de orientación de la mano usando la dirección de la mano y los vectores normales.



El vector normal apunta perpendicularmente fuera de la mano; el vector de dirección apunta hacia adelante.

Ilustración 5. Definición de las funciones de la clase vector.

Tomada de: Leap Motion,
https://developer.leapmotion.com/documentation/cpp/devguide/Leap_Hand.html

3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PERSONAJES Y LOS OBJETOS DENTRO DEL EDIFICIO

3.2.1. Movimiento de los personajes

Los Puntos de trayectoria son definidos para el recorrido de los personajes dentro del juego; de forma secuencial, estos puntos permiten ser modificados durante la ejecución del videojuego para alterar la navegación de los personajes y cambiar su trayectoria a gusto del jugador.

Para la implementación del algoritmo de Puntos de trayectoria se genera un arreglo de puntos enumerados; cada ruta de puntos se le asigna a un personaje diferente dentro del escenario; cuando dicho personaje colisiona con un punto de la trayectoria este se dirige al siguiente, hasta culminar con el recorrido; los movimientos de los personajes están basados en el juego Hitman Go para celulares.



Ilustración 6. Ubicación de los Puntos de trayectoria.

Tomada de: <http://www.spinnakerfinanciam.com/blog/welcome-waypoints>

3.2.2. Tipos de personajes

En el videojuego se encuentran tres tipos de personajes.

Interactivos: son los que permiten que el jugador cambie su trayectoria con el fin de cumplir los objetivos de las actividades en los escenarios de reacción y recuperación, se identifican con un cubo que tiene el símbolo de ubicación e inicialmente se encuentran estáticos hasta el momento en el que jugador interactúa con estos.

Predeterminados: Se identifican porque están en constante movimiento desde el inicio de cada momento, tienen una trayectoria definida que el jugador no puede modificar, su finalidad es presentar un ambiente de realismo en los escenarios de prevención y reacción.

Estáticos: los personajes estáticos hacen parte de los predeterminados, estos no tienen ninguna interacción con el jugador, ni tampoco movimientos, el fin de estos personajes es únicamente decorativo.

3.2.3. Configuraciones distintas de los objetos y los escenarios

Para dar una percepción de realismo a los objetos del terremoto se trabajó con la física de los objetos como las masas y la gravedad; además de los puntos de colisión que tiene cada objeto.

Escenario de Prevención - antes del terremoto: se pueden encontrar dos tipos de objetos en el escenario, estáticos y dinámicos, los primeros hacen parte de la

decoración de los escenarios, y los segundos se refieren a los elementos y herramientas con los que el usuario debe interactuar para completar las actividades.

Escenario de Reacción – durante el terremoto: los objetos se ven afectados por la física, dependiendo de su peso y de sus puntos de colisión se pueden generar cambios de posición, orientación en los muebles, algunos objetos se deterioran en el transcurso del temblor; el jugador no tiene control sobre dichos objetos, solo con los que son dinámicos.

Escenario de Recuperación – después del terremoto: se encuentran objetos deteriorados y desplomados, la posición de estos objetos ya se encuentra programada desde el inicio de la escena por tal el jugador no puede interactuar con estos objetos, además puede ocurrir una réplica de terremoto.





3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS MECÁNICAS DE INTERACCIÓN DE USUARIO


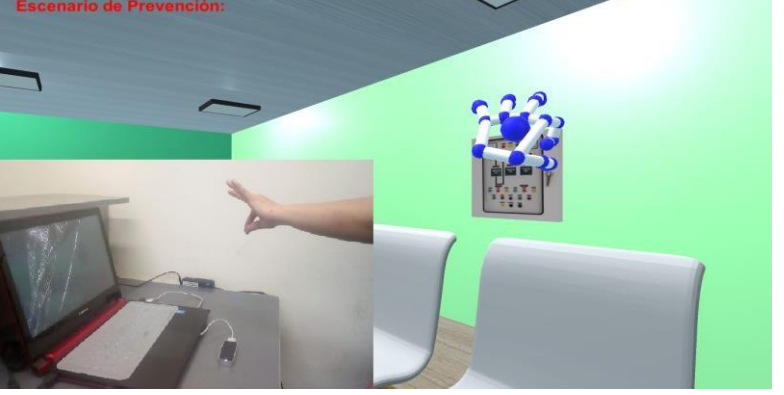
3.3.1. Gestos de navegación

El gesto para la navegación es el mismo dentro de todos los escenarios, se realiza con la mano izquierda uniendo las puntas del índice y el pulgar, manteniendo extendidos los demás dedos, la mano debe estar sobre el sensor y dentro del área de trabajo y con la palma hacia abajo, el gesto permite navegar en diferentes sentidos debido a la posición y la dirección en la que se efectuó; para cambiar la dirección el jugador debe abrir la mano completamente y realizar de nuevo el gesto y moviendo la mano en la dirección deseada.

Tabla 1.

Descripción de los gestos y movimientos para navegar en el escenario.

<p><i>Dirección: hacia abajo</i></p> <p>Para que el jugador navegue hacia abajo debe realizar el gesto en el sobre el sensor y <i>bajar la mano</i> con respecto al sensor, sin salirse del área de trabajo.</p>	<p>Escenario de Prevención:</p> 
<p><i>Dirección: hacia arriba</i></p> <p>Para que el jugador navegue hacia arriba debe realizar el gesto en el sobre el sensor en el centro, y subir la mano con respecto al sensor, sin salirse del área de trabajo.</p>	<p>Escenario de Prevención:</p> 
<p><i>Dirección: hacia adelante</i></p> <p>El jugador puede avanzar dentro del escenario haciendo el gesto en el sobre el sensor y moviendo la mano hacia adelante del sensor, sin salirse del área de trabajo.</p>	<p>Escenario de Prevención:</p> 
<p><i>Dirección: hacia atrás</i></p> <p>El jugador puede retroceder dentro del escenario haciendo el gesto en el sobre el sensor y moviendo la mano hacia atrás con respecto al sensor, sin salirse del área de trabajo.</p>	<p>Escenario de Prevención:</p> 

<p><i>Dirección: hacia la izquierda</i></p> <p>El jugador puede ir a la izquierda dentro del escenario haciendo el gesto en el sobre el sensor y moviendo la mano hacia el lado izquierdo del sensor, sin salirse del área de trabajo.</p>	 <p>Esenario de Prevención:</p>
<p><i>Dirección: hacia la derecha</i></p> <p>El jugador puede ir a la derecha dentro del escenario haciendo el gesto en el sobre el sensor y moviendo la mano hacia el lado derecho del sensor, sin salirse del área de trabajo.</p>	 <p>Esenario de Prevención:</p>

3.3.2. Intenciones con los Menús

Para acceder a las diferentes opciones del menú que se despliegan de la palma de la mano, el gesto que se debe hacer es levantar la mano sobre el sensor con la palma frente a la cara del jugador, y con la otra mano se puede interactuar con los objetos o botones que se despliegan.

Tabla 2. Descripción de los menús desplegables.

Descripción	Imagen
<p>Escenario: menú principal.</p> <p>Menú desplegable: en la mano izquierda.</p> <p>Contenido: botón para regresar a el escenario de menú principal y botón para cerrar el juego.</p>	
<p>Escenario: prevención.</p> <p>Menú desplegable: en la mano izquierda.</p> <p>Contenido: botón para regresar a el escenario de menú principal, botón de objetivos, botón de cambio de escena y avisos informativos.</p>	
<p>Escenario: prevención.</p> <p>Menú desplegable: en la mano derecha.</p> <p>Contenido: listado de objetos a recolectar, a medida que el jugador recoge tres veces el objeto el nombre del objeto en la lista cambia de color rojo a verde.</p>	

Escenario: reacción.

Menú desplegable: en la mano izquierda.

Contenido: botón para regresar a el escenario de menú principal, botón de objetivos, botón de cambio de escena.



Escenario: recuperación.

Menú desplegable: en la mano izquierda.

