



CENTRO UNIVERSITARIO
DE TECNOLOGÍA Y ARTE DIGITAL

Videojuegos y Musicoterapia: Diseño de Experiencias Rítmicas para Mejorar el Bienestar Emocional

Trabajo de Fin de Grado

Convocatoria: Extraordinaria

Alumno/a: Jaime Páramo Benítez

Tutor/a: Eva Perandones Serrano

Cotutor/a: Javier Alegre Landaburu

Grado: Diseño de Productos Interactivos

Agradecimientos

Este Trabajo de Fin de Grado ha sido posible gracias al apoyo y respaldo de las siguientes personas. Me gustaría mostrarles mi profundo agradecimiento personalmente.

A mi **madre**, por apoyarme en mis ambiciones y ayudarme a superar todas las barreras que he encontrado en mi vida. Por enseñarme que rendirse no es una opción y que con pasión, todo es posible. Por confiar en mí incondicionalmente y convertirme en la persona que soy a día de hoy. Nada de lo que tengo actualmente sería posible sin ella.

A mi **padre**, por inculcarme su sabiduría y compartir sus aficiones, lo que me ha permitido descubrir nuevos campos de interés. Por enseñarme que la maña vale más que la fuerza y que la satisfacción se debe encontrar en el esfuerzo, no en los resultados.

A mi **hermana**, quien ha sido un pilar fundamental en mi vida, consiguiendo estabilizarme en momentos en los que ni yo mismo me entendía. Es un ejemplo de fortaleza y bondad, que me hace ser un hermano mayor orgulloso.

A **Javier Cadenas**, por involucrarse activamente en mi desarrollo tanto personal como profesional, atendiendo mis necesidades siempre que lo he necesitado. Esto le ha convertido en un modelo a seguir y una fuente de inspiración para mí. Le considero un sabio maestro de quien es muy enriquecedor recibir consejo, pero sobre todo, un gran amigo. Su presencia en mi vida ha sido un verdadero regalo.

A mi tutora **Eva Perandones** y cotutores **Jaime Barahona, Javier Alegre y Javier Gayo** por confiar en mí para participar en este proyecto de investigación, y ofrecerme todos los recursos y ayuda necesarios para lograr alcanzar su versión final.

A **Lucía Fernández**, por enseñarme el verdadero significado del amor y por acompañarme de la mano a lo largo de estos cuatro años. Ha sido mucho más que una compañera; ha sido mi guía, mi confidente y mi apoyo. Con cada gesto, palabra y mirada, me ha demostrado lo que significa amar y ser amado de verdad. Te estaré eternamente agradecido.

Índice general

| | |
|--|-----------|
| Índice de figuras | 3 |
| Índice de tablas | 5 |
| Resumen | 6 |
| Abstract | 7 |
| Glosario | 8 |
| 1 Introducción | 9 |
| 1.1 Justificación y contexto | 10 |
| 1.2 Motivación | 11 |
| 1.3 Planteamiento del problema | 12 |
| 1.4 Objetivos del trabajo | 13 |
| 2 Estado de la cuestión | 14 |
| 2.1 Marco teórico del trabajo | 14 |
| 2.2 Trabajos relacionados | 29 |
| 3 Aspectos metodológicos | 33 |
| 3.1 Metodología | 33 |
| 3.2 Tecnologías empleadas | 35 |
| 4 Desarrollo del trabajo | 39 |
| 4.1 Musicoterapia y narrativa audiovisual | 41 |
| 4.2 Musicoterapia y arte digital | 45 |
| 4.3 Musicoterapia y composición interactiva | 46 |
| 4.4 Musicoterapia y diseño de videojuegos (serious games) | 50 |
| 4.5 UX/UI interacción y branding | 52 |
| 4.6 Ritmo vegetal: Una experiencia rítmica para mejorar el bienestar emocional | 53 |

| | |
|---|-----------|
| 5 Conclusiones | 62 |
| 5.1 Conclusión | 62 |
| 5.2 Líneas de investigación futuras | 65 |
| Referencias | 66 |
| Anexo | 71 |
| 5.3 Sistema de cuadrícula | 71 |
| 5.4 Herencia e interfaces | 73 |
| 5.5 Patrones de diseño: Singleton | 75 |

Índice de figuras

| | | |
|------|--|----|
| 1.1 | Logotipo del proyecto ARTEMIS. | 9 |
| 2.1 | Figuras musicales, incluyendo detalles sobre su nombre, duración, y la figura de silencio correspondiente. | 15 |
| 2.2 | Captura de pantalla dentro del videojuego serio Operation Quest. | 29 |
| 2.3 | Captura de pantalla dentro del videojuego serio SPARX. | 30 |
| 2.4 | Captura de pantalla dentro del videojuego serio Flow. | 31 |
| 2.5 | Captura de pantalla dentro del videojuego serio Deep VR. | 32 |
| 3.1 | Logotipos de motores Unity, Unreal Engine y Godot Engine. | 36 |
| 3.2 | Interfaz de usuario de la plantilla 2D de Unity. | 36 |
| 4.1 | Propuesta inicial de personaje principal. | 43 |
| 4.2 | Evolución de la conceptualización del personaje principal. | 43 |
| 4.3 | Propuesta de concepto de personajes con instrumentos. | 43 |
| 4.4 | Imagen de referencia de libro interactivo. | 44 |
| 4.5 | Ilustración de ejemplo del libro ilustrado interactivo. | 44 |
| 4.6 | Referencia principal de arte interactivo Vamoss. | 45 |
| 4.7 | Pantallas del menú y del juego en la aplicación de paisaje sonoro. | 47 |
| 4.8 | Interfaz de FMOD aplicación paisaje sonoro. | 47 |
| 4.9 | Representación visual de las figuras musicales en función de su duración. | 48 |
| 4.10 | Interfaz de la aplicación melodía floral. | 49 |
| 4.11 | Inspiraciones aplicación Harmony Heaven. | 51 |
| 4.12 | Concepto de puzzle de la aplicación Harmony Heaven. | 51 |
| 4.13 | Imagen principal de marca del proyecto ARTEMIS. | 52 |
| 4.14 | Editor de personajes Drawn To Life. | 54 |
| 4.15 | Referencia de jugabilidad de la fase de juego. | 56 |
| 4.16 | Referencia de jugabilidad de la propuesta Lemmings. | 56 |
| 4.17 | Visualización del pentagrama con los distintos elementos que lo componen. | 57 |
| 4.18 | Versión final de la primera iteración de la aplicación. | 58 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| 4.19 Captura de la actual jugabilidad de la aplicación de Ritmo Vegetal. | 59 |
| 4.20 Diagrama de flujo que muestra el sistema de herencia de los objetos interactuables. | 61 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| 4.1 Comparación de emociones limitantes contra sus respectivas potenciadoras. | 53 |
| 4.2 Referencias de jugabilidad para el género de videojuegos musicales y de ritmo. . . . | 55 |

