



Desarrollo de serious game utilizando blueprints y leap motion, que apoye en la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de niños entre 5 a 7 años en el patronato municipal de Latacunga.

Orellana Valle, Andres Sebastian y Baño Ramirez, Cristian Alexander

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería en Software

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Software

Ing. Jacho Guanoluisa, Nancy Del Pilar

23 de agosto del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



TESIS_ORELLANA_BAÑO_PR.pdf

Scan details

Scan time:
August 23th, 2023 at 10:44 UTC

Total Pages:
103

Total Words:
25528

Plagiarism Detection



Types of plagiarism	Words
Identical	0.4%
Minor Changes	0.7%
Paraphrased	2.6%
Omitted Words	0%

AI Content Detection



Text coverage
● AI text
○ Human text

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ing. Jacho Guanoluisa, Nancy del Pilar".

Ing. Jacho Guanoluisa, Nancy del Pilar
Director



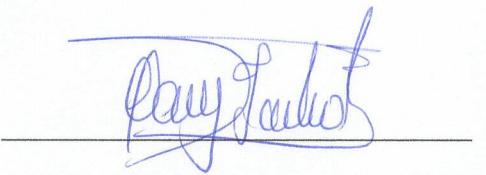
Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería en Software

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, “**Desarrollo de Serious Game utilizando blueprints y Leap Motion, que apoye en la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de niños entre 5 a 7 años en el Patronato Municipal de Latacunga**” fue realizado por los Sr. **Orellana Valle, Andres Sebastian** y el Sr. **Baño Ramirez, Cristian Alexander**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 23 de agosto del 2023



Ing. Jacho Guanoluisa, Nancy del Pilar
C.C.: 0501963086



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería en Software

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Orellana Valle, Andres Sebastian y Baño Ramirez, Cristian Alexander**, con cédulas de ciudadanía nº 1726900044 y nº 1726620162, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación “**Desarrollo de Serious Game utilizando blueprints y Leap Motion, que apoye en la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de niños entre 5 a 7 años en el Patronato Municipal de Latacunga**”, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 23 de agosto del 2023

Orellana Valle, Andres Sebastian
C.C.: 1726900044

Baño Ramirez, Cristian Alexander
C.C.: 1726620162



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería en Software

Autorización de Publicación

Nosotros, **Orellana Valle, Andres Sebastian y Baño Ramirez, Cristian Alexander**, con cédulas de ciudadanía n° 1726900044 y n° 1726620162, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación "**Desarrollo de Serious Game utilizando blueprints y Leap Motion, que apoye en la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de niños entre 5 a 7 años en el Patronato Municipal de Latacunga**", en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 23 de agosto del 2023

Orellana Valle, Andres Sebastian
C.C.: 1726900044

Baño Ramirez, Cristian Alexander
C.C.: 1726620162

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico a mi querido abuelo, Mario, quien me ha acompañado en los momentos más importantes, ha demostrado su cariño y apoyo incondicional, me ha regalado gratos recuerdos a lo largo de mi vida que me han marcado y me brindan las fuerzas para culminar con esta, una meta más, de las por venir.

A mis padres, abuelos y hermanos quienes me han acompañado por mi camino en la vida, que han estado en todos los momentos, quienes me han ayudado a crecer y son razón de la persona que soy hoy en día.

A Online Beratung, empresa que me ha ayudado a madurar a nivel profesional mis conocimientos, me dio su voto de confianza y me ha brindado un apoyo inmedible durante mis estudios universitarios y la culminación de los mismos.

Finalmente dedico este trabajo especialmente a mi madre, Adriana, y a mi pareja, Catherine. Su inquebrantable apoyo, constante motivación y presencia incansable han sido la fuerza impulsora que día tras día aviva mi dedicación. Son quienes me inspiran a buscar siempre más en la vida y son la razón detrás de mi firme determinación para alcanzar mis más grandes metas.

Sebastian

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico a mis padres, quienes me han acompañado y apoyado en este proceso, sacrificando su tiempo para poder darme lo necesario en mis estudios, todo su esfuerzo y sacrificio se ve reflejado en la culminación de este primer objetivo de vida. Mención especial para mis tíos María Ramírez y Ángel Cambo que han sabido guiarme y aconsejarme a lo largo de la carrera.

Cristian

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga y la carrera de Ingeniería en Software, por todas las experiencias y conocimientos brindados, que han sido clave y aporte indiscutible para la realización de la tesis propuesta.

Mi reconocimiento se extiende a nuestra directora de tesis, la Ingeniera Nancy Jacho, cuya paciencia y dedicación han sido pilares esenciales en el logro exitoso de este proyecto. Su disposición para compartir sus saberes, experiencia y motivación constante han sido invaluables en este recorrido.

También, deseo expresar mi agradecimiento al Licenciado Andrés Molina, médico tratante en el Patronato Municipal de Latacunga. Su disposición para brindarnos la información necesaria y su apertura han sido factores determinantes para el eficiente desarrollo de este trabajo.

Es importante destacar que todas estas contribuciones y apoyos han sido cruciales en el camino hacia la culminación exitosa de esta etapa académica y profesional.

Sebastian

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, pues desde el primer día en sus aulas he vivido experiencias únicas las cuales me han formado de manera personal y profesional. A la carrera de Ingeniería en Software que me brindó los conocimientos suficientes para el desarrollo del presente proyecto.

A los docentes tutores quienes nos supieron guiar durante el desarrollo del proyecto, brindando consejos de programación y estructura del proyecto, trabajando incluso fuera de horario para la culminación del escrito y desarrollo del proyecto.

Un agradecimiento especial a la institución pública, Patronato Municipal de Latacunga, quienes nos abrieron las puertas desde el primer día que se realizó el acercamiento, brindando apoyo en las consultas y visitas técnicas, al Lic. Andrés Molina quien fue el encargado de brindar los requerimientos y asistir en las pruebas del proyecto.

Cristian

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenidos.....	10
Índice de figuras.....	13
Índice de tablas.....	15
Resumen.....	16
Abstract.....	17
Capítulo I: Generalidades.....	18
Antecedentes.....	18
Planteamiento del problema.....	19
Justificación e importancia.....	21
Objetivos.....	22
Objetivo general.....	22
Objetivos específicos.....	22
Metas.....	23
Hipótesis.....	23
Variables de investigación.....	23
Variable independiente.....	23
Conceptualización de la variable independiente.....	23
Variable dependiente.....	23
Conceptualización de la variable independiente.....	23
Indicadores.....	24
Capítulo II: Marco teórico.....	25
Rehabilitación Motora.....	25
Rehabilitación motora fina.....	25
Escala Denver II.....	26
SUS (Sistema de Escalas de Usabilidad - System Usability Scale).....	27
Escala de Likert.....	27
Rehabilitación virtual y beneficios.....	27
Gamificación.....	28
Gamificación en rehabilitación.....	30
Herramientas de desarrollo.....	30
Unreal engine.....	30
Blueprints.....	31
Laravel.....	32
Postgresql.....	32
Leap motion.....	33
Metodología MPDSG.....	34
Fase 1: Pre-producción.....	34
Fase 2: Producción.....	34

<i>Fase 3: Post-producción.....</i>	34
Marco de trabajo SCRUM y la metodología MPDSG.....	35
<i>Fase de Pre-producción.....</i>	35
<i>Fase de Producción:.....</i>	35
<i>Fase de Post-producción:.....</i>	36
Capítulo III: Análisis y planificación.....	37
Introducción.....	37
Análisis y planificación del serious game “LEAP GAME”.....	38
<i>Fase de Pre-producción.....</i>	38
<i>Plantilla de diseño final del minijuego Recoger Frutas.....</i>	38
<i>Plantilla de diseño final del minijuego Rompecabezas.....</i>	40
<i>Plantilla de diseño final del minijuego Colores.....</i>	41
<i>Teoría de colores.....</i>	42
Análisis y diseño del administrador “LEAP APP”.....	45
<i>Diseño de Mockups.....</i>	45
<i>Diseño de base de datos.....</i>	45
<i>Diseño de arquitectura.....</i>	47
Capítulo IV: Desarrollo y pruebas.....	49
Introducción.....	49
Desarrollo y pruebas del serious game “LEAP GAME”.....	49
<i>Fase de Producción, recoger frutas.....</i>	50
<i>Fase de Post - Producción, recoger frutas.....</i>	59
<i>Fase de Producción, rompecabezas.....</i>	59
<i>Fase de Post - Producción, rompecabezas.....</i>	67
<i>Fase de Producción, torre de cubos.....</i>	67
<i>Fase de Post - Producción, torre de cubos.....</i>	70
<i>Fase de producción, vistas principales del juego Leap Game.....</i>	70
<i>Fase de Post - Producción, vistas principales del juego Leap Game.....</i>	72
Desarrollo y pruebas del administrador “LEAP APP”.....	74
<i>Back Administrador.....</i>	74
<i>Front Administrador.....</i>	82
<i>Inicio de sesión.....</i>	83
<i>Menú.....</i>	83
<i>Dashboard.....</i>	84
<i>Mi perfil.....</i>	84
<i>Pacientes.....</i>	85
<i>Buscar Pacientes.....</i>	85
<i>Crear nuevo paciente.....</i>	86
<i>Diagnosticar paciente.....</i>	86
<i>Agregar tratamientos a pacientes.....</i>	87
<i>Configuración del juego agregado al tratamiento.....</i>	88
<i>Historial por paciente.....</i>	89
<i>Tratamientos activos.....</i>	90
<i>Pruebas de integración.....</i>	90
Capítulo V: Análisis de resultados.....	92
Validación de calidad del software.....	92

Análisis estadísticos.....	92
Resultados de la primer encuesta.....	93
Resultados de la segunda encuesta.....	94
Interpretación de datos para el análisis de chi cuadrado.....	95
Aceptación del juego.....	99
Cálculo de usabilidad del administrador con SUS.....	100
<i>Sumatorio de enunciados impares.....</i>	<i>101</i>
<i>Sumatorio de enunciados pares.....</i>	<i>101</i>
<i>Aplicación fórmula SUS.....</i>	<i>102</i>
<i>Resultado final.....</i>	<i>102</i>
Conclusión del análisis de datos.....	102
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.....	103
Conclusiones.....	103
Recomendaciones.....	104
Bibliografía.....	105
Anexos.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico del Sistema Octalysis.....	29
Figura 2 Mockup Inicio de sesión.....	33
Figura 3 Planificación de épicas.....	37
Figura 4 Planificación semanal de “Análisis y Diseño”.....	37
Figura 5 Detalle de planificación de “LEAP GAME”.....	38
Figura 6 Teoría de los colores.....	42
Figura 7 Sensación que provocan los colores.....	43
Figura 8 Mockups de “LEAP APP”.....	45
Figura 9 Base de datos.....	46
Figura 10 Arquitectura.....	47
Figura 11 Detalle de planificación de “LEAP APP”.....	48
Figura 12 Diseño del IDE.....	50
Figura 13 Material del agua “Recoger Frutas”.....	51
Figura 14 Material del agua “Recoger Frutas”.....	51
Figura 15 Blueprint del agua “Recoger Frutas”.....	52
Figura 16 Blueprint del agua “Recoger Frutas”.....	52
Figura 17 Diseño completo del juego “Recoger Frutas”.....	53
Figura 18 Frutas “Recoger Frutas”.....	54
Figura 19 Distractores “Recoger Frutas”.....	54
Figura 20 Controlador del juego “Recoger Frutas”.....	55
Figura 21 Map Frutas “Recoger Frutas”.....	55
Figura 22 Evento Generar Actor “Recoger Frutas”.....	56
Figura 23 Evento Generar Actor “Recoger Frutas”.....	57
Figura 24 Evento Begin Overlap - Manos “Recoger Frutas”.....	57
Figura 25 Evento Begin Overlap - Piso “Recoger Frutas”.....	58
Figura 26 Evento Begin Overlap - Mano “Recoger Frutas”.....	58
Figura 27 Evento Personalizado “General View”.....	59
Figura 28 Vista Segundo juego “Rompecabezas”.....	60
Figura 29 Figuras geométricas “Rompecabezas”.....	61
Figura 30 Figuras geométricas oscuras “Rompecabezas”.....	61
Figura 31 Vista del controlador “Rompecabezas”.....	62
Figura 32 Función instancia figura principal y correcta “Rompecabezas”.....	63
Figura 33 Función instancia figura principal y correcta, continuación “Rompecabezas”.....	63
Figura 34 Función genera figura “Rompecabezas”.....	64
Figura 35 Función instancia figura incorrecta, primera parte “Rompecabezas”.....	64
Figura 36 Función instancia figura incorrecta, segunda parte “Rompecabezas”.....	65
Figura 37 Evento On leap Tracking Data “Rompecabezas”.....	66
Figura 38 Función capturar manos primera parte “Rompecabezas”.....	66
Figura 39 Función capturar manos segunda parte “Rompecabezas”.....	67
Figura 40 Vista del juego torre de cubos “Torre de cubos”.....	68
Figura 41 Cubos para el juego “Torre de cubos”.....	69
Figura 42 Vista del controlador “Torre de cubos”.....	69
Figura 43 Inicio de sesión “LEAP GAME”.....	70
Figura 44 Inicio de sesión - Blueprint, primera parte “LEAP GAME”.....	71

Figura 45 Inicio de sesión - Blueprint, segunda parte “LEAP GAME”.....	71
Figura 46 Lista de pacientes”LEAP GAME”.....	72
Figura 47 Implantación “LEAP GAME”.....	73
Figura 48 Estructura de rutas API y sus partes.....	74
Figura 49 Ejemplo de migración para la tabla Treatments.....	75
Figura 50 Ejemplo de seeder.....	76
Figura 51 Ejemplo de factory para creación de pacientes y tratamientos.....	77
Figura 52 Ejemplo de modelo Patient.....	78
Figura 53 Ejemplo de scope de pacientes.....	79
Figura 54 Validaciones la creación de Diagnósticos.....	80
Figura 55 Resource de diagnósticos.....	81
Figura 56 Función para listar pacientes.....	81
Figura 57 Ejemplo archivo Vue.....	82
Figura 58 Inicio de sesión “LEAP APP”.....	83
Figura 59 Menú “LEAP APP”.....	83
Figura 60 Dashboard “LEAP APP”.....	84
Figura 61 Mi perfil “LEAP APP”.....	85
Figura 62 Pacientes “LEAP APP”.....	85
Figura 63 Buscar pacientes “LEAP APP”.....	86
Figura 64 Crear nuevo paciente “LEAP APP”.....	86
Figura 65 Diagnosticar pacientes “LEAP APP”.....	87
Figura 66 Tratamiento en detalle del paciente “LEAP APP”.....	88
Figura 67 Configuración del juego agregado al tratamiento.....	89
Figura 68 Historial por paciente “LEAP APP”.....	89
Figura 69 Tratamientos activos “LEAP APP”.....	90
Figura 70 Api Endpoints en Postman.....	91
Figura 71 Pacientes Api Endpoints en Postman.....	91
Figura 72 Resultado primera pregunta adicional.....	100
Figura 73 Resultado segunda pregunta adicional.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Desarrollo motor fino en niños de 7 años.....	19
Tabla 2 Diagnóstico de problemas de desarrollo motriz.....	20
Tabla 3 Resultados de los problemas kinestésicos en niños de 7 años.....	20
Tabla 4 Plantilla de diseño final del minijuego Recoger Frutas.....	38
Tabla 5 Plantilla de diseño final del minijuego Rompecabezas.....	40
Tabla 6 Plantilla de diseño final del minijuego Colors.....	41
Tabla 7 Resultados primer encuesta.....	93
Tabla 8 Matriz covarianzas primera encuesta.....	93
Tabla 9 Matriz de correlación primera encuesta.....	94
Tabla 10 Resultados segunda encuesta.....	94
Tabla 11 Matriz covarianzas segunda encuesta.....	95
Tabla 12 Matriz de correlación segunda encuesta.....	95
Tabla 13 Parámetros del nivel de confianza.....	96
Tabla 14 Indicador habilidad.....	96
Tabla 15 Indicador atención.....	97
Tabla 16 Indicador tiempo.....	97
Tabla 17 Indicador comprensión.....	98
Tabla 18 Indicador disponibilidad.....	99
Tabla 19 Resultados encuesta SUS.....	101

Resumen

Los serious game están enfocados no solamente en brindar diversión, también ayudan en los procesos de enseñanza y desarrollo de habilidades de una persona o grupo de personas, brindando espacios seguros y entretenidos es por ello que el presente proyecto está orientado al desarrollo de un juego serio que apoye la rehabilitación motriz fina, mediante la implementación de tecnología vanguardista para el reconocimiento de movimientos de extremidades superiores en niños de 5 a 7 años de edad en el Patronato Municipal de Latacunga, centrándose precisamente en el apoyo a la coordinación viso manual. El proyecto consta de dos módulos que se complementan entre sí, el primero es el módulo administrativo en donde el médico tratante realiza las configuraciones necesarias para la sesión de terapia, tiempo de juego, distractores que pueden variar entre figuras, música, colores y números, dificultad según el nivel de motricidad que padezca el paciente y configuración de la ficha del niño, adicional el médico obtiene reportes del avance del paciente según los diagnósticos y tratamientos. El segundo módulo consta de un set de minijuegos desarrollados con técnicas de gamificación, mediante su uso se tratan problemas de coordinación, agarre y lateralización, los mismos que motivan la realización constante de los ejercicios para la rehabilitación motora fina. Este proyecto se guió en la metodología MPDSG (Modelo de Proceso de Desarrollo Para Serious Games), para la implementación del administrador y los videojuegos se utilizó Laravel, Blueprints de Unreal Engine, Unreal Engine y PostgreSQL. Para la interacción entre el usuario y la aplicación se utilizó el dispositivo Leap Motion que permite adquirir datos en tiempo real de movimientos en las manos y dedos.

Palabras claves: Rehabilitación motora fina, juegos serios, leap motion, escala Denver.

Abstract

Serious games are not only focused on providing fun, they also help in the teaching and skill development processes of a person or group of people, providing safe and entertaining spaces, which is why this project is oriented to the development of a serious game that supports fine motor rehabilitation, through the implementation of cutting-edge technology for the recognition of hands movements in children from 5 to 7 in the "Patronato Municipal de Latacunga", focused on the support of hand-eye coordination. The project consists of two modules, one complement of the other, the first is the administrative module where the therapist makes the necessary settings for the therapy session, game time, distractors that can vary between figures, music, colors and numbers, difficulty according to the level of motor skills that the patient suffers and configuration of the child's record, in addition the doctor gets reports of the patient's progress according to the diagnoses and treatments. The second module consists of a set of mini-games developed with gamification techniques, through the use of which coordination, grip and lateralization problems are treated, which motivate the constant performance of exercises for fine motor rehabilitation. This project was guided in the MPDSG methodology, during the development of the administrative app and the videogames, Laravel, Blueprints of Unreal Engine, Unreal Engine and PostgreSQL. The user interacts with the game via the Leap Motion Controller, this tool allows to track hands and fingers movements in real time.

Key words: Motor fine rehabilitation, serious games, leap motion, Denver scale.

Capítulo I

Generalidades

Antecedentes

El movimiento humano se entiende como destrezas motoras o habilidades motrices, las cuales pueden ser gruesas o finas. En el primer punto intervienen grandes músculos que están relacionados con la postura y el desplazamiento, mientras tanto en la motricidad fina intervienen músculos pequeños que se dedican a actividades manipulativas que implican movimientos mucho más precisos y delicados (Psicosanse, s. f.).

La medicina se apoya en el campo de la rehabilitación física para realizar tratamientos a personas afectadas por lesiones adquiridas o enfermedades que pueden afectar al sistema nervioso (Moreno et al., 2013), tiene como principal objetivo ayudar a las personas a lograr el desempeño funcional de las actividades cotidianas mediante la recuperación de habilidades motoras perdidas (Saavedra Parisaca & Vidal Duarte, 2022).

Según relata (Fundación Universitaria Panamericana et al., 2019), en la última década se han incrementado el uso de nuevas prácticas en diversas disciplinas médicas; proyectos como la suite de juegos serios sirve como herramienta en la rehabilitación de personas con movilidad reducida, optimiza las labores cotidianas de personas con necesidad de rehabilitación física mediante la implementación de equipos y técnicas de última generación. Este es un ejemplo de cómo se ha logrado reingeniar procesos e introducirlos en disciplinas médicas de manera exitosa.

Una forma novedosa e inclusiva de reingeniar los procesos de rehabilitación y fisioterapia es usar de manera complementaria entornos virtuales en tres dimensiones (3D) con Realidad Virtual (RV) o Realidad Aumentada (RA) apoyados en accesorios como el Kinect de Microsoft, gafas 3D o Leap Motion, a través de un serious game gamificado (Fundación Universitaria Panamericana et al., 2019).

La gamificación permite incrementar al máximo las habilidades de los niños, a través de juegos intuitivos y divertidos que generen procedimientos de rehabilitación para alcanzar la recuperación significativa y funcional de la motricidad y estimular de forma óptima los sentidos (*¿Qué es la gamificación y cuáles son sus objetivos? | EDUCACIÓN 3.0, s. f.*).

Los videojuegos en medicina buscan promover un hábito de vida activa, analizar el estado físico del jugador o proponer un entrenamiento interactivo sin temor al fracaso; a parte de la diversión y motivación del usuario, los objetivos de los serious game en procesos de rehabilitación son mejorar la salud, motivar la ejecución de dolorosas tareas, dinamizar las terapias, y proporcionar datos de actividad para la supervisión médica (Morales Tirado, 2019), a través de entornos inmersivos y controlados (Fundación Universitaria Panamericana et al., 2019).

El Patronato Municipal de Latacunga es una entidad pública que busca satisfacer las necesidades y expectativas de la población en el ámbito de la salud pública y acción social, haciendo uso de tecnología y recursos públicos de forma eficiente, eficaz y transparente, además, se responsabiliza con la prevención, promoción, recuperación, acción social y rehabilitación de salud integral, según las especificaciones establecidas en el marco de justicia y equidad social del Ministerio de Salud Pública (Patronato Municipal GAD Latacunga, s. f.).

Planteamiento del problema

Un desarrollo motriz correcto tiene los siguientes beneficios: favorece el crecimiento, ayuda al desarrollo de sistemas sensoriales, flexibilidad de músculos y tendones y mayores conexiones sinápticas entre neuronas. El desarrollo motriz fino es determinado por la elasticidad y tensión de las fibras musculares, evidenciada en movimiento de dedos y partes finas del rostro (Ministerio de Educación, 2019).

La actividad motora es una necesidad básica del organismo, cualquier impedimento de este campo, sin importar su causa, por lo general, conlleva a problemas en la etapa de desarrollo del individuo. Las características de la actividad motora como su carácter, calidad e intensidad son factores que deciden sobre el desarrollo adecuado del niño (Ministerio de Educación, 2019).

Los problemas de motricidad fina pueden ocaſionarse por lesiones adquiridas o enfermedades del sistema nervioso, afectando su condición física y relaciones sociales pues los movimientos que aprenden a realizar con las manos tienen impacto en la organización neuromotora y desarrollo cognitivo, motor, sensitivo, afectivo y relacional del niño (Edurne, 2022). Los niños con problemas de motricidad fina pueden tener dificultades para sostener objetos como lápiz, cuchara, realizar trazos, cortar papel entre otros (María Daney, 2017).

El porcentaje de niños que sufren problemas de motricidad es muy amplio, en el artículo (Muñoz et al., 2021) se realizó la investigación de diferentes parámetros sobre el desarrollo motriz fino con una población de estudio de 70 estudiantes, el cual arrojó los resultados que se presentan a continuación:

Tabla 1

Desarrollo motor fino en niños de 7 años

Desarrollo motriz fino en niños de 7 años	
Deficiente	34.3%
Regular	51.4%

Desarrollo motriz fino en niños de 7 años

Buena	14.3%
-------	-------

Nota. En esta tabla se puede visualizar los diferentes niveles de desarrollo motriz fino en niños de 7 años. Tomado de (Muñoz et al., 2021).

Tabla 2*Diagnóstico de problemas de desarrollo motriz*

	Coordinación viso manual	Coordinación fonética	Motricidad facial	Motricidad gestual
Deficiente	31.4%	34.3%	37.1%	34.3%
Regular	60.0%	54.3%	40.0%	51.4%
Buena	8.6%	11.3%	22.9%	14.3%

Nota. Esta tabla muestra el diagnóstico en los diferentes niveles porcentuales de problemas de desarrollo motriz. Tomado de (Muñoz et al., 2021).

Tabla 3*Resultados de los problemas kinestésicos en niños de 7 años*

	Control del cuerpo	Sensibilidad rítmica	Expresividad	Generación de movimientos propios
Deficiente	45.7%	37.1%	34.2%	28.6%
Regular	37.1%	40.0%	42.9%	45.7%
Buena	17.2%	22.9%	22.9%	25.7%

Nota. Esta tabla muestra los porcentajes en los niveles deficiente, regular y bueno, dependiendo del diagnóstico de los problemas kinestésicos en niños de 7 años. Tomado de (Muñoz et al., 2021).

Los resultados del artículo muestran porcentajes altos en el diagnóstico deficiente y regular en la coordinación viso manual, por lo tanto, es importante corregir su desarrollo motriz para mejorar la calidad de vida.

Al Patronato Municipal de Latacunga llegan niños con diferentes problemas motrices, los principales que se presentan en la revisión de diagnóstico se los puede dividir en sociales y físicos, que se describen a continuación:

- Problemas Sociales: está relacionado con las interacciones con sus semejantes, según la investigación realizada entre las características principales se tiene, poca o nula atención a quien se dirige a él, nerviosismo, timidez, poca concentración o problemáticos.
- Problemas físicos: son notorios a la vista, según la investigación realizada se tiene los siguientes problemas, vocalización de palabras, coordinación de movimientos, parálisis de cuerpo completo o ciertas zonas, entumecimiento de extremidades superiores o agarre.

Por otro lado, el Patronato Municipal de Latacunga en la actualidad recibe un promedio de cincuenta niños con problemas motores finos y realizan terapias de rehabilitación motriz fina con equipos netamente físicos, los cuales resultan ser monótonos y por los problemas conductuales mencionados los niños se deslindan con facilidad del proceso terapéutico, ocasionando una rehabilitación tardía.

Justificación e importancia

El presente trabajo se enfoca en brindar un apoyo en rehabilitación motriz fina en niños de 5 a 7 años del Patronato Municipal de Latacunga. El desarrollo motriz fino es clave para la coordinación y aprendizaje de futuras habilidades físicas y sociales, pues conlleva una mayor actividad del sistema nervioso y estimula diferentes campos del cerebro.

Los juegos brindan al usuario una alta inmersión sensorial, se ha mencionado en diferentes investigaciones que este tipo de herramientas ayudan al paciente a desenvolverse de manera natural y enfocar su cerebro en el entretenimiento de los escenarios, entrando en estado de flow o experiencia óptima, punto donde la concentración e inmersión son elevadas, esto beneficiará al paciente a alcanzar las metas propuestas por los médicos (Lanzillotta, 2020).

Para la rehabilitación motora fina tradicional los ejercicios que involucren la coordinación y precisión del ojo y la mano es importante, pues ayudan a que la misma sea más eficiente y efectiva. Los videojuegos en general se enfocan en aspectos de coordinación mano - ojo, por lo que, aparte de brindar un espacio seguro y entretenido para el tratamiento también cumplen con los objetivos de los métodos tradicionales.

La motricidad a temprana edad aparte de servir para movilizarse, desplazarse, manipular objetos y expresar emociones, tiene otros objetivos como ser, aprender a aprender y organizar el pensamiento; el correcto desarrollo motor ayudará al niño a incursionar de manera activa en el mundo que le rodea, formando su personalidad que es fundamental para las necesidades biológicas, intelectuales y socio - afectivas (Garófano et al., 2017).

Los niños con problemas motrices en el Patronato Municipal de Latacunga generalmente tienen dificultades con la integración social, actividades lúdicas en grupo o un comportamiento cohibido, tímido, nervioso o problemático, teniendo en cuenta estas circunstancias y lo importante que es el desarrollo motriz a edad temprana resulta imperativo ofrecer a los niños una opción segura y divertida para superar sus problemas.

Actualmente, el Patronato Municipal de Latacunga para realizar la rehabilitación de niños con problemas motrices cuenta con equipo netamente físico, donde el personal debe estar todo el tiempo pendiente para evitar que se distraiga y el niño cumpla con las actividades, la repetición y monotonía no llama la atención del infante resultando en una rehabilitación tediosa, desmotivante y tardía.

Por estas razones, se propone el desarrollo de un serious game que usará la herramienta Leap Motion junto a Blueprints de Unreal Engine para apoyar la rehabilitación motora fina en niños de 5 a 7 años en el Patronato Municipal de Latacunga, constará de diversos juegos ajustables al avance progresivo del paciente, los niños obtendrán un espacio seguro, motivante y divertido para una rehabilitación entretenida y servirá para incursionar a estos en el mundo tecnológico, pues lo novedoso es que podrán manipular objetos virtuales con retroalimentación de los ejercicios realizados sin necesidad de manipular objetos físicos.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un Serious Game utilizando blueprints y Leap Motion, que apoye en la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de niños entre 5 a 7 años en el Patronato Municipal de Latacunga.