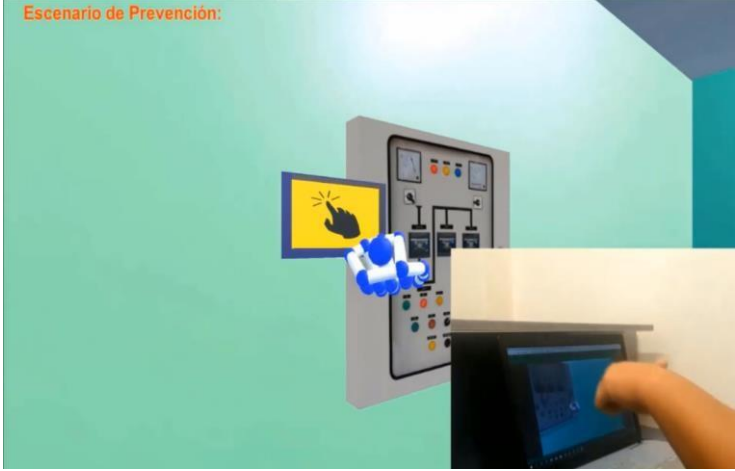
Contenido: botón para regresar a el escenario de menú principal, botón de objetivos, botón de cambio de escena y un botiquín, una botella de agua y un celular.



3.3.3. Interacción con objetos del escenario

Tabla 3.

Descripción de las interacciones del jugador con el escenario.

Descripción de la interacción	Imagen
<p>Oprimir botón del escenario</p> <p><i>Escenarios:</i> prevención y recuperación.</p> <p>Para oprimir el botón el jugador debe acercarse a él y tocarlo de modo que se evidencie que el botón se hundió, se puede constatar que ya está oprimido cuando cambie la textura del registro. Esta interacción se utiliza cada vez que el jugador encuentre un botón para indicar o para apagar los registros de los servicios públicos.</p>	
<p>Agarrar objetos dentro del escenario</p> <p><i>Escenarios:</i> prevención y reacción.</p> <p>Para sujetar los objetos que se encuentran dentro del escenario el jugador debe navegar hasta estar cerca al objeto y debe cerrar la mano en forma de pinza para así lograr la captura, luego de que lo tiene puede modificar su posición navegando en el escenario con la otra mano. Esta interacción es necesaria para recoger los objetos y herramientas, también para reubicar los objetos que obstaculicen las salidas o rutas de evacuación.</p>	

Agarrar personajes

Escenarios: reacción y recuperación.



Para sujetar a los personajes interactivos que se encuentran atrapados, el jugador debe navegar hasta estar cerca al cubo con el signo de ubicación y debe cerrar la mano en forma de pinza para así lograr la captura, luego de que lo tiene puede modificar su posición navegando en el escenario con la otra mano. Con esta interacción el jugador puede tomar los personajes interactivos y llevarlos a un lugar seguro.



3.3.4. Interacción menú y escenario

Este tipo de interacciones involucran el menú que se despliega de la mano izquierda y el escenario, ya que el jugador puede sacar del menú los objetos, para cumplir con los objetivos del escenario. Una vez desplegado el menú de la mano izquierda, se debe acercar la mano derecha hasta el objeto que se desea tomar y se cierra en forma de pinza, luego para soltarlo se desplaza la mano cerrada hasta la posición en que se quiere dejar el objeto y se abre la mano para soltarlo.

Tabla 4. Descripción de las interacciones del jugador entre los menús desplegables y el escenario.

Descripción	Imagen
<p>Actividad: pegar avisos.</p> <p>Escenario: prevención.</p> <p>El jugador debe agarrar los avisos del menú y pegarlos en paredes o puertas para señalar las salidas de emergencia y las rutas de evacuación.</p>	
<p>Actividad: brindar ayuda a personajes heridos.</p> <p>Escenario: recuperación.</p> <p>El jugador debe agarrar los objetos del menú y ponerlos cerca de los personales heridos.</p>	<p>Escenario de Recuperación:</p> 

3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ALGORITMOS IMPLEMENTADOS

3.4.1. Integración Leap Motion - Unity

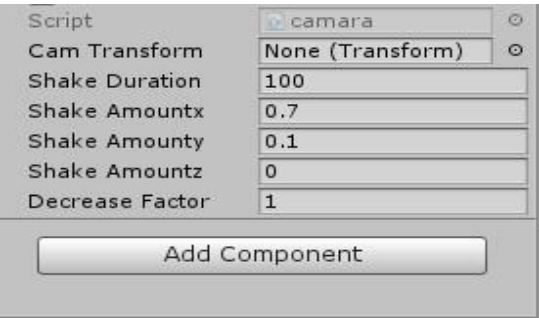
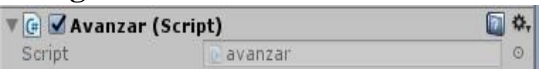
Para integrar el sensor de gestos con Unity se importaron los paquetes de Leap Motion *Leap_Motion_Core_Assets_4.3.4* a un proyecto de *Unity 2017.2.0f3*; lo que permite acceder a las librerías del SDK del sensor, donde se obtiene la información de posición, velocidad y orientación de las manos y dedos, a este conjunto de información recolectada se le conoce como *frame*, además se creó un objeto de tipo *controller* del cual se puede verificar que el dispositivo está conectado. El Leap Motion mide la distancia en milímetros, el tiempo en microsegundos, pero esta variable se puede modificar, la velocidad está en milímetros sobre segundos, y los ángulos se miden en radianes. (Leap Motion, 2016).

En el algoritmo de reconocimiento de manos y dedos se instanció un objeto *frame* de la clase *Frame* para acceder a la información de objetos registrados en el sistema Leap Motion como son las clases *Hand*, *Arm*, *Bone*, *Finger*. Son necesarias las librerías *Using Leap* y *Using Leap.unity* para la programación.

3.4.2. Tabla de scripts

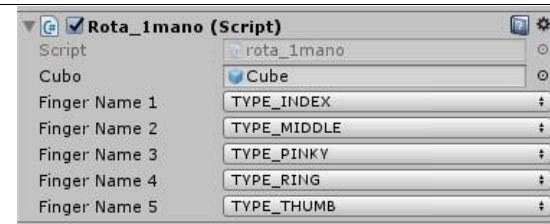
Tabla 5.

Descripción de los códigos programados para Leap Quake.

Script	Descripción
<p>Terremoto</p> 	<p>El Script para generar el movimiento de terremoto se encuentra dentro de un <i>GameObject</i> padre; el cual contiene los objetos del piso del edificio para hacer mover todos los elementos que se encuentran en el entorno, produciendo la caída de algunos objetos.</p> <p>El código permite modificar variables que simulan los movimientos del temblor; las variables que se pueden modificar son las siguientes:</p> <p>Shake Duration: permite modificar el tiempo de duración del terremoto.</p> <p>Shake Amountx: permite modificar la magnitud de movimiento o sacudida en el eje x.</p> <p>Shake Amounty: permite modificar la magnitud de movimiento o sacudida en el eje y.</p> <p>Shake Amountz: permite modificar la magnitud de movimiento o sacudida en el eje z.</p> <p>Decrease Factor: es el factor de decrecimiento de la fuerza del terremoto.</p>
<p>Navegar</p> 	<p>Este Script permite al jugador navegar por todo el escenario del juego; es decir avanzar, retroceder, subir, bajar ir a la izquierda e ir a la derecha; el código compara las posiciones donde se encuentra la mano y dependiendo de esta genera el movimiento deseado por el usuario.</p>

Rotar

El Script permite al jugador rotar en el escenario del juego, si el jugador extiende el pulgar de la mano derecha rotara hacia la izquierda, si extiende el pulgar de la mano izquierda rotara hacia la derecha; el código tiene condicionales anidados que preguntan sobre los dedos, pregunta si la mano está cerrada, el tipo de mano y si el pulgar se encuentra extendido o no y



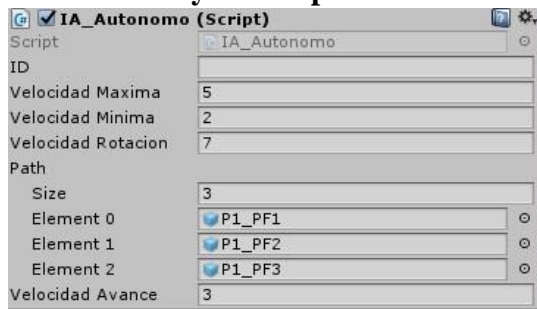
dependiendo de esto se ejecuta la acción de rotar la cámara.