Resumen

El objetivo del proyecto ARTEMIS es desarrollar una aplicación que sirva como herramienta complementaria en las sesiones de musicoterapia que tienen como finalidad ayudar a los pacientes a pasar de un estado de ansiedad a uno de calma. Para lograr este objetivo, se ha investigado sobre el funcionamiento de la ansiedad, sus posibles tratamientos, las terapias de musicoterapia y sus aplicaciones en el campo psicológico relevante, así como los elementos de diseño de videojuegos serios orientados a la salud. Se ha desarrollado una aplicación que abarca diversas actividades con objetivos comunes, utilizando tecnologías que permiten la creación de experiencias digitales interactivas como Unity, la gestión de audio como FMOD, y el trabajo colaborativo en repositorios como GitHub. En concreto, la actividad que se ha desarrollado en este trabajo, sumerge al paciente en una relajante experiencia rítmica en la que tendrá que encontrar una solución subjetiva a un puzzle musical. La elaboración de esta experiencia siguiendo las bases terapéuticas de relajación y la interactividad del medio digital centrado en el usuario, permite al terapeuta adaptarse a las necesidades de cada paciente, e incluso a las diferentes necesidades de un mismo paciente en distintas etapas de la terapia.

Palabras clave: videojuegos, musicoterapia, ritmo, salud mental, ansiedad, ARTEMIS

Abstract

The aim of the ARTEMIS project is to develop an application that serves as a complementary tool in music therapy sessions that aim to help patients move from a state of anxiety to one of calm. To achieve this goal, research has been carried out on the functioning of anxiety, its possible treatments, music therapy therapies and their applications in the relevant psychological field, as well as the design elements of serious health-oriented video games. An application has been developed that encompasses various activities with common goals, using technologies that enable the creation of interactive digital experiences such as Unity, audio management such as FMOD, and collaborative work in repositories such as GitHub. Specifically, the activity that has been developed in this work immerses the patient in a relaxing rhythmic experience in which they will have to find a subjective solution to a musical puzzle. The elaboration of this experience following the therapeutic bases of relaxation and the interactivity of the user-centered digital medium, allows the therapist to adapt to the needs of each patient, and even to the different needs of the same patient at different stages of therapy.

Keywords: video games, music therapy, rhythm, mental health, anxiety, ARTEMIS

Glosario

| | |
|-------------|---|
| ACT | Terapia de Aceptación y Compromiso |
| BPM | Beats Per Minute |
| DAW | Digital Audio Workstation |
| IDE | Integrated Development Environment |
| ISRS | Inhibidores Selectivos de la Recaptación de Serotonina |
| IRSN | Inhibidores de la Recaptación de Serotonina y Norepinefrina |
| LTS | Long-Term Support |
| NPC | Non-Player Character |
| SIE | Sony Interactive Entertainment |
| TAG | Trastorno de Ansiedad Generalizada |
| TCC | Terapia Cognitivo-Conductual |
| TEPT | Trastorno de Estrés Postraumático |
| TFG | Trabajo de Fin de Grado |
| TOC | Trastorno Obsesivo-Compulsivo |
| UCI | Unidad de Cuidados Intensivos |
| WFMT | World Federation of Music Therapy |

Capítulo 1

Introducción

Esta investigación está vinculada al proyecto de investigación ARTEMIS (Arte, tecnología y música para terapias de estimulación emocional). Dicho proyecto pertenece al grupo de investigación ArtDiTec. Mi beca de excelencia de U-tad (Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital) en tercer curso me permitió entrar en el proyecto en el momento de su conceptualización. ARTEMIS está enfocado en el desarrollo de experiencias digitales interactivas basadas en musicoterapia. Estas experiencias se agrupan en una aplicación diseñada para funcionar como un puente entre el terapeuta y el paciente en terapias psicológicas. El objetivo es ayudar a los pacientes a transitar de emociones connotaciones negativas hacia emociones connotaciones positivas.

La investigación se ha centrado en la ansiedad infantil y su tratamiento mediante la musicoterapia. Sin embargo, el proyecto ARTEMIS aspira a ser escalable para diferentes grupos de edad y emociones. Inicialmente, se consideró enfocar la investigación en grupos vulnerables como niños y ancianos. No obstante, se encontró que los niños interactúan más fácilmente con entornos digitales, por lo que se decidió que ese sería el punto de partida para ARTEMIS.