Objetivos específicos

- Realizar el estado del arte de técnicas de rehabilitación motora fina, para relacionarlas con las necesidades del personal del Patronato Municipal de Latacunga y redactar las historias de usuario.
- Diseñar ambientes de juegos seguros e inmersivos para los niños, con base en los requerimientos obtenidos.
- Desarrollar los escenarios de videojuegos que cubran las necesidades automatizables de los médicos tratantes del Patronato Municipal de Latacunga.
- Implementar tecnología vanguardista para el manejo de los juegos que apoyen la rehabilitación motora fina de extremidades superiores.
- Probar el juego serio con los niños que poseen problemas de motricidad del Patronato Municipal de Latacunga.

Metas

Apostrar la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de los niños entre 5 y 7 años del Patronato Municipal de Latacunga, mediante un serious game que utilice blueprints y Leap Motion.

Hipótesis

Si se desarrolla un Serious Game utilizando blueprints y Leap Motion, servirá como apoyo para la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de niños entre 5 a 7 años en el Patronato Municipal de Latacunga.

Variables de investigación

Variable independiente

Serious game utilizando blueprints y Leap Motion.

Conceptualización de la variable independiente

El serious game utilizando Blueprints de Unreal Engine y Leap Motion, es un set de videojuegos con entornos de realidad virtual 3D, diseñados con propósito formativo sin dejar de lado el entretenimiento, desarrollado a través de blueprints de Unreal Engine y utiliza el dispositivo Leap Motion para la manipulación e inmersión del jugador, servirá como una herramienta de apoyo para ejercicios de rehabilitación.

Variable dependiente

Rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de los niños del Patronato Municipal de Latacunga.

Conceptualización de la variable independiente

Rehabilitación motora fina de las extremidades superiores de los niños del Patronato Municipal de Latacunga, hace referencia a los diferentes ejercicios para mejorar las habilidades motoras de las manos y los dedos que tiene los niños de 5 a 7 años que asisten a terapias de rehabilitación al Patronato Municipal de Latacunga.

Indicadores

- Número de actividades ejecutadas en coordinación mano ojo en relación a la edad cronológica.
- Número de intentos para la ejecución de tareas definidas para la edad cronológica.
- Número de actividades ejecutadas en relación a precisión en las actividades y los tiempos asignados.
- Maduración de la capacidad cognitiva relativa a la edad del niño tratado en base a la Escala Denver II.
- Facilidad en la exportación de informes de estado, avance y logros del paciente.

Capítulo II

Marco teórico

Rehabilitación Motora

El objetivo de la rehabilitación motora es promover el aprendizaje motor para conseguir un control corporal eficiente en diferentes entornos, mejorando su interacción y nivel funcional. Se enfoca en pacientes que sufren problemas físicos relacionados con lesiones como fracturas, lumbalgias, accidentes vasculares o cerebrales o problemas relacionados con la edad como deterioro óseo o una debilidad muscular. La rehabilitación motora busca recuperar, en la medida de lo posible, aquellos aspectos afectados y reeducar al paciente en aquellos aspectos que no pueden ser recuperados, dando prioridad a la ejecución de actividades cotidianas (rehametrics, 2023).

Además de realizar los ejercicios pautados por los profesionales, es relevante tener en cuenta el aporte de los videojuegos para la rehabilitación motora. Los juegos serios hacen referencia a utilizar técnicas de juego para hacer más motivante áreas o tareas que normalmente pueden considerarse monótonas, como la rehabilitación que requiere de múltiples repeticiones para conseguir las mejoras funcionales que buscan tanto los profesionales como los pacientes.

Rehabilitación motora fina

La actividad motriz fina hace referencia a los movimientos coordinados de músculos pequeños que suceden generalmente en los dedos por lo general en coordinación con la vista. En relación con las habilidades motoras de las manos y los dedos, cuando se aplica a la teoría de la aptitud humana, se conoce como "destreza manual". Se puede relacionar y atribuir un alto nivel de habilidad manual a la forma en que las actividades manuales son controladas por el sistema nervioso (Aribau Elisa, 18 junio 2023).

Las habilidades motoras finas surgen por la necesidad del cuerpo en crecimiento, durante el desarrollo los movimientos son cada vez más precisos y coordinados, correspondiendo a los propósitos de las actividades que desea realizar el individuo (Rodríguez C. G., 1992).

La habilidad motora fina se desarrolla durante la niñez y permite la coordinación de huesos, músculos, tendones y nervios, para que el individuo realice movimientos pequeños y precisos. Este tipo de movimientos intervienen en importantes áreas, como la médula espinal, cerebro, articulaciones, nervios periféricos y músculos, por esta razón, una correcta estimulación es vital para su correcta formación (Edurne, 2022).

Los hitos del desarrollo motriz permiten saber el nivel de desarrollo neuromotor que posee un niño, desde el nacimiento se van incorporando habilidades con las cuales al llegar a la edad de

cinco años un infante debería ser capaz de realizar actividades específicas, la página web <https://www.guiainfantil.com/1600/desarrollo-de-la-psicomotricidad-fina.html> Guía Infantil: (Marisol Nuevo, 2021), indica algunas actividades: utilizar tijeras, copiar formas geométricas y letras, pegar figuras, hacer objetos con plastilina entre otros.

Por lo tanto, el proceso de rehabilitación motora fina consiste en 3 fases, la primera fase es la de diagnóstico inicial, donde el médico evalúa y verifica la habilidad neuromotora del niño mediante la escala Denver II, en la cual se identifican los hitos que el infante debería realizar con éxito, de esta forma cada hito evaluado puede resultar en uno de tres estados: lo realiza, lo realiza con dificultad y no lo realiza.

Mediante el resultado de los hitos evaluados se puede determinar la edad mental del paciente y el diagnóstico presuntivo que puede ser: normal, dudoso o anormal. Posteriormente si se determina un déficit en las habilidades motoras finas del niño se procede con la segunda fase de tratamiento, donde se realizan ejercicios de reforzamiento determinados por el médico tratante.

Una vez finalizado el tratamiento, se procede a la última fase que consiste en la realización de un diagnóstico final repitiendo el Test de Denver II, donde se verá reflejado si el infante se ha rehabilitado exitosamente.

Escala Denver II

Según la edad cronológica del niño se mide la adquisición de determinadas funciones o habilidades como son manuales, motoras y verbales; como una herramienta de medición los psicólogos Williams Frankeburg, Josie B. Doods y Alma Fordal crearon el test de Denver que se trata de un exámen del Desarrollo Infantil de la Población de Denver (Júlia Puigbó Vivas, 2019).

Esta escala se usa en pediatría para valorar si el desarrollo psicomotriz de un niño en habilidades manuales, motoras y verbales es acorde a lo esperable en el rango de edad. La puntuación es relativamente fácil pues se valora si es capaz de realizar ciertas actividades o no, para esto se emplean objetos como pelotas, lápices, madejas de lana, campanas, cubos, entre otros (Hospital El Pilar, s. f.).

Las conclusiones que se obtienen del uso del test son las siguientes: anormal (con dos fallos o más en dos o más áreas), dudoso (fallos en varias áreas o dos en una misma) o irreducible (hay tantos fallos que es imposible realizar una evaluación en condiciones normales) (Hospital El Pilar, s. f.).

SUS (Sistema de Escalas de Usabilidad - System Usability Scale)

El Sistema de Escalas de Usabilidad o SUS (System Usability Scale) es una herramienta para medir la usabilidad de un sistema (Devin, 2017). SUS consta de 10 preguntas puntuadas entre 1 y 5 donde 5 equivale a un total de acuerdo y 1 equivale a un total desacuerdo. Las diez preguntas se listan a continuación:

1. Creo que usaría este sistema software frecuentemente.
2. Encuentro este sistema software innecesariamente complejo.
3. Creo que el sistema software fue fácil de usar.
4. Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este sistema software.
5. Las funciones de este sistema software están bien integradas.
6. Creo que el sistema software es muy inconsistente.
7. Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este sistema software en forma muy rápida.
8. Encuentro que el sistema software es muy difícil de usar.
9. Me siento confiado al usar este sistema software.
10. Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar este sistema software (Devin, 2017).

Escala de Likert

Con la escala de Likert se puede medir el nivel de acuerdo o desacuerdo del encuestado con respecto a una consulta. Por ello es indispensable ofrecer respuestas de opción múltiple graduales, es decir, que vayan de lo positivo a lo negativo o viceversa (Hammond, 2023). La escala puede representarse de forma gráfica o con descripciones similares pero siempre en relación con la siguiente lista:

1. Totalmente en desacuerdo: 1 punto
2. En desacuerdo: 2 puntos
3. Indiferente: 3 puntos
4. De acuerdo: 4 puntos
5. Totalmente de acuerdo: 5 puntos (Hammond, 2023).

Rehabilitación virtual y beneficios

La capacidad de incorporar tecnologías como la realidad virtual, los videojuegos o la realidad aumentada en un proceso clínico como la rehabilitación es de gran relevancia. La realidad virtual se define como una forma de interacción entre humanos y ordenadores, que implica la creación de una interfaz tridimensional, como un entorno artificial que ofrece una

simulación multisensorial del mundo real. En este entorno, el individuo se sumerge e interactúa respondiendo a diversos estímulos.

La realidad virtual es flexible y apoya el entrenamiento repetitivo de alta intensidad, brindando a los pacientes un espacio motivador y atractivo. Son sistemas individualizados con múltiples opciones de configuración, donde el paciente puede prevenir la frustración, aburrimiento o fatiga, además, proporciona uno de los elementos más importantes de la rehabilitación, el feedback.

La realidad virtual ha emergido como una opción terapéutica que proporciona estímulos positivos para estimular al paciente a llevar a cabo movimientos. En contraste con la terapia ocupacional, investigaciones han sido llevadas a cabo para considerar esta idea. La razón detrás es que la retroalimentación sensorial fomenta una mayor participación en comparación con una retroalimentación directa proporcionada por el terapeuta (Santo López, A., 2020).

Gamificación

La gamificación implica incorporar la diversión propia de los juegos en contextos que suelen carecer de emoción y ser monótonos, pero que suelen ser esenciales (Chou, 2019). Este enfoque es apropiado en situaciones donde la motivación y la acción son cruciales para obtener resultados positivos. Si es posible identificar un comportamiento deseado, la gamificación tiene el potencial de potenciar ese comportamiento.

Yu-Kai Chou es autor del sistema Octalysis (Chou, 2019), el cual determina cualidades que hacen llamativo a un juego. Al finalizar el desarrollo del sistema dió como resultado ocho motores principales de la motivación.

La base del sistema Octalysis es un octágono (Figura 1), cuyos lados representan distintos motores principales de la motivación. La clave de los motores es que cada actividad que se realiza mientras se juega se basa en uno o más de ellos. Por lo tanto, la ausencia de motores provoca también la ausencia de motivación, es decir, no habrá presencia de conducta.

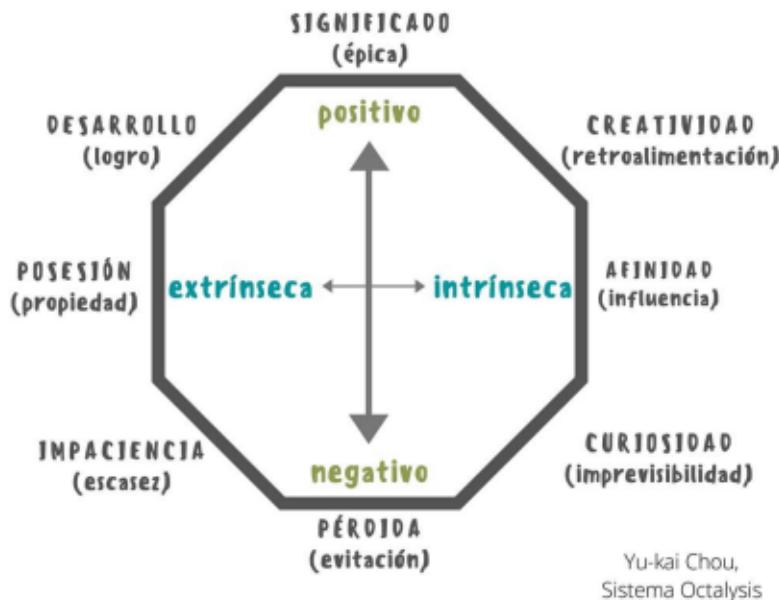
Los motores son los siguientes:

- Significado y vocación épicos: se trata de la motivación personal que nace al ser conscientes de ser parte de algo mayor que nosotros mismos.
- Desarrollo y Logro: corresponde a la motivación del dominio y avance de la actividad. Las monedas o puntuaciones de los juegos, son solamente contadores, sin embargo, generan cierta sensación de mejora.

- Potenciación de la creatividad y la retroalimentación: los usuarios reciben una cantidad de recursos y opciones que pueden utilizar, se trata de ajustar el resultado final mediante retroalimentación con las herramientas que posee.

Figura 1

Gráfico del Sistema Octalysis



Nota. Esta figura presenta el sistema Octalysis representando los distintos motores de la motivación. Tomado de <https://www.picuki.com/media/2255814240984260992>

- Propiedad y posesión: cuando la persona cree ser dueño de algo, tiene la necesidad de protegerlo. Más allá del sentido de pertenencia conlleva también los sentimientos que pueden generar hacia ello.
- Influencia social y afinidad: incluye los componentes sociales que estimulan a las personas. Los elementos que incluye esta categoría son la nostalgia, aceptación o competencia.
- Impaciencia: es el componente que trata la motivación mediante la búsqueda de una recompensa que al momento parece inalcanzable. Esto genera que las personas deseen regresar para verificar la disponibilidad.
- Imprevisibilidad: es el elemento que provoca la incertidumbre derivada de la falta de conocimiento sobre lo que sucederá después, por lo tanto, es un componente de gran relevancia.
- Pérdida: según el estudio la mayoría de acciones que toman las personas es para evitar una pérdida que para conseguir una ganancia, ya que una pérdida es más dolorosa.

Gamificación en rehabilitación

En las últimas décadas se han desarrollado cambios en la manera de entender y enfocar los procesos de rehabilitación, así nace el concepto de gamificación en la rehabilitación, que de alguna manera es otra de las muchas actividades que se alejan de lo manual y optan por la tecnología.

Aunque es un término relativamente reciente en términos generales y especialmente innovador en el campo médico, ya se han desarrollado aplicaciones que están teniendo un efecto tangible en la calidad de vida de los pacientes. (Santo López, A., 2020).

La gamificación es el proceso de aplicar elementos de diseño y mecánicas de juegos en contextos no relacionados con los juegos para aumentar la participación, la motivación y el compromiso. En el caso de la rehabilitación motora física, la gamificación puede desempeñar un papel importante al hacer que los procesos de rehabilitación sean más atractivos y efectivos para los pacientes.

A continuación se presenta algunas de las formas en que el juego apoya el proceso de rehabilitación del movimiento físico:

- **Motivación y compromiso:** la ludificación introduce elementos de desafío, recompensa y competencia que pueden motivar a los pacientes a participar activamente en los programas de rehabilitación. Los pacientes pueden sentirse más involucrados y comprometidos cuando usan los juegos para trabajar hacia un objetivo específico.
- **Variedad de Actividades:** Los juegos pueden ofrecer una variedad de desafíos y actividades que abordan diferentes aspectos de la rehabilitación motora. Esto ayuda a evitar la monotonía y el aburrimiento, lo que suele ser un obstáculo en los programas tradicionales de rehabilitación.
- **Seguimiento y Datos:** Los sistemas de gamificación pueden recopilar datos sobre el rendimiento del paciente, lo que permite a los médicos tratantes hacer un seguimiento más preciso del progreso y adaptar los planes de rehabilitación según sea necesario.

En general, la gamificación puede hacer que la rehabilitación físico-motora sea un proceso más placentero y exitoso para los pacientes, lo que podría producir mejores resultados en términos de curación y funcionalidad.

Herramientas de desarrollo

Unreal engine

Unreal Engine es un motor gráfico gratuito desarrollado por la empresa Epic Games que cuenta con herramientas que permiten el desarrollo de aplicaciones, experiencias

cinematográficas y videojuegos de alta calidad visual. Unreal tiene excelentes capacidades gráficas y como una ventaja es que permite a los desarrolladores probar rápidamente su motor sin necesidad de escribir líneas de código (Cárdenas et al., 2020).

Unreal Engine es completamente gratuito, su única regla es que al momento de comercializar el juego se debe dar, el 5% de los primeros \$3000 dólares generados. Este motor de videojuegos permite diferentes formas de programación, netamente código usando el lenguaje C++ o usando la programación visual denominada Blueprint Visual Scripting.

La última versión del motor proporciona características que han beneficiado al desarrollo; mediante Nanite, un sistema de geometría virtualizada permite la creación de complejas mallas poligonales sin mucho esfuerzo; Lumen, un sistema de iluminación global en tiempo real que trabaja en conjunto con Nanite, para iluminación, sombras o reflejos (Unreal Engine 5: Características principales del nuevo motor gráfico de Epic, 2022).

Además de sus características, Unreal Engine ofrece un alto grado de portabilidad, soportando plataformas como: windows, macOS, linux, steam, android, iOS, PlayStation, switch, Xbox One, entre otros (2022).

Blueprints

Unreal Engine utiliza como lenguaje de programación por defecto C++, sin embargo, la herramienta cuenta con una alternativa de desarrollo denominada Blueprint Visual Scripting, la cual permite el desarrollo por bloques sin la necesidad de escribir líneas de código, esto permite visualizar el flujo del juego de forma más amigable. No sustituye al lenguaje C++, es un complemento que está perfectamente coordinado e integrado (Tokio New Technology School, 2023).

C++ es principalmente un lenguaje compilado, antes de que pueda ejecutarse, se debe "construir" un programa completo en C++, es decir, traducirlo a las instrucciones nativas de la máquina de destino mediante un programa llamado compilador y vincularlo con bibliotecas externas precompiladas mediante un programa llamado enlazador. Los compiladores de alta calidad realizan una amplia optimización de código local y global, producen un código muy eficiente y compacto (Rassokhin, D., 2020).

El sistema de Blueprints son assets que están en Unreal Engine, es un sistema de scripting implementado con el concepto de utilizar una interfaz basada en nodos para crear elementos de juego. Coloquialmente, los objetos definidos mediante Blueprint se denominan simplemente como "Blueprints" (Cárdenas et al., 2020).

(Cárdenas et al., 2020) expresa que Blueprints permite al desarrollador crear prototipos virtuales de cualquier elemento del juego entre los cuales destacan: Modos de Juego, Jugadores, Cámaras, Entradas e Interfaces.

Existen diferentes tipos de blueprints, cada uno brinda ayuda en distintas funcionalidades:

- Level Blueprint, permite el manejo de la programación global de un nivel, permite la implementación de funcionalidades específicas del nivel.
- Blueprint Class, permite agregar contenido y funcionalidades sobre clases existentes.
- Blueprint Interface, permite a diferentes Blueprints compartir y enviar datos entre sí.
- Animation Blueprints, controla la animación de una malla esquelética.
- Widget Blueprints, ayuda a la creación de menús, (Blueprints en unreal engine 4, funciones y tipos, 2022).

Desarrollo backend

Laravel

Es un framework para desarrollo web que trabaja con el lenguaje de programación PHP, proporcionando al desarrollador herramientas para construir aplicaciones seguras y robustas. Cuenta con diferentes paquetes y API's integrados que facilitan la forma de trabajar de los desarrolladores. Utiliza PHP Composer para ejecutar los proyectos y Artisan para la creación de modelos, controladores y servicios (Bagwan & Chule, 2019).

Postgresql

Es un sistema de gestión de base de datos relacional, una de sus principales características es que almacena y escala de forma segura las cargas de trabajo complicadas. corre en los principales SO's y es de código abierto, cumpliendo con ACID desde 2001, atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad; cuenta con varios complementos para satisfacer las necesidades del usuario (The PostgreSQL Global Development Group, s. f.).

(Zea Ordóñez, 2017) menciona que postgresSQL está muy bien catalogado por su estabilidad, potencia, robustez y la facilidad de administración e implementación. Adicionalmente, recalca que postgresql utiliza un sistema cliente servidor con el uso de hilos para un procesamiento correcto de las consultas hacia la base de datos.

Hardware para videojuegos

Leap motion

Leap Motion es un dispositivo específico diseñado para rastrear las ubicaciones y direcciones en el espacio de la mano, y lo mejor es que es fácil de llevar y no resulta costoso. Su capacidad de seguimiento se extiende a un campo de 150 grados de amplitud y 60 cm de altura, lo que nos da la habilidad de identificar las coordenadas tridimensionales (x, y, z) de cada mano, las cuales reflejan un gesto en sí (Nogales & Benalcázar, 2019).

Leap Motion permite mejorar la interacción entre el usuario y el ordenador, realizando gestos en el espacio, posee un nivel de definición de captura de movimientos que ayuda a realizar actividades como girar objetos tridimensionales, trazar líneas o hacer zoom con dos dedos. Brinda una experiencia de usuario distinta a la habitual con el mouse y teclado (Interacción 3D con Leap Motion, 2019).

Figura 2

Leap Motion



Nota. La figura presenta la herramienta Leap Motion utilizada en el presente proyecto.

El software captura los datos enviados por el sensor y analiza la información gracias a que posee un modelo interno de una mano, analiza manos, dedos, brazos y herramientas (puntero) (Interacción 3D con Leap Motion, 2019).

Marco metodológico

Metodología MPDSG

El Grupo de Investigación en Tecnologías Interactivas (GTI), perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, ha presentado una propuesta para crear Juegos Serios. Esta propuesta surge de la fusión entre el Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA), el enfoque de Líneas de Producción de Software (LPS) y la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) (Lanzillotta, 2020).

Esencialmente se definen tres fases para el desarrollo de Serious Games:

Fase 1: Pre-producción

Se realiza el diseño conceptual y se comienzan a definir aspectos generales del Juego.

- **Análisis y planificación:** En esta fase se realiza un análisis detallado del juego y se define su alcance y objetivos. También se establecen los recursos necesarios y se planifica el proceso de desarrollo. Según Santos et al. (2017), esta fase es crucial para el éxito del proyecto.

Fase 2: Producción

El proceso involucra el diseño, creación y, en última instancia, el lanzamiento del Juego Serio al mercado.

- **Diseño del juego:** En esta fase se desarrolla el concepto del juego, se establece la mecánica, la historia y la estética. También se definen los personajes, el mundo y los niveles del juego. Según Freire et al. (2014), es importante involucrar a los usuarios en esta fase para asegurar que el juego sea atractivo y adecuado para su público objetivo.
- **Desarrollo del juego:** En esta fase se realiza la programación del juego y se crean los elementos multimedia necesarios. También se realizan pruebas y se optimiza el rendimiento. Según Mayorga et al. (2019), es importante realizar pruebas de usuario para asegurar que el juego sea jugable y satisfactorio.

Fase 3: Post-producción

El Serious Game se ve ajustado, mejorado y se corrigen los errores detectados.

- **Evaluación del juego:** En esta fase se evalúa el juego en función de los objetivos establecidos y se realizan ajustes y mejoras. También se realiza una evaluación de la

usabilidad y la accesibilidad del juego. Según López et al. (2015), esta fase es importante para asegurar que el juego cumpla con sus objetivos educativos.

- **Distribución y mantenimiento:** En esta fase se distribuye el juego y se realiza su promoción. También se realiza el mantenimiento del juego y se actualiza si es necesario. Según Hernández et al. (2016), es importante mantener el juego actualizado y responder a las retroalimentaciones de los usuarios.

Plantea un enfoque de desarrollo iterativo que implica la participación de diversos especialistas vinculados a la creación del Juego Serio: educadores (profesores) expertos en el tema, especialistas en el contenido o dominio, y jugadores con experiencia en dinámicas de juego.

Las etapas se definen de la siguiente manera:

- **Elicitación:** requerimientos objetivos del videojuego o características necesarias según el avance del proyecto y son redactados de forma comprensible.
- **Elaboración de especificaciones:** Se crean documentos que describen el videojuego a desarrollar, basándose en los requisitos establecidos.
- **Validación de requisitos:** Los expertos involucrados evalúan y validan tanto los requisitos adquiridos como la redacción de los documentos.

Marco de trabajo SCRUM y la metodología MPDSG

SCRUM es un marco de trabajo ágil para la gestión de proyectos de software, que se enfoca en la entrega de valor en ciclos cortos y regulares. Según Schwaber y Sutherland (2017), SCRUM se basa en un conjunto de roles, eventos y artefactos que permiten a los equipos auto-organizarse y colaborar de manera efectiva para cumplir con los objetivos del proyecto.

Se aplicó la metodología seleccionada con SCRUM de la siguiente manera:

Fase de Pre-producción

- **Análisis y planificación:** En SCRUM, esta fase se corresponde con la planificación del sprint y la definición del backlog de producto. Según Schwaber y Sutherland (2017), esta fase es crucial para establecer una visión clara del proyecto y definir los objetivos a corto plazo.

Fase de Producción:

- **Diseño del juego:** En SCRUM, esta fase se corresponde con la creación de historias de usuario y el diseño de soluciones. Según Cohn (2014), es importante involucrar a los

miembros del equipo en esta fase para asegurar que el diseño sea viable y cumpla con las expectativas del cliente.

- **Desarrollo del juego:** En SCRUM, esta fase se corresponde con la implementación de las historias de usuario en el sprint. Según Rubin (2012), es importante asegurarse de que las tareas se completen en el tiempo asignado y que el equipo tenga las habilidades técnicas necesarias para realizar el trabajo.

Fase de Post-producción:

- **Evaluación del juego:** En SCRUM, esta fase se corresponde con la revisión del sprint y la demostración del producto al cliente. Según Beck et al. (2001), es importante obtener retroalimentación del cliente para mejorar el producto y asegurarse de que cumpla con sus expectativas.
- **Distribución y mantenimiento:** En SCRUM, esta fase se corresponde con la entrega del producto al cliente y la realización de tareas de mantenimiento y soporte. Según Schwaber y Beedle (2002), es importante asegurarse de que el producto esté listo para su entrega y que se brinde soporte al cliente en caso de que se presenten problemas.

Capítulo III

Análisis y planificación

Introducción

El presente capítulo indica el proceso de análisis de requisitos y planificación del software propuesto, el cual consta de dos módulos, el videojuego y el administrador del juego, en adelante denominados “LEAP GAME” y “LEAP APP” respectivamente.

Los nombres para las aplicaciones fueron inspirados en la herramienta Leap Motion (Salto Movimiento), haciendo referencia a una “evolución en el movimiento”, de esta forma se toma las palabras del inglés GAME y APP pertenecientes a JUEGO y APLICACIÓN de forma respectiva.

Para la aplicación del marco de trabajo SCRUM se utiliza Jira Software, plataforma que nos permite la organización en sprints de épicas, historias de usuario y tareas que se encuentran detalladas en el *Anexo 1: Historias de usuario*. Además se maneja un tablero tipo kanban para el flujo de las actividades en columnas definidas como “por hacer”, “en curso”, “pruebas” y “listo”, las cuales representan el estado en que se encuentra cada tarea.

Figura 3

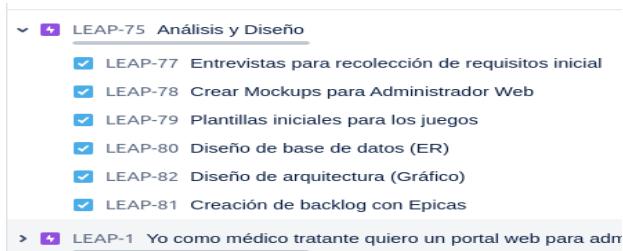
Planificación de épicas



Nota. La figura presenta la planificación de las épicas, la cual fue realizada en el portal de Jira.

Figura 4

Planificación de “Análisis y Diseño”



Nota. La figura presenta la planificación de las épicas y tareas detalladas para “Análisis y Diseño”, la cual fue realizada en el portal de Jira.

Análisis y planificación del serious game “LEAP GAME”

Para el desarrollo de los minijuegos en primer lugar se realizó la fase de pre-producción propuesta por la metodología seleccionada, donde se desglosa la parte de análisis y planificación, esto apoyado con el marco de trabajo Scrum, lo que permite un mejor análisis gracias a la retroalimentación constante por parte del médico tratante

Fase de Pre-producción

Según la metodología planteada MPDSG para el presente proyecto, se inicia con la fase de pre-producción, durante esta etapa se lleva a cabo un análisis exhaustivo del juego, donde se definen sus alcances y objetivos. Además, se determinan los recursos requeridos y se planifica todo el proceso de desarrollo.

Planificación

Figura 5

Detalle de planificación de “LEAP GAME”



Nota. La figura presenta la planificación de las épicas e historias de usuario detalladas para “LEAP GAME”, la cual fue realizada en el portal de Jira.

Análisis

Plantilla de diseño final del minijuego Recoger Frutas

Tabla 4

Plantilla de diseño final del minijuego Recoger Frutas

Campo	Descripción
Título	Recoger Frutas
Diseñadores	Cristian Alexander Baño Ramirez Andres Sebastian Orellana Valle

Campo	Descripción
Género	Terapéutico, Acción
Plataforma	PC
Sinópsis de jugabilidad y contenido	El juego se basa en recoger frutas que irán cayendo desde el cielo, para lograr el objetivo, el jugador deberá posicionar las manos sobre el dispositivo leap motion y moverlas hacia las frutas, según la configuración podrá existir o no figuras distractoras en caso que el jugador toque los distractores en lugar de las frutas esto sumará en el contador de incorrectos. Se tendrá diferentes configuraciones como: número de distractores que estarán en el rango de 1 a 3, número de frutas que caerán en el rango de 1 a 3, música y tiempo. Este juego ayudará a la coordinación viso manual del paciente ya que podrá trabajar con cualquiera de las manos debido a que puede ser dominante con la extremidad zurda o diestra
Licencia	Juego original
Tecnología	Unreal engine
Público	La población objetiva para el juego son niños de 5 a 7 años que necesitan rehabilitación motora fina en las extremidades superiores, del Patronato Municipal de Latacunga ubicado en la provincia de Cotopaxi

Historial de versiones

Versión 1: Se muestran bocetos del escenario para verificar que el diseño sea acorde a los deseos del médico tratante, el mismo que tuvo diferentes observaciones en las cuales se solicita agregar un espacio que genere calma, por ejemplo: un lago, montañas, etc. Adicional se da la propuesta del juego Recoger Frutas el cual es aprobado sin inconvenientes por el médico.