Evaluar actividad

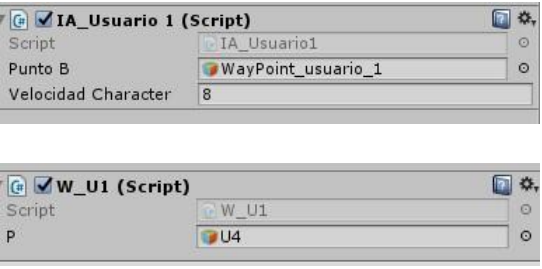
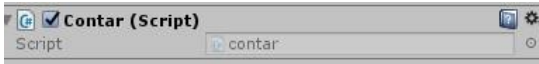
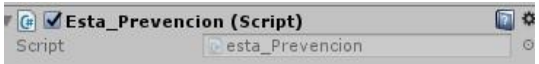
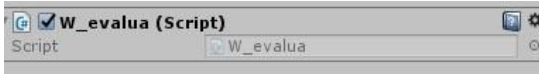
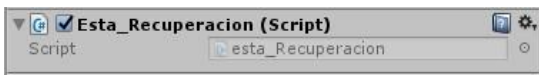
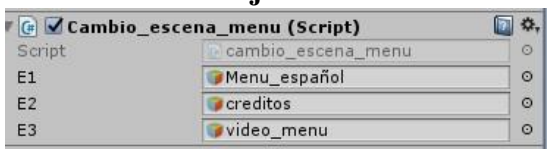


Estos dos Scripts permiten al jugador interactuar con los registros de los servicios públicos en las escenas de prevención y recuperación; además lleva un conteo de los registros activados para llevar una estadística de actividades cumplidas. El código pregunta si el usuario toca el registro, si lo toca se activa un botón para indicar o cerrar el registro, esto se evidencia por medio del cambio de su textura, si hace esa acción un contador aumenta con el fin de conocer si se hizo o no la actividad requerida en el juego.

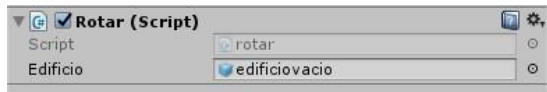
Puntos de trayectoria predeterminados



El Script genera *prefabs* prediseñados con puntos de trayectoria para los personajes predeterminados que se desplazan automáticamente, en el script se crean variables que tienen *prefabs* con *gameobject* que cuentan con una posición ya guardada, al momento de ejecutar el juego el personaje sigue los *prefabs* secuencialmente, el script elimina el *prefabs* actual y genera el siguiente para que el personaje siga la trayectoria; además se puede variar la velocidad en que el personaje se dirige a los puntos.

<p>Puntos de trayectoria usuario</p> 	<p>Este Script permite modificar los puntos de trayectoria para los personajes interactivos dentro de los escenarios de reacción y recuperación, en el script los puntos de trayectoria dependen de la posición en que se encuentra un <i>gameobject</i>, dependiendo de la ubicación en que este se encuentre el personaje ira hacia él, cada personaje interactivo contiene un rango de ubicación para estar seguro, una vez que el jugador ubica al personaje dentro de esta zona, el personaje desaparece al segundo y se suma un contador que evalúa la actividad.</p>
<p>Evaluar actividad</p> 	<p>Genera una animación, hace un conteo y elimina los elementos y herramientas que se deben recolectar en la escena de prevención; en el script se pregunta por el tag que tiene cada <i>gameobject</i>, si este coincide se activa una animación prediseñada, se suma un contador y se elimina el <i>gameobject</i> en un segundo.</p>
<p>Evaluar escenario de prevención</p> 	<p>Evalúa que todas las actividades del escenario de prevención se realicen, de ser así se cambia la escena a reacción; se evalúa la cantidad de elementos o herramientas recolectados (3 de cada uno), los registros indicados, la posición de los personajes interactivos y la posición de los avisos de evacuación y salidas de emergencia.</p>
<p>Evaluar escenario de reacción</p> 	<p>Evalúa que todas las actividades del escenario de reacción se realicen, de ser así se cambia la escena a recuperación; se evalúa la cantidad de personajes interactivos que se ponen en puntos seguros, la cantidad de obstáculos movidos para despejar las rutas de evacuación.</p>
<p>Evaluar escenario de recuperación</p> 	<p>Este Script evalúa que todas las actividades del escenario de recuperación se realicen, de ser así se cambia la escena a menú principal; se evalúa la cantidad de personajes interactivos que se ponen en puntos o zonas de evacuación, la cantidad de ayudas que se dan los personajes que lo requieren, la cantidad de servicios públicos que se cierran.</p>
<p>Cambiar GameObject</p> 	<p>El Script activa o desactiva <i>gameobject</i> dependiendo de la opción o el botón con el que el jugador interactúa, algunos de los <i>gameobject</i> que cambian son los de créditos, menú principal, video de instrucciones.</p>

Rotar el escenario



Este Script rota el edificio en el menú principal con fines decorativos.

4. RESULTADOS

4.1. REQUERIMIENTOS PARA EJECUTAR EL VIDEOJUEGO

Los requerimientos para ejecutar el videojuego son los siguientes:

Un computador con sistema operativo Microsoft Windows 7 o mayor, un sensor Leap Motion y el software Orión versión (4.0.0) para el reconocimiento del sensor.

4.2. POBLACIÓN DIRIGIDA

Atendiendo a el artículo 9º de (Congreso de la República, 2012), en el cual se especifica la clasificación de los videojuegos por edades. Se determina que Leap Quake cabe dentro de la categoría: 1. Videojuego de abierta circulación: Clasificación Todos. Además, tomando en cuenta que el debido manejo del videojuego exige el desarrollo de la motricidad fina. Se recomienda que Leap Quake sea jugado por personas de 9 años en adelante.

4.3. INSTRUCCIONES DE JUEGO

Para mostrar los controles y las mecánicas de interacción de Leap Quake incluye un video que explica las instrucciones necesarias para navegar y completar las actividades en los diferentes escenarios del juego. Estas se encuentran en el menú principal del videojuego en el botón de ayuda, y antes de cada escenario se hace una breve explicación de los menús, mecánicas y controles que el jugador puede utilizar. Usted puede ver el video en el siguiente enlace <https://www.youtube.com/watch?v=6ugJdeGO96A&feature=youtu.be>

4.4.DESCRIPCIÓN ESCENARIOS

4.4.1. Descripción del videojuego

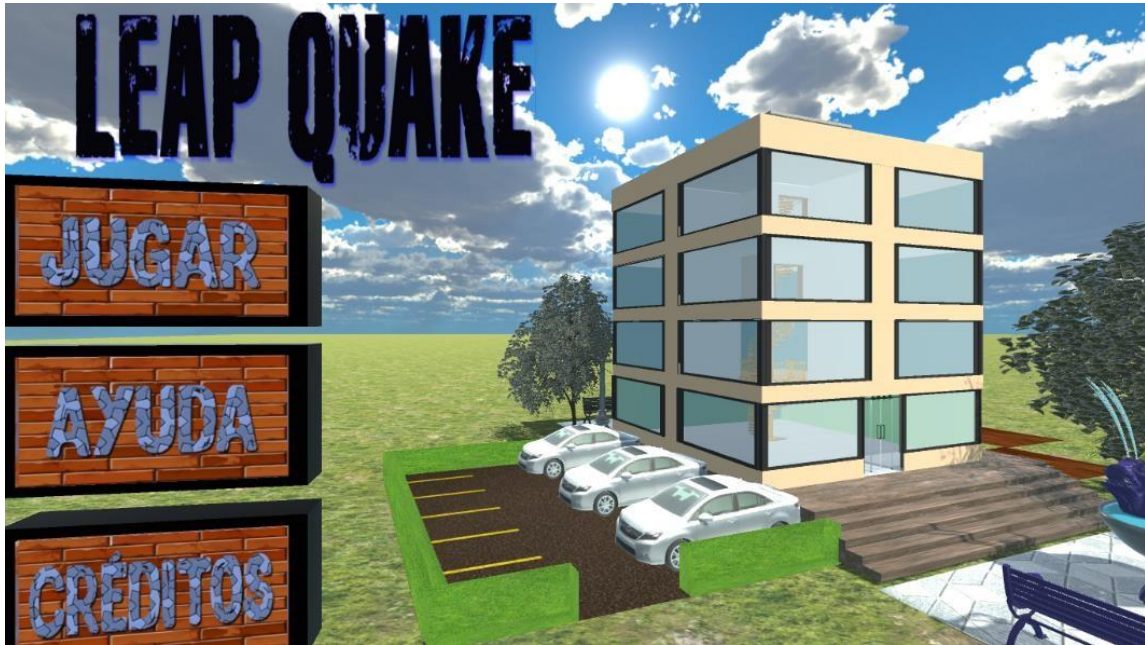


Ilustración 7. Menú principal del videojuego.

El videojuego Leap Quake es una propuesta de actividades de prevención, reacción y recuperación de un terremoto, que puede complementar la capacitación y los entrenamientos de los simulacros de terremoto; los escenarios están compuestos principalmente por un edificio de cuatro pisos cada uno con diferentes ambientes como sala de espera, oficinas, vivienda familiar, y apartamento con estudio.