Se ha desarrollado e integrado una experiencia en la aplicación con el objetivo de facilitar la transición de un estado de ansiedad a la calma. A lo largo del documento, se explicará cómo se logra esta transición a través de una ordenación rítmica que pasa del caos al orden subjetivo, mediante la interacción del paciente con las instrucciones proporcionadas por el terapeuta.



Figura 1.1: Logotipo del proyecto ARTEMIS.

Fuente: Realizado por Veja Zilakauskaite, miembro ARTEMIS.

1.1 Justificación y contexto

El proyecto ARTEMIS se crea con el propósito de proporcionar soporte digital a las terapias psicológicas que tienen como objetivo utilizar la musicoterapia como medio para facilitar la transición entre estados emocionales. Su función radica en ser una herramienta complementaria que los terapeutas pueden implementar junto a las terapias más tradicionales, adaptándola a las necesidades de cada paciente. La aplicación, que congrega las distintas experiencias, no debe ser utilizada solo por el paciente. Tiene un enfoque de doble usuario, donde ambas partes tienen su rol definido en la terapia. El paciente interactúa con la aplicación siguiendo las indicaciones del terapeuta, quién recogerá información relevante tanto antes como después de la interacción. De este modo, puede recibir feedback a tiempo real y redirigir las sesiones terapéuticas si fuera necesario. Además, el terapeuta tiene acceso a un registro que le permite observar la progresión del paciente. Esto le ayuda a identificar patrones y a priorizar los elementos que funcionan mejor en cada caso específico.

La investigación busca aportar una síntesis entre el diseño de productos interactivos y la musicoterapia, fundamentada por estudios previos sobre el uso de la música en el tratamiento de trastornos emocionales, en particular, la ansiedad. Esta emoción fue seleccionada para su estudio debido a su prevalencia en la sociedad y a su presencia a lo largo de la vida de una persona, teniendo un gran impacto, especialmente en la etapa de la niñez y adolescencia. Un estudio conducido por Orgilés et al. (2012) indica que, de una muestra de aproximadamente 2500 niños y adolescentes entre 8 y 17 años (51 % de sexo femenino), de diversas nacionalidades (aunque predominantemente española) y diferentes situaciones socioeconómicas, el 26,41 % presentó puntuaciones altas en algún tipo de ansiedad. Aunque se hable de esta emoción como una única, Díaz et al. (2010) explica que se caracteriza por ser un conjunto de diferentes tipos que surgen como reacción a eventos o situaciones. Estos tipos están condicionados por las circunstancias que rodean al individuo y los recursos que tiene, conocidos como estrategias de afrontamiento. Entre las reacciones a la ansiedad se incluyen la incertidumbre, la impotencia y la activación fisiológica, fuertemente relacionadas con síntomas corporales de tensión y preocupación acerca del futuro. Los síntomas pueden intensificarse significativamente cuando se combina con la depresión, llegando incluso a la somatización. Como explica Jiménez Izarra (2017), la ansiedad puede hacer que la mente enferme al cuerpo. Aunque aún no podemos explicar el origen de las causas, el dolor y sufrimiento se manifiestan de forma real.

La música y la salud están estrechamente relacionadas. La combinación adecuada de elementos musicales como tonos, ritmos y armonías puede impactar positivamente las condiciones físicas, fisiológicas y psicológicas de las personas. Aquí es donde entra la musicoterapia, un enlace entre el terapeuta y el paciente que busca cumplir un objetivo terapéutico específico a través de la

interacción con medios musicales. En nuestro caso de estudio, el objetivo es reducir la ansiedad. Naylor et al. (2011) explica que los patrones de las ondas cerebrales cambian según el estado de ánimo del paciente que, combinados con ciertos tipos de música, pueden generar un equilibrio que conduce a la relajación. En los últimos años, se han empezado a implementar nuevas estrategias dentro de las sesiones de musicoterapia, incluyendo el uso de videojuegos como medio interactivo.

1.2 Motivación

La elección de la temática para este Trabajo de Fin de Grado se debe a la fusión de dos de mis mayores pasiones: los videojuegos y la música. Desde una edad temprana, ambos han jugado un papel crucial en mi vida, no solo como formas de entretenimiento, sino como medios de expresión y canales que me han servido para desarrollar la creatividad. La influencia personal de estas dos áreas se puede apreciar tanto desde la perspectiva del desarrollador o intérprete, como desde el punto de vista del jugador u oyente. El diseño y desarrollo de experiencias interactivas para la musicoterapia es el punto de convergencia de estas dos pasiones, donde se agrega el elemento psicológico, un tema de especial interés para mí.

A través de la investigación y desarrollo de esta experiencia interactiva, pretendo potenciar mis conocimientos en los campos específicos a los que me gustaría dedicarme profesionalmente en la industria del videojuego. Este proyecto no solo me permitirá aplicar las habilidades técnicas y creativas que he ido desarrollando a lo largo de mi carrera educativa, sino que también me proporcionará una comprensión más profunda de cómo la música puede ser utilizada de manera terapéutica dentro de estos entornos interactivos.

Mi gran curiosidad por la mente humana, que considero una pieza clave en la máquina perfecta que es el cuerpo humano, me impulsa a explorar cómo estas aplicaciones interactivas pueden influir en el cerebro y el comportamiento. Este proceso también me aportará información que alimente esta curiosidad en los campos psicológicos. Al investigar cómo las experiencias interactivas basadas en la música pueden influir psíquica y fisiológicamente, espero descubrir nuevas maneras en las que la tecnología puede ser utilizada para mejorar la salud mental y el bienestar general. Esta exploración que entrelaza disciplinas no solo enriquecerá mi formación académica y profesional, sino que también contribuirá a un campo de estudio en constante evolución, con el potencial de tener un impacto positivo y duradero en la vida de las personas.