Versión 2: Una vez aumentado lo solicitado por el médico tratante la observación que se obtuvo en el diseño del escenario es que la vista debe centrarse a la cascada, pues esta se encontraba a lado.

Versión 3: Se realizan los cambios en la vista del diseño del escenario, pues en las diferentes visitas estos fueron los únicos cambios solicitados ya que la lógica con la que se manejaría el juego, distractores y configuraciones fueron aprobadas desde el comienzo.

Visión general del juego

El presente proyecto tiene como objetivo apoyar la rehabilitación motora fina en extremidades superiores de niños entre 5 a 7 años en el patronato municipal de Latacunga

Mecánica del juego

Cámara	Perspectiva 2D
Periféricos	Leap Motion
Controles	Leap Motion, mouse.

Nota. Esta tabla muestra la plantilla de diseño final del minijuego Recoger Frutas.

Plantilla de diseño final del minijuego Rompecabezas

Tabla 5

Plantilla de diseño final del minijuego Rompecabezas

Campo	Descripción
Título	Rompecabezas
Diseñadores	Cristian Alexander Baño Ramirez Andres Sebastian Orellana Valle
Género	Juego de mesa
Plataforma	PC
Sinópsis de jugabilidad y contenido	<p>El juego se centra en un escenario que simula el mar junto con un barco pirata, en este minijuego aparecerán en pantalla tres figuras en donde dos no tendrán color y una de ellas será similar a la figura que se encuentra en medio la misma que si tendrá color y servirá como referencia para que el niño mueva el objeto hacia su par. Para poder realizar el movimiento del objeto el jugador deberá colocar su mano sobre el dispositivo Leap Motion y simular un pellizco lo que hará que capture el objeto referencia y lo pueda mover hacia su objetivo.</p> <p>Este juego tendrá como configuración solamente el tiempo y música, ya que como distractor se tiene la opción incorrecta por defecto.</p> <p>En la terapia de rehabilitación motora fina ayudará a que el paciente trabaje músculos de la mano al realizar la simulación de pellizco, además de trabajar lateralización y reconocimiento de formas.</p>
Licencia	Juego original
Tecnología	Unreal engine
Público	La población objetiva para el juego son niños de 5 a 7 años que necesitan rehabilitación motora fina en las extremidades superiores, del Patronato Municipal de Latacunga ubicado en la provincia de Cotopaxi
Historial de versiones	
<p>Versión 1: Se muestran bocetos del escenario donde se presenta un paisaje con agua y un barco tratando de simular el ambiente del mar ante esto se indica que el escenario necesita un poco más de carga y se solicita agregar montañas y que simula la llegada del barco a puerto, la idea propuesta para la lógica del juego recibe ciertas observaciones ya que los colores planteados para la figura de referencia no convence al personal médico.</p> <p>Versión 2: Los bocetos son aceptados una vez simulado el fondo de la llegada del barco a tierra, adicional se hace una mejor selección de los colores y figuras que aparecerán como referencia lo cual es aceptado por parte del personal médico.</p>	
Visión general del juego	
<p>El presente proyecto tiene como objetivo apoyar la rehabilitación motora fina en extremidades</p>	

Campo	Descripción
superiores de niños entre 5 a 7 años en el patronato municipal de Latacunga	
Mecánica del juego	
Cámara	Perspectiva 2D
Periféricos	Leap Motion
Controles	Leap Motion, mouse

Nota. Esta tabla muestra la plantilla del diseño final del minijuego *Rompecabezas*.

Plantilla de diseño final del minijuego Colores

Tabla 6

Plantilla de diseño final del minijuego Colores

Campo	Descripción
Título	Colors
Diseñadores	Cristian Alexander Baño Ramirez Andres Sebastian Orellana Valle
Género	Terapéutico
Plataforma	PC
Sinópsis de jugabilidad y contenido	El ambiente del juego simula un volcán en donde se presentará en pantalla cinco figuras en forma de cruz, las esquinas serán de colores únicos y el cubo de la mitad se repetirá el color de cualquier figura de las esquinas, el fin del juego es llevar la figura del centro hacia su similar de color, si se hace correctamente se contará como correcto caso contrario aumentará el contador de errores. Para esto el jugador deberá posar sus manos sobre el dispositivo Leap Motion y simular un pellizco, realizadas estas acciones se podrá manipular y mover el objeto hacia su par. Se tendrá la posibilidad de configurar lo siguiente: el tiempo y la música, debido a que los distractores vienen por defecto. Mediante este juego se trabajará la coordinación, lateralización y agarre pues el jugador deberá seleccionar la opción correcta con el pellizco y movimiento.
Licencia	Juego original
Tecnología	Unreal engine
Público	La población objetiva para el juego son niños de 5 a 7 años que necesitan rehabilitación motora fina en las extremidades superiores, del patronato municipal de Latacunga ubicado en la provincia de Cotopaxi

Campo	Descripción
Historial de versiones	
Versión 1:	Se muestran bocetos del escenario al personal médico el cual acepta la parte visual, sin embargo, presenta ciertas novedades sobre en la lógica del juego lo cual se revisa para una próxima entrega.
Versión 2:	Se da ajuste a la lógica del juego colocando 4 figuras iguales en los laterales para que funjan como distractores y se recibe la aprobación tanto de lógica como de la parte visual.
Visión general del juego	
El presente proyecto tiene como objetivo apoyar la rehabilitación motora fina en extremidades superiores de niños entre 5 a 7 años en el patronato municipal de Latacunga	
Mecánica del juego	
Cámara	Perspectiva 2D
Periféricos	Leap Motion
Controles	Leap Motion, mouse

Nota. Esta tabla muestra la plantilla de diseño final del minijuego *Colores*.

Teoría de colores

Figura 6

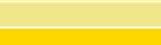
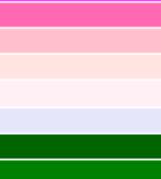
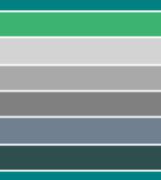
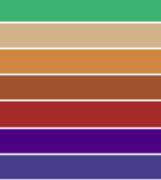
Teoría de los colores

Color	Significado	Su uso aporta	El exceso produce
BLANCO	Pureza, inocencia, optimismo	Purifica la mente a los más altos niveles	---
LAVANDA	Equilibrio	Ayuda a la curación espiritual	Cansado y desorientado
PLATA	Paz, tenacidad	Quita dolencias y enfermedades	---
GRIS	Estabilidad	Inspira la creatividad Simboliza el éxito	---
AMARILLO	Inteligencia, alentador, tibieza, precaución, innovación	Ayuda a la estimulación mental Aclara una mente confusa	Produce agotamiento Genera demasiada actividad mental
ORO	Fortaleza	Fortalece el cuerpo y el espíritu	Demasiado fuerte para muchas personas
NARANJA	Energía	Tiene un agradable efecto de tibieza Aumenta la inmunidad y la potencia	Aumenta la ansiedad
ROJO	Energía, vitalidad, poder, fuerza, apasionamiento, valor, agresividad, impulsivo	Usado para intensificar el metabolismo del cuerpo con efervescencia y apasionamiento Ayuda a siperar la depresión	Ansiedad de aumentos, agitación, tensión
PÚRPURA	Serenidad	Útil para problemas mentales y nerviosos	Pensamientos negativos
AZUL	Verdad, serenidad, armonía, fidelidad, sinceridad, responsabilidad	Tranquiliza la mente Disipa temores	Depresión, aflicción, pesadumbre
AÑIL	Verdad	Ayuda a despejar el camino a la conciencia del yo espiritual	Dolor de cabeza
VERDE	Ecuanimidad inexperta, acaudalado, celos, moderado, equilibrado, tradicional	Útil para el agotamiento nervioso Equilibra emociones Revitaliza el espíritu Estimula a sentir compasión	Crea energía negativa
NEGRO	Silencio, elegancia, poder	Paz. Silencio	Distante, intimidatorio

Nota. La figura presenta las propiedades de los colores. Tomado de (WebUsable, 2018).

Figura 7

Sensación que provocan los colores

Sensación	Colores	Muestras
Calidez, tibieza	Colores tibios asociados al fuego: Marrón, Rojo, Naranja, Amarillo	
Fascinación, emoción	El amarillo dorado deja una sensación perdurable, brillante, fuerte.	
Sorpresa	El granate, sorprende por poco usado.	
Feminidad	La variedad de tonos alrededor del rosa y lavanda	
Dramatismo	Verde oscuro, poderoso.	
Naturalidad	Sutiles tonos de gris y verde	
Masculinidad	Marrones, piel curtida y azules	
Juvenil	Colores saturados, brillantes, extremos, con el máximo contraste	
Serenidad	Sombras frescas, del violeta al verde	
Frescura	Tonos neutros de azul violeta y gris	

Nota. La figura presenta las sensaciones que provocan los diferentes colores. Tomado de (WebUsable, 2018).

La mezcla de colores podría parecer un asunto insignificante; sin embargo, la investigación científica ha confirmado que los diversos colores tienen la capacidad de activar el sistema nervioso. Cuando se entrelazan con los estímulos captados por los otros sentidos, se ha constatado que pueden provocar reacciones variadas en las personas.

Los ojos procesan el color, el cual se transmite desde el nervio óptico a través de conexiones neuronales hacia las glándulas pineales. Estas glándulas desempeñan un papel crucial en la regulación de los ritmos vitales diarios al influir en la producción de serotonina y melatonina, moléculas que gobiernan el sueño y la vigilia. Además, las reacciones ante los colores son asumidas por el subconsciente. Por consiguiente, se puede observar claramente una respuesta psicofisiológica a los colores por parte del cerebro (WebUsable, 2018).

A raíz de lo expuesto previamente, se ha llevado a cabo una selección minuciosa de los colores que se implementarán en los minijuegos. Estos colores han sido elegidos para resultar atractivos para los sentidos visuales de los niños, asegurando que no interrumpan ni distraigan de las actividades centrales dentro de los juegos, las cuales están diseñadas para respaldar la mejora de la motricidad fina en las extremidades superiores. No obstante, se ha tenido en cuenta la posibilidad de brindar momentos de distracción adecuados para mantener su interés y compromiso.

Análisis y diseño del administrador “LEAP APP”

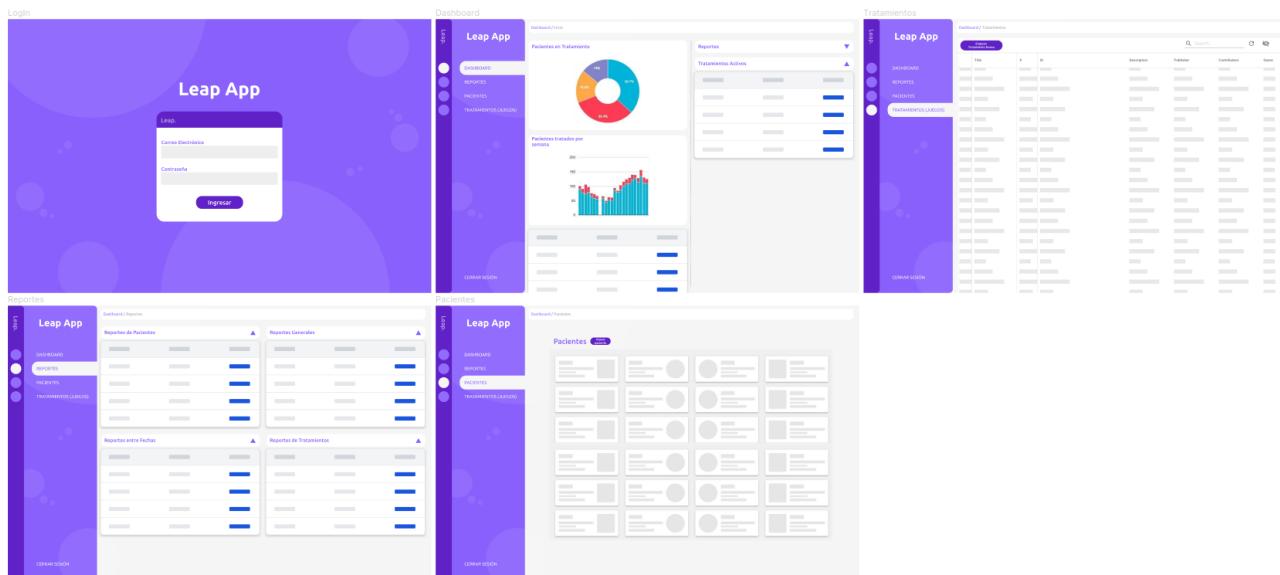
Durante esta etapa, se lleva a cabo un análisis exhaustivo para el desarrollo del administrador web que maneja el terapeuta y consta de 3 partes especificadas en la [Figura 4 Planificación semanal de “Análisis y Diseño”](#).

Diseño de Mockups

Para el diseño de los mockups se utiliza la herramienta web Figma, la cual nos permite generar pantallas de forma rápida a través de sus funcionalidades de edición de gráficos vectoriales. El color principal del aplicativo es el morado y fue elegido como resultado de la creatividad y gusto personal, fue una expresión de preferencia estética y originalidad, brindando un toque distintivo al diseño.

Figura 8

Mockups de “LEAP APP”



Nota. La figura presenta los mockups creados para “LEAP APP”, se ven pantallas de login, dashboard, pacientes, tratamientos y reportes.

Diseño de base de datos

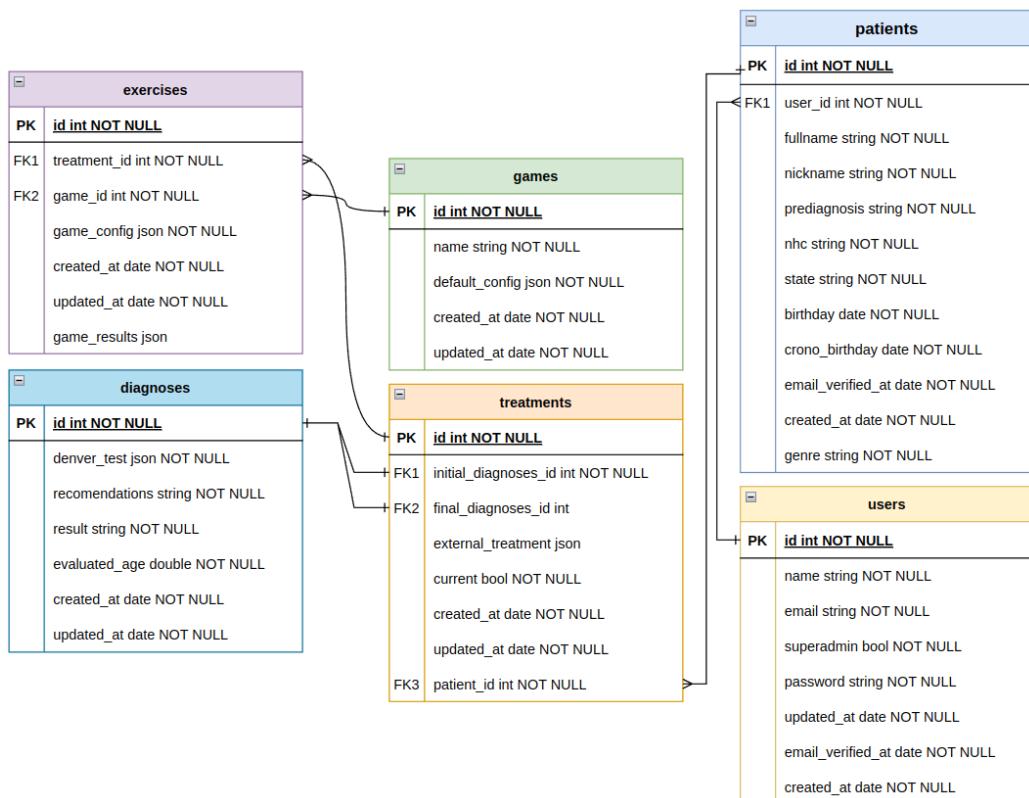
Para el diseño de base de datos se han identificado 6 tablas que cumplen con lo esperado y guardan los datos necesarios para el diagnóstico, tratamiento y dada de alta de pacientes. A continuación se listan las tablas con su principal propósito:

- **Ejercicios (exercises):** Esta tabla representa los juegos asignados a un paciente a manera de tratamiento determinado por el profesional de la salud, guarda la configuración, resultados del juego y pertenece a una sola instancia de la tabla “tratamientos”.

- **Diagnósticos (diagnoses):** Esta tabla representa los tests de Denver II realizados por el médico tratante, guarda los resultados del test, recomendaciones, la edad del paciente durante la evaluación y pertenece a una sola instancia de la tabla “tratamientos” como diagnóstico inicial o diagnóstico final.
- **Tratamientos (treatment):** Esta tabla representa los tratamientos activos o finalizados de un paciente, guarda el diagnóstico inicial, diagnóstico final, los tratamientos externos aplicados y pertenece a una sola instancia de la tabla “patients”.
- **Usuarios (users):** Esta tabla representa a los usuarios que pueden acceder al sistema, guarda las credenciales del mismo, su rol en el sistema y tiene varias instancias de la tabla “patients” a su cargo.
- **Pacientes (patients):** Esta tabla representa a los pacientes de un médico tratante, guarda los datos de identificación del paciente y tiene varias instancias de la tabla “treatments” a su cargo.
- **Juegos (games):** Esta tabla representa la lista de juegos presentes en “LEAP GAME”, guarda el nombre del juego, su configuración por defecto y pertenece a varias instancias de la tabla “exercises”.

Figura 9

Base de datos



Nota. La figura presenta el modelo entidad relación para la API que maneja “LEAP APP” y “LEAP GAME”.

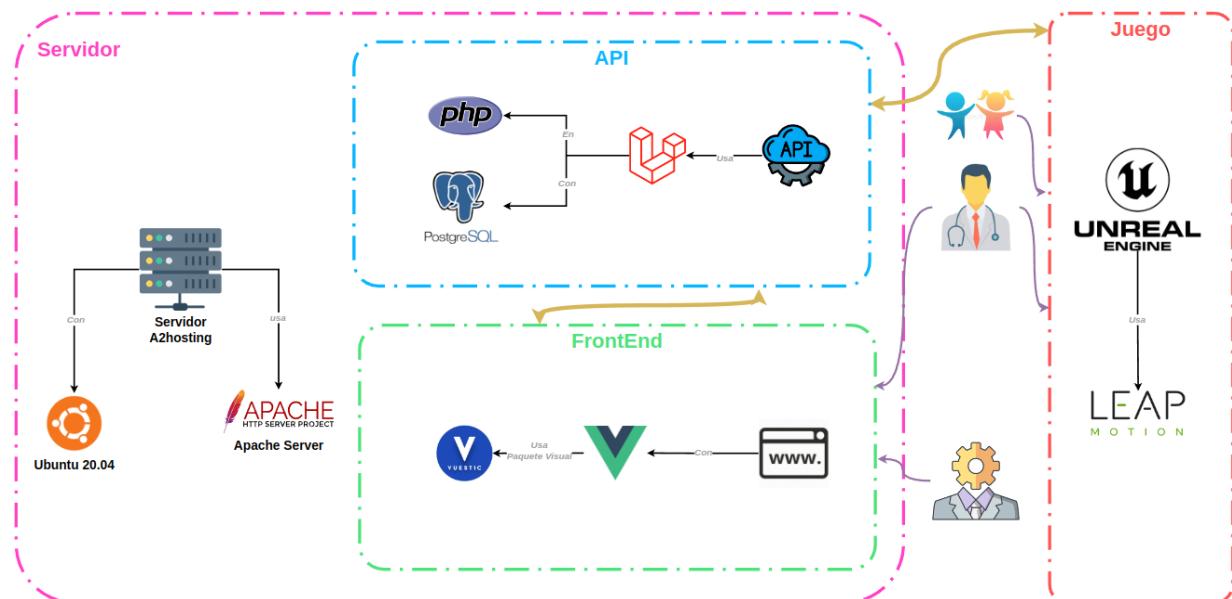
Diseño de arquitectura

Para la arquitectura se identifican dos estructuras principales, la primera es el servidor, donde se aloja la aplicación front “LEAP APP” y la API necesaria para su funcionamiento, la segunda es “LEAP GAME”. Dos estructuras en las que interactúan los actores identificados como “super administrador”, “médico tratante” y “paciente”.

Cada actor interactúa de manera diferente en la arquitectura, el “super administrador” interactúa con “LEAP APP” y es capaz de crear usuarios con rol “médico tratante”. El “médico tratante” interactúa con “LEAP APP” y “LEAP GAME” para administrar sus pacientes y tratamientos asignados. El “paciente” interactúa únicamente con “LEAP GAME” realizando sus tratamientos desde el videojuego.

Figura 10

Arquitectura



Nota. La figura presenta la arquitectura del proyecto y cómo los actores interactúan con “LEAP APP” y “LEAP GAME”.

Figura 11

Detalle de planificación de “LEAP APP”



Nota. La figura presenta la planificación de las épicas e historias de usuario detalladas para “LEAP APP”, la cual fue realizada en el portal de Jira.

Capítulo IV

Desarrollo y pruebas

Introducción

Una vez se ha completado el proceso de diseño y análisis del serious game y del sistema administrativo, el siguiente paso es llevar a cabo su implementación. Para lograr esto, se aprovechan las herramientas y las interfaces de desarrollo previamente mencionadas, las cuales han sido cuidadosamente seleccionadas para garantizar una ejecución eficiente y efectiva.

Tanto en el caso del serious game como la parte del sistema administrativo, se adopta el marco de trabajo SCRUM como enfoque principal para la gestión del proyecto. Este enfoque ágil proporciona un marco estructurado que permite una colaboración fluida y una adaptación constante a medida que avanza la implementación. La metodología SCRUM facilita la comunicación efectiva entre los miembros del equipo, promoviendo una mayor agilidad y capacidad de respuesta a medida que se enfrentan desafíos y se toman decisiones clave.

En el contexto específico del serious game, se lleva a cabo una personalización detallada de las fases del proceso de desarrollo según la metodología MPDSG (Metodología de Desarrollo de Serious Games). Esto asegura que cada etapa se adapte específicamente a las necesidades y requisitos del juego, garantizando una coherencia y calidad óptimas a lo largo de todo el proceso de implementación.

Desarrollo y pruebas del serious game “LEAP GAME”

La fase de desarrollo que plantea la metodología MPDSG se llama fase de producción, en donde se diseña y elabora el juego, para posterior poder culminar con la fase de post-producción, pruebas y despliegue. El trabajar bajo el marco de trabajo Scrum permite que para cada sprint se distribuya el desarrollo de un juego.

Figura 12

Diseño del motor de videojuego



Nota. Esta figura presenta el diseño principal del IDE.

En la figura se presenta el diseño principal del motor de juegos Unreal Engine, el diseño es editable según los gustos personales, en la parte inferior se encuentran las carpetas pertenecientes al proyecto al presionar sobre cualquier carpeta en la parte derecha aparecerá el contenido, al presionar sobre cualquier actor que se encuentre sobre el escenario en la parte izquierda aparecerán todas las propiedades, por ejemplo, ubicación, rotación, escala, material, física, entre otros. La parte superior está reservada para las pestañas de archivo, edición, herramientas, opciones de empaquetados y ayuda.

Fase de Producción, recoger frutas

El primer sprint se basó en el diseño y desarrollo del minijuego recoger frutas, bajo la metodología escogida se trabajó en la selección de frutas a mostrar así como también en los distractores que aparecerán, culminada la fase de diseño, se realiza la programación mediante blueprints para la comunicación de la parte visual con leap motion, hay que aclarar que para crear ciertos actores también es necesario el uso de blueprints para darles ciertas propiedades que se explicarán más adelante.

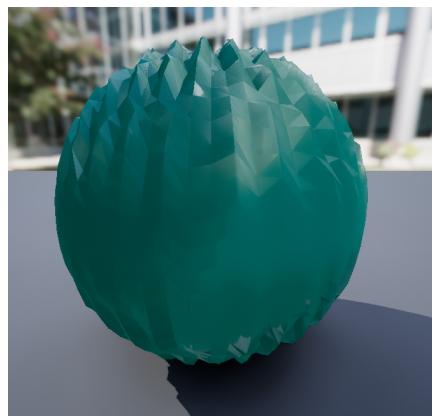
Diseño del juego

Para el diseño del minijuego se desarrolló la idea planteada en el análisis de requisitos, siendo este un entorno enfocado en la naturaleza y caída de agua, para lograr el objetivo del mismo se realizó la descarga de assets gratuitos, el cual permite la modificación de propiedades para favorecer el diseño planteado.

En el diseño se debe aclarar que el agua debe estar calmada, pues mucha movilidad podría generar un distracto adicional a los parametrizados, provocando desatención indebida en los niños, por lo tanto, gracias a las propiedades de los assets obtenidos se modificó la velocidad de movimiento con el siguiente desarrollo.

Figura 13

Material del agua “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta el material del agua, antes de realizar los cambios con blueprints.

Figura 14

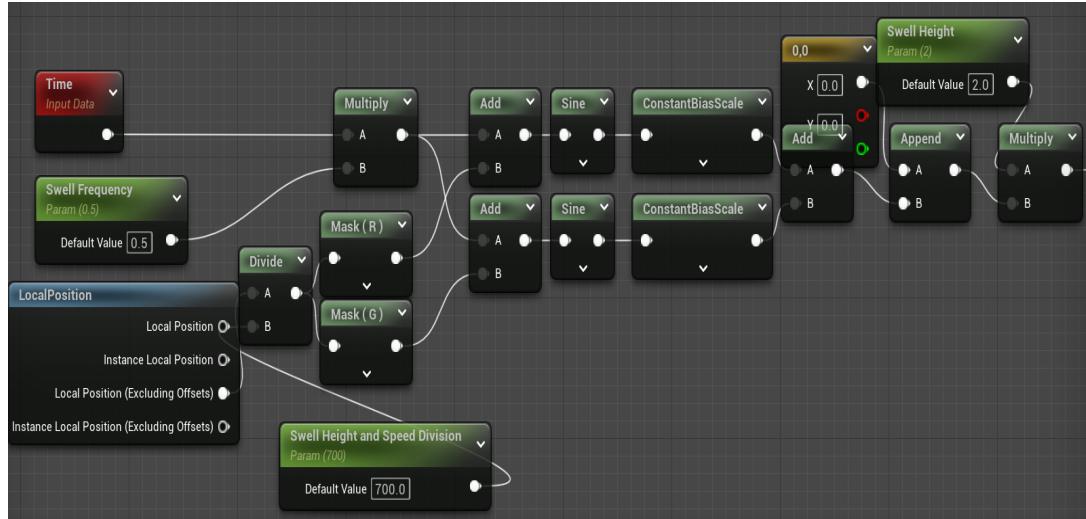
Material del agua “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta el material del agua, después de realizar los cambios con blueprints.

Figura 15

Blueprint del agua “Recoger Frutas”

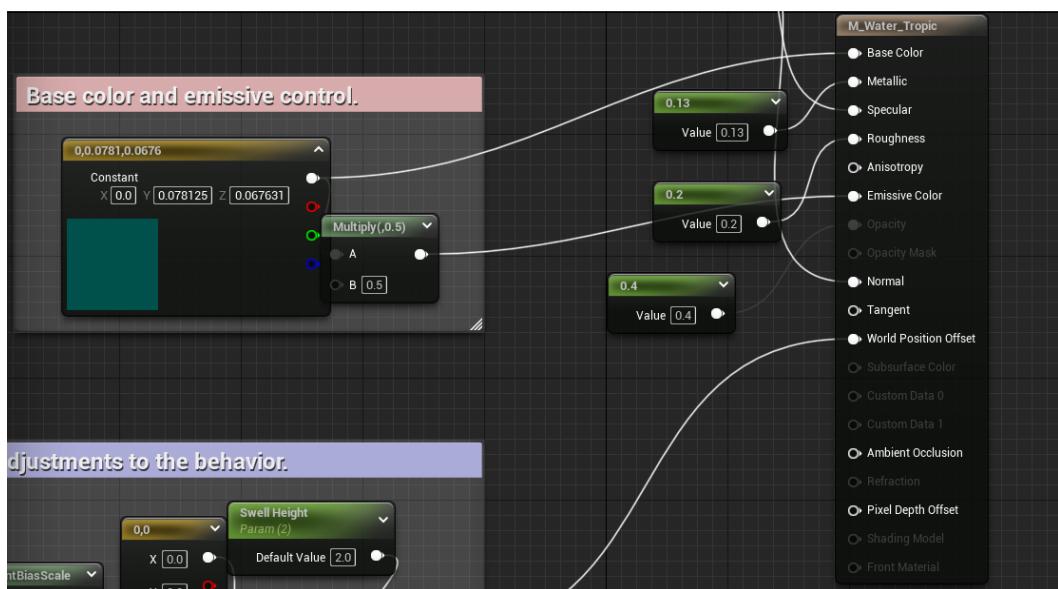


Nota. Esta figura presenta el blueprint de configuración del material del agua.