4.4.2. Descripción de los escenarios

Escenario de prevención:

El escenario de prevención se diseñó teniendo en cuenta las actividades y precauciones que se tienen antes de un terremoto, estas se presentan en todo el edificio

distribuidas en diferentes lugares, buscando que el jugador tenga acceso a todas las partes que conforman el escenario; entre las actividades se encuentran: poner avisos de salidas de emergencia y rutas de evacuación, recolectar elementos y herramientas que pueden ayudar en caso de un movimiento telúrico, e indicar donde se encuentran ubicados los registros de servicios públicos; por otro lado el escenario cuenta con personajes y objetos como muebles y electrodomésticos que tienen fines decorativos al buscar un ambiente o un entorno cercano al real. Para avanzar a el escenario de reacción se debe cumplir con todas las actividades.

Escenario de reacción:

El diseño de este escenario se hizo teniendo en cuenta las situaciones que ocurren durante un terremoto, estas se presentan en todo el edificio distribuidas en diferentes lugares, y las actividades que el jugador debe completar son: quitar obstáculos que impidan el movimiento de los personajes y mover a los personajes interactivos a puntos seguros; en esta escena hay dos tipos de objetos los dinámicos y los estáticos, los primeros son los que permiten ser modificados por el usuario y los segundos solo cumplen fines de decoración; en este escenario se tienen en cuenta las físicas y las colisiones de los objetos para dar una sensación cercana a la realidad de un terremoto. Para avanzar al escenario de recuperación se debe cumplir con todas las actividades.

Escenario de recuperación:

Este escenario se diseñó tomando como referencia las consecuencias que ocurren después de un terremoto, estas se presentan en todo el edificio, entre las actividades se encuentran: mover a los personajes a puntos de encuentro, cerrar los registros de servicios

públicos y utilizar las herramientas o elementos según los personajes lo dispongan; en esta escena hay dos tipos de objetos los dinámicos y los estáticos, los primeros son los que permiten ser modificados por el usuario y los segundos solo cumplen fines de decoración. Además, se presentará una réplica del terremoto, en este escenario algunos de los objetos han sido modificados para dar la sensación de que están rotos y volver el escenario un poco más llamativo para el usuario.

4.4.3. Descripción del edificio

Leap Quake está compuesto por un edificio de cuatro pisos; las ventanas se hicieron con un efecto visual vidrio-pared, lo que genera una percepción de vidrio al exterior y una de pared al interior; en cada piso se encuentran objetos dinámicos y objetos estáticos, los primeros se refieren a los objetos con los que el jugador interactúa y los segundos hacen parte del entorno, pero no tiene ninguna acción o animación. Los objetos dinámicos van cambiando según la escena en el que se encuentre el videojuego: prevención, reacción y recuperación.

Primer piso



Ilustración 8. Vista superior y vista frontal del primer piso del edificio.

En el primer piso del edificio se buscó representar la simulación de un escenario de una recepción de oficinas, cuenta con los objetos estáticos de una sala de espera, que comúnmente se encuentra en una oficina estándar para las necesidades básicas de las personas que se encuentren en el edificio en su labor.

Segundo piso



Ilustración 9. Vista superior y vista frontal del segundo piso del edificio.

En el segundo piso del edificio se encuentra la simulación de un ambiente de oficinas con objetos estáticos como cubículos, una biblioteca, una sala de entretenimiento y una oficina grande. Para brindar mayor comodidad y ofrecer los elementos necesarios a los trabajadores.

Tercer piso



Ilustración 10. Vista superior y vista frontal del tercer piso del edificio.

En el tercer piso del edificio se encuentra un ambiente familiar con objetos estáticos para la simulación de los espacios dónde los trabajadores pueden llevar a su familia de visita en sus tiempos libres, y un espacio para los hijos de los trabajadores, estas zonas son: una sala de entretenimiento, cocina y comedor en un solo entorno, una habitación de adultos y otra infantil. amobladas.

Cuarto piso



Ilustración 11. Vista superior y vista frontal del cuarto piso del edificio.

En el cuarto piso del edificio se encuentra un ambiente familiar con objetos estáticos para la simulación de las zonas que son utilizadas en los tiempos libres de los trabajadores, estas zonas son: una habitación amoblada para adultos, una oficina con bibliotecario, una cocina con comedor y un baño.

Terraza:



Ilustración 12 Vista superior de la terraza.

La simulación de la terraza es un objeto estático; por lo cual no hay interacción en ella; su propósito es decorativo.

4.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.

Leap Quake está dividido en tres momentos prevención, reacción y recuperación, cada momento tiene diferentes actividades o tareas que el jugador completar y están enfocadas en mostrar cuales son las acciones más importantes y los factores que pueden hacer la diferencia

durante un terremoto. El momento 1. de prevención se enfoca en la preparación y las precauciones que el jugador debe tomar antes de que inicie el terremoto. Para el momento 2. se tiene como finalidad que el jugador tome las decisiones que más le convengan para sacar a los personajes que se encuentran en el edificio mientras sucede en terremoto. El momento 3. de recuperación está orientado a el rescate y la atención a los sobrevivientes, además el jugador debe tomar precauciones para disminuir las posibles situaciones de riesgo que se pueden provocar después del terremoto.

El jugador puede ver las actividades que debe cumplir oprimiendo el botón de objetivos, ubicado en el menú que se despliega de la mano izquierda como se muestra en la ilustración 13.



Ilustración 13. Panel de actividades a realizar en el escenario de prevención.

4.5.1. Momento 1. Prevención, antes del terremoto.

La intención de las actividades de prevención es informar al jugador de que acciones y precauciones puede tomar para estar mejor preparado para el terremoto.

➤ *Recolectar objetos de primeros auxilios, herramientas y alimentos (botiquín, celular, linterna, celular, hacha, extintor, botella de agua y baterías):* El jugador debe buscar objetos de primeros auxilios, herramientas y alimentos (botiquín, linterna, celular, hacha, extintor, entre otros, ver ilustración 14); al tocar los objetos automáticamente se guardarán en el inventario.



Ilustración 14. Mano derecha con listado de objetos desplegado.

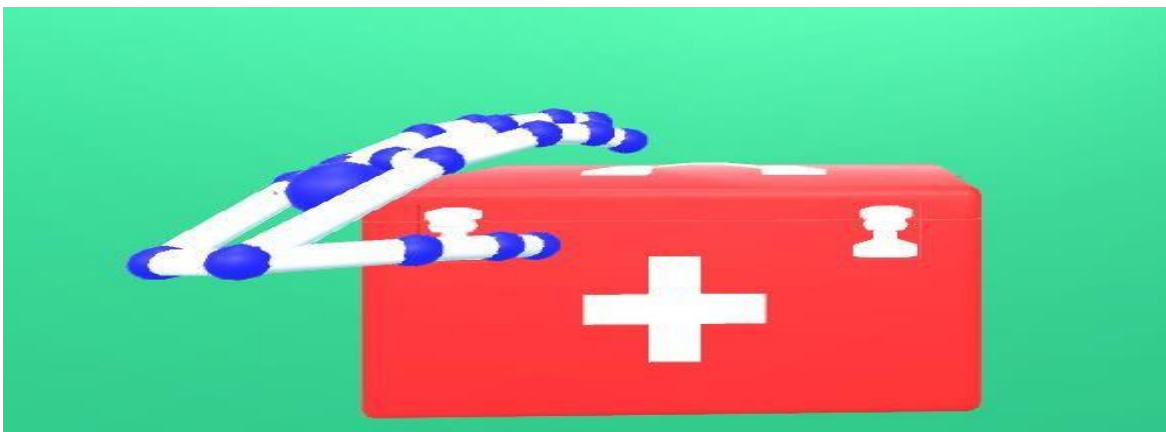


Ilustración 15. Forma de recolectar objetos.

➤ ***Ubicar los registros de los servicios públicos:***

El jugador debe localizar los lugares donde se encuentran los registros de servicios públicos del agua (ilustración 16. (a)), electricidad (ilustración 16. (b)), gas (ilustración 16. (c)); con el fin de conocer la ubicación para cerrarlos después del terremoto. En esta actividad el jugador primero debe encontrar el registro, segundo debe tocarlo (ilustración 17. (a)) y aparecerá un botón, tercero el jugador debe tocar el botón para señalar la ubicación del registro como se observa en la ilustración 17. (b). Cada vez que encuentre y señale un registro, éste se resaltará con un símbolo de advertencia como se observa en la ilustración 18.