1.3 Planteamiento del problema

La musicoterapia, tal como la conocemos hoy, se originó en la segunda mitad del siglo XIX. Sin embargo, las civilizaciones antiguas ya utilizaban la música como un medio divino para apaciguar a los dioses, vinculando la enfermedad con la maldad y la ofensa a estos (Palacios Sanz, 2001). Está claro que la musicoterapia ha sido una parte esencial de la vida humana durante milenios. A lo largo de la historia, variadas culturas han reconocido el poder curativo de la música, desde los rituales chamánicos de las tribus indígenas hasta las complejas composiciones de la Grecia clásica, donde filósofos como Pitágoras exploraron los efectos de los sonidos en el alma y el cuerpo.

Sin embargo, debido a la relativa reciente aparición de los medios digitales en comparación con la larga historia de la musicoterapia, el desarrollo de terapias interactivas digitales que utilizan la música como elemento central está en proceso de crecimiento. Esto implica que, a pesar del incremento de uso de este formato en diversas áreas científicas y el constante desarrollo de este tipo de experiencias, aún no ha logrado establecerse completamente en el área psicológica.

Actualmente, existen pocas investigaciones recientes sobre el uso de medios interactivos electrónicos en sesiones de musicoterapia, a pesar de su creciente presencia en otros sectores científicos, incluyendo otras áreas de la psicología. Esta brecha en la investigación representa una oportunidad significativa para explorar y desarrollar nuevas metodologías que integren eficientemente la tecnología digital con prácticas terapéuticas tradicionales. Las experiencias digitales interactivas tienen el potencial de ofrecer entornos controlados y adaptativos que pueden personalizarse para las necesidades individuales de cada uno de los pacientes, algo que puede ser más difícil de lograr con los métodos tradicionales.

El límite del diseño de videojuegos se encuentra en la imaginación del propio creador. Al combinar terapias tradicionales con medios digitales, se abre un rango más amplio de posibilidades terapéuticas. Esta combinación compensará las limitaciones físicas con las ventajas digitales, aprovechando lo mejor de ambos mundos. Es importante destacar que el formato digital no tiene como objetivo reemplazar las terapias tradicionales, sino funcionar como una herramienta complementaria que el terapeuta puede utilizar en sus sesiones, adaptándolas a las necesidades de cada paciente. Además, la interacción digital introduce nuevas formas de involucrar a los pacientes, manteniendo la interacción física del terapeuta con el paciente, permitiendo medir su progreso de manera objetiva, y lo que es más importante, en tiempo real.

1.4 Objetivos del trabajo

Teniendo en cuenta las motivaciones y problemas que se han planteado en los epígrafes anteriores, los objetivos que el trabajo pretende alcanzar son los siguientes:

1.4.1 Objetivos generales

- Desarrollar una aplicación con enfoque de videojuego serio que incorpore elementos de musicoterapia y que pueda ser utilizado en sesiones terapéuticas que tengan como objetivo mejorar el estado emocional con respecto a la ansiedad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Estudiar estructuras musicales, identificando patrones que permitan a los pacientes aplicarlos en la creación y composición de sus propias piezas musicales.
- Analizar el impacto de las experiencias interactivas digitales en las prácticas tradicionales de la musicoterapia, fomentando el desarrollo de métodos híbridos que potencien los beneficios terapéuticos de la música.

Capítulo 2

Estado de la cuestión

A lo largo del estado de la cuestión, será necesario abordar los campos relevantes de la psicología, la música y los videojuegos para fundamentar el desarrollo de la aplicación con investigaciones pertinentes. A continuación, se detallan los campos de interés que contribuirán a alcanzar los objetivos de la investigación.

2.1 Marco teórico del trabajo

2.1.1 Ritmo, creación musical y emociones

Definición de ritmo y efectos terapéuticos

El ritmo es un elemento intrínseco de la vida humana. Se manifiesta en la mayoría de las formas de arte, siendo de gran importancia en la música, la poesía y la danza. La definición de ritmo según Etecé (2021) es la siguiente:

"Se denomina ritmo a todo movimiento regular y recurrente, marcado por una serie de eventos opuestos o diferentes que se suceden en el tiempo. Dicho en otras palabras, el ritmo es un fluir del movimiento de naturaleza visual o sonora, cuyo orden interno puede percibirse e incluso reproducirse."

La percepción del ritmo es totalmente subjetiva, pero para comprenderlo es esencial encontrar la clave que lo hace común para todos los individuos de la sociedad. Un ritmo siempre será un ritmo si los eventos que ocurren en el tiempo definen un patrón y un margen de repetición. Existen distintos tipos de ritmo en varias áreas artísticas. Sin embargo, nos centraremos en el ritmo musical, que es el más relevante para el campo psicológico de la musicoterapia. El ritmo musical se compone de varios elementos que indican su velocidad, intensidad y duración. El pulso, el tempo y la métrica son los elementos principales que definen un ritmo musical. Abordaremos individualmente cada uno de estos términos, indagando en profundidad qué función tienen dentro de la música.