El blueprint del agua se actualiza cada segundo gracias al nodo Time, color rojo, para controlar el movimiento del agua se tiene los tres nodos de color verde claro que representan la frecuencia de oleaje, altura y velocidad y solamente la altura. Al modificar estos campos se logra dar la apariencia de agua calmada. Toda esta configuración se conectará en el parámetro World Position Offset del nodo que representa al material.

Figura 16

Blueprint del agua “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta el nodo principal del material del agua, el color base, porcentaje de metal, robustez, emisión, opacidad y world position offset.

La figura presenta el nodo principal del material que se obtuvo en los assets en conjunto con los valores base de diferentes parámetros, los parámetros que se pueden observar se mantienen pues su valor es correcto según lo solicitado por el personal médico del Patronato Municipal de Latacunga.

Figura 17

Diseño completo del juego “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta el diseño completo para el primer videojuego según las características planteadas en el análisis.

En la figura se presenta la versión final del entorno en donde se desenvolverá el videojuego, el mismo cumple con las características planteadas en el análisis junto con el personal médico de la entidad municipal, una vez culminado el desarrollo del diseño del entorno se procede con el desarrollo de la lógica para toda la mecánica del juego.

Desarrollo

El desarrollo de la lógica del juego se realizó en tres partes, primero la selección de las frutas y distractores que se usarán al momento de la caída, para esto se descargó un assets gratuito con diferentes frutas, los distractores son actores del asset descargado para el escenario y por último se desarrolló el diseño de la vista, que contiene el tiempo de juego y los contadores de aciertos y fallos.

Como punto de inicio se realizó la selección de los actores que serán parte de los aciertos, entendiéndose las frutas como aciertos y cualquier otro objeto como fallo, para esto se tomó en cuenta la visibilidad como un factor importante al momento de selección, por lo que se optó por trabajar con las frutas: coco, manzana y sandía.

Figura 18

Frutas “Recoger Frutas”

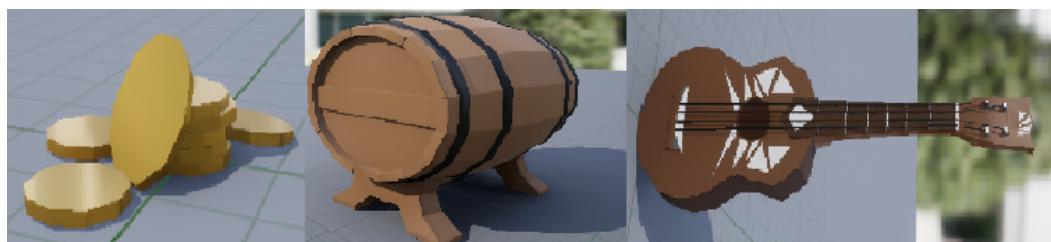


Nota. Esta figura presenta las frutas seleccionadas para el juego.

Una vez seleccionadas las frutas para el juego, se procede con la selección de los objetos trampa o distractores, en este juego se planificó la selección de tres distractores, estos pueden ser cualquier objeto y su captura sumará en el contador de fallos. Por lo mencionado, se seleccionaron los siguientes objetos: monedas, barril y guitarra.

Figura 19

Distractores “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta los distractores seleccionados para el juego.

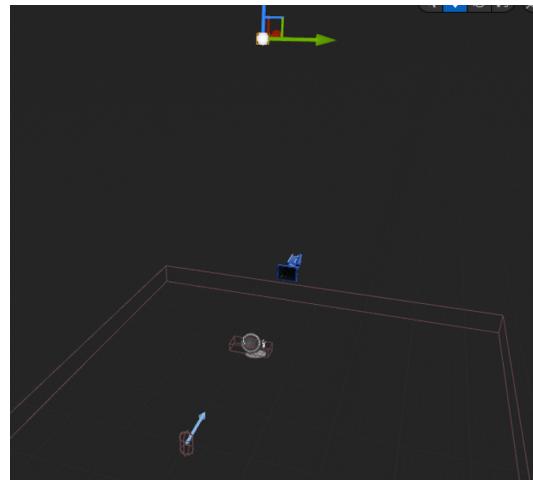
Una vez seleccionadas las frutas y distractores se crea el modo de juego para el nivel y también su controlador de juego, en el nivel se tiene las configuraciones globales que hacen referencia a todas las configuraciones importantes para el nivel, se puede crear un modo de juego distinto para cada nivel y este modo de juego llamará al controlador del juego. Unreal Engine por defecto posee diferentes tipos de controladores, primera persona, tercera persona, estática, entre otros.

Para las necesidades del juego se creó un controlador personalizado, el cual contiene los siguientes componentes: cámara, capsule componente, un box collider simulando el piso, un box collider que referencia la posición desde la cual serán creados tanto las frutas como los

distractores y un actor que representan las manos del Leap Motion. El actor de las manos es provisto por el plugin del hardware para Unreal Engine.

Figura 20

Controlador del juego “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta los elementos gráficos que tendrá nuestro controlador del juego.

Una vez creada la parte visual del controlador se realiza la programación mediante blueprints para darle la dinámica necesaria y la lógica, este controlador tiene como función ejecutarse una vez que el nivel haya iniciado, por lo tanto, toda la lógica del juego se programará dentro del mismo.

Figura 21

Map Frutas “Recoger Frutas”

Variable		Variable	
Variable Name	Frutas	Variable Name	Distractores
Variable Type	Integer	Variable Type	Integer
Description		Description	
Instance Editable	<input type="checkbox"/>	Instance Editable	<input type="checkbox"/>
Blueprint Read Only	<input type="checkbox"/>	Blueprint Read Only	<input type="checkbox"/>
Expose on Spawn	<input type="checkbox"/>	Expose on Spawn	<input type="checkbox"/>
Private	<input type="checkbox"/>	Private	<input type="checkbox"/>
Category	Default	Category	Default
Replication	None	Replication	None
Replication Condition	None	Replication Condition	None
► Advanced		► Advanced	
▼ Default Value			
Frutas		Distractores	
1	3 Map elements	1	3 Map elements
2	CoconutCascade	2	BarrilCascade
3	AppleCascade		CoinCascade
	WatermelonCascade		GuitarCascade

Nota. Esta figura presenta las variables map para frutas y distractores.

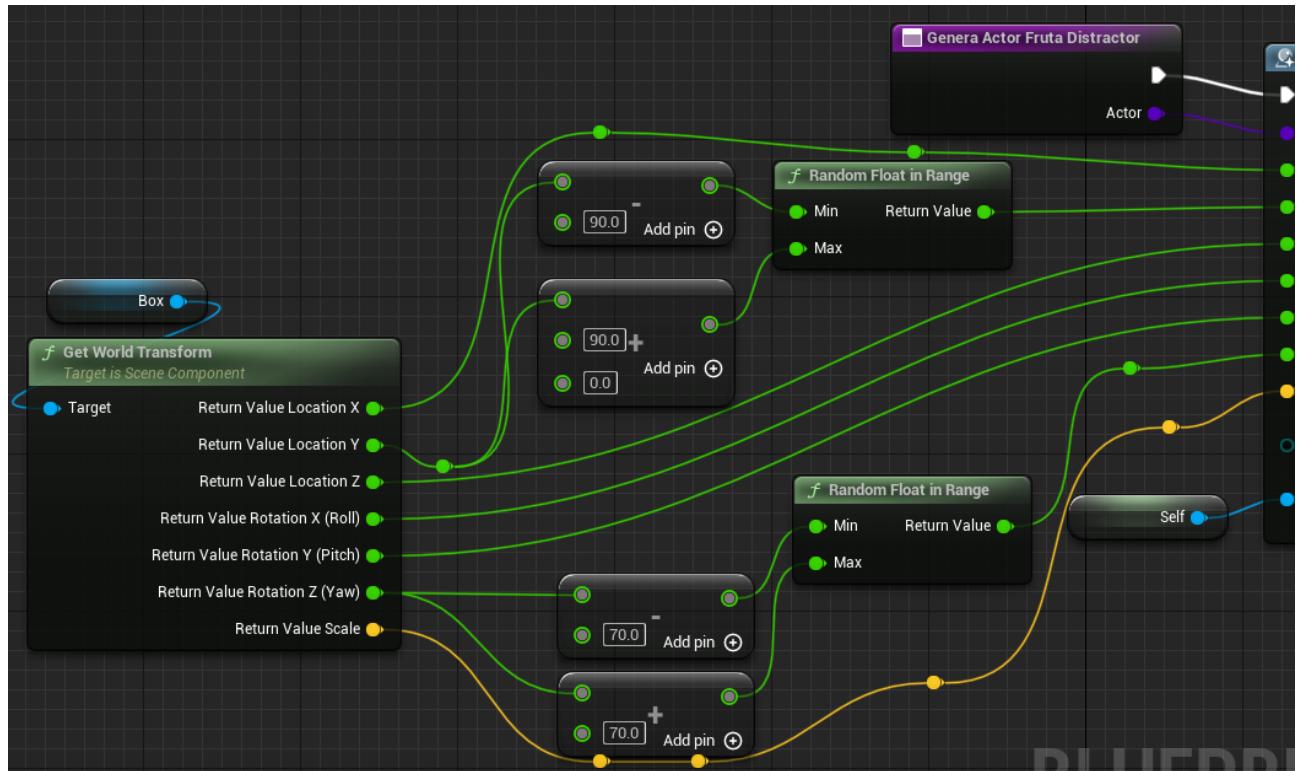
Se crea una variable de tipo map que contiene los tres aciertos y otra variable tipo map que contiene los tres distractores. Para poder almacenar las frutas y los distractores en el mapa se creó una clase tipo Blueprint class actor, para cada fruta, esto también permite que se pueda realizar acciones específicas en cada actor, como por ejemplo ajustar su escala o rotación o darle funciones más específicas con la ayuda de diferentes eventos y nodos.

Una blueprint class de tipo actor consta de tres importantes espacios, el viewport es el espacio en donde se da forma visual al actor, se agregan los diferentes componentes visuales que se desean usar, el construction script es la parte donde se colocan las configuraciones iniciales que tendrá el actor como por ejemplo la escala o la rotación y, por último, el event graph es la sección donde podemos colocar la programación que deseamos que tenga nuestro actor, colocar eventos que sean llamados en cierta acción del juego, hacer llamados hacia otros actores o incluso generar variables.

Una vez almacenados los datos necesarios en variables, prosigue la creación del evento que instanciará las clases de forma aleatoria al momento que las clases toquen la palma de la mano, esto se realiza en la parte de event graph del controlador como se puede ver en la imagen 19 se crea un evento adaptable a las necesidades.

Figura 22

Evento Generar Actor “Recoger Frutas”

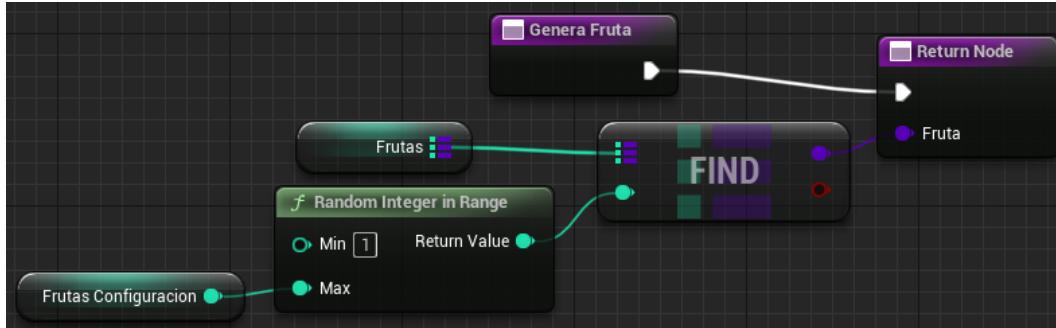


Nota. Esta figura presenta la creación de los actores de manera aleatoria

El evento de la figura es llamado desde el comienzo del nivel para que al comenzar aparezca una fruta o un distractor, adicional al inicio gracias al evento Begin Play se instancia también la vista del tiempo y los contadores de aciertos y fallos.

Figura 23

Evento Generar Actor “Recoger Frutas”

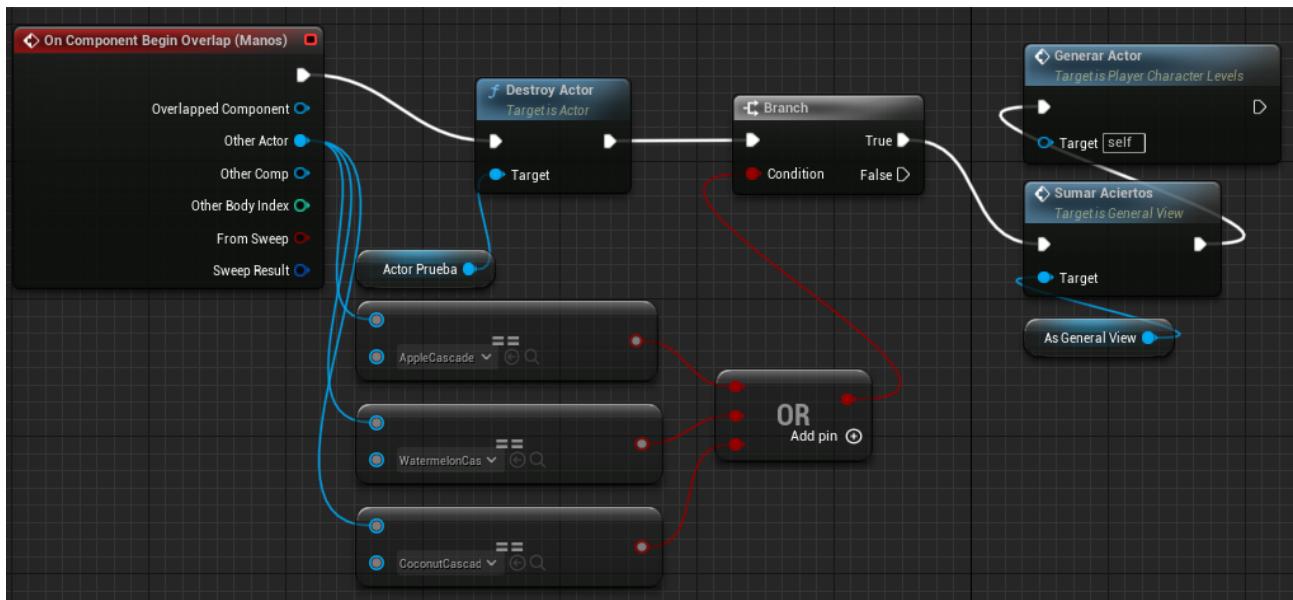


Nota. Esta figura presenta la creación de los actores de manera aleatoria

El piso que se colocó en el diseño del actor sirve para que en caso que el niño no logre capturar la fruta o distractor se ejecute el evento Begin Overlap del piso y genere un nuevo actor, así también al momento que el niño toque con la mano la fruta o distractor se activará el evento Begin Overlap de la mano ocasionando que se genere un nuevo actor y sumando en aciertos o fallos un punto.

Figura 24

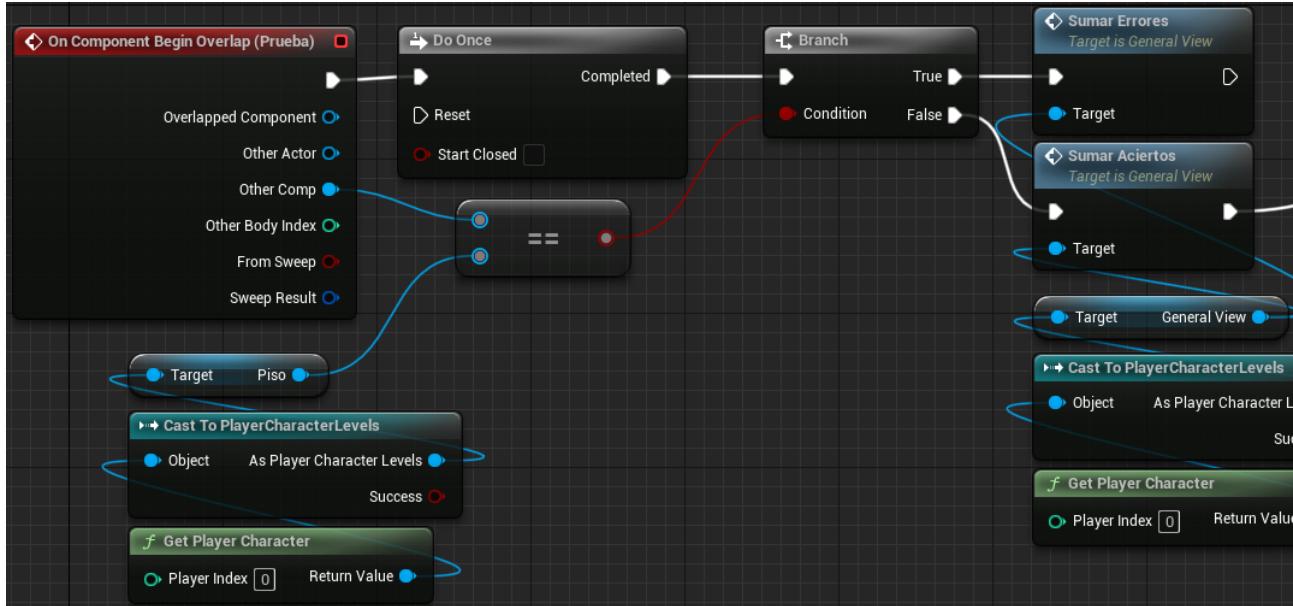
Evento Begin Overlap - Manos “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta el evento con el cual se realiza la sumatoria de aciertos.

Figura 25

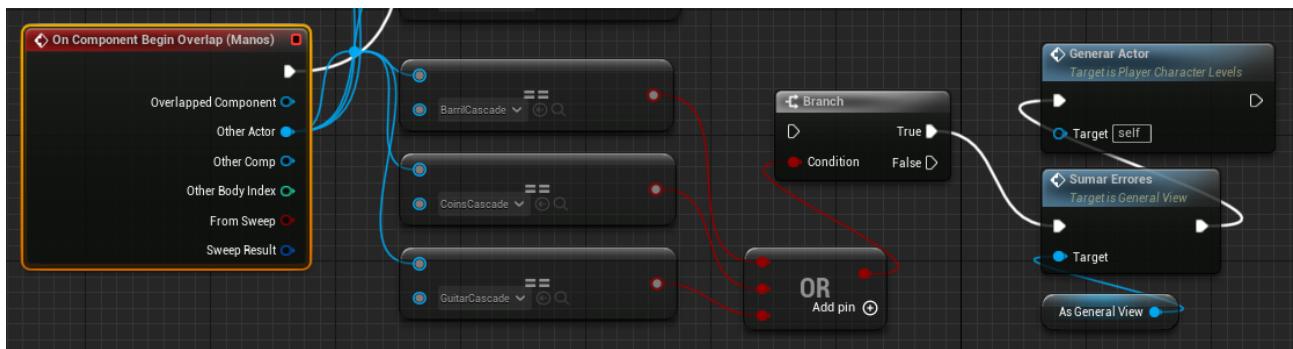
Evento Begin Overlap - Piso “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta el evento con el cual se realiza la sumatoria de errores

Figura 26

Evento Begin Overlap - Mano “Recoger Frutas”



Nota. Esta figura presenta el evento con el cual se realiza la sumatoria de errores en la mano.

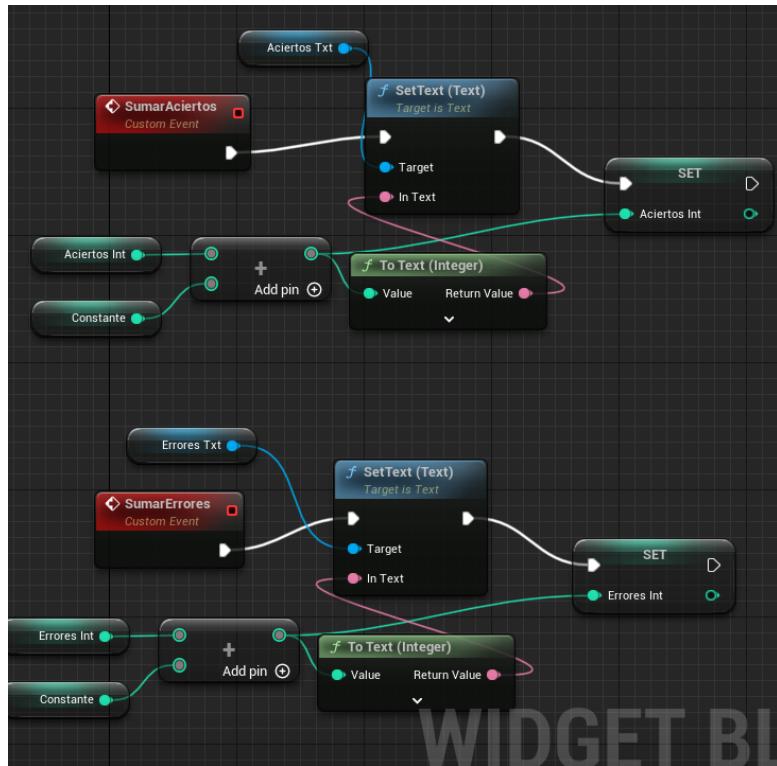
En las figuras se muestran los eventos que controlan los aciertos y errores al momento del contacto con los actores seleccionados, el evento Begin Overlap de un componente o un actor se dispara una vez que este entra en contacto con otro componente, para necesidades del desarrollo se ha realizado ciertas validaciones que permiten comprobar si se ha tocado las frutas o los distractores, con el nodo OR se facilita que sean diferentes opciones las que se validen si se ha tocado, el nodo Branch permite validar si el resultado es True poder seguir con la ejecución.

La variable General View es la variable que hace referencia a la vista, la vista es un widget blueprint, se utiliza para crear interfaces de usuario, dentro de la interfaz de ha creado dos

eventos que realizarán la suma de aciertos o errores según se envíe la información. Adicional hay un evento el cual controla el tiempo de juego, según la parametrización que se obtiene al inicio de sesión, lo cuál se explicará más adelante.

Figura 27

Eventos Personalizados Sumar aciertos - Sumar errores “General View”



Nota. Esta figura presenta los eventos para sumar aciertos y errores.

Fase de Post - Producción, recoger frutas

Evaluación del juego

Las pruebas del flujo del juego se realizaron bajo la supervisión del médico tratante, quien una vez listo todo, dió la aprobación del desarrollo del primer juego, aprobando el siguiente paso que es la distribución, por falta de dispositivos Leap Motion, no se pudo realizar la distribución, pues se necesitaba para poder seguir con el desarrollo de los demás juegos.

Fase de Producción, rompecabezas

El segundo sprint se basó en el diseño y desarrollo del minijuego rompecabezas, bajo la metodología escogida se trabajó en la selección de figuras a mostrar así como también en los

distractores que aparecerán, culminada la fase de diseño, se realiza la programación mediante blueprints para la comunicación de la parte visual con leap motion.

Diseño del juego

Para el diseño del segundo juego se trabajó bajo los mismos assets mencionados en el sprint anterior, por lo tanto, el desarrollo del agua en calma se encuentra listo y en pantalla se debe ajustar los objetos de acuerdo al diseño deseado por el médico.

Figura 28

Vista del videojuego “Rompecabezas”



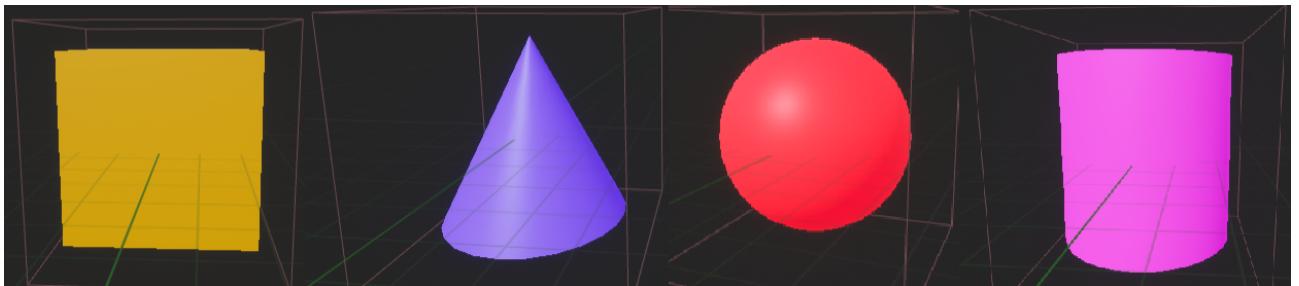
Nota. Esta figura presenta la vista del juego rompecabezas.

Desarrollo

El desarrollo del minijuego rompecabezas comienza con la selección de los actores que aparecerán en pantalla, para esto, se seleccionaron cuatro figuras geométricas con distintos colores, adicional se crearon cuatro actores de la misma figura geométrica pero con un material oscuro para que se diferencie de la principal que será la única en llevar color. En la figura 28 se observa las figuras geométricas seleccionadas para el juego.

Figura 29

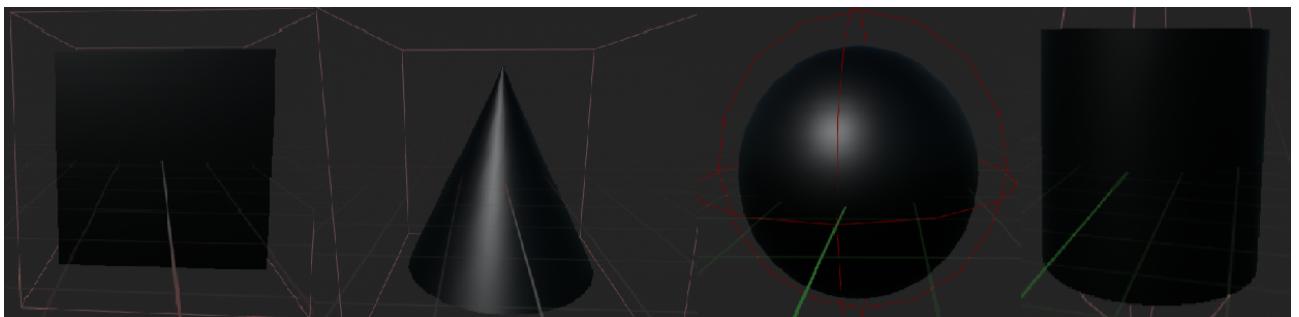
Figuras geométricas “Rompecabezas”



Nota. Esta figura presenta las figuras geométricas para el juego rompecabezas.

Figura 30

Figuras geométricas oscuras “Rompecabezas”



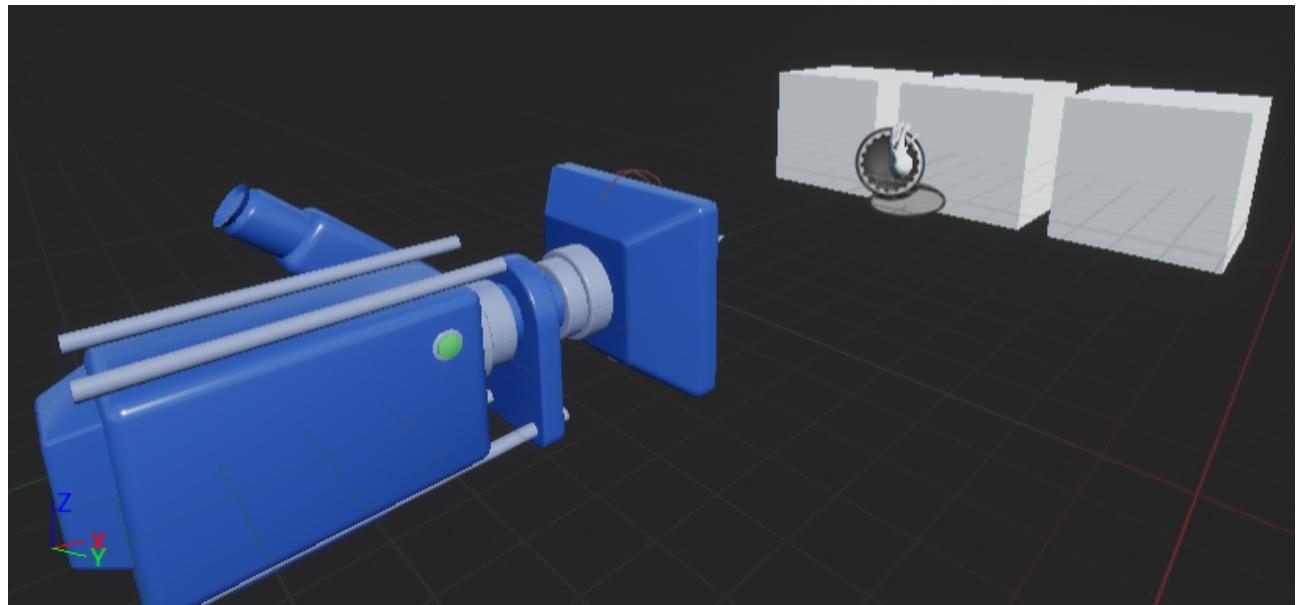
Nota. Esta figura presenta las figuras geométricas oscuras para el juego rompecabezas.