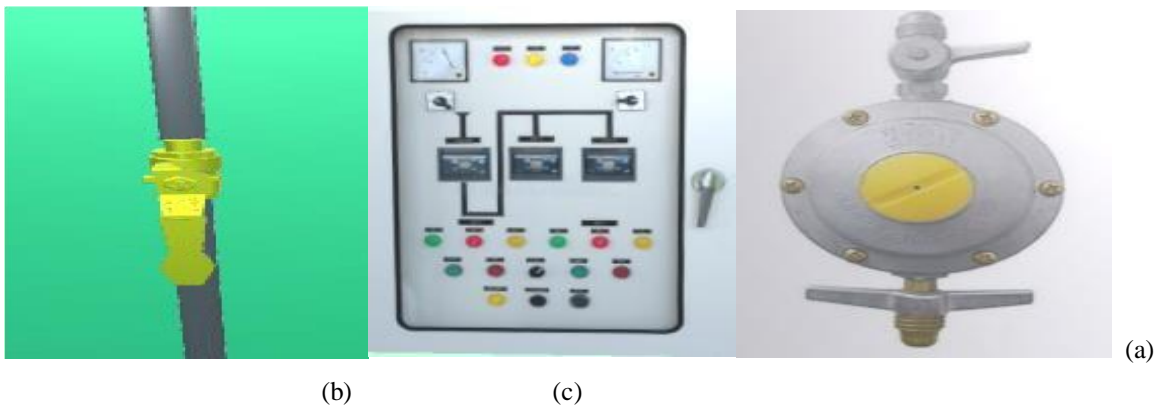
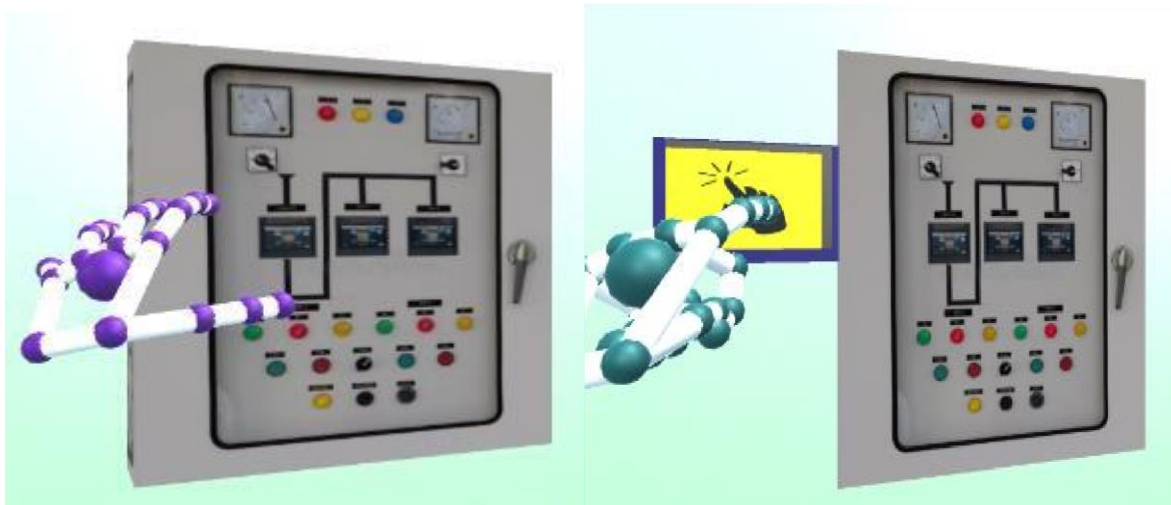


Ilustración 16. Registros de los servicios públicos. (a) Registro del agua (b) Caja principal de control eléctrico (c) Válvula principal de agua.



(a)

(b)

Ilustración 17. (a) Registro del agua (b) Caja principal de control eléctrico (c) Válvula principal de agua.

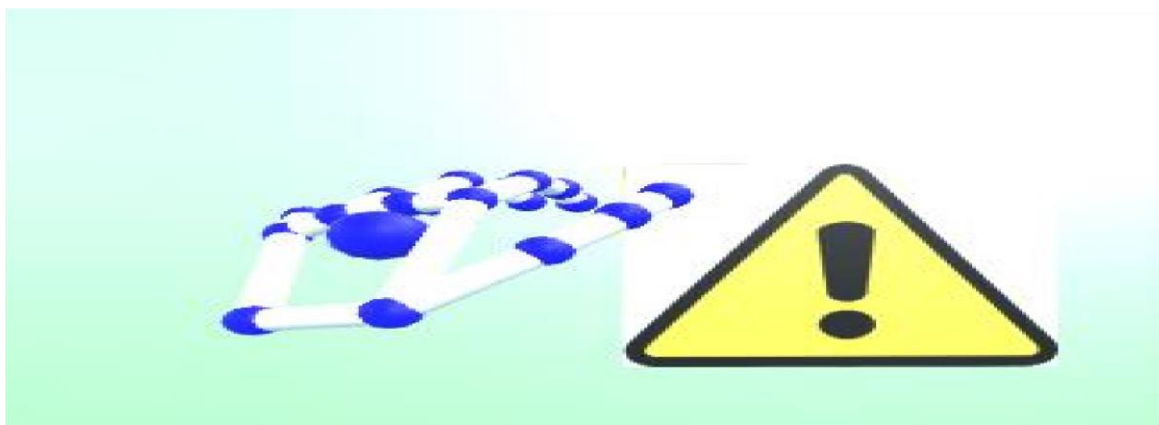


Ilustración 18. Indicación de registro ya señalado.

○ Poner avisos de rutas de evacuación y salidas de emergencia:

El jugador en el inventario tiene avisos de señalización de salidas de emergencia y rutas de evacuación, los cuales debe poner para señalar dichas rutas; estos los encuentra en el menú de la palma de la mano izquierda, y los ubica sacándolos y pegándolos con la mano derecha en paredes y puertas (ilustración 19).



Ilustración 19. Mano izquierda con menú desplegado y la señalización de salidas de emergencia.

4.5.2. Momento 2. Reacción, durante el terremoto

La intención de las actividades de reacción es informar al jugador como se debe reaccionar y cuáles son las acciones que pueden mitigar los accidentes y las muertes a causa de caída de objetos o malas decisiones, el jugador tiene como tarea desalojar el edificio, retirando los objetos que obstaculizan las rutas de evacuación, y sacando a los ciudadanos identificados hacia las rutas de evacuación o las escaleras (ilustración 20).

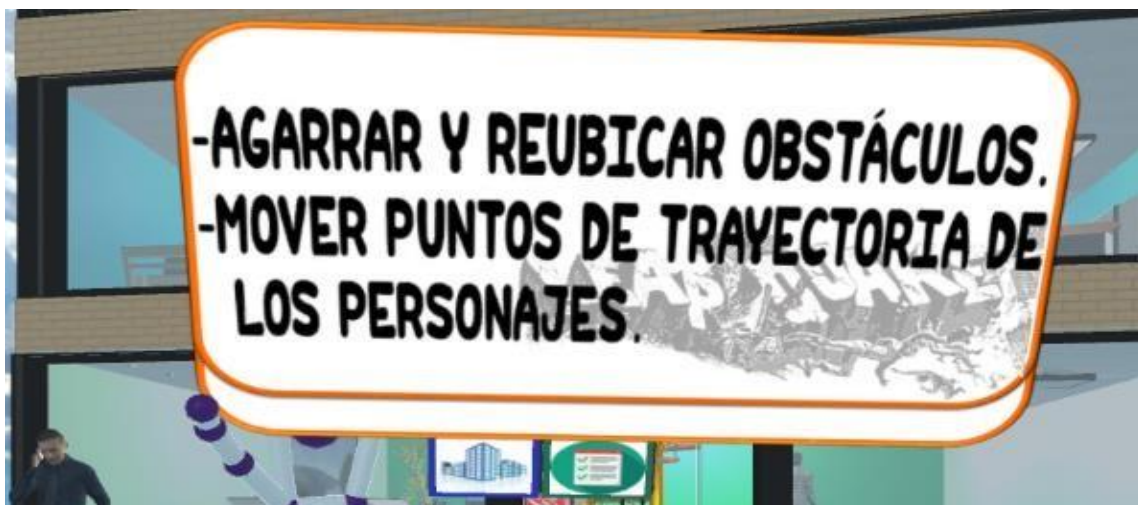


Ilustración 20. Panel de actividades a realizar en el escenario de prevención.

- ***Agarrar y reubicar obstáculos que impidan el paso a las salidas de emergencia o rutas de evacuación:***

Durante el terremoto pueden existir objetos como armarios, mesas o sofás que se caigan y obstaculicen las rutas de evacuación y/o las salidas de emergencia. El jugador deberá reubicar estos muebles para dar salida libre a los ciudadanos (ilustración 21).