- **Pulso:** es considerado como el latido del corazón de la música. Por definición, el pulso consiste en una serie de pulsaciones que se repiten de manera constante en una pieza musical, vinculadas directamente al movimiento del pie al escuchar una canción. El pulso puede tener diferentes velocidades, ya sean más rápidas o más lentas, pero siempre es constante a lo largo de la pieza musical. Sin embargo, existen excepciones si el compositor de la música decide acelerar o disminuir la velocidad intencionalmente ([Violín ZN, 2024](#)).
- **Tempo:** proveniente del italiano "tiempo", el tempo se refiere a la velocidad de una composición. Metafóricamente, es similar a un reloj, que nos indica cuándo realizar ciertas acciones. El tempo permite a los músicos conocer el momento preciso en el que tocar cada sección de una pieza musical. Cuando los pulsos están distanciados equitativamente en el tiempo, la unidad de medida del tempo son BPM ([Brunotts, 2021](#)). El tempo puede ser constante, como en algunas canciones contemporáneas, o variable. Es común encontrar movimientos con distintos tempos en las piezas clásicas.
- **Métrica:** en el punto medio entre los dos términos anteriores, encontramos la métrica. Esta combina ambos elementos y define la estructura de una composición musical. La métrica se refiere a cómo se organizan los pulsos y el tempo en una pieza musical, agrupando los pulsos en unidades llamadas compases. En cada compás, algunos pulsos sonarán más fuertes y otros más suaves, lo cual se conoce como acentuación. La combinación de todos estos elementos proporciona un sentido rítmico a la música ([Cursos de Composición Musical, 2024](#)). La métrica incorpora todas las figuras necesarias ([Figura 2.1](#)) para visualizar la música en una partitura. La música se percibirá de manera diferente dependiendo de la altura, duración y tipo de figura que contengan la combinación de compases que conforman la pieza.

| Figura | Nombre de la figura | Silencio | Duración |
|--------|---------------------|----------|-----------|
| ○ | Redonda | — | 4 pulsos |
| ♩ | Blanca | — | 2 pulsos |
| ♪ | Negra | ♪ | 1 pulso |
| ♪ | Corchea | ♪ | 1/2 pulso |
| ♪ | Semicorchea | ♪ | 1/4 pulso |
| ♪ | Fusa | ♪ | 1/8 pulso |

Figura 2.1: Figuras musicales, incluyendo detalles sobre su nombre, duración, y la figura de silencio correspondiente.

Fuente: Violín ZN ([2024](#)).

El ritmo tiene potencial terapéutico, ya que puede generar efectos positivos en el cuerpo y la mente. Según Schmidt (1977), el núcleo de un ritmo se define por dos fases: movimiento y ausencia de movimiento. A nivel fisiológico, estas dos fases están directamente relacionadas con la tensión y relajación. Aunque medir la música en función del tiempo puede ser deshumanizante, debemos hacerlo para facilitar la adaptación del intérprete a la pieza. La medición del tiempo en la música se hace de manera cíclica. Por eso, el ritmo es un elemento cíclico, ya que la mayoría de nuestras acciones dependientes del tiempo tienen esta propiedad. La respiración, una acción cíclica definida por la inhalación y la exhalación (Arsis y Tesis en términos musicales¹ (Castellanos, 2009)), es la acción humana cíclica más relevante.

Entre los efectos terapéuticos que incluye el ritmo podemos encontrar la mejora de la coordinación motora, que ayuda a incrementar la sincronización de los pacientes, y la regulación emocional, promoviendo la calma con ritmos lentos o estimulando la energía con ritmos rápidos. Un ejemplo clínico del uso del ritmo se puede observar en un estudio realizado por Bensimon et al. (2008), que muestra cómo los soldados de guerra con trastorno de estrés postraumático (TEPT), que presentan síntomas de soledad y aislamiento social, entre otros, se benefician de terapias de grupo. El ritmo es el elemento principal para su mejoría.

Proceso de composición, formas y tipos

Según Real Academia Española (2024), el término "creación" se refiere a la acción y efecto de crear. El acto de crear es muy amplio, ya que se puede adaptar a cualquier circunstancia en la que se genere algo de la nada. En nuestro contexto de estudio, la creación o composición musical consiste en organizar sonidos y silencios para transmitir emociones y expresar ideas (Martín, 2024). Por lo tanto, la creación e invención musical es el punto culminante de la actividad creativa musical (Bayego y Santaliestra, 2004). La selección del ritmo, la melodía, la armonía y la textura son algunos de los elementos fundamentales para la composición musical. Para entender el proceso de composición, debemos considerar los niveles de creatividad de la mente humana. Según Bayego y Santaliestra (2004), existen cinco niveles, que se describen de la siguiente manera:

- **Creatividad expresiva:** es la forma más básica de creación. Se basa en el descubrimiento de nuevas formas de expresar sentimientos, permitiendo al individuo identificarse con su propia obra y mejorar su comunicación con los demás. Además, es la forma de creación más presente en cualquier campo de expresividad como la música, la poesía o la danza.

¹Arsis y Tesis son las partes más fuerte y más débil de un compás musical, respectivamente. Se utilizan tanto en música como en poesía. Se definen en función de la dirección de la línea melódica y la duración de la última nota del compás con respecto al tono semifuerte (Castellanos, 2009)

- **Creatividad productiva:** este tipo de creatividad se centra en la aplicación de técnicas y estrategias que ayudan al individuo a alcanzar un objetivo previamente fijado. Está orientada hacia la eficiencia de productividad, especialmente en situaciones que requieren la producción a gran escala.
- **Creatividad incentiva:** entre la expresividad (espontaneidad) y la producción (presupuestos), surge la creatividad incentiva, que se caracteriza por una mayor capacidad para descubrir nuevas realidades. En este caso, el ambiente juega un papel determinante.
- **Creatividad innovadora:** permite al individuo lograr resultados únicos a través de la transformación del medio. Supone una mayor flexibilidad de invención y mejora las capacidades creadoras del individuo.
- **Creatividad emergente:** esta cualidad define al genio que posee un gran talento a nivel creativo. No se trata de producir basándose en modificaciones de productos antiguos, sino que la creación de ideas se fundamenta en principios completamente nuevos.