La mecánica del juego rompecabezas es dirigir la imagen de color hacia su par de color negro, para esto tendrá como distractor otra imagen aleatoria distinta y de color oscuro. El dispositivo leap motion mapeará el movimiento de la mano y la figura seguirá su movimiento, de esta manera si la mano se mueve hacia la derecha la figura también, lo mismo para el sentido contrario.

Para el juego rompecabezas se crea un nuevo modo de juego y un controlador, la vista del controlador tiene todo lo necesario para que el juego se desarrolle de manera correcta, posee una cámara, el actor que mapea las manos y las tres figuras que servirán como puntos de referencia para instanciar las figuras geométricas.

Figura 31

Vista del controlador “Rompecabezas”



Nota. Esta figura presenta la vista para el controlador del juego rompecabezas.

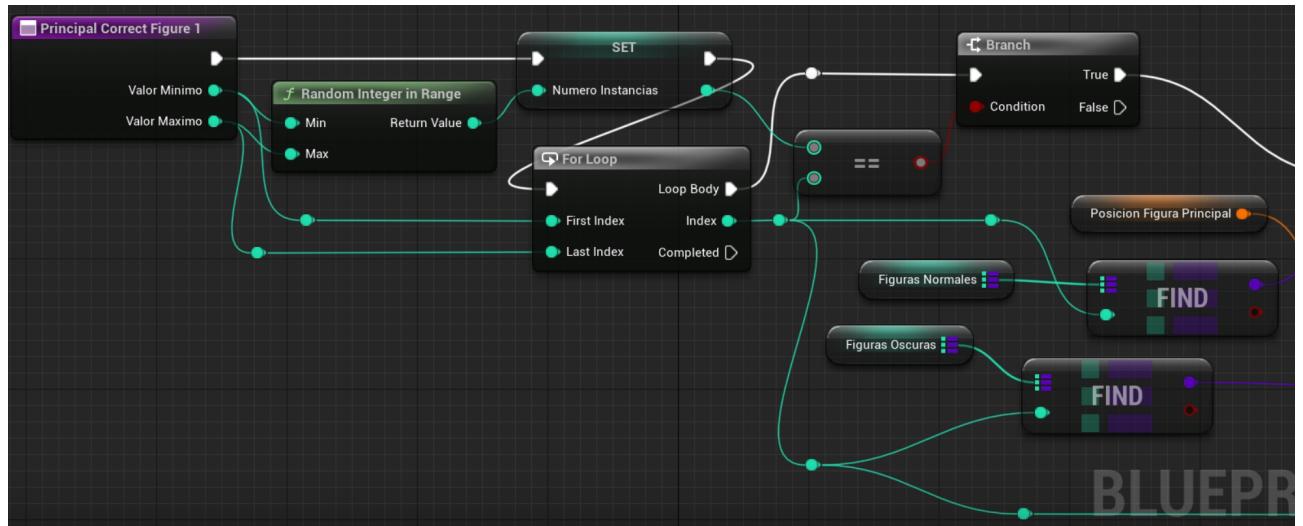
Inicio de sesión

Una vez que el terapeuta haya asignado el diagnóstico a los pacientes con sus debidos tratamientos, deberá iniciar sesión en “LEAP GAME” para posteriormente realizar la búsqueda del paciente en turno. La primera tarea será la creación de las figuras, principal, correcta e incorrecta, para esto se deberá crear de forma aleatoria de manera que no siga un patrón; a continuación, se realizará la lógica para el mapeo de la mano y el seguimiento de la dirección solamente del cubo principal.

Para la creación de la figura principal y correcta se crea una función que permite aleatoriamente obtener los datos de una variable tipo map donde se encuentran todas las figuras, se crea el actor principal y a continuación se genera la figura correcta tomando en cuenta el actor principal generado.

Figura 32

Vista de la función que instancia la figura principal y correcta “Rompecabezas”

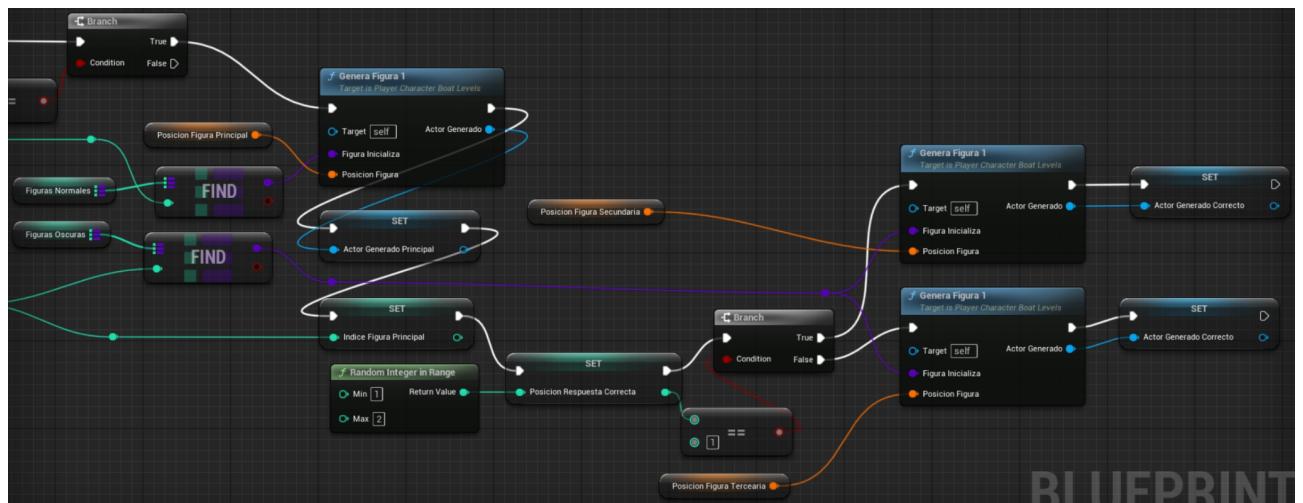


Nota. Esta figura presenta la función en blueprint que genera las figuras, principal y correcta.

La primera parte del blueprint obtiene un número randómico en el intervalo de 1 a 4 el cual se setea en la variable número instancias y se realiza un for loop con los valores del intervalo mencionado para encontrar el igual, este índice se usará para poder encontrar en los mapas la figura a instanciar, en caso de ser igual el valor se continuará al nodo branch.

Figura 33

Vista de la función que instancia la figura principal y correcta, continuación “Rompecabezas”

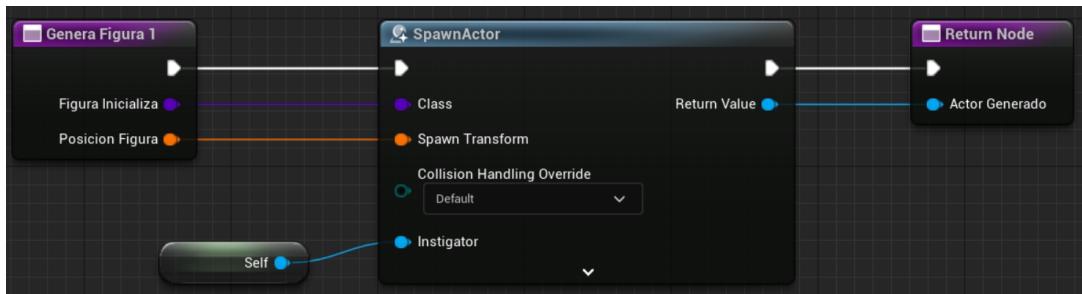


Nota. Esta figura presenta la función en blueprint que genera las figuras, principal y correcta, continuación.

En caso que la condición sea verdadera se procede con la generación de la figura, obteniendo de las variables map la llave y el valor, esto se pasará como parámetro a la función GeneraFigura1 que será explicada más adelante, la función retorna la instancia del actor generado y se almacena en la variable Actor Generado Principal, se obtiene nuevamente un valor randómico en el intervalo de 1 a 2, para poder instanciar la figura correcta al lado izquierdo o derecho de la figura principal.

Figura 34

Vista de la función genera la figura “Rompecabezas”

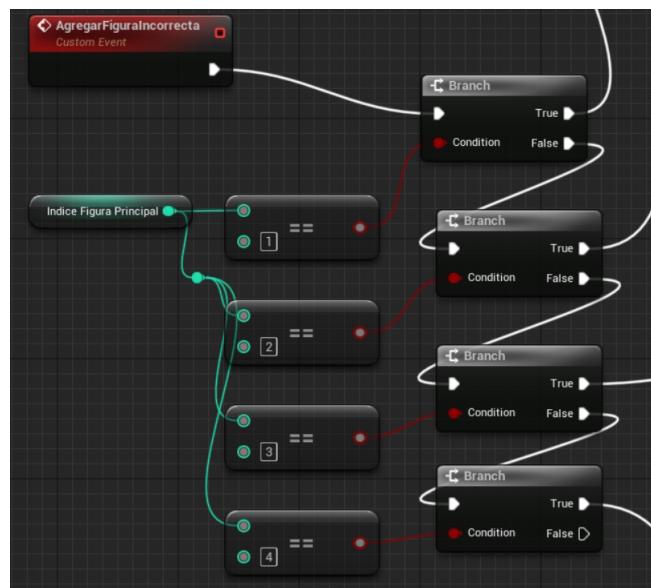


Nota. Esta figura presenta la función que genera la figura según el parámetro de entrada.

En la figura se presenta la función que es encargada de crear el actor con los parámetros de entrada asignados, el uso de funciones permite el retorno de valores, en este caso con el nodo Return se podrá devolver la instancia del actor generado. El retorno de valores es un beneficio que da las funciones a diferencia de los eventos personalizados.

Figura 35

Vista de la función que instancia la figura incorrecta, primera parte “Rompecabezas”

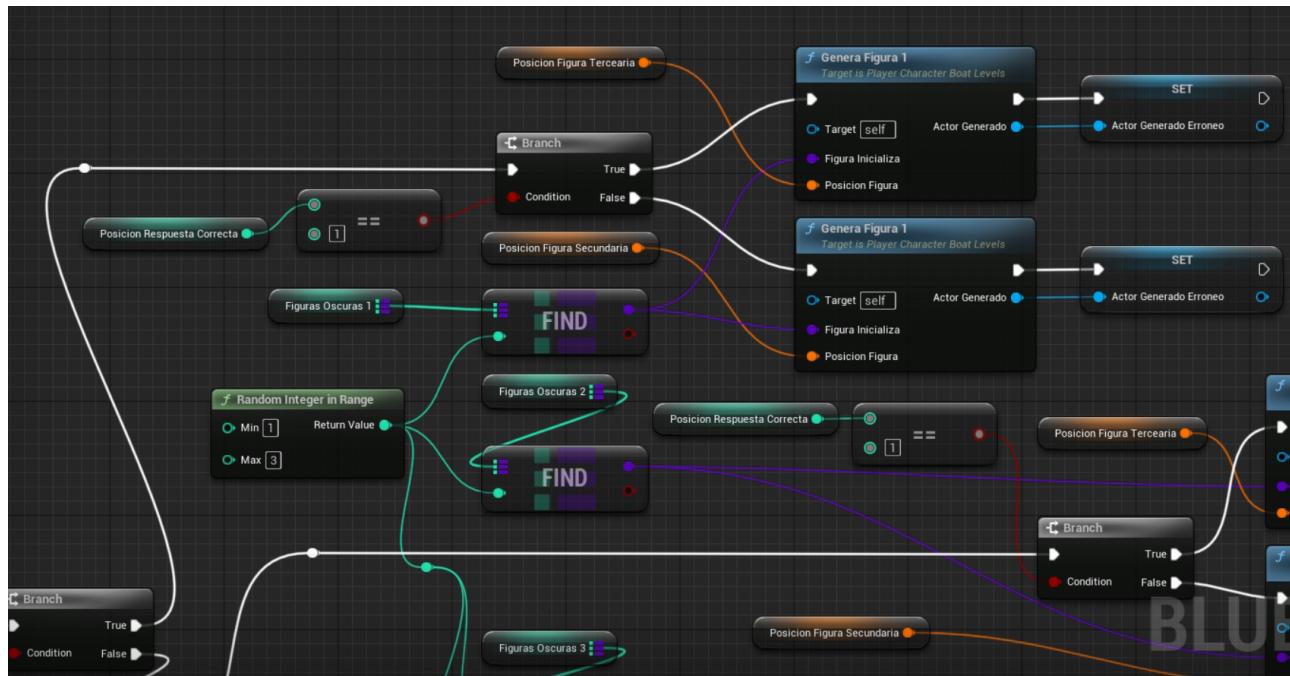


Nota. Esta figura presenta la función en blueprint que genera la figura incorrecta, primera parte.

La generación de la figura incorrecta se dividirá en partes el blueprint para una mejor apreciación, esta parte obtiene el índice de la figura principal que fue generada en el proceso anterior, una vez validado se procede con los nodos branch que en caso de cumplir la condición se realizará el proceso de generación de la figura incorrecta.

Figura 36

Vista de la función que instancia la figura incorrecta, segunda parte “Rompecabezas”



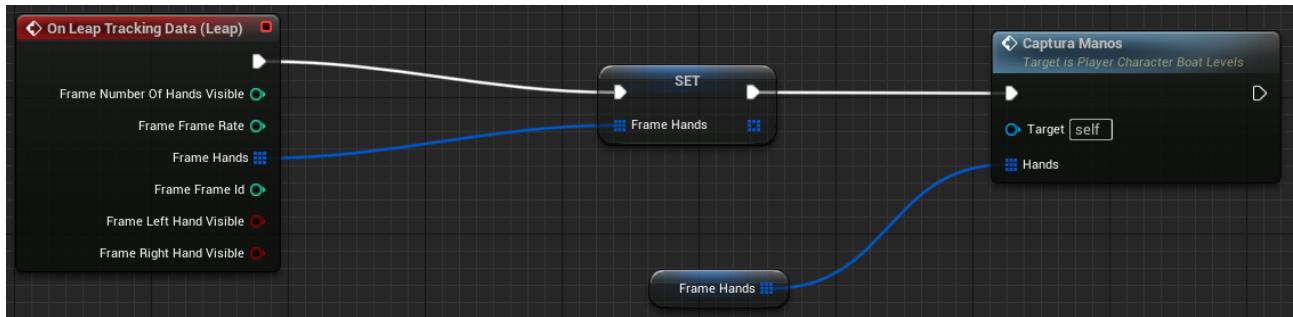
Nota. Esta figura presenta la función en blueprint que genera la figura incorrecta, segunda parte.

Al momento de cumplirse las condiciones en el nodo branch, se procede con la generación de la figura incorrecta, primero se validará en cuál de los lados se encuentra la figura correcta para instanciar al contrario la figura, se obtiene de una variable map la figura a instanciar y se realiza el llamado a la función GeneraFigura1, para culminar con el seteo de la figura generada en la variable Actor Generado Erróneo.

A continuación, la siguiente tarea es capturar la instancia y el movimiento de la mano para mover la figura principal hacia los lados deseados, gracias al plugin que provee la misma herramienta se puede usar el evento On Leap Tracking Data, este evento obtiene la información en cada frame de la mano que se encuentre sobre la cámara.

Figura 37

Vista del evento On Leap Tracking Data “Rompecabezas”

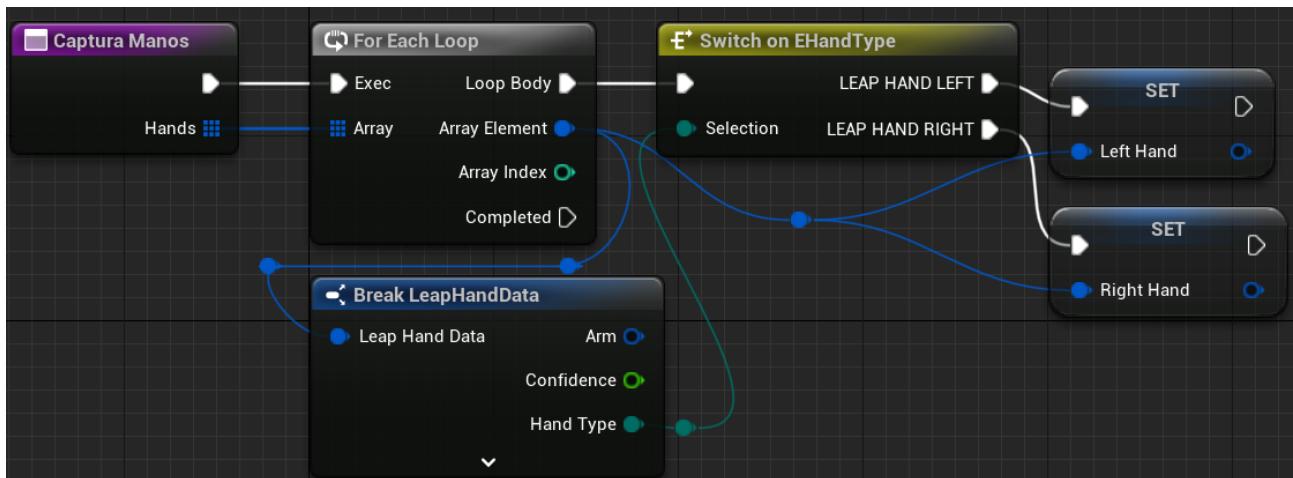


Nota. Esta figura presenta el evento On Leap Tracking Data.

Este evento realiza un seteo a la variable Frame Hands para poder pasársela como parámetro de entrada a la función Captura Manos, esta función se encargará de realizar el proceso de mapeo y seteo de la posición de la mano a la figura principal, logrando que se mueva según la dirección que vaya la mano.

Figura 38

Vista de la función capturar manos, primera parte “Rompecabezas”

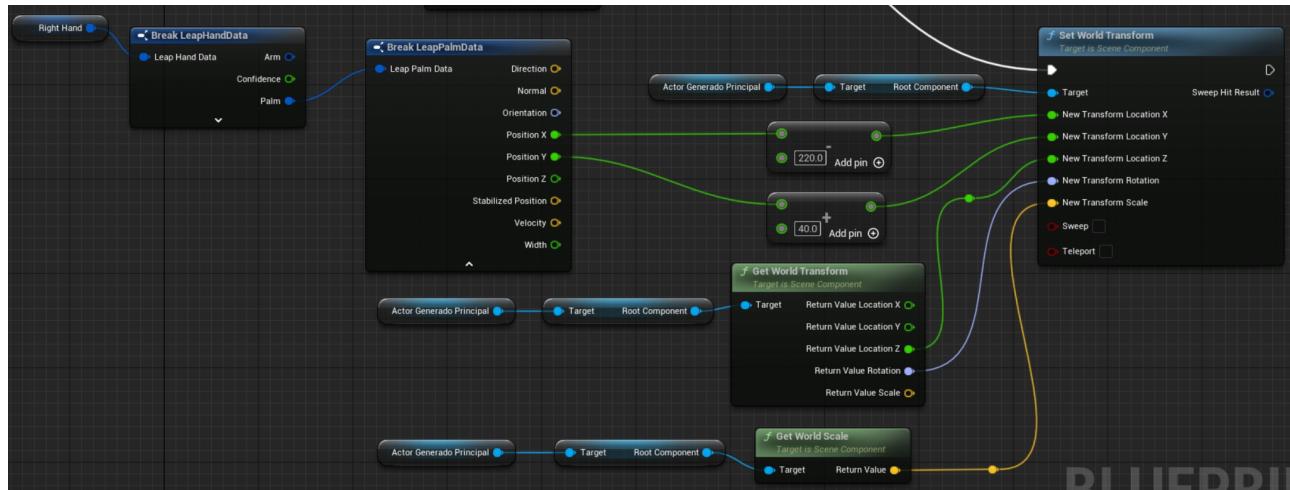


Nota. Esta figura presenta la función capturar manos, primera parte.

En la figura se muestra el inicio de la función Captura Manos, que recibe como parámetros de entrada un array del tipo Hands, se implementa un ciclo for each para capturar el objeto mano, se rompe la información en el nodo break leaphanddata para obtener el valor hand type que es un enumerado con los valores leap hand left y leap hand right al momento de capturar el tipo de mano que se está mapeando se setea en una variable para cada mano.

Figura 39

Vista de la función capturar manos, segunda parte “Rompecabezas”



Nota. Esta figura presenta la función capturar manos, segunda parte.

En esta parte de realizará un get del tipo de mano que se instancia en la figura anterior, se rompe la información en el nodo break leap hand data para obtener el objeto Palm que representa la palma de la mano, se rompe nuevamente la información del objeto en el nodo break leap palm data para capturar su posición, se realiza un get de la variable actor generado principal para definir la posición en el mundo.

Se cambia la posición en Y de la figura principal para que se mueva según movimiento de la mano, para una mejor visualización se captura la posición en z original de la variable principal y su rotación, adicional para que no se modifique la escala al momento de colocar la posición se obtiene la escala original de la figura y se la setea nuevamente.

Fase de Post - Producción, rompecabezas

Evaluación del juego

Las pruebas del flujo del juego se realizaron bajo la supervisión del médico tratante, quien una vez listo todo, dió la aprobación del desarrollo del segundo juego, aprobando el siguiente paso que es la distribución, por falta de dispositivos Leap Motion, no se pudo realizar la distribución, pues se necesitaba para poder seguir con el desarrollo del último juego.

Fase de Producción, torre de cubos

El tercer sprint se basó en el diseño y desarrollo del minijuego torre de cubos, bajo la metodología escogida se trabajó en la selección de colores a mostrar así como también en los

distractores que aparecerán, culminada la fase de diseño, se realiza la programación mediante blueprints para la comunicación de la parte visual con leap motion.

Diseño del juego

Para el diseño del tercer juego se trabajó bajo los mismos assets mencionados en el primer sprint, por lo tanto, se realiza la creación del escenario con las montañas que se encuentran en el asset descargado. Se debe manipular correctamente las montañas para lograr una buena visibilidad tanto de las figuras como del escenario.

Figura 40

Vista del juego torre de cubos “Torre de cubos”



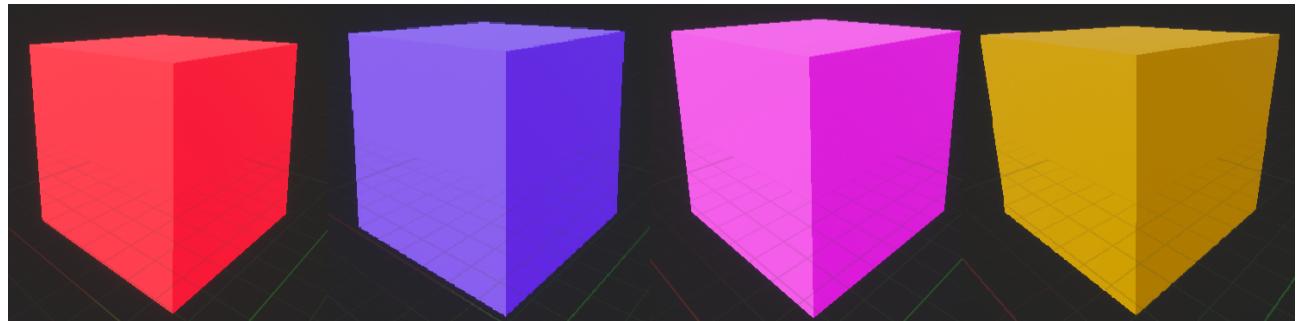
Nota. Esta figura presenta la vista del escenario para el último juego, torre de cubos.

Desarrollo

El desarrollo del último juego comienza con la selección de los colores que se presentarán en pantalla, será una misma figura, cubo, lo que cambia es su material, los mismos que deberán ser llamativos para que resalten en el ambiente, la mecánica del juego será colocar cuatro cubos de diferentes colores en forma de cruz y al centro un cubo del color de alguno de los cubos de las esquinas, el niño deberá mover la figura del centro hacia la figura del mismo color.

Figura 41

Vista de los cubos para el juego “Torre de cubos”

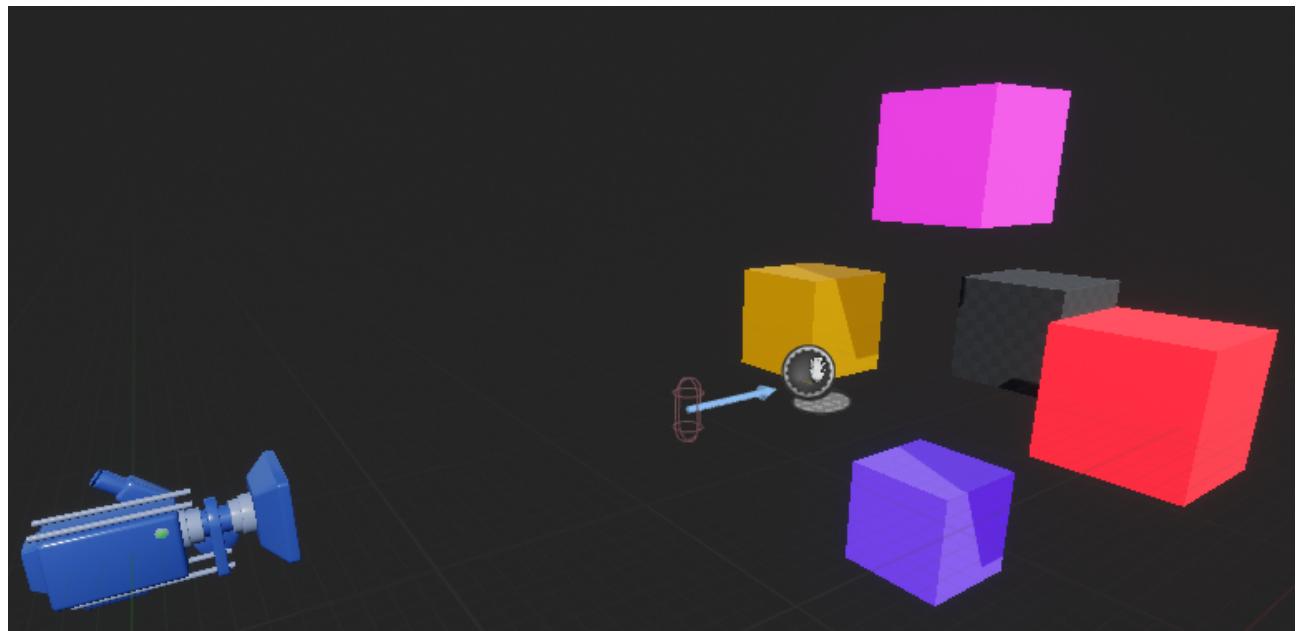


Nota. Esta figura presenta los cubos seleccionados para el último juego.

Al igual que los demás juegos para este también se creó un modo de juego y un controlador, en el controlador se colocó todo el diseño del juego, consta de una cámara, la instancia del actor que mapea las manos y por último 5 cubos que servirán para referenciar las posiciones donde se crearán las figuras.

Figura 42

Vista del controlador “Torre de cubos”



Nota. Esta figura presenta el diseño del controlador del juego torre de cubos.

Para la generación de los cubos el desarrollo del blueprint es similar al juego rompecabezas, así mismo la captura del movimiento de la mano y el movimiento del cubo central.

En los tres juegos el conteo de aciertos e incorrectos es similar por este motivo no se presentan los blueprints ni su forma de desarrollo.

Fase de Post - Producción, torre de cubos

Evaluación del juego

Las pruebas del flujo del juego se realizaron bajo la supervisión del médico tratante, quien una vez listo todo, dió la aprobación del desarrollo del tercer juego, aprobando el siguiente paso que es la distribución.

Fase de producción, vistas principales del juego Leap Game

Diseño

Los escenarios se diseñaron con los assets mencionados en el primer sprint, a estas vistas tendrá acceso solamente el médico tratante, quien deberá iniciar sesión con las mismas credenciales del aplicativo Leap app, la comunicación con el servidor se realiza con un plugin especializado llamado VaRest, pues, unreal engine no provee clases de blueprints que sirvan para realizar peticiones http.

Figura 43

Inicio de sesión “LEAP GAME”



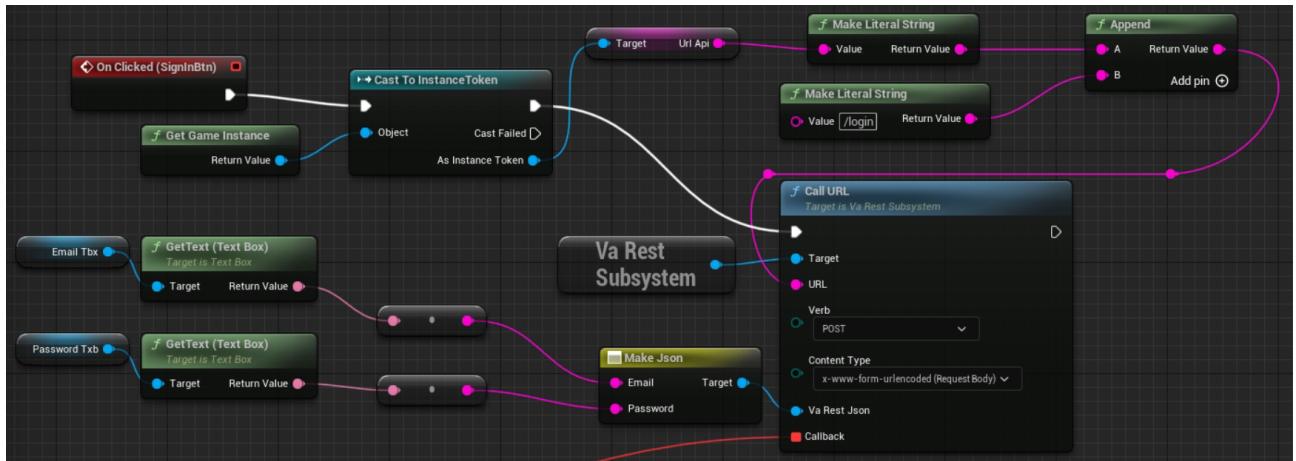
Nota. Esta figura presenta el inicio de sesión de los terapeutas.