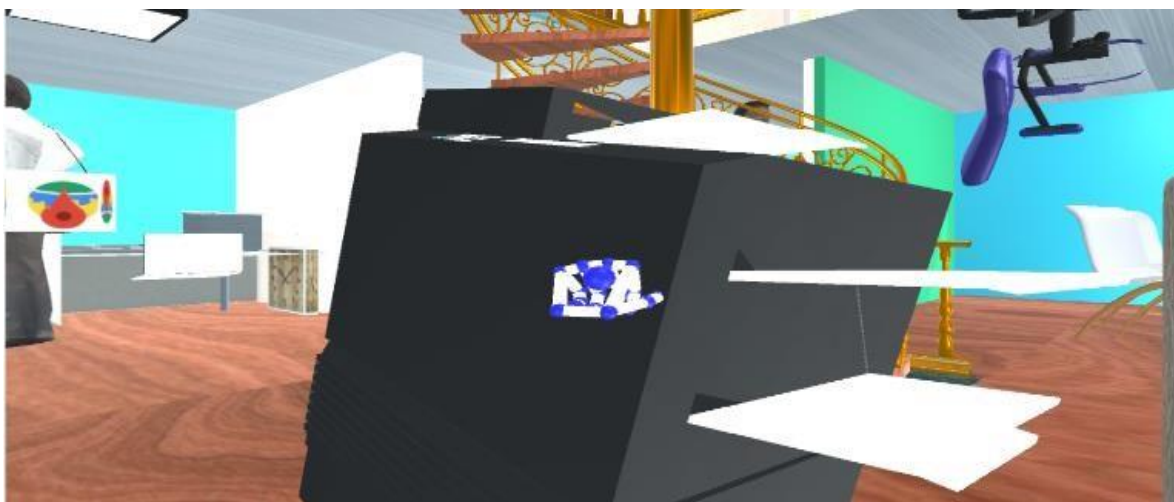


Ilustración 21. Fotocopiadora que obstruye una ruta de evacuación.

➤ ***Mover los puntos de la trayectoria para modificar las rutas de ciudadanos indicados:***

El jugador tiene el objetivo de salvar vidas, los ciudadanos que debe salvar se identifican porque llevan un cubo con el símbolo de ubicación (ilustración 22); si el personaje está atrapado el jugador debe ubicarlo en un lugar estratégico.

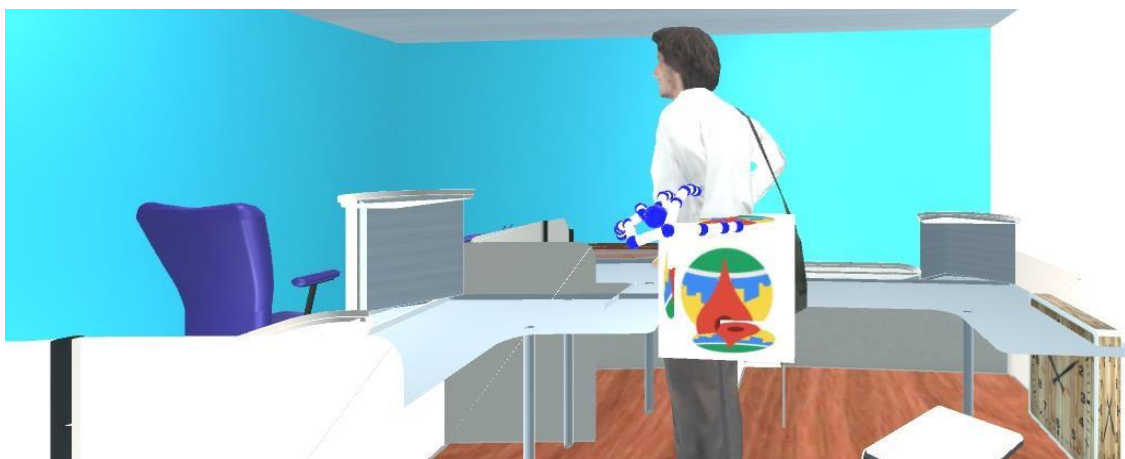


Ilustración 22. Personaje interactivo atrapado con el símbolo de ubicación.

4.5.3. Momento 3. Recuperación, después del terremoto

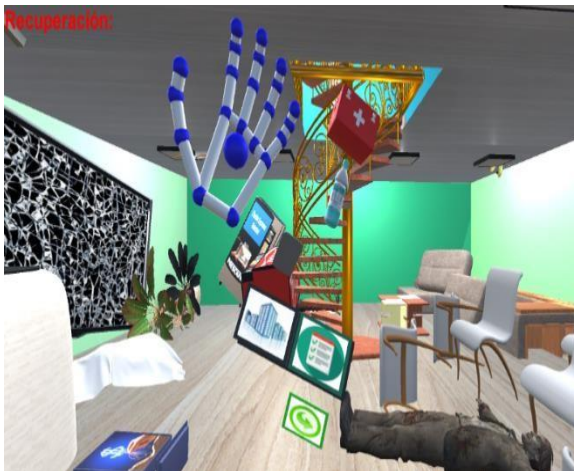
La intención de las actividades de recuperación es mostrar las consecuencias que se pueden ocasionar a causa del terremoto, además las tareas que el jugador debe completar están orientadas a la atención y rescate a los sobrevivientes, además del cierre de registros públicos para evitar, fugas de gas, agua o electrocuciones (ilustración 23).



Ilustración 23. Panel de actividades a realizar en el escenario de recuperación.

- *Seleccionar objetos de primeros auxilios, herramientas y alimentos y utilizarlos en el escenario, señalando la posición deseada:*

El jugador utiliza el inventario de objetos recolectados antes del terremoto, estos serán usados según la necesidad de los personajes; para aplicarlos debe señalar la posición donde los quiere aplicar (ilustración 24).



(a)



(b)

Ilustración 24. (a) Opciones de la mano izquierda objetos y menú (b) Mano derecha tomando el botiquín para atender al ciudadano caído.

➤ ***Cerrar los registros de servicios públicos:***

A partir de la ubicación de los registros de servicios públicos (señalados antes del terremoto (ilustración 25. (a))) el jugador debe redirigirse a estos con el fin de apagarlos; para cerrarlos debe oprimir el botón de apagado (ilustración 25. (b)) y el registro cambiara de color a rojo (ilustración 25. (c)) (ilustración 25. (d)).