La composición musical reúne todos estos niveles de creatividad. Existen dos formas de crear en este ámbito: la improvisación libre y la composición guiada. Cuando nos referimos a la improvisación libre, no hablamos de cualquier tipo de improvisación. Comúnmente, se entiende la improvisación como el acto de "tocar cualquier cosa". Olmedo y Espada (2014) define este tipo de improvisación con la frase: "Hay pacientes que improvisan pero no le doy estatuto de improvisación porque tocan de un modo maquinal y no escuchan". Sin embargo, la improvisación libre requiere un nivel de profundidad adicional del individuo. Debe entender las bases fundamentales de lo que está haciendo y por qué lo está haciendo, sin desviarse de las funciones de la improvisación. Además, la creación musical puede desarrollarse a través de varios formatos, dependiendo del instrumento que genera la música. La voz, objetos cotidianos o instrumentos musicales son los principales medios para la creación o composición musical.

Relación entre la música y las emociones

Las emociones y la música están estrechamente relacionadas. Aunque los gustos musicales son totalmente subjetivos, ciertos tipos de música provocan, en niveles distintos, las mismas emociones en todos los seres humanos. Normalmente, el cerebro funciona por regiones, activando ciertas áreas según la acción que se esté realizando. Sin embargo, la escucha activa de la música no parece activar ninguna zona específica, sino que se distribuye por todo el cerebro. Por lo tanto, cuando las personas reaccionan al estímulo de la música, experimentan diferentes sensaciones en el cuerpo. Esto se debe a que la música provoca un cambio tanto fisiológico como psicológico, una reacción conocida como biomúsica (Cabrera, 2013).

Un estudio realizado por Cabrera (2013), observó que al escuchar música agradable, se pueden activar ciertas sustancias químicas en el Sistema Nervioso Central. Esto estimula la producción de neurotransmisores como la dopamina, las endorfinas y la oxitocina, y se experimenta un estado que favorece la alegría y el optimismo en general. Sin embargo, la respuesta emocional puede variar entre individuos, ya que se refleja en función de las experiencias personales y aprendizajes previos de cada uno.

La expectativa musical desempeña un papel crucial en la gestión de emociones, ya que puede generar satisfacción o frustración, dependiendo de cada individuo y sus previsiones. En la expectativa musical, los oyentes formulan una serie de hipótesis sobre cómo continuará una pieza musical desde que suena la primera nota. Estas expectativas se fundamentan en una serie de teorías que Senabre (2019) describe de la siguiente manera:

- **Teoría sobre las Expectativas de Leonard B. Meyer:** la respuesta emocional del oyente puede interpretarse como resultado de las desviaciones en los eventos percibidos respecto a las normas estilísticas. El incumplimiento de la norma puede ser un estímulo que provoca la respuesta emocional del oyente.

"El disfrute provocado por la escucha musical surge de la percepción del juego del artista con formas y convenciones que están arraigadas como hábitos de percepción tanto en el artista como en el público. (...) No consiste en un interés intelectual en detectar semejanzas y diferencias, sino en el inmediato goce estético que resulta de la aparición y la suspensión o el cumplimiento de expectativas que son producto de muchos encuentros previos con obras de arte."

(Meyer, 1956)

- **Modelo de Implicación-Realización de Narmour:** el trabajo que Meyer comenzó fue continuado por Eugene Narmour, lo que permitió la comprobación empírica de algunos de sus aspectos. Este modelo sugiere que durante la escucha, se generan dos fuentes de expectativas asociadas a los dos sistemas de implicación melódica. De manera directa se hace alusión a los dos tipos de procesos que intervienen en la percepción: uno ascendente (procesos guiados por datos) y uno descendente (procesos guiados conceptualmente).
- **Modelo de Alfabetos de Deustch y Feroe:** Diana Deustch y John Feroe propusieron una teoría para formalizar cómo los oyentes representamos temporalmente las secuencias de alturas en la música tonal occidental, y cómo utilizamos esas representaciones para prever su continuación. Utilizaron un sistema de alfabeto para definir los distintos niveles de comprensión de la música. En la base de su alfabeto se encuentra la escala cromática.

- **Fuerzas Musicales de Steve Larson:** Larson (2002) propone una teoría en la que tres fuerzas, similares a las que inciden en los movimientos en el espacio físico, condicionan el comportamiento de los patrones musicales. Según la teoría de las fuerzas musicales, los oyentes anticipamos que la gravedad, el magnetismo y la inercia influirán en la continuidad de las secuencias escuchadas, generando la expectativa de una resolución completa.
- **Teoría de la Atención Dinámica de Mari R. Jones:** a diferencia de las teorías anteriores, la teoría de la Atención Dinámica propone un enfoque que pueda modelar la percepción y nuestras expectativas poniendo especial énfasis en el carácter dinámico de esta capacidad humana.

"La estructura del mundo es producto de nuestra capacidad para detectar cambios a lo largo de las dimensiones físicas (es decir, valores contrastantes) y de nuestra tendencia a representar estos cambios como relaciones a lo largo de dimensiones subjetivas."

(Jones, 1976)

La combinación de las experiencias personales y el aprendizaje previo de cada individuo conforman sus distintas reacciones al escuchar música y sus respectivas evocaciones emocionales. Es muy importante comprender a nivel de educación musical estos aspectos para poder gestionar las emociones de manera efectiva.