Para realizar las consultas se almacena la base de la url en un archivo llamado Game Instance, el cual cumple con la tarea de almacenar variables globales, es una clase de blueprint que trabaja bajo el patrón de diseño singleton; una vez realizada la conexión nos devolverá un token y se almacena en una variable del game instance.

Desarrollo

Figura 44

Inicio de sesión - blueprint “LEAP GAME”

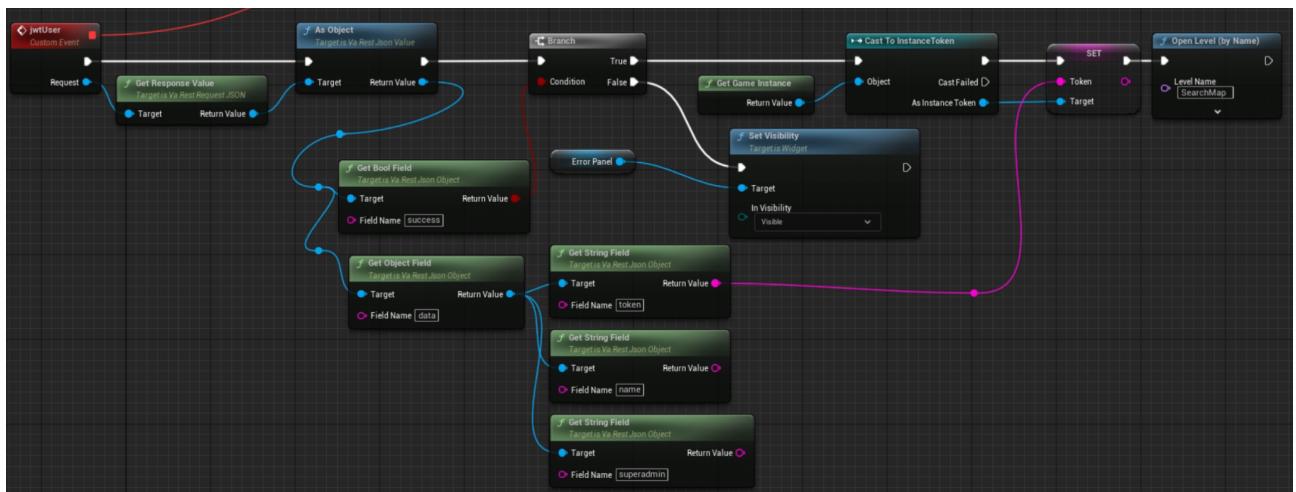


Nota. Esta figura presenta el blueprint que permite el consumo de los recursos del servidor, primera parte.

En la figura se realiza el evento On Clicked del botón Iniciar Sesión, aquí se obtiene los textos que se tengan en los cuadros de usuario y contraseña, se crea un json con el nodo Make json y se agrega como campo en el nodo Call URL del plugin Va Rest, para armar la ruta que se consumirá se genera una instancia del game instance y se obtiene el valor almacenado en la variable UrlApi, haciendo la concatenación se crea la ruta y se procede con el callback.

Figura 45

Inicio de sesión - blueprint, callback “LEAP GAME”



Nota. Esta figura presenta el blueprint que permite el consumo de los recursos del servidor, callback.

El callback de la figura obtiene la respuesta del servidor, respuesta que es mapeada como un objeto y se accede a los valor con los nodos Get String Field, si ocurre un error se activará la pantalla de error de conexión, caso contrario se almacenará en la variable Token el valor obtenido desde el servidor, esta variable se encuentra en el game instance que podrá ser usado a nivel global.

Listado de pacientes

En el listado de pacientes el terapeuta podrá buscar al paciente deseado, mediante la historia clínica. Al realizar la búsqueda se visualizará el paciente con las configuraciones de los juegos ingresadas en “LEAP APP”, una vez que de clic en el botón Comenzar, automáticamente se dará inicio con los juegos según el orden que se haya ingresado.

Figura 46

Lista de pacientes “LEAP GAME”



Nota. Esta figura presenta la primera pantalla que visualiza el terapeuta luego de iniciar sesión.

Fase de Post - Producción, vistas principales del juego Leap Game

En la fase final y crítica de la Metodología de Desarrollo de Serious Games (MPDSG), se despliega una evaluación exhaustiva del juego con el fin de medir su alineación con los objetivos previamente definidos. Esta etapa no solo implica verificar si el juego cumple con los criterios establecidos, sino que también busca comprender cómo se traducen las mecánicas y la experiencia de juego en consecuencia de los objetivos terapéuticos.

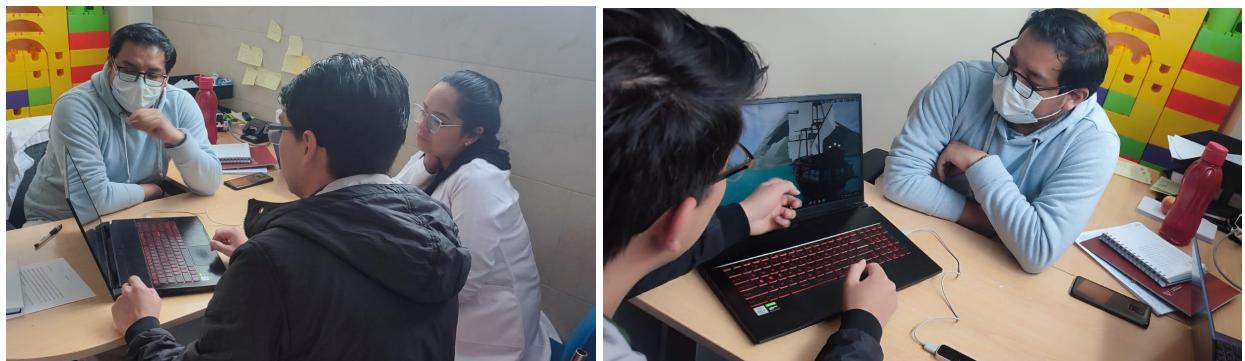
Durante esta evaluación, se analizan aspectos clave como la efectividad en la transmisión de conceptos, la participación y compromiso del usuario, y la adquisición de habilidades específicas. Los resultados se comparan con los indicadores predeterminados en el *Capítulo V Análisis y resultados* para determinar si el juego está logrando los resultados deseados.

Una vez finalizado el proceso de desarrollo del juego, se procede a realizar una presentación y una sesión de capacitación dirigida a los terapeutas especializados en estimulación

temprana y terapia de lenguaje pertenecientes al patronato municipal de Latacunga. El propósito fundamental de esta actividad es brindarles las habilidades y conocimientos necesarios para el uso efectivo de "LEAP GAME" como recurso valioso en el respaldo de la rehabilitación de la motricidad fina.

Figura 47

Implantación "LEAP GAME"



Nota. Esta figura presenta la demostración que se realizó con los terapeutas.

Desarrollo y pruebas del administrador “LEAP APP”

Durante esta etapa, se lleva a cabo el desarrollo de “LEAP APP”, para ello se sigue la planificación establecida en las historias de usuario definidas previamente durante el análisis, las mismas que se encuentran detalladas en la [Figura 11 Detalle de planificación de “LEAP APP”](#).

Back Administrador

Para el desarrollo de “LEAP APP” es necesario la construcción de una API que permita integrar el front con el juego, para ello se utiliza Laravel, un framework MVC en PHP que permite crear endpoints para manejar la lógica del negocio.

La estructura de las rutas permite crear rutas públicas y protegidas por el middleware de autenticación. Se observa en la figura posterior las partes que referencian al controlador, método del controlador, rutas públicas y protegidas. Se observa el método login() en AuthController con la lógica de autenticación que devuelve el token que se debe utilizar en las rutas protegidas.

Figura 48

Estructura de rutas API y sus partes

```

1 Route::prefix('v1')->group(function () {
2     Route::post('login', [AuthController::class, 'login']);
3
4     Route::middleware('auth:sanctum')->group(function () {
5         Route::get('me', [AuthController::class, 'me']);
6
7         Route::get('denver-test', [DiagnosisController::class, 'denverTest']);
8
9         Route::get('user', [AuthController::class, 'index']);
10
11        Route::get('logout', [AuthController::class, 'logout']);

```

Nota. Esta figura muestra la estructura de las rutas y las partes que lo componen.

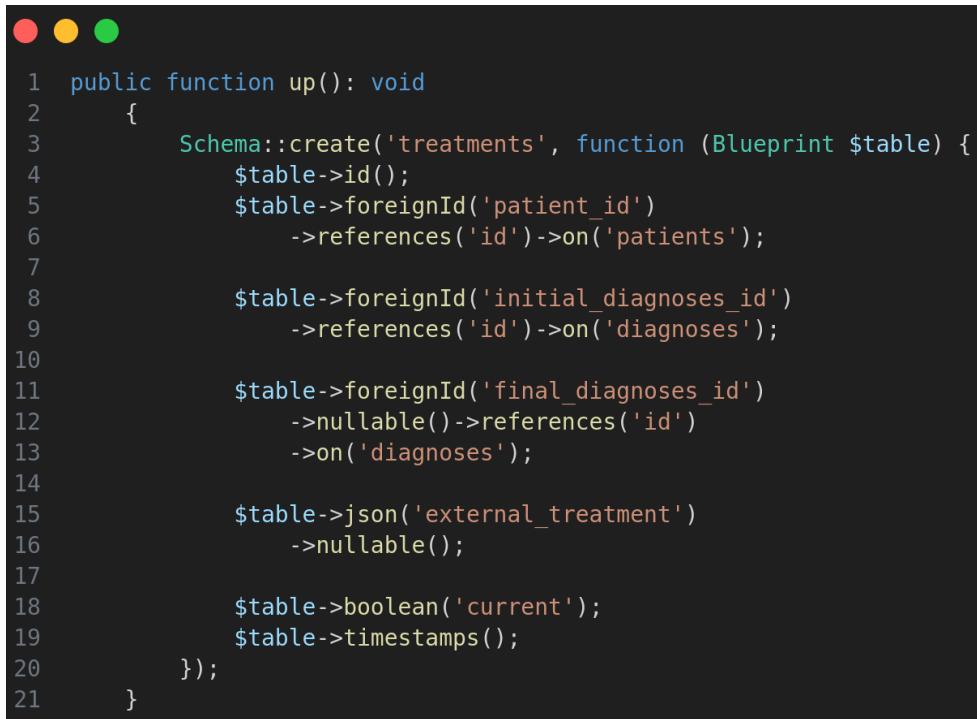
Laravel cuenta con Eloquent como ORM, encargado de la comunicación con la base de datos para la inserción, edición, eliminación y consultas. En el proyecto se utilizan diferentes clases especializadas para ciertas funcionalidades en concreto, dentro de las cuales se destacan las siguientes:

1. Migrations

Laravel utiliza la metodología “Code First” que nos permite crear la base de datos en base a un modelo definido, las migraciones son esos modelos y se encargan de crear las tablas, columnas y relaciones en base de datos, normalmente se crea una migración por cada tabla y su estructura es simple de comprender y usar.

Figura 49

Ejemplo de migración para la tabla Treatments



```

1  public function up(): void
2  {
3      Schema::create('treatments', function (Blueprint $table) {
4          $table->id();
5          $table->foreignId('patient_id')
6              ->references('id')->on('patients');
7
8          $table->foreignId('initial_diagnoses_id')
9              ->references('id')->on('diagnoses');
10
11         $table->foreignId('final_diagnoses_id')
12             ->nullable()->references('id')
13             ->on('diagnoses');
14
15         $table->json('external_treatment')
16             ->nullable();
17
18         $table->boolean('current');
19         $table->timestamps();
20     });
21 }

```

Nota. Esta figura muestra la función encargada de la creación de la tabla treatments con sus respectivas columnas y relaciones.

2. Seeders

Los Seeders o Semillas son piezas de código que tienen dos objetivos: llenar la base de datos con registros iniciales como los juegos, doctores y super administrador; y que en conjunto con los factories llenen la base de datos con datos falsos para realizar pruebas

Figura 50

Ejemplo de seeder

```

1  class DatabaseSeeder extends Seeder
2  {
3      public function run(): void
4      {
5          User::create([
6              'name' => 'SuperAdmin',
7              'email' => 'superadmin@leap.com',
8              'password' => Hash::make('Leap@2022.'),
9              'superadmin' => true,
10             'email_verified_at' => now()
11         ]);
12
13         User::create([
14             ...
15         ]);
16
17         Game::create([
18             [
19                 'name' => 'Rompecabezas',
20                 'default_config' => '{"name": "Rompecabezas", ...}',
21             ],
22             [...],
23             [...]
24         ]);
25
26         Patient::factory(200)->create();
27     }
28 }
```

Nota. La figura muestra la función encargada de la creación de usuarios, los juegos base con su configuración y 200 pacientes mediante un factory.

3. Factories

Laravel cuenta con factories o factorías que permiten definir datos ficticios para un modelo, se aplicaron para definir datos falsos para la creación de pacientes y tratamientos por defecto, de esta forma la base de datos se llena con datos ya listos para visualizarse en “LEAP APP”.

Figura 51

Ejemplo de factory para creación de pacientes y tratamientos

```

1  class PatientFactory extends Factory
2  {
3      public function definition(): array
4      {
5          return [
6              'fullname' => fake()->name(),
7              'nickname' => 'Fake Nickname',
8              'birthday' => fake()
9                  ->dateTimeBetween('-6 years', 'now'),
10             'user_id' => rand(2, 3),
11             'state' => [
12                 'Internado',
13                 'Dado de alta',
14                 'En tratamiento SJ'
15             ][rand(0, 2)],
16             'genre' => [ 'F', 'M'][rand(0, 1)],
17             'nhc' => rand(0, 10000000),
18             'created_at' => fake()
19                 ->dateTimeBetween('-1 years', 'now')
20         ];
21     }
22 }

```

Nota. La figura muestra la función definition() encargada de la creación de pacientes y la función configure() que se ejecuta después de la creación de cada paciente dentro de un factory de esta forma generamos un tratamiento completo por defecto para los pacientes con estado “dado de alta” y un diagnóstico inicial para los pacientes con estado “En tratamiento SJ”.

4. Models

El modelo en laravel es un intermediario entre la base de datos y código en PHP, permite definir los datos que pueden ser sobreescritos desde el modelo, definir relaciones con otros modelos y scopes de búsqueda y filtro.

Figura 52

Ejemplo de modelo Patient



```

1  class Patient extends Model
2  {
3      use HasFactory;
4
5      protected $fillable = [
6          'fullname', 'nickname', 'state',
7          'birthday', 'genre', 'user_id', 'nhc',
8          'prediagnosis', 'crono_birthday'
9      ];
10
11     public function treatments(): HasMany
12     {
13         return $this->hasMany(Treatment::class, 'patient_id', 'id');
14     }
15
16     public function currentTreatment(): HasOne
17     {
18         return $this->hasOne(Treatment::class, 'patient_id', 'id')
19             ->where('current', true);
20     }
21
22     public function user(): BelongsTo
23     {
24         return $this->belongsTo(User::class, 'user_id', 'id');
25     }
26 }

```

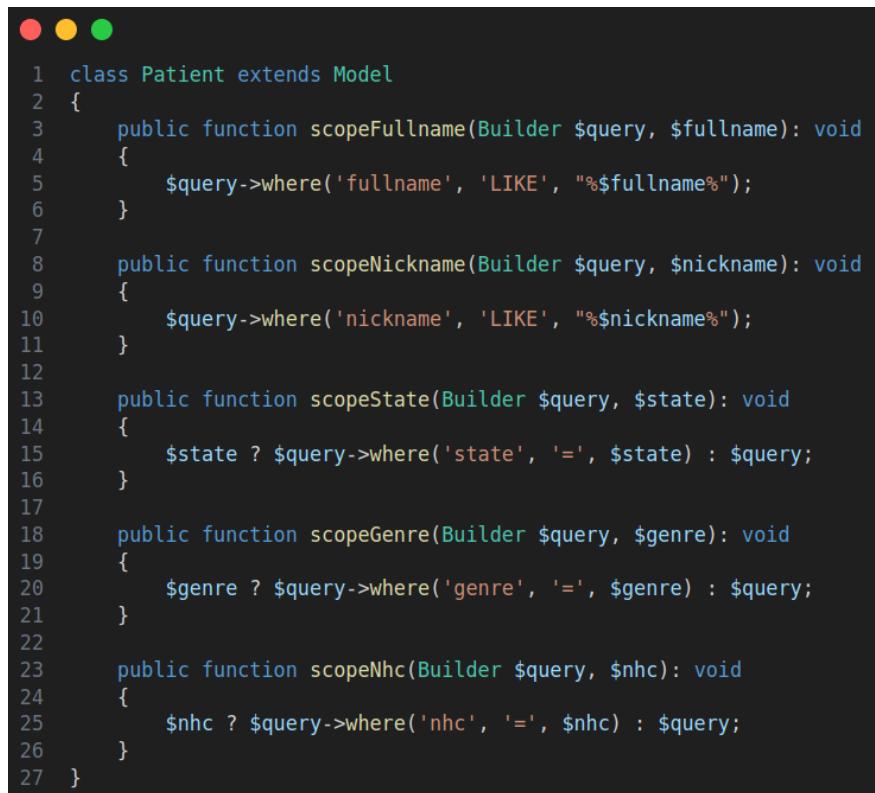
Nota. La figura muestra la clase Patient con sus relaciones y atributos para escritura definidos.

5. Scopes

Los scopes son funciones que permiten sobreescribir una consulta a la base de datos relacionada con el modelo. En LEAP APP se utiliza para la función de filtrar pacientes por nombre, apodo, estado, género y número de historia clínica.

Figura 53

Ejemplo de scope de pacientes



```

1 class Patient extends Model
2 {
3     public function scopeFullscreen(Builder $query, $fullname): void
4     {
5         $query->where('fullname', 'LIKE', "%$fullname%");
6     }
7
8     public function scopeNickname(Builder $query, $nickname): void
9     {
10        $query->where('nickname', 'LIKE', "%$nickname%");
11    }
12
13    public function scopeState(Builder $query, $state): void
14    {
15        $state ? $query->where('state', '=', $state) : $query;
16    }
17
18    public function scopeGenre(Builder $query, $genre): void
19    {
20        $genre ? $query->where('genre', '=', $genre) : $query;
21    }
22
23    public function scopeNhc(Builder $query, $nhc): void
24    {
25        $nhc ? $query->where('nhc', '=', $nhc) : $query;
26    }
27 }

```

Nota. La figura muestra a la izquierda la definición y sobreescritura de la consulta para filtrar al paciente.

6. Custom Requests

Los Custom Requests en Laravel permiten definir validaciones para los datos enviados mediante peticiones con el verbo POST y PUT, aplican reglas de validación sobre los datos enviados en el cuerpo de la petición y se ejecutan en medio del endpoint y la entrada al controlador. Se suelen crear dos “Requests” diferentes para un modelo, uno para validaciones en la creación y otro para validaciones en la actualización.

Figura 54

Validaciones la creación de Diagnósticos

```

1 class StoreDiagnosisRequest extends FormRequest
2 {
3     public function rules(): array
4     {
5         return [
6             'denver_test' => ['required', 'json'],
7             'recomendations' => [ 'string', 'between:3,500'],
8             'result' => ['required', 'string', 'between:3,10'],
9             'evaluated_age' => ['required', 'decimal:0,2']
10        ];
11    }
12
13    public function messages(): array
14    {
15        return [
16            'denver_test.required' => "El Test es requerido.",
17            'denver_test.string' => "El Test debe ser un json.",
18            'recomendations.string' => 'La recomendación debe ser de tipo texto.',
19            'recomendations.between' => 'La recomendación debe tener entre 3 y 500 caracteres.',
20            'result.required' => 'El resultado es un campo obligatorio.',
21            'result.string' => 'El resultado debe ser de tipo texto.',
22            'result.between' => 'El resultado debe tener entre 3 y 10 caracteres.',
23            'result.required' => 'La edad de evaluación es un campo obligatorio.',
24            'result.double' => 'La edad de evaluación debe ser un número.',
25        ];
26    }
27 }

```

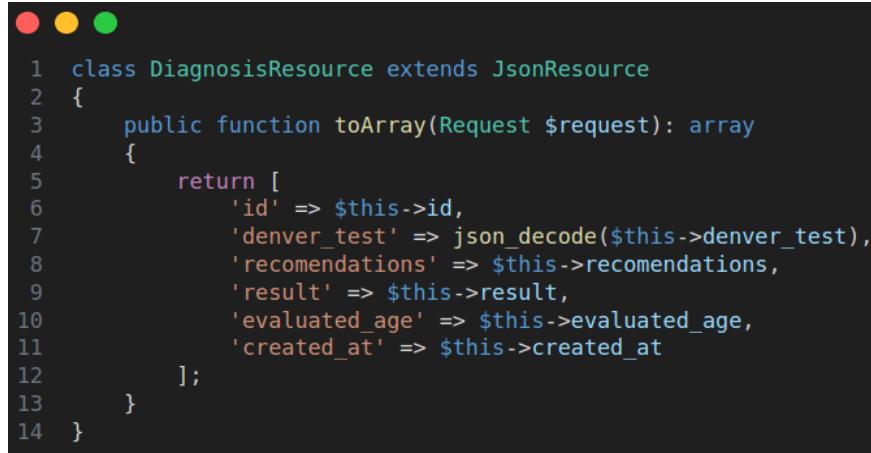
Nota. La figura muestra la clase StoreDiagnosisRequest, clase con las reglas de validación y mensajes de error en caso de fallo. Se aplica antes de la creación de un diagnóstico y envía una respuesta 422 en caso de fallar las validaciones.

7. Custom Resources

Los recursos o Resources en Laravel son definiciones que se usan para formatear el envío de datos, permiten definir la estructura con la que un modelo debe enviarse en una respuesta y prepara los datos para que el usuario final los pueda interpretar.

Figura 55

Resource de diagnósticos



```

1  class DiagnosisResource extends JsonResource
2  {
3      public function toArray(Request $request): array
4      {
5          return [
6              'id' => $this->id,
7              'denver_test' => json_decode($this->denver_test),
8              'recomendations' => $this->recomendations,
9              'result' => $this->result,
10             'evaluated_age' => $this->evaluated_age,
11             'created_at' => $this->created_at
12         ];
13     }
14 }

```

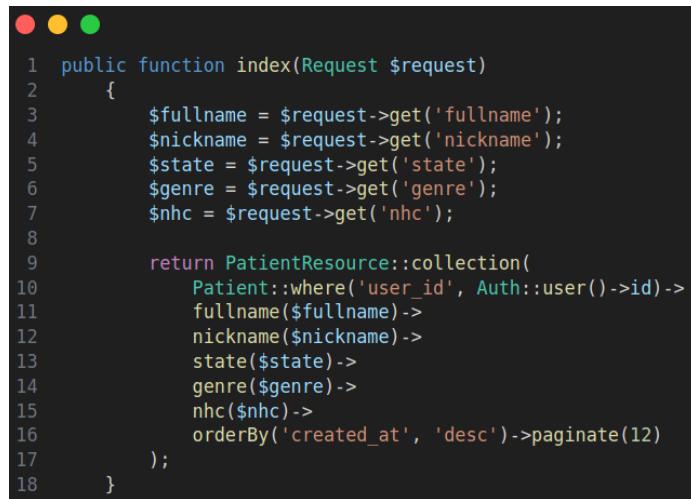
Nota. La figura muestra la clase para el recurso de diagnósticos y define cómo y qué datos se devuelven al cliente.

8. Controllers

En laravel el controlador contiene la lógica del negocio y se usa comúnmente para las operaciones de creación, edición, actualización, visualización y eliminación de un modelo en específico.

Figura 56

Función para listar pacientes



```

1  public function index(Request $request)
2  {
3      $fullname = $request->get('fullname');
4      $nickname = $request->get('nickname');
5      $state = $request->get('state');
6      $genre = $request->get('genre');
7      $nhc = $request->get('nhc');
8
9      return PatientResource::collection(
10         Patient::where('user_id', Auth::user()->id)->
11         fullname($fullname)->
12         nickname($nickname)->
13         state($state)->
14         genre($genre)->
15         nhc($nhc)->
16         orderBy('created_at', 'desc')->paginate(12)
17     );
18 }

```

Nota. La figura muestra la función para listar los pacientes de un doctor, utiliza scopes para filtrar por datos y además un Custom Resource para la forma en la que se entregan los datos.

Front Administrador

En el desarrollo del frontend se usa Vue 3, un framework JavaScript para el desarrollo web que en conjunto con los siguientes paquetes npm componen la aplicación “LEAP APP”:

- **Axios** para peticiones HTTP
- **Vuestic** para componentes visuales
- **ChartJs** para reportes gráficos
- **FontAwesome** para iconos SVG
- **SASS** para preprocesamiento CSS
- **Pinia** para manejo global de estados
- **Vue Router** para el manejo de rutas

Los Archivos “.vue” se componen de 3 partes o etiquetas principales: template, script y style, cada una de estas contienen código html, js y css respectivamente. Estos archivos se denominan SFC por sus siglas Single File Component, pero es posible separar las tecnologías en varios archivos agregando el atributo src en la etiqueta script y/o style como se requiera.

Figura 57

Ejemplo archivo Vue

```

1 <template>
2   <va-scroll-container class="leap-body-dash" vertical size="large" color="secondary">
3     <div class="sidebar-container">
4       <LeapSideNav></LeapSideNav>
5     </div>
6
7     <div class="page-content">
8       <LeapBreadcrumbs></LeapBreadcrumbs>
9       <va-scroll-container class="leap-main-panel-container" vertical size="small" color="secondary">
10        <div class="leap-main-panel">
11          <RouterView></RouterView>
12        </div>
13      </va-scroll-container>
14    </div>
15  </va-scroll-container>
16</template>
17
18<script setup>
19import LeapSideNav from '@/components/leap-side-nav/LeapSideNav.vue';
20import LeapBreadcrumbs from '@/components/leap-breadcrumbs/LeapBreadcrumbs.vue';
21</script>
22
23<style lang="scss" src="./style.scss"></style>

```

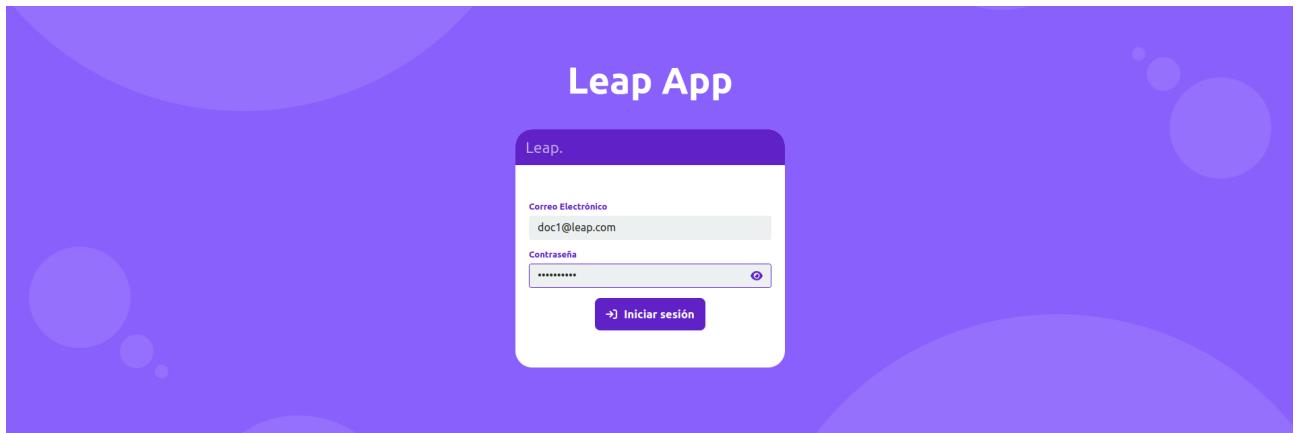
Nota. Esta figura muestra un ejemplo de archivo .vue con las 3 etiquetas que lo componen.

Inicio de sesión

En el Patronato Municipal de Latacunga, se encuentra un administrador principal que tiene la capacidad de generar cuentas de usuario. Los profesionales médicos encargados pueden acceder a la aplicación utilizando los datos de inicio de sesión establecidos por este administrador principal. Además, cada usuario tendrá la opción de modificar su contraseña personal.