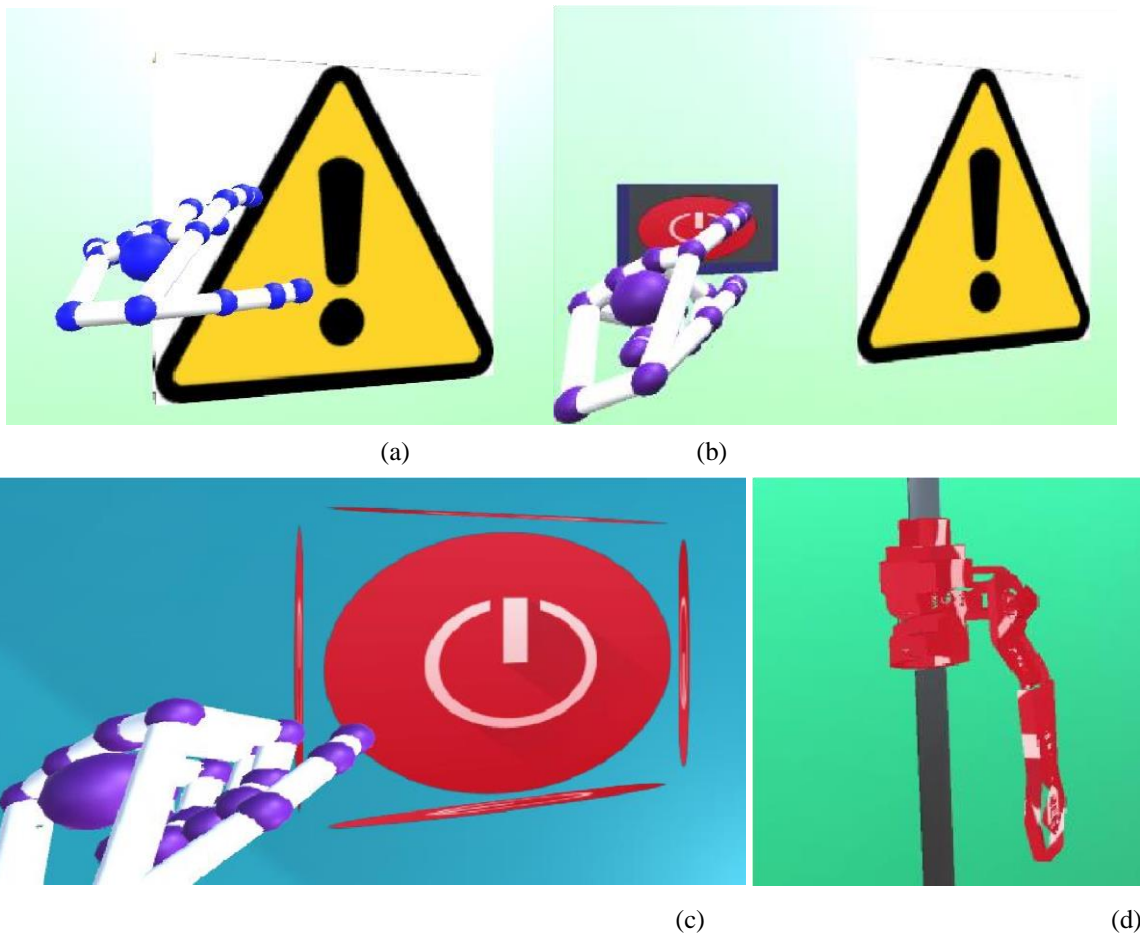


Ilustración 25. Registro en señal de advertencia (a) botón de apagado para cerrar los registros (c)registro cerrado (d) registro del agua cerrado.

➤ ***Ubicar los personajes en puntos de encuentro modificando los puntos de la trayectoria:***

El jugador debe reunir a los sobrevivientes del terremoto en puntos de encuentro seguros y cercanos a el edificio; esto lo realizara modificando los puntos de la trayectoria (ilustración 26).



Ilustración 26. Personaje rescatado con el símbolo de ubicación.

4.6. EVALUACIÓN SITUACIONES DE RIESGO



Durante el terremoto pueden existir objetos como armarios, mesas o sofás que obstaculicen las rutas de evacuación y/o las salidas de emergencia que el jugador deberá reubicar para dar salida libre a los ciudadanos.


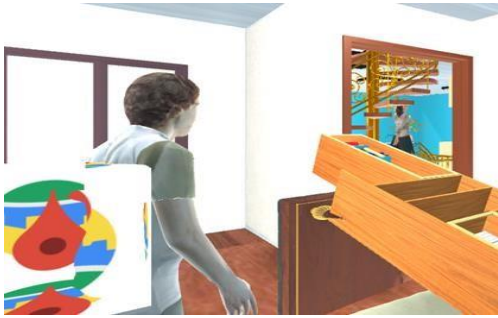
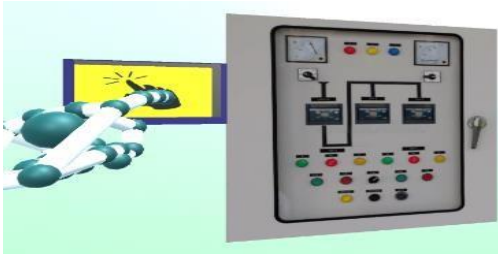
Posibles situaciones.

Tabla 6.

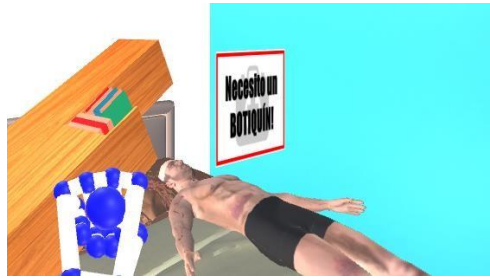
Descripción y respuesta ante las posibles situaciones de riesgo.

Situación	Descripción	Respuesta
------------------	--------------------	------------------

<p>Fuga de gas</p>	<p>Durante un terremoto los registros y tuberías de gas se pueden averiar, ocasionando fugas o escapes de gas, lo que puede provocar asfixia o incendios.</p> 	<p><i>Reaccionar ANTES y DESPUÉS del terremoto.</i></p> <p>Antes del sismo se debe conocer la ubicación de la llave general de gas, para que después del sismo se encuentren con facilidad y se pueda cerrar.</p>
<p>Ventanas y vidrios</p>	<p>Durante un terremoto se pueden romper los objetos elaborados en material de vidrio, lo que puede causar heridas a los ciudadanos.</p> 	<p><i>Reaccionar DURANTE el terremoto.</i></p> <p>Se deben alejar a los ciudadanos de los elementos de vidrio que se puedan romper o caer durante el terremoto.</p>
<p>Muebles que pueden caerse</p>	<p>Durante el terremoto los muebles que no estén asegurados ni fijados se pueden colapsar, caer sobre los</p>	<p><i>Reaccionar DURANTE el terremoto.</i></p>

	<p>ciudadanos u obstaculizar las salidas.</p> 	<p>Si un mueble se encuentra obstaculizando una salida o ruta de evacuación y un ciudadano se encuentra atrapado, el jugador debe remover los obstáculos y refugiar el ciudadano en un lugar seguro.</p>
<p>Zonas obstruidas</p>	<p>En un terremoto se pueden caer objetos que dificulten el paso a las salidas o rutas de evacuación, también pueden quedar puertas bloqueadas impidiendo el flujo de ciudadanos.</p> 	<p><i>Reaccionar ANTES, DURANTE y DESPUÉS del terremoto.</i></p> <p>Antes: se deben poner avisos de rutas de evacuación y salidas de emergencia; durante: ubicar a los ciudadanos en lugares seguros; después: se deben despejar las rutas de evacuación y llevar a los ciudadanos a los puntos de encuentro.</p>
<p>Falla eléctrica</p>	<p>En un terremoto se pueden generar daños en el circuito eléctrico por causa de rupturas en sus instalaciones.</p> 	<p><i>Reaccionar ANTES y DESPUÉS del terremoto.</i></p> <p>Antes del sismo se debe conocer la ubicación de la fuente eléctrica, para que después del sismo se encuentren con facilidad y se pueda apagar.</p>
<p>Persona herida</p>	<p>Como consecuencia de un terremoto los ciudadanos pueden salir heridos, a</p>	<p><i>Reaccionar ANTES y DESPUÉS del terremoto.</i></p>

causa de las múltiples situaciones de riesgo.



Antes: recolectar elementos del botiquín; **después:** ubicar a los ciudadanos heridos y atender las necesidades.

5. CONCLUSIONES

- Leap Quake es una propuesta para apoyar las capacitaciones y los entrenamientos, aprovechando las posibilidades formativas de los videojuegos para complementar los simulacros de terremotos. La propuesta es novedosa porque aún no se han asociado en un videojuego el tema de prevención, reacción y recuperación de sismos y terremotos con el sensor Leap Motion, Leap Quake sería el primer juego de terremoto en usar esta tecnología con reconocimiento gestual de señas refinadas, para informar actividades de los tres momentos, antes, durante y después de un terremoto.
- Leap Quake ofrece la experiencia en un escenario 3D de un edificio con diferentes ambientes de oficinas y de vivienda, donde el jugador puede sentirse inmerso y con la posibilidad de manipular los objetos dinámicos de manera similar a los movimientos de la vida real. Para la representación del terremoto se programó un algoritmo con variables que simulan la magnitud, tiempo y decrecimiento de un movimiento telúrico el cual ocurre en el escenario de reacción, y también se repite en el escenario de recuperación con una réplica de menor magnitud; el algoritmo de terremoto genera fuertes sacudidas a el edificio desencadenando diferentes situaciones de riesgo como la caída de muebles y maquinas que pueden caer encima de los personajes u obstaculizar las salidas, también vidrios y cristales rotos, todo esto sucede durante y después del terremoto.
- La evaluación de las posibles situaciones de riesgo se realizó dentro del edificio en los escenarios de reacción y prevención, donde se simularon las situaciones

adversas que se pueden desencadenar a causa del terremoto. Lo que aportó al desarrollo de las actividades que el jugador debe completar a lo largo del juego, para determinar cuáles deberían ser las actividades de prevención y las acciones de respuesta durante el terremoto y de recuperación de sobrevivientes después del terremoto; todas las actividades se llevan a cabo dentro del edificio.