2.1.2 Musicoterapia y ansiedad

Definición de ansiedad

La ansiedad es una emoción que todos experimentamos en menor o mayor medida en algunos momentos de nuestra vida. Es una respuesta natural del cuerpo ante situaciones de peligro o estrés y puede manifestarse de varias formas. La ansiedad se define generalmente como un sentimiento de miedo, preocupación o malestar relacionado con eventos futuros inciertos. Fisiológicamente, la ansiedad activa el sistema nervioso simpático, desencadenando respuestas corporales como aumento del ritmo cardíaco, sudoración y tensión muscular (American Psychological Association, 2013). Emocionalmente, puede provocar sensaciones de temor, y cognitivamente, puede conducir a pensamientos intrusivos acerca de posibles peligros o fracasos.

Según la American Psychological Association (2020), la ansiedad es distinta al miedo, ya que esta última es una respuesta a una amenaza inmediata, mientras que la ansiedad implica la anticipación a una amenaza futura. La ansiedad es un estado emocional que prepara a la persona para enfrentar potenciales peligros. Esta respuesta puede ser adaptativa cuando se presenta en niveles moderados, ya que puede mejorar el rendimiento y la atención. Sin embargo, si la ansiedad es

excesiva y persistente, puede interferir de manera significativa en la vida diaria de una persona. En este último caso, sería crucial consultar a un especialista para identificar el grado de ansiedad que sufre la persona y tratarla de manera adecuada.

Los síntomas de la ansiedad se pueden clasificar en tres dimensiones: físicas, emocionales y cognitivas. Los síntomas físicos incluyen palpitaciones, sudoración, temblores, tensión muscular, dificultad para respirar, mareos, fatiga y problemas gastrointestinales. Son el resultado de la activación del sistema nervioso simpático, que prepara al cuerpo para la lucha o huida en situaciones percibidas como peligrosas (Craske y Stein, 2016). A nivel emocional, las personas con ansiedad a menudo experimentan una sensación constante de miedo o preocupación. Es posible que se sientan inquietos, irritables y que perciban una pérdida de control sobre sus emociones (Barlow, 2002). En relación a los síntomas cognitivos, la ansiedad puede alterar la forma en que las personas piensan, provocando pensamientos intrusivos, preocupaciones excesivas y dificultades para concentrarse. Estos síntomas cognitivos pueden perpetuar el ciclo de ansiedad. La preocupación constante sobre posibles peligros puede intensificar los síntomas físicos y emocionales (Clark y Beck, 2011). Todos estos síntomas pueden presentarse simultáneamente, complicando la vida cotidiana de quienes padecen ansiedad. Los niveles de ansiedad están directamente relacionados con la tolerancia de la persona y las circunstancias que rodean la aparición de estos síntomas.

Tipos de trastornos de ansiedad

Existen varios tipos de trastornos de ansiedad, cada uno con sus características y criterios diagnósticos propios. Los trastornos de ansiedad más comunes incluyen:

- **Trastorno de Ansiedad Generalizada (TAG):** se caracteriza por una preocupación excesiva e incontrolable en relación con diversas actividades o eventos. Esto se acompaña de síntomas físicos como tensión muscular y problemas de sueño. Las personas con este trastorno suelen anticipar desastres y están constantemente preocupadas por su salud, dinero, familia o trabajo (American Psychological Association, 2013).
- **Trastorno de pánico:** este trastorno se caracteriza por ataques de pánico recurrentes e inesperados. Estos son episodios de intenso miedo acompañados de síntomas físicos severos, que incluyen palpitaciones, sudoración, temblores y sensación de asfixia. Las personas con trastorno de pánico a menudo viven con el temor constante de sufrir más ataques. Esto puede llevarlas a evitar situaciones o lugares donde han experimentado ataques anteriormente (Kessler et al., 2005).
- **Trastorno de ansiedad social:** también conocido como fobia social, este trastorno implica un temor intenso y persistente a ser juzgado, avergonzado o humillado en situaciones sociales o

de desempeño. Las personas con trastorno de ansiedad social pueden evitar las interacciones sociales o soportarlas con gran angustia (Stein y Stein, 2008).

- **Trastorno Obsesivo-Compulsivo (TOC):** aunque el TOC se clasifica de manera independiente en el DSM-5², está estrechamente relacionado con los trastornos de ansiedad. Este trastorno se caracteriza por pensamientos obsesivos intrusivos y comportamientos compulsivos repetitivos, los cuales están destinados a reducir la ansiedad causada por estas obsesiones (American Psychological Association, 2013).
- **Trastorno de Estrés Postraumático (TEPT):** este trastorno se desarrolla después de que una persona ha sido expuesta a un evento traumático. Los síntomas incluyen la experimentación del trauma a través de flashbacks y pesadillas, la evitación de los recordatorios del evento, y un aumento de la excitabilidad o reactividad (Yehuda, 2002).
- **Trastorno de ansiedad por separación:** es más frecuente en niños, pero también puede afectar a adultos. Se caracteriza por un miedo excesivo a la separación de las personas a las que el individuo está apegado. Los síntomas pueden incluir una angustia extrema al anticipar o experimentar la separación, así como preocupaciones constantes de que algo malo suceda a la persona a la que está apegado (American Psychological Association, 2013).
- **Fobias específicas:** las fobias son miedos intensos e irracionales hacia objetos o situaciones específicas, como por ejemplo, las alturas, los animales o volar. Estos miedos exagerados pueden provocar una evitación extrema de los estímulos que los causan e interferir significativamente en la vida diaria de una persona (American Psychological Association, 2013).

A pesar de que los trastornos de ansiedad representan el mayor problema de salud mental en los EE. UU, la mayoría de las personas nunca buscan ayuda médica. Estos muestran una etiología compleja, donde se reconoce el componente genético y los factores estresantes debido a los acontecimientos de la vida. Para su diagnóstico, los médicos y psiquiatras se basan en los criterios clínicos establecidos por el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5) (Delgado et al., 2021).