Figura 58

Inicio de sesión “LEAP APP”



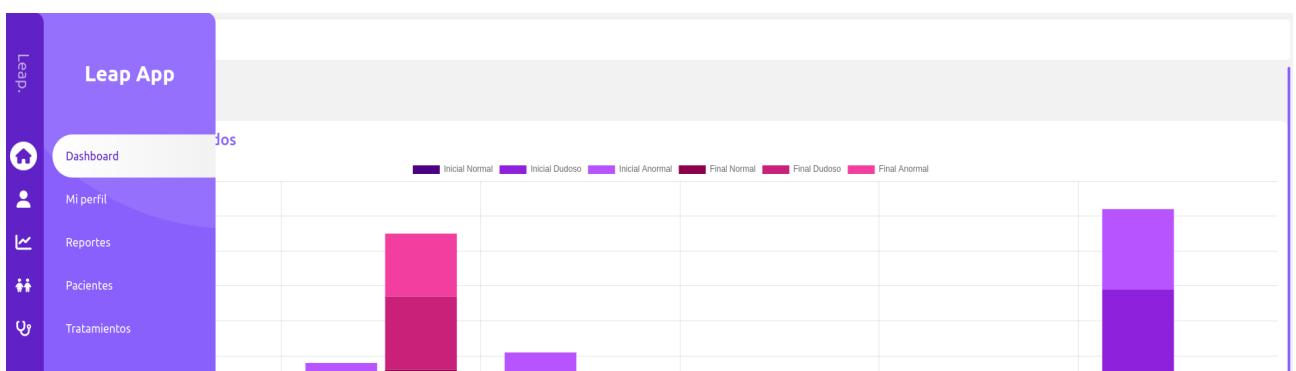
Nota. Esta figura presenta el inicio de sesión del usuario administrador y médicos tratantes.

Menú

La estructura del menú de "LEAP APP" está compuesta por cinco elementos: Dashboard, Mi perfil, Reportes, Pacientes y Tratamientos. Cada uno de estos elementos proporciona acceso a información correspondiente a su categoría específica; se brindarán más detalles sobre las características individuales de cada uno en secciones posteriores.

Figura 59

Menú “LEAP APP”



Nota. Esta figura presenta el menú que visualiza el médico tratante al ingresar al aplicativo.

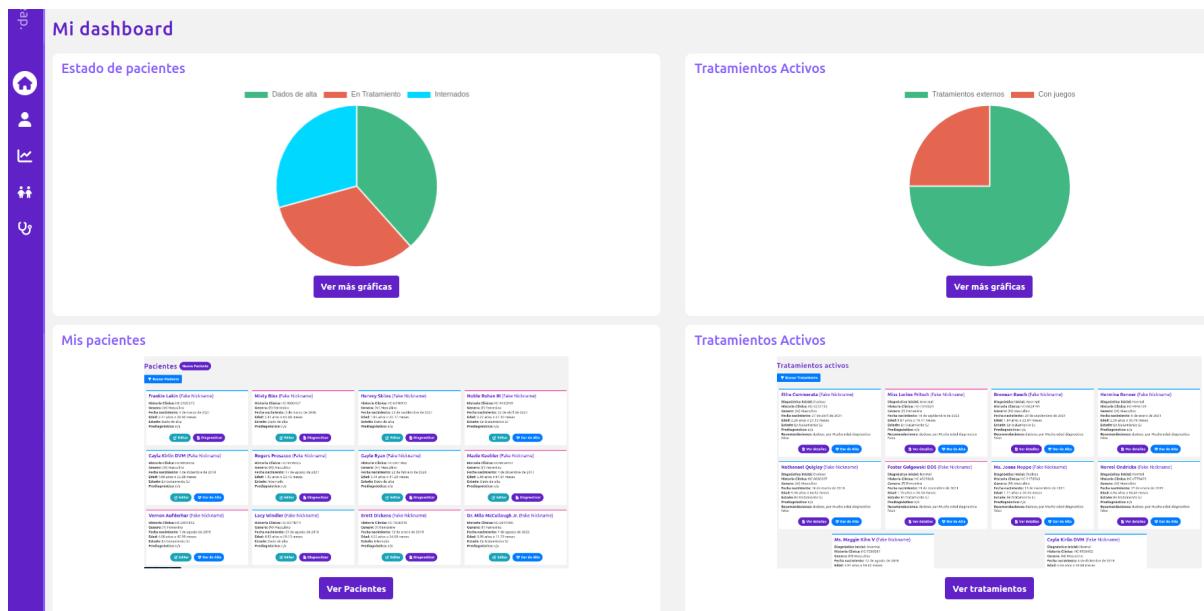
Dashboard

La opción inicial del menú, titulada como Dashboard, muestra de manera visual el porcentaje de pacientes que han sido dados de alta, aquellos que se encuentran en proceso de tratamiento y los que están internados. Así mismo, presenta una representación gráfica en forma de pastel que diferencia entre los tratamientos externos y aquellos que incorporan el serious game.

Justo debajo de cada una de estas gráficas, se incluye un enlace que permite acceder a una selección adicional de gráficas detalladas, proporcionando así una perspectiva más completa. Además, este panel de control exhibe accesos directos para acceder tanto al listado completo de pacientes como a los tratamientos que están en curso.

Figura 60

Dashboard “LEAP APP”



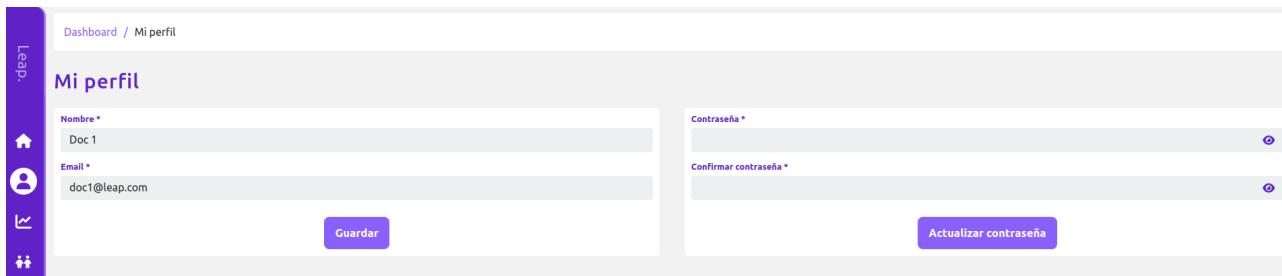
Nota. Esta figura presenta el dashboard del administrador.

Mi perfil

En la segunda opción del menú, Mi perfil, el usuario tiene la capacidad de observar su información personal, incluyendo el nombre y la dirección de correo electrónico. Además, se le brinda la oportunidad de modificar su contraseña, siguiendo pautas de validación para garantizar que esta sea segura y protegida.

Figura 61

Mi perfil “LEAP APP”



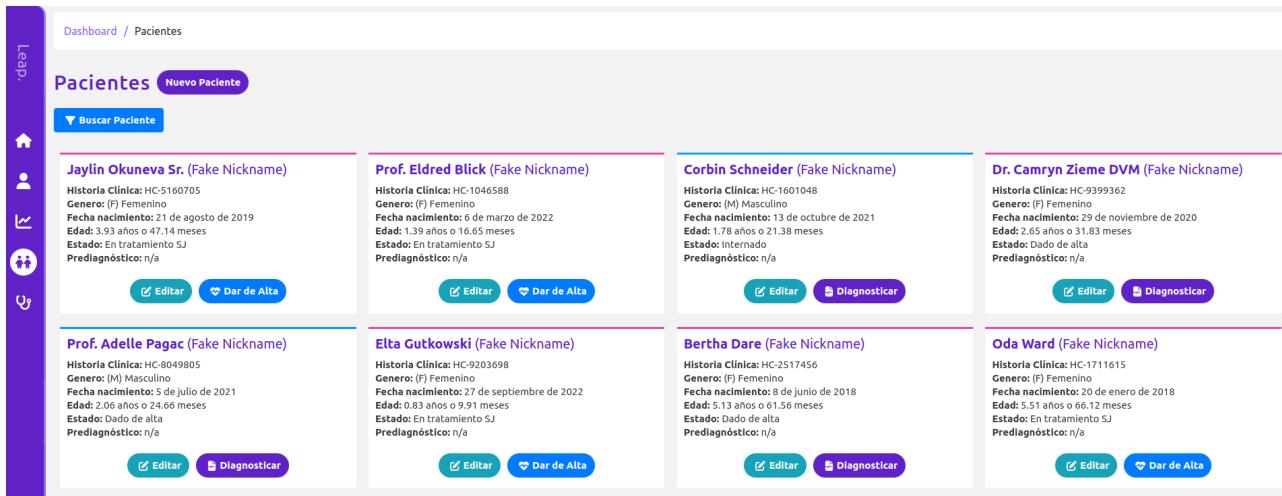
Nota. Esta figura presenta el perfil del usuario que se encuentra logueado.

Pacientes

En la tercera opción del menú, Pacientes, el médico tratante tiene varias opciones como crear nuevos registros, buscar, editar, diagnosticar y dar de alta a los pacientes, cada una de estas opciones se detallan a continuación.

Figura 62

Pacientes “LEAP APP”



Nota. En esta figura se puede visualizar el listado de pacientes registrados en el aplicativo.

Buscar Pacientes

Cuando se selecciona la opción "Buscar Pacientes", se presentan diversos filtros que permiten llevar a cabo una búsqueda más específica y adaptada a las necesidades individuales. El terapeuta dispondrá de la opción de buscar pacientes utilizando diferentes criterios, tales como: historia clínica, nombre, apodo, estado o género.

Figura 63

Buscar pacientes “LEAP APP”

The screenshot shows the 'Pacientes' (Patients) section of the LEAP APP. At the top, there's a search bar with the placeholder 'Buscar Paciente' and a dropdown menu for 'Nombre' (Name) set to 'Miss'. Below the search bar are filters for 'Historia Clínica', 'Apellido', 'Estado', and 'Género'. A large blue 'Buscar' (Search) button is positioned to the right of the filters. The results list four patients:

- Miss Jessika Raynor (Fake Nickname)**: Historia Clínica: HC-1107666, Género: (M) Masculino, Fecha nacimiento: 14 de octubre de 2017, Edad: 5.78 años o 69.34 meses, Estado: Internado, Prediagnóstico: n/a. Buttons: Editar, Diagnosticar.
- Miss Danika Lynch I (Fake Nickname)**: Historia Clínica: HC-330253, Género: (F) Femenino, Fecha nacimiento: 5 de diciembre de 2021, Edad: 1.64 años o 19.64 meses, Estado: Dado de alta, Prediagnóstico: n/a. Buttons: Editar, Diagnosticar.
- Miss Eugenia Hintz (Fake Nickname)**: Historia Clínica: HC-138193, Género: (M) Masculino, Fecha nacimiento: 9 de junio de 2020, Edad: 3.13 años o 37.51 meses, Estado: Internado, Prediagnóstico: n/a. Buttons: Editar, Diagnosticar.
- Miss Oceane Stoltenberg (Fake Nickname)**: Historia Clínica: HC-3205103, Género: (F) Femenino, Fecha nacimiento: 4 de febrero de 2018, Edad: 5.47 años o 65.63 meses, Estado: En tratamiento 5J, Prediagnóstico: n/a. Buttons: Editar, Dar de Alta.

Nota. Esta figura muestra la búsqueda de pacientes dentro del aplicativo “LEAP APP”.

Crear nuevo paciente

Para crear nuevos pacientes el médico debe llenar los datos del paciente, tales como número de historia clínica, nombre, apodo, género, fecha de nacimiento, edad cronológica y un pre diagnóstico.

Figura 64

Crear nuevo paciente “LEAP APP”

The screenshot shows the 'Nuevo Paciente' (New Patient) form within the LEAP APP. The left sidebar has a purple vertical bar with icons for Home, Patients, Internal Patients, and others. The main form has a header 'Nuevo Paciente' and a breadcrumb 'Dashboard / Pacientes / Internar Paciente'. The form fields include:

- Nro de Historia clínica * (Input field)
- Nombre * (Input field)
- Apellido * (Input field)
- Género * (Dropdown menu)
- Fecha de Nacimiento * (Input field)
- Edad cronológica (Input field)
- Prediagnóstico * (Input field, value: n/a)

A large blue 'Crear' (Create) button is at the bottom right of the form.

Nota. En esta figura se visualiza el formulario para crear nuevos pacientes.

Diagnosticar paciente

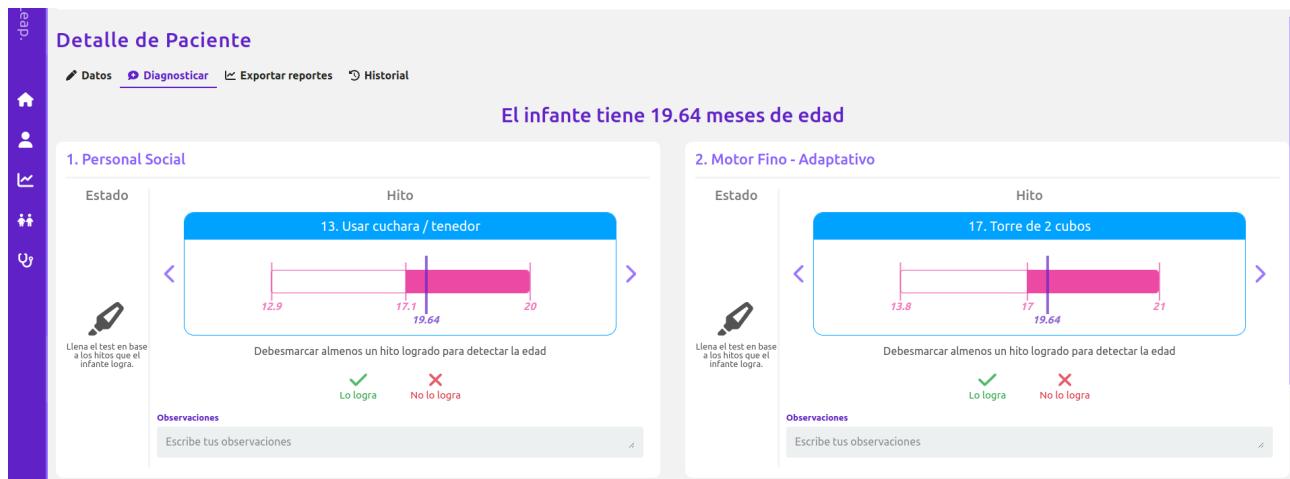
El diagnóstico de un paciente es una etapa crítica dentro del proceso de atención médica, ya que sienta las bases para el plan de tratamiento y seguimiento. En esta fase, el médico tratante despliega un enfoque meticoloso, donde se valora y registra información esencial sobre el paciente para obtener una comprensión profunda de su estado de salud.

Una herramienta fundamental que se emplea en este proceso es el test de Denver, una evaluación de desarrollo altamente reconocida y utilizada en la medicina pediátrica. Diseñado meticulosamente, este test se enfoca en analizar cómo el niño adquiere y desarrolla una serie de habilidades específicas en relación a su edad. Al observar cómo el paciente progresiona en diferentes áreas, como la motricidad fina, la comunicación y la interacción social, se obtiene una valiosa perspectiva sobre su desarrollo temprano.

El test de Denver sirve como una herramienta ágil y efectiva para evaluar y cuantificar el progreso de las funciones cruciales en el crecimiento del niño. Al identificar posibles desafíos o retrasos en comparación con los hitos típicos de desarrollo, el médico puede tomar decisiones informadas y establecer planes de tratamiento específicos. Este enfoque individualizado se convierte en una guía valiosa para recomendar terapias y técnicas diseñadas para estimular y mejorar el desarrollo psicomotor del paciente.

Figura 65

Diagnosticar pacientes “LEAP APP”



Nota. En esta figura se presenta la forma de diagnosticar a un paciente.

Después de haber registrado los logros alcanzados, para concluir, es necesario incluir un diagnóstico preliminar, el cual puede ser clasificado como: normal, dudoso o anormal, en función de los hitos de desarrollo que el paciente ha conseguido. Además, el profesional de la salud responsable tiene la opción de proporcionar sugerencias específicas para fomentar la mejora continua del paciente.

Agregar tratamientos a pacientes

Dentro del perfil individual de cada paciente, el médico a cargo tiene la capacidad de incorporar uno o más planes de tratamiento en función del diagnóstico inicial del paciente. Estos

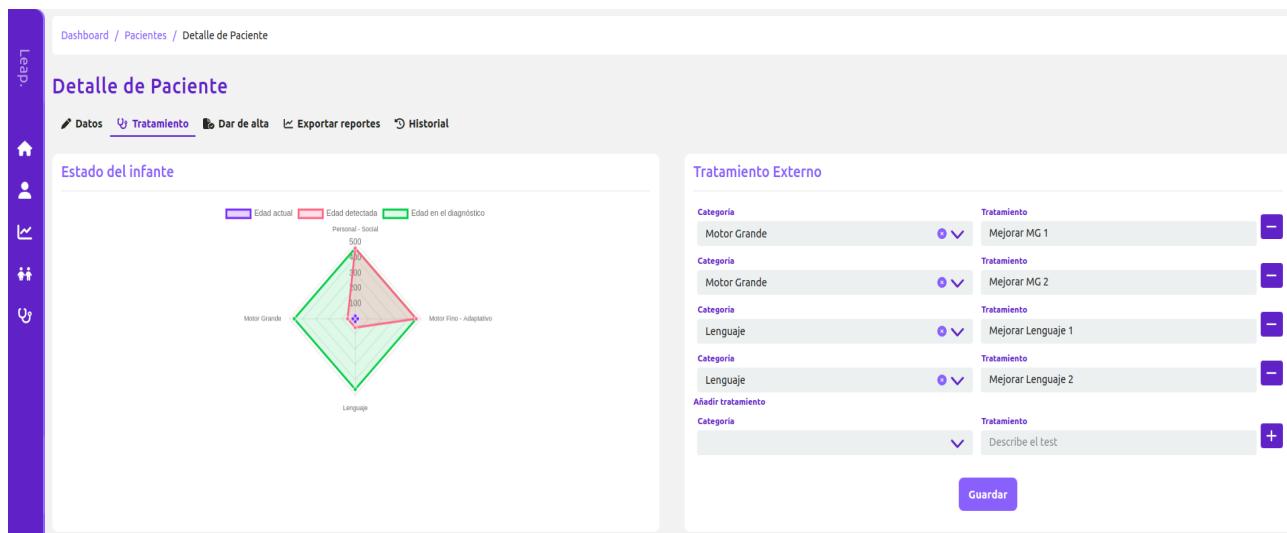
planes de tratamiento son esenciales para abordar de manera específica las áreas de desarrollo motriz fino que requieren atención y mejora.

Estos tratamientos se crean con la intención de diseñar un enfoque integral y personalizado para el paciente. Cada plan puede incluir una serie de actividades, ejercicios y técnicas terapéuticas diseñadas para promover el desarrollo preciso de las habilidades motoras finas. Los tratamientos se adaptan a las necesidades únicas de cada paciente, considerando factores como la edad, la condición médica y los objetivos de rehabilitación.

Además, los planes de tratamiento pueden evolucionar a lo largo del tiempo. A medida que el paciente progresá y alcanza nuevos hitos de desarrollo, el médico puede ajustar y modificar los tratamientos para garantizar una terapia continua y efectiva. El seguimiento constante y la evaluación periódica aseguran que el enfoque terapéutico se mantenga relevante y orientado a los objetivos de mejora del paciente.

Figura 66

Tratamiento en detalle del paciente “LEAP APP”



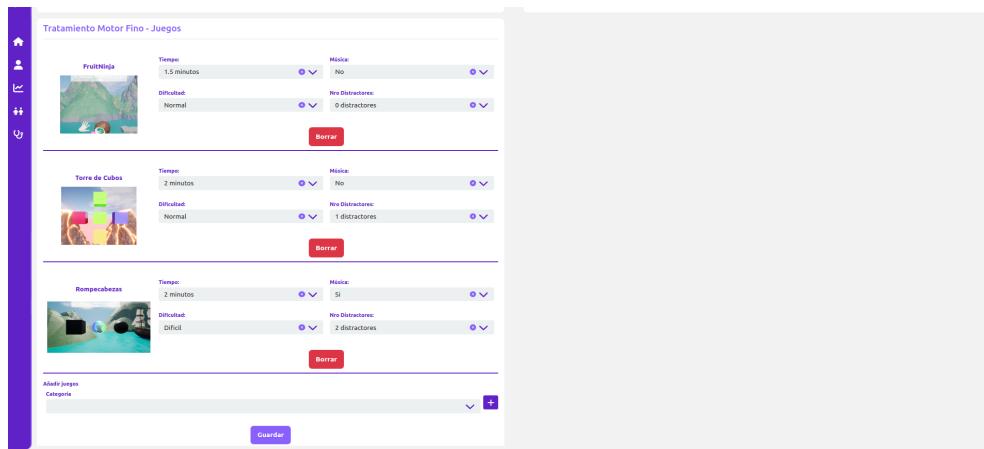
Nota. Esta figura presenta la forma de agregar tratamientos a un paciente.

Configuración del juego agregado al tratamiento

Adicional a los tratamientos externos, el terapeuta puede agregar uno o varias configuraciones de juego que se enfocan en el tratamiento de motricidad fina. El profesional de la salud elige la categoría del juego y se agrega una sección de configuración del mismo, las configuraciones incluyen: tiempo de juego, música encendida, dificultad y número de distractores.

Figura 67

Configuración del juego agregado al tratamiento



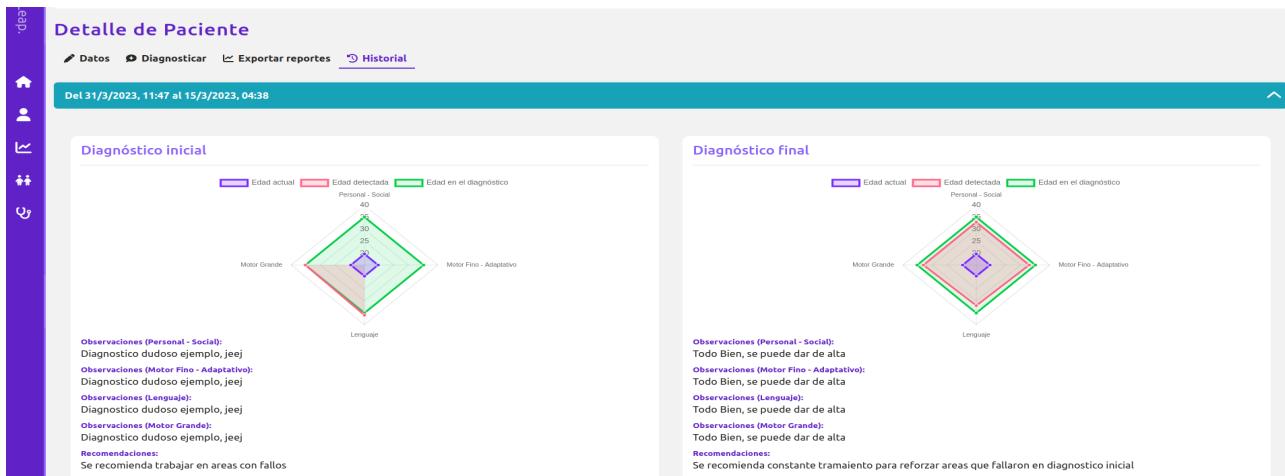
Nota. Esta figura presenta las configuraciones de los juegos asignados al paciente dependiendo de los tratamientos agregados.

Historial por paciente

En el detalle de cada paciente, el médico responsable tiene la capacidad de acceder al historial, que abarca desde el diagnóstico inicial hasta el diagnóstico final. En cada una de estas secciones se proporciona la edad actual del paciente, la edad en la que se realizó el diagnóstico y la edad calculada según dicho diagnóstico. Asimismo, se detallan los tratamientos realizados externamente que se le asignaron, además de incluir las configuraciones y juegos específicos seleccionados por el paciente como parte de su enfoque de mejora basado en el diagnóstico inicial.

Figura 68

Historial por paciente “LEAP APP”



Nota. En esta figura se puede visualizar el historial de un paciente.

Tratamientos activos

En la opción del menú denominada Tratamientos, es posible visualizar una lista de todos los pacientes que están en proceso de tratamiento. En cada tarjeta de paciente, encontramos dos botones. El primero, denominado "Ver detalles", nos redirige al perfil completo del paciente, brindando información detallada sobre su progreso. El segundo botón, etiquetado como "Dar de alta", dirige específicamente a la sección de "Dar de alta" dentro del perfil del paciente, donde se lleva a cabo una evaluación final. Aquí, se realiza un diagnóstico definitivo del paciente, y si se cumplen los criterios de éxito según la escala de Denver, se procede a concluir formalmente el tratamiento.

Figura 69

Tratamientos activos “LEAP APP”

Paciente	Diagnóstico Inicial	Estado	Opciones
Miss Danika Lynch I (Fake Nickname)	Normal	En tratamiento SJ	[Ver detalles] [Dar de Alta]
Fern Haag (Fake Nickname)	Dudoso	En tratamiento	[Ver detalles] [Dar de Alta]
Prof. Eldred Blick (Fake Nickname)	Normal	En tratamiento SJ	[Ver detalles] [Dar de Alta]
Alexis Christiansen DDS (Fake Nickname)	Dudoso	En tratamiento	[Ver detalles] [Dar de Alta]
Quinten Thiel (Fake Nickname)	Normal	En tratamiento SJ	[Ver detalles] [Dar de Alta]
Jailyn Hill PhD (Fake Nickname)	Dudoso	En tratamiento	[Ver detalles] [Dar de Alta]
Kristian Kreiger (Fake Nickname)	Normal	En tratamiento SJ	[Ver detalles] [Dar de Alta]
Maximo Feest (Fake Nickname)	Normal	En tratamiento	[Ver detalles] [Dar de Alta]

Nota. En esta figura se pueden visualizar los pacientes que tienen tratamientos activos.

Una vez culminado el desarrollo del administrador, al igual que el videojuego, se llevó a cabo una sesión de formación dirigida a los terapeutas pertenecientes al patronato municipal de Latacunga. El objetivo principal de esta capacitación fue dotar a los terapeutas con las habilidades necesarias para utilizar la herramienta sin dificultades, a pesar de su alta intuitividad.

Pruebas de integración

Una forma de asegurar que la integración entre aplicaciones que utilizan la API desarrollada funcione es mediante la realización de un API Testing que se puede evaluar usando la herramienta Postman. Postman es un cliente HTTP que permite guardar una configuración de peticiones HTTP en busca de un resultado en específico por parte de la API.

Figura 70*Api Endpoints en Postman*

```

POST Login
+ ...
Leap-API / Auth / Login
POST {{API_URL}}/login
Body
Params Authorization Headers (9) Body Pre-request Script Tests Settings
none form-data x-www-form-urlencoded raw binary GraphQL JSON
1
2 "success": true,
3 "data": {
4   "token": "2|UORhRj1WCKEycWuB680W090ULBqiFvVYg24eS27F",
5   "name": "Doc 2",
6   "superadmin": 0
7 },
8 "message": "User login successfully."
9

```

Nota. En esta figura se puede visualizar el árbol de peticiones disponibles para la API de “LEAP APP” y el test de la ruta /login.

Figura 71*Pacientes Api Endpoints en Postman*

```

GET Me
GET List of Patients
+ ...
Leap-API / Patients / List of Patients
GET {{API_URL}}/patient
Body
Params Authorization Headers (9) Body Pre-request Script Tests Settings
none form-data x-www-form-urlencoded raw binary GraphQL JSON
1
2 "fullname": "",
3 "state": "En tratamiento CJ",
4 "nickname": "",
5 "nhc": "",
6 "genre": ""
7
1
2
3 >
4 >
5 >
6 >
7 >
8 >
9 >
10 >
11 >
12 >
13 >
14 >
15 >
16 >
17 >
18 >
19 >
20 >
21 >
22 >
23 >
24 >
25 >
26 >
27 >
28 >
29 >
30 >
31 >
32 >
33 >
34 >
35 >
36 >
37 >
38 >
39 >
40 >
41 >
42 >
43 >
44 >
45 >
46 >
47 >
48 >
49 >
50 >
51 >
52 >
53 >

```

Nota. En esta figura se puede visualizar la ruta de filtro y lista de pacientes en funcionamiento.

Capítulo V

Análisis de resultados

Para el análisis de resultados, se realizan encuestas a los dos terapeutas que trabajan en el Patronato Municipal de Latacunga, los cuales responden en base a la experiencia previa y post implantación de LEAP APP y LEAP GAME.

Validación de calidad del software

La calidad del software es un pilar fundamental en el desarrollo tecnológico actual, ya que influye directamente en la eficiencia y experiencia del usuario con un sistema. La realización de encuestas para la validación de calidad de software constituye un paso esencial en este proceso, permitiendo recopilar una retroalimentación de los usuarios finales. Estas encuestas no solo revelan posibles fallos, sino que también brindan una visión holística de la experiencia del usuario, contribuyendo así a la mejora continua y al perfeccionamiento del software en términos de usabilidad y funcionalidad.

Con el propósito de validar los resultados obtenidos durante el uso del serious game y el administrador, las encuestas se aplicaron en dos momentos distintos: una antes de introducir el serious game con el administrador y otra después de su implementación. Esta técnica de investigación descriptiva recopila información mediante un cuestionario y tiene como objetivo comprobar si el uso del videojuego ha conducido a una mejora en la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores.

Análisis estadísticos

Con el propósito de validar los resultados y garantizar la existencia de una relación entre los indicadores, se emplearon la matriz de covarianzas y el coeficiente de correlación. Esto permitió verificar el cumplimiento del objetivo general establecido previamente. Posteriormente, se aplicó el estadístico de chi cuadrado a cada indicador para verificar la aceptación de las hipótesis nulas planteadas y, de esta manera, confirmar la hipótesis general formulada anteriormente.

Cada indicador es conceptualizado en una sola palabra que lo representa, de esta forma se facilita el análisis de resultados. A continuación se detallan cada uno de ellos:

- **Habilidad:** Número de actividades ejecutadas en coordinación mano ojo en relación a la edad cronológica.
- **Atención:** Número de intentos para la ejecución de tareas definidas para la edad cronológica.
- **Tiempo:** Número de actividades ejecutadas en relación a precisión en las actividades y los tiempos asignados.