- El algoritmo que controla los comportamientos predeterminados de los personajes utiliza una estrategia que les permite navegar dentro de los diferentes escenarios, sin chocar los demás objetos o personajes que se encuentren, también posibilita modificar la velocidad de desplazamiento dentro del edificio. Además, como contenido extra se programó una segunda estrategia para los personajes interactivos, son los que el usuario puede modificar, para rescatarlos los puede mover a puntos seguros o salidas de emergencia. Los personajes que se pueden encontrar a lo largo de todo el videojuego son personajes: predeterminados, interactivos y estáticos.
- Los métodos que se utilizaron para la programación de las mecánicas de interacción de Leap Quake facilitaron el reconocimiento de los movimientos y gestos que se realizan con las manos y dedos, al punto de lograr captar señas refinadas para la navegación dentro del escenario y la interacción con objetos que se encuentran dentro del edificio. Además, se incluyeron los menús que se despliegan de las manos, los cuales contienen botones y objetos con los que el jugador puede interactuar de forma intuitiva, con estos menús se le ofrece al usuario diferentes opciones en todo momento durante el videojuego.

- El trabajo a futuro de esta investigación es usar Leap Quake como herramienta digital que complemente las capacitaciones y entrenamientos de simulacros en hogares, empresas y colegios, para promover el videojuego como una posible herramienta educativa. Adicionalmente se puede convertir el videojuego en una experiencia en realidad virtual.

Referencias

- Al-Khalifa, H. S. (16 de junio de 2017). CHEMOTION: A gesture based chemistry virtual laboratory with leap motion. *Computer Applications in Engineering Education*, 961- 976.
- Ameur, S., Khalifa, A. B., & Bouhlel, M. S. (2017). A comprehensive leap motion database for hand gesture recognition. *IEEE*, <http://ieeexplore.ieee.org/document/7939924/>.
- Babu, S. K., McLain, M. L., & Bijlani, K. (2017). *Collaborative Game Based Learning of Post-Disaster Management: Serious Game on Incident Management Frameworks for Post Disaster Management*. Mumbai, India: IEEE.
- Belda, J. (20 de 04 de 2015). *Blog de ShowLeap*. Obtenido de Leap motion características tecnicas: www.blog.showleap.com/2015/04/leap-motion-caracteristicas-tecnicas/
- Chou, Y.-S., Hou, H.-T., Yu, M.-C., Lee, H.-J., Wu, H.-S., Yang, Y.-T., & Liao, Y.-J. (2012). *Running Tommy* Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape.. Takamatsu, Japón: IEEE.
- Congreso de la República. (9 de Julio de 2012). Ley 1554 de 2012. *Por la cual se dictan normas sobre la operación y funcionamiento de establecimientos que prestan el servicio de videojuegos y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia.
- David, P. M. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de entretenimiento lúdico basado en identificación de movimientos de manos a distancias cortas usando el sensor Leap Motion Controller*. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.
- Davis, A. (16 de 08 de 2014). *Leap motion blog*. Obtenido de Introduccion al SDK de leap motion: www.blog.leapmotion.com/getting-started-leap-motion-SDK/
- Dicheva, D. C. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-78.
- Disaster Report 4 Plus: Summer Memories. (4). [videojuego para consola PlayStation]. (2018), Japón, PlayStation. Obtenido de <https://gaming.youtube.com/game/UC1-AyfyJNDCRcCnh-5yD2Q#tab=0>
- Earthquake Simulator VR. (1). [simulador para Realidad Virtual]. *Earthquake Simulator VR*. (2017), Lindero Edutainment. Obtenido de store.steampowered.com
- Emil Wiklund, V. W. (2016). *The Gamification Process: A Framework on gamification*. JONKOPING UNIVERSITY.
- Fernandez Arroyo, A. (9 de 9 de 2013). *UPCT*. Obtenido de Simulador de accidentes de trafico mediante motor de videojuegos Unity: www.repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3474/pfc5512.pdf;jsessionid=52C642BEDAF086F3A77BCBOCBBE6B07?sequence=1

- García Agenjo, I. J. (2015). *Uso de Leap Motion en juegos didácticos para*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.
- García de la Calle, J. (2015). *Nuevas formas de interacción gráfica con videojuegos: utilización de Leap Motion y Oculus RIFT*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Leap Motion, D. (2016). *Leap Motion Developer*. Obtenido de API Overview: www.developer.leapmotion.com/documentation/cscsharp/devguide/Leap_Overview.html#motion-tracking-data
- Li, C., Liang, W., Quigley, C., Zhao, Y., & Yu, L.-F. (2017). *Earthquake Safety Training through Virtual Drills*. IEEE.
- Mclain, M. L. (2016.). *Collaborative Game Based Learning of Post-Disaster Management*.
- Motion, L. (s.f.). *Leap Motion* . Obtenido de Leap Motion : www.leapmotion.com
- Naciones Unidas. (2001). *EQUIPO DE TAREAS INTERINSTITUCIONAL SOBRE REDUCCION DE DESASTRES*. Naciones Unidas.
- OMS, O. M. (2017). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de Accion Sanitaria en las Crisis Humanitarias: <http://www.who.int/hac/techguidance/ems/earthquakes/es/>
- ONEMI. (Octubre de 2013). RECOMENDACIONES "ANTES, DURANTE Y DESPUES" DE SISMOS Y TERREMOTOS. *Mesa tecnica Interinstitucional para recomendaciones "anes durante y despues" de sismos y terremotos*, 26. Santiago, Chile.
- Pirker, J., Pojer, M., Holzinger, A., & Gütl, C. (2017). Gesture-Based Interactions in Video Games with the Leap Motion Controller. *Human-Computer Interaction. User Interface Design, Development and Multimodality*, 620-633. proyectosagiles.org. (s.f.). proyectosagiles.org. Obtenido de Qué es SCRUM: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>
- Ramírez, D. F., & Roldán, J. A. (2017). *JELLYSHAPE*. Chía - Cundinamarca: Universidad De La Sabana.
- S, F., E, B., A, F., L, S., & Zonno, C. G. (2016). Education: Can a bottom-up strategy help for earthquake disaster prevention? *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2069 - 2086.
- Simulacro de desastre del terremoto. (1). [Aplicacion de internet]. (2016), Japón, wowGame. Obtenido de Simulacro de desastre del terremoto: http://www.wowgame.jp/game_html/287.html
- SMITH, D. (2014). *EARTHQUAKE REBUILD:A GAME FOR THE STEALTH LEARNING OF MIDDLE SCHOOL MATH*. FLORIDA : FLORIDA STATE UNIVERSITY.
- Tanes, Z. (2017). Shall we play again? The effects of repetitive gameplay and self-efficacy on behavioural intentions to take earthquake precautions. *Behaviour & Information Technology*, 1037-1045.
- THANAH: Contra terremotos y tsunamis. (1). [Aplicacion para Celular]. (2016), Bangkok, Thailand, Opendream.

- Tips seguros contra terremotos. (1). [Aplicacion para celular]. (2017), Fujian, China, BabyBus Kids Games.
- Unity. (2016). *Unity Documentation*. Obtenido de Manual de Unity: www.docs.unity3d.com/es/current/Manual/UnityManual.html
- Wouters, P. N. (2013). A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effect of Seirous Games. *Journal of Educational Psychology*.
- Yi-Shiuan Chou, H.-T. H.-C.-J.-S.-T.-J. (2012). *Running Tommy. Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape.*
- Yi-Shiuan Chou, H.-T. H.-C.-J.-S.-T.-J. (2012). *Running Tommy* ② *Developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape.*. Takamatsu, Japón: IEEE.
- Zeynep Tanes, H. C. (2013). Goal setting outcomes: Examining the role of goal interaction in influencing the experience and learning outcomes of video game play for earthquake preparedness. *Computers in Human Behavior*, 858-869.
- Babu, S. K., McLain, M. L., Bijlani, K., Jayakrishnan, R., & Bhavani, R. R. (2017). Collaborative Game Based Learning of Post-Disaster Management: Serious Game on Incident Management Frameworks for Post Disaster Management. IEEE.
- Baskaran, T., & Rajalingan, N. (2016). Online Educational Games-Based Learning in Disaster Management Education: Influence on Educational Effectiveness and Student Motivation. IEEE.
- Li, C., Liang, W., Quigley, C., Zhao, Y., & L.-F. Yu. (2017). Earthquake Safety Training through Virtual Drills. IEEE.
- S, J. F., E, B., A, F., L, S., & Zonno, C. G. (2016). Education: Can a bottom-up strategy help for earthquake disaster prevention? *Bulletin of Earthquake Engineering*.
- Smith, D. (2014). EARTHQUAKE REBUILD. Florida State University.
- Yamamoto, T., & Mizuno, S. (2018). Development of a Earthquake Simulator on a Smartphone. IEEE.