- **Comprendión:** Maduración de la capacidad cognitiva relativa a la edad del niño tratado en base a la Escala Denver II.
- **Disponibilidad:** Facilidad en la exportación de informes de estado, avance y logros del paciente.

Resultados de la primer encuesta

Con el propósito de evaluar el grado de impacto de los indicadores previo a la implementación de "LEAP APP" y "LEAP GAME", se emplea la matriz de covarianza y el coeficiente de correlación sobre los resultados obtenidos en la primera encuesta, cuyas preguntas se detallan en el *Anexo 2: Encuesta N° 1*.

Tabla 7

Resultados primer encuesta

	Habilidad	Atención	Tiempo	Comprendión	Disponibilidad
Terapeuta 1	5	2	2	2	1
Terapeuta 2	3	3	3	5	2
Media	4	2,5	2,5	3,5	1,5
Varianza	2	0,5	0,5	4,5	0,5

Nota. Esta tabla muestra los datos de la media y la varianza obtenidos en la primera encuesta aplicada a los terapeutas.

Tabla 8

Matriz covarianzas primera encuesta

	Habilidad	Atención	Tiempo	Comprendión	Disponibilidad
Habilidad	2	-1	-1	-3	-1
Atención	-1	0,5	0,5	1,5	0,5
Tiempo	-1	0,5	0,5	1,5	0,5
Comprendión	-3	1,5	1,5	4,5	1,5
Disponibilidad	-1	0,5	0,5	1,5	0,5

Nota. Esta tabla muestra los datos de la matriz de covarianzas obtenidos en la primera encuesta aplicada a los terapeutas.

Tabla 9*Matriz de correlación primera encuesta*

	Habilidad	Atención	Tiempo	Comprensión	Disponibilidad
Habilidad	1				
Atención	-1	1			
Tiempo	-1	1	1		
Comprensión	-1	1	1	1	
Disponibilidad	-1	1	1	1	1

Nota. Esta tabla muestra los datos de la matriz de correlación obtenidos en la primera encuesta aplicada a los terapeutas.

Resultados de la segunda encuesta

En la segunda encuesta, cuyas preguntas se detallan en el Anexo 3: *Encuesta N° 2*, se realiza un procedimiento similar para verificar el nivel de impacto de los indicadores después de la implantación del videojuego y el administrador. Se utiliza la matriz de covarianza y el coeficiente de correlación para analizar los resultados obtenidos.

Tabla 10*Resultados segunda encuesta*

	Habilidad	Atención	Tiempo	Comprensión	Disponibilidad
Terapeuta 1	5	4	4	3	4
Terapeuta 2	4	5	5	5	5
Media	4,5	4,5	4,5	4	4,5
Varianza	0,5	0,5	0,5	2	0,5

Nota. Esta tabla muestra los datos de la media y la varianza obtenidos en la segunda encuesta aplicada a los terapeutas.

Tabla 11*Matriz covarianzas segunda encuesta*

	Habilidad	Atención	Tiempo	Comprensión	Disponibilidad
Habilidad	0,5	-0,5	-0,5	-1	-0,5
Atención	-0,5	0,5	0,5	1	0,5
Tiempo	-0,5	0,5	0,5	1	0,5
Comprensión	-1	1	1	2	1
Disponibilidad	-0,5	0,5	0,5	1	0,5

Nota. Esta tabla muestra los datos de la matriz de covarianzas obtenidos en la segunda encuesta aplicada a los terapeutas.

Tabla 12*Matriz de correlación segunda encuesta*

	Habilidad	Atención	Tiempo	Comprensión	Disponibilidad
Habilidad	1				
Atención	-1	1			
Tiempo	-1	1	1		
Comprensión	-1	1	1	1	
Disponibilidad	-1	1	1	1	1

Nota. Esta tabla muestra los datos de la matriz de correlación obtenidos en la segunda encuesta aplicada a los terapeutas.

Interpretación de datos para el análisis de chi cuadrado

Luego de verificar los resultados de los indicadores en ambas encuestas, se realiza una comparación utilizando el estadístico de chi cuadrado. Este análisis permitirá comprobar si las hipótesis nulas establecidas para cada indicador son aceptadas, lo que a su vez nos permitirá evaluar la hipótesis general.

Tabla 13*Parámetros del nivel de confianza*

Parámetros	Valores
Nivel de confianza	95%
Alfa	5%
Grados de libertad	4
Valor crítico	9,487729

Nota. Esta tabla muestra los parámetros del nivel de confianza obtenidos en base a los cálculos realizados anteriormente.

A continuación, se presentan la hipótesis nula y la hipótesis alternativa, así como la tabla y los cálculos del estadístico chi cuadrado aplicados al indicador "habilidad".

- **Hipótesis nula (h0):** La utilización de "LEAP GAME" aumentó el número de actividades ejecutadas en coordinación mano ojo en relación a la edad cronológica.
- **Hipótesis alternativa (h1):** La utilización de "LEAP GAME" no aumentó el número de actividades ejecutadas en coordinación mano ojo en relación a la edad cronológica.

Tabla 14*Indicador habilidad*

	Terapeuta 1	Terapeuta 2
Antes	5	3
Después	5	4
Total	10	7

Nota. Esta tabla muestra los valores del indicador habilidad para calcular chi cuadrado y comprobar la hipótesis nula.

$$\chi^2 = 0.084325$$

La hipótesis nula (h0) es aceptada ya que su valor es menor que el valor crítico, lo que lleva al rechazo de la hipótesis alternativa (h1).

De igual manera, se presentan la hipótesis nula y la hipótesis alternativa, así como la tabla y los cálculos del estadístico chi cuadrado aplicados al indicador "atención".

- **Hipótesis nula (h0):** La utilización de "LEAP GAME" aumentó el número de intentos para la ejecución de tareas definidas para la edad cronológica.
- **Hipótesis alternativa (h1):** La utilización de "LEAP GAME" no aumentó el número de intentos para la ejecución de tareas definidas para la edad cronológica.

Tabla 15

Indicador atención

	Terapeuta 1	Terapeuta 2
Antes	2	3
Después	4	5
Total	6	8

Nota. Esta tabla muestra los valores del indicador habilidad para calcular chi cuadrado y comprobar la hipótesis nula.

$$\chi^2 = 1,499683$$

Debido a que el valor calculado es menor al valor crítico se acepta la hipótesis nula (h0) y se rechaza la hipótesis alternativa (h1). Se repite el proceso y cálculo del estadístico chi cuadrado para el indicador "tiempo".

- **Hipótesis nula (h0):** La utilización de "LEAP GAME" aumentó el número de actividades ejecutadas en relación a precisión en las actividades y los tiempos asignados.
- **Hipótesis alternativa (h1):** La utilización de "LEAP GAME" no aumentó el número de actividades ejecutadas en relación a precisión en las actividades y los tiempos asignados.

Tabla 16

Indicador tiempo

	Terapeuta 1	Terapeuta 2
Antes	2	3
Después	4	5

	Terapeuta 1	Terapeuta 2
Total	6	8

Nota. Esta tabla muestra los valores del indicador habilidad para calcular chi cuadrado y comprobar la hipótesis nula.

$$\chi^2 = 1,499683$$

La hipótesis nula (h_0) es aceptada ya que su valor es menor que el valor crítico, lo que lleva al rechazo de la hipótesis alternativa (h_1). Se repite el proceso y cálculo del estadístico chi cuadrado para el indicador “comprensión”.

- **Hipótesis nula (h_0):** La utilización de “LEAP GAME” aumentó la capacidad cognitiva relativa a la edad del niño tratado en base a la escala Denver II.
- **Hipótesis alternativa (h_1):** La utilización de “LEAP GAME” no aumentó la capacidad cognitiva relativa a la edad del niño tratado en base a la escala Denver II.

Tabla 17

Indicador comprensión

	Terapeuta 1	Terapeuta 2
Antes	2	5
Después	3	5
Total	5	10

Nota. Esta tabla muestra los valores del indicador habilidad para calcular chi cuadrado y comprobar la hipótesis nula.

$$\chi^2 = 4,146684$$

La hipótesis nula (h_0) es aceptada ya que su valor es menor que el valor crítico, lo que lleva al rechazo de la hipótesis alternativa (h_1).

De igual manera, se presentan la hipótesis nula y la hipótesis alternativa, así como la tabla y los cálculos del estadístico chi cuadrado aplicados al indicador “disponibilidad”.

- **Hipótesis nula (h_0):** La utilización de “LEAP APP” aumentó la facilidad en la exportación de informes de estado, avance y logros del paciente.

- **Hipótesis alternativa (h1):** La utilización de “LEAP APP” no aumentó la facilidad en la exportación de informes de estado, avance y logros del paciente.

Tabla 18*Indicador disponibilidad*

	Terapeuta 1	Terapeuta 2
Antes	1	2
Después	4	5
Total	5	7

Nota. Esta tabla muestra los valores del indicador habilidad para calcular chi cuadrado y comprobar la hipótesis nula.

$$\chi^2 = 1,573016$$

La hipótesis nula (h_0) es aceptada ya que su valor es menor que el valor crítico, lo que lleva al rechazo de la hipótesis alternativa (h_1).

Cada indicador ha sido evaluado con su respectiva hipótesis nula e hipótesis alternativa, como se ha detallado anteriormente se ha aceptado la hipótesis nula en todas y cada uno de los indicadores, por conclusión se acepta la *hipótesis general* del proyecto.

Aceptación del juego

Para evaluar la aceptación del videojuego, se formularon dos preguntas al final de la segunda encuesta, que se presentan a continuación:

1. ¿Considera usted que el uso de "LEAP APP" y "LEAP GAME" ha contribuido a mejorar la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores durante el tiempo que los ha utilizado?
2. Durante el tiempo que ha empleado "LEAP APP" y "LEAP GAME", ¿considera que se ha logrado una mejora en la gestión de pacientes?

De un total de 2 terapeutas, uno eligió la opción *de acuerdo* equivalente al 50% del total de la población y uno eligió la opción *totalmente de acuerdo* equivalente al 50%.

Figura 72

Resultado primera pregunta adicional



Nota. En esta figura se pueden visualizar los porcentajes pertenecientes a las respuestas de la primera pregunta adicional de la segunda encuesta realizada a los terapeutas.

De un total de 2 terapeutas en estimulación temprana y terapia de lenguaje, 2 eligieron la opción *totalmente de acuerdo* equivalente al 100% de la población.

Figura 73

Resultado segunda pregunta adicional



Nota. En esta figura se pueden visualizar los porcentajes pertenecientes a las respuestas de la segunda pregunta adicional de la segunda encuesta realizada a los terapeutas.

Cálculo de usabilidad del administrador con SUS

Para la evaluación de usabilidad del administrador web, se utiliza SUS (System Usability Scale), el Sistema de Escala de Usabilidad evalúa la usabilidad de cualquier sistema, fue creado

por John Brooke en el año de 1986 y consta de 10 preguntas cuyas respuestas se miden siguiendo la Escala de Likert. La encuesta aplicada se detalla en Ver el Anexo 4: *Encuesta SUS*.

Tabla 19

Resultados encuesta SUS

	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 Neutro	4 De acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
Pregunta 1					x-y
Pregunta 2		x	y		
Pregunta 3				y	x
Pregunta 4		x-y			
Pregunta 5			y	x	
Pregunta 6	x-y				
Pregunta 7				y	x
Pregunta 8	x	y			
Pregunta 9				x-y	
Pregunta 10	x-y				

Nota. Esta tabla muestra los resultados de los dos terapeutas encuestados x & y.

Para calcular los resultados de SUS evaluaremos por separado a cada encuestado y el resultado final de cada uno será promediado para determinar si en conjunto superan los 68 puntos mínimos requeridos en SUS para considerar un sistema con una usabilidad aceptable:

Sumatorio de enunciados impares

$$\Sigma x_{Imp} - 5 = (5 + 5 + 4 + 5 + 4) - 5 = 18$$

$$\Sigma y_{Imp} - 5 = (5 + 4 + 3 + 4 + 4) - 5 = 15$$

Sumatorio de enunciados pares

$$25 - \Sigma x_{Par} = 25 - (2 + 2 + 1 + 1 + 1) = 18$$

$$25 - \Sigma y_{Par} = 25 - (3 + 2 + 1 + 2 + 1) = 16$$

Aplicación fórmula SUS

$$Sx = (18 + 18) \cdot 2.5 = 90$$

$$Sy = (15 + 16) \cdot 2.5 = 77.5$$

Resultado final

$$Prom = \frac{90+77.5}{2} = 83.75$$

Con este resultado se puede concluir que la aplicación administrativa tiene un puntaje bastante aceptable, cabe resaltar que de dos encuestados, a pesar de superar el puntaje que indica una usabilidad aceptable, uno de ellos experimenta una experiencia menos usable que el otro, debido a las discrepancias en los resultados de las preguntas 2, 3, 5, 7 y 8, donde el encuestado "y" refleja resultados más indiferentes, donde no logra identificar un resultado significativo, lo cual es un signo para mejorar ya que el sistema será utilizado única y principalmente por los dos terapeutas encuestados.

Conclusión del análisis de datos

- A través de la encuesta realizada a los médicos tratantes luego de la implementación del serious game en el Patronato Municipal de Latacunga, se comprobó que "LEAP GAME" ayudó a mejorar la coordinación mano ojo en relación con la edad cronológica, logrando aumentar el número de actividades ejecutadas sin novedades.
- Por medio de la utilización del administrador "LEAP APP", los médicos tratantes experimentan una mejora significativa a la hora de acceder a datos, diagnósticos y tratamiento de un paciente. Además cuentan con una funcionalidad extra al poder exportar informes de estado, avances y logros de los pacientes, lo cual representa una ventaja inmensa en comparación al proceso tradicional y manual que se realizaba en el patronato para la gestión de pacientes.
- Tras verificar la mejora en los indicadores, se puede concluir que la implementación del serious game ha respaldado efectivamente la rehabilitación motora fina de las extremidades superiores en niños de entre 5 y 7 años en el Patronato Municipal de Latacunga. Este resultado se basa en un nivel de confianza del 95% de los datos recopilados.
- Finalmente, gracias a los datos recolectados mediante las preguntas formuladas en la encuesta final, se pudo constatar que tanto el serious game "LEAP GAME" como el administrador "LEAP APP" fueron muy bien recibidos por los terapeutas y pacientes del Patronato Municipal de Latacunga.

Capítulo VI

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La investigación del estado del arte sobre las técnicas de rehabilitación motora fina, permitió entender las necesidades del personal del Patronato Municipal de Latacunga, derivando en la creación de historias de usuario que acumulen las necesidades tanto en diseño como en lógica, además ayudó a la elección de una metodología adecuada para el desarrollo de videojuegos, como lo es MPDSG, que en conjunto con el marco de trabajo SCRUM permiten una distribución de roles y responsabilidades que facilitan el trabajo en conjunto del personal médico, desarrolladores y tutor de tesis.
- Las técnicas utilizadas para la recolección de requerimientos aplicadas en el Patronato Municipal de Latacunga, permitieron planificar y diseñar ambientes de juego inmersivos y seguros, donde el infante se sienta agusto en un entorno llamativo y libre de distractores que dificulten el proceso de rehabilitación.
- La planificación realizada permitió el desarrollo progresivo de los diferentes escenarios diseñados en conjunto con los médicos tratantes y que mediante el uso y aplicación de teoría de colores, técnicas de escenario y técnicas de gamificación permitieron crear un entorno seguro para la rehabilitación del niño.
- El aprendizaje siempre representa un reto intelectual, pero como desarrolladores nos debemos a una constante evolución y adquisición de nuevos conocimientos tecnológicos. El proyecto permitió aplicar y desarrollar software sobre nuevas tecnologías y dispositivos como Blueprints, Unreal Engine y Leap Motion; que aplicados a la par con conocimientos ya adquiridos durante la carrera como bases de datos, tecnologías web, desarrollo de API's y aplicación de metodologías permitieron una apertura a nuevos horizontes en el conocimiento.
- El análisis de encuestas permitió validar la calidad del software a través del estadístico de Chi cuadrado, con la aplicación de 2 preguntas adicionales se logró validar la aceptación del aplicativo y mediante la aplicación de SUS para la evaluación de la usabilidad se determinó un sistema altamente usable. Las encuestas fueron aplicadas a los médicos tratantes, quienes dan testimonio y hablan por los niños tratados en base a las observaciones y experiencias durante los tratamientos pre y post implantación.

Recomendaciones

- Se recomienda el uso indiscutido de metodologías y marcos de trabajo ágiles que apoyen al ciclo de vida del software, pues con su uso permiten tener un mejor control durante el análisis, desarrollo y entrega de aplicativos. Además con la entrega continua de avances el usuario final puede involucrarse más, identificando de manera temprana posibles errores y mejoras.
- Es recomendable llevar a cabo un proceso de seguimiento junto con los terapeutas de la institución para el diseño de los juegos. De esta manera, se diseñarán ambientes inmersivos y agradables para el paciente.
- La rehabilitación motora fina incluye un sin número de ejercicios que varían de paciente en paciente, por lo tanto, se recomienda el desarrollo de nuevos juegos serios que apoyen de manera más amplia la rehabilitación en pacientes con problemas motores finos.
- Se recomienda la inclusión de procesos de integración continua y despliegue continuo CI/CD, ya que ayudan a facilitar el desarrollo de software y permite al usuario final ver cambios constantemente, el mantenimiento y actualizaciones se vuelven más sencillos debido a que los cambios en código son más pequeños lo que permite adicionalmente aislar defectos y mantener al cliente satisfecho.
- Se recomienda la utilización de una base de datos documental que trabaje en conjunto con postgres para el almacenamiento de datos no estrictamente estructurados como los diagnósticos realizados mediante la escala denver y las configuraciones y resultados del juego. Esto permitiría almacenar y consultar datos semiestructurados de maneja muy veloz, los datos estarían indexados y las consultas tardarían muy poco en ejecutarse.
- El software desarrollado permite al médico tratante administrar diagnósticos y tratamientos de pacientes sobre las 4 áreas en la Escala de Denver II (motricidad fina, lenguaje, motricidad gruesa y personal social), especialmente enfocada en la recuperación del motor fino. Para proyectos futuros se recomienda realizar investigaciones en el resto de áreas especificadas ya que existe un campo de acción muy grande y que no ha sido manipulado.

Bibliografía

Curso de Blueprints en Unreal Engine—School-ing. (s. f.). Recuperado 9 de enero de 2023, de

<https://school-ing.es/curso-blueprints-unreal-engine/>

Edurne. (2022, octubre 7). *Motricidad fina: Desarrollo en niños de 0 a 5 años. Mi bebé y yo.*

<https://mibebeoyo.elmundo.es/bebes/salud-bienestar/estimulacion/motricidad-fina>

Fundación Universitaria Panamericana, Molero Suarez, L. G., Ospina Rodríguez, P. E., Fundación

Universitaria Panamericana, Quevedo, M. L., Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO,

Montenegro Romero, J. L., Fundación Universitaria Panamericana, Castiblanco Rosero, L.

D., & Fundación Universitaria Panamericana. (2019). Gaming una estrategia para la

rehabilitación de personas con discapacidad. En Universidad Católica Luis Amigó, Y. del V.

Chirinos Araque, A. G. Ramírez García, Universidad Autónoma de Chapingo, J. E. Luna

Correa, Universidad de Guanajuato, N. Barbera Alvarado, Universidad del Sinú-Elías

Bechara Zainum, & D. C. Rojas Nieves (Eds.), *Tendencias en la investigación universitaria. Una visión desde Latinoamérica. Volumen VI* (pp. 174-186).

Una visión desde Latinoamérica. Volumen VI (pp. 174-186).

Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón

Alonso Gamero / Alianza de Investigadores Internacionales S.A.S.

https://doi.org/10.47212/tendencias_vi_2019_13

Garofano, V. V., Guirado, L. C., Cuberos, R. C., Ruz, R. P., & Martínez, A. M. (2017).

IMPORTANCIA DE LA MOTRICIDAD PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DEL NIÑO EN LA

ETAPA DE EDUCACIÓN INFANTIL. 47.

Hospital El Pilar. (s. f.). *¿Qué es la escala de Denver?*. Hospital El Pilar - Grupo Quirónsalud.

Recuperado 25 de febrero de 2023, de

<https://www.quironsalud.es/pilar/es/preguntas-frecuentes/escala-denver>

Júlia Puigbó Vivas. (2019, marzo 5). *Test de DENVER: Qué es, Cómo se realiza e Interpretación.*

[psicologia-online.com.](http://psicologia-online.com)

<https://www.psicologia-online.com/test-de-denver-que-es-como-se-realiza-e-interpretacion-4326.html>

Lanzillotta, F. (2020). *Puesta en valor de un simulador de entrenamiento mediante la incorporación*

de experiencia inmersiva y analíticas de aprendizaje [Universidad Nacional de Mar del

Plata].

<http://rinfo.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/438/FLanzillotta-TFG-IIIn-2020.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Marisol Nuevo. (2021, junio 10). *Desarrollo de la psicomotricidad fina*. Guiainfantil.com.

<https://www.guiainfantil.com/1600/desarrollo-de-la-psicomotricidad-fina.html>

Ministerio de Educación. (2019, marzo). *Jugando aprendo de mi País. Desarrollo de las habilidades motrices de los niños menores de 5 años*. Pasa la voz, Ecuador.

<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Marzo-2019.pdf>

Morales Tirado, A. (2019). *Desarrollo de serious games para rehabilitación de función motora* [Universidad Carlos III de Madrid]. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/30153#preview>

Moreno, F., Ojeda, J., Mena, C., Rodríguez, O., Rangel, J., & Álvarez, S. (2013). *Un Framework para la Rehabilitación Física en Miembros Superiores con Realidad Virtual*. 3, 9.

Muñoz, M. G. G., Álvarez, J. F. V., & Pérez, M. V. (2021). *KINESTESIA PARA EL DESARROLLO DE MOTRICIDAD FINA EN NIÑOS DE 7 AÑOS DE LA E.B.F. CLEMENCIA CORONEL DE PINCAY ECUADOR. KINESPISTHESIA FOR THE DEVELOPMENT OF FINE MOTOR SKILLS IN 7-YEAR-OLD CHILDREN OF THE E.B.F. CLEMENCIA CORONEL DE PINCAY ECUADOR*. 2(1).

Patronato Municipal GAD Latacunga. (s. f.). *Misión, Visión y Transparencia – Patronato Municipal*.

Recuperado 1 de marzo de 2023, de

<https://www.patronatomunicipallatacunga.gob.ec/mision-vision-y-transparencia/>

Psicosanse. (s. f.). *Rehabilitación Motriz | Psicosanse – Psicología y Educación – Psicólogos en San Sebastián de los Reyes*. Rehabilitación Motriz. Recuperado 29 de noviembre de 2022, de <https://www.psicosanse.es/psicomotricidad/>

¿Qué es la gamificación y cuáles son sus objetivos? | EDUCACIÓN 3.0. (s. f.). Recuperado 25 de enero de 2023, de

<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/gamificacion-que-es-objetivos/>

Saavedra Parisaca, E., & Vidal Duarte, E. (2022). Juego Serio para rehabilitación motora fina en niños: Consideraciones de diseño y usabilidad. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(2), e405. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i2.405>

Sandí Delgado, J. C., & Bazán, P. A. (2021). Diseño de juegos serios: Análisis de metodologías.

e-Ciencias de la Información. <https://doi.org/10.15517/eci.v11i2.45505>

Montero, B. M., Cevallos, H. V., & Cuesta, J. D. (2018). Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*, 2(17), 114-121.

Molina Ríos, J. R., Zea Ordóñez, M. P., Contento Segarra, M. J., & García Zerda, F. G. (2017).

ESTADO DEL ARTE: METODOLOGÍAS DE DESARROLLO EN APLICACIONES WEB. 3C

Tecnología_Glosas de innovación aplicadas a la pyme, 6(3), 54–71. Recuperado de

<https://doi.org/10.17993/3ctecno.2017.v6n3e23.54-71>

Palomo, S. R. G., & Gil, E. M. (2020). Aproximación a la ingeniería de software. Editorial Centro de Estudios Ramon Areces SA.

Cárdenas Rodríguez, D. D. J., & Pérez Herrera, L. F. (2020). Software para la construcción de sistemas hidráulicos en un entorno virtual.

Rassokhin, D. El lenguaje de programación C++ en químicoinformática y química computacional. *J Cheminform* 12 , 10 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13321-020-0415-y>
rehametrics, (2023). Rehabilitación motora. Recuperado de
<https://rehametrics.com/juegos-rehabilitacion-motora/>

Nogales, R. J., & Benalcázar, M. (2019, September). Reconocimiento de Gestos de la Mano en Tiempo Real Usando Leap Motion Controller y Machine Learning. In Conference Proceedings UTMACH (Vol. 3, No. 1, pp. 823-835).

Yu-kai Chou, (2020, May). Sistema Octalysis. Recuperado de
<https://www.picuki.com/media/2255814240984260992>

Santo López, A. (2020). Aplicación de realidad virtual para la mejora de condiciones motoras finas en personas con necesidades especiales.

Rodríguez, C. G. (1992). El desarrollo de la motricidad fina en los niños y las niñas de la primera infancia. Atlante.

Maria Eugenia Daney. (2017). Habilidades motoras finas. Ayudar a niños con dificultades. Portal de educación infantil y primaria.

- Sandí Delgado, Juan Carlos, & Bazán, Patricia Alejandra. (2021). Designing serious games: analysis of methodologies. *E-Ciencias de la Información*, 11(2), 80-106.
<https://dx.doi.org/10.15517/eci.v11i2.45505>
- Lanzillotta, F. (2020). Puesta en valor de un simulador de entrenamiento mediante la incorporación de experiencia inmersiva y analíticas de aprendizaje (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería; Argentina).
- Bagwan, M. K., & Ghule, P. S. (2019). A Modern Review on Laravel-PHP Framework. *IRE Journals*, 2(12). Recuperado de <http://www.irejournals.com/formatedpaper/1701266.pdf>
- The PostgreSQL Global Development Group. (s. f.). PostgreSQL: About. Recuperado de <https://www.postgresql.org/about/>
- Zea Ordóñez, Mariuxi Paola, Jimmy Rolando Molina Ríos, Fausto Fabián Redrován Castillo. 2017. Administración De Bases De Datos Con Postgresql Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7315>
- Blueprints en unreal engine 4, funciones y tipos. (2022, 18 noviembre). BABOONLAB SL.
https://baboonlab.odoo.com/en_US/blog/news-1/blueprints-en-unreal-engine-4-funciones-y-tipos-21
- Unreal Engine 5: Características principales del nuevo motor gráfico de Epic. (2022, 7 marzo). Quasar dynamics. <https://quasardynamics.com/principales-caracteristicas-de-unreal-engine-5/>
I. (2022, 22 diciembre). Qué es Unreal Engine y sus características. iVisual.
<https://ivisualformacion.com/blog/tutoriales/que-es-unreal-engine-y-sus-caracteristicas>
- Interacción 3D con Leap Motion. (2019, 7 octubre). inLab FIB.
<https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/interaccion-3d-con-leap-motion>
- Santos, E., Carvalho, D., & Barbosa, S. (2017). MPDSG: Modelo de processo de desenvolvimento para jogos sérios. In *Anais do 13º Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment* (p. 26).
- Freire, I. M., Fernandes, F. M., Gomes, J. V., & Ribeiro, M. A. (2014). Game design como estratégia para o desenvolvimento de jogos sérios. In *Anais do 11º Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment* (p. 9).
- López, G., Hernández, D., & Acevedo, Y. (2015). Evaluación de un videojuego educativo para el

- aprendizaje de matemáticas. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 30(1), 51-59.
- Hernández, D., López, G., & Acevedo, Y. (2016). Análisis de videojuegos educativos para el aprendizaje de matemáticas. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31(2), 46-59.
- Cohn, M. (2014). *User stories applied: For agile software development*. Addison-Wesley Professional.
- Rubin, K. S. (2012). *Essential Scrum: A practical guide to the most popular Agile process*. Addison-Wesley Professional.
- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Thomas, D. (2001). *Agile manifesto for software development*.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *The Scrum guide*. Scrum.org.
- Schwaber, K., & Beedle, M. (2002). *Agile software development with Scrum*. Prentice Hall.
- Aribau Elisa, (18 junio del 2023). Motricidad fina. Actividades y ejercicios. Recuperado de <https://www.elisaribau.com/motricidad-fina-actividades-ejercicios/>
- Tokio New Technology School, (2023). El lenguaje de programación de Unreal Engine: toda la información. Recuperado de :
<https://www.tokioschool.com/noticias/lenguaje-programacion-unreal-engine/>
- WebUsable. (18 de 09 de 2018). Recuperado de <http://www.webusable.com/colours.html>
- Devin, F. (2017) Sistema de escalas de usabilidad: ¿Qué es y para qué sirve? - uxpañol, UXpañol - Discusiones sobre Experiencia de Usuario. Recuperado de:
<https://uxpanol.com/teoria/sistema-de-escalas-de-usabilidad-que-es-y-para-que-sirve/>
- Hammond, M. (2023) Escala de Likert: Qué es y cómo utilizarla (incluye ejemplos), HubSpot. Recuperado de:
<https://blog.hubspot.es/service/escala-likert#:~:text=La%20escala%20de%20Likert%20mide,consistente%20en%20todas%20las%20preguntas.>

Anexos