Terapias tradicionales para la ansiedad

Para tratar la ansiedad se emplean diversas terapias tradicionales, las cuales han demostrado ser efectivas para las afecciones físicas y psicológicas de los pacientes. Estas se pueden clasificar en terapias psicológicas y tratamientos farmacológicos. Para decidir qué tratamiento utilizar, es

²El DSM-5, actualizado en 2013, es el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales. Su objetivo es asistir a los profesionales de la salud en el diagnóstico de los trastornos mentales de los pacientes.

necesario realizar una evaluación previa para identificar el tipo de trastorno que tiene el paciente. Aunque ambas opciones se utilizan para tratar la ansiedad, las terapias se consideran tratamientos de primera línea. Estas se combinan para modular los patrones de pensamiento (Delgado et al., 2021).

Las terapias psicológicas son intervenciones respaldadas por evidencia que se enfocan en cambiar los patrones de pensamiento y comportamiento que contribuyen a la ansiedad. Entre las más efectivas están la terapia cognitivo-conductual (TCC), la terapia de exposición, y la terapia de aceptación y compromiso (ACT). Estas terapias no sólo funcionan y se utilizan individualmente, sino que también ofrecen la posibilidad de ser utilizadas de manera complementaria. De esta forma, el terapeuta puede aprovechar las virtudes de cada una para obtener los resultados requeridos en los objetivos terapéuticos.

La TCC es ampliamente reconocida como una de las terapias más efectivas para tratar la ansiedad. Esta se centra en identificar y transformar patrones de pensamiento negativos y comportamientos disfuncionales que alimentan la ansiedad. Los pacientes aprenden técnicas de afrontamiento y estrategias de relajación para manejar su ansiedad de manera más efectiva (Hofmann et al., 2012).

La terapia de exposición, como sugiere su nombre, implica exponer al paciente gradualmente a los estímulos que le causan ansiedad en un entorno controlado. El objetivo es disminuir la sensibilidad del paciente, reduciendo su respuesta de ansiedad. La exposición puede ser en vivo, donde el paciente enfrenta directamente la situación temida, o imaginaria, donde visualiza la situación (Craske et al., 2008). Esta terapia es particularmente eficaz en el tratamiento de fobias específicas, trastorno de pánico y TEPT (Powers et al., 2010).

En cuanto a la terapia ACT, esta se enfoca en aceptar pensamientos y sentimientos difíciles en lugar de resistirse a ellos. Además, promueve el compromiso con acciones que estén en línea con los valores personales del paciente. Esta terapia ayuda a los pacientes a llevar una vida significativa a pesar de la ansiedad, fomentando la flexibilidad psicológica (Hayes et al., 2012).

En relación con los tratamientos farmacológicos, estos ayudan a manejar los síntomas de la ansiedad. Los antidepresivos, particularmente los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS) y los inhibidores de la recaptación de serotonina y norepinefrina (IRSN), son comúnmente usados para tratar la ansiedad. Estos medicamentos incrementan los niveles de neurotransmisores en el cerebro, lo cual mejora el estado de ánimo y reduce la ansiedad (Baldwin et al., 2014). Por otro lado, los ansiolíticos como las benzodiazepinas proporcionan alivio rápido de los síntomas de ansiedad. No obstante, debido a su potencial de adicción y abuso, su uso generalmente se limita a corto plazo (Fond et al., 2023). Los betabloqueantes, como el propranolol, se utilizan para tratar los síntomas físicos de la ansiedad, como taquicardia y temblores. Estos medicamentos bloquean los efectos de la adrenalina, ayudando a reducir los síntomas físicos (Steenen et al., 2016).

Definición de musicoterapia

La World Federation of Music Therapy (WFMT) define la musicoterapia de la siguiente manera; citamos literalmente:

"La musicoterapia se refiere al uso profesional de la música y sus elementos como una intervención en entornos médicos, educativos y cotidianos con individuos, grupos, familias o comunidades que buscan optimizar su calidad de vida y mejorar su salud física, social, comunicativa, emocional, intelectual y espiritual. La musicoterapia se utiliza para satisfacer las necesidades físicas, emocionales, cognitivas y sociales de los pacientes."

(World Federation of Music Therapy, 2024)

La música se ha utilizado como herramienta terapéutica durante muchos años. Como medio de expresión no verbal, la música facilita la comunicación y la exteriorización de sentimientos, permitiendo a las personas explorar o reexplorar su interior y compartirlo con los demás. El objetivo de usar música es facilitar la expresión emocional del individuo y su desarrollo comunicativo (Tresierra Cabrera, 2005). Es importante incorporar la música en la educación emocional, especialmente en los niños. Debemos inculcar la importancia de la música como una herramienta en sus vidas que les ayude a gestionar sus emociones. Según Poch y Resumen (2001), la música no debe considerarse superflua, ya que ofrece una serie de aportaciones más allá de ser simplemente un pasatiempo. La música tiene un impacto inmediato en los seres humanos, afectando aspectos biológicos, físicos, neurológicos, psicológicos, sociales y espirituales. Además, la música es un patrón autocurativo que la humanidad siempre ha utilizado. Por ejemplo, para aliviar tensiones, cubrir carencias afectivas o expresar sentimientos de alegría a través de la danza, el dolor de una muerte o el amor en canciones románticas. La música acompaña a una persona en todos los momentos esenciales de su vida. Esta presencia se ve reforzada por la cultura, que ha creado canciones y composiciones para cada uno de estos momentos.

La musicoterapia tiene aplicaciones en diversos campos psicológicos. Por ejemplo, en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) Pediátrica, Tresierra Cabrera (2005) explica que la música actúa como un agente relajante, permitiendo al paciente comunicar sus emociones en un entorno donde se sienta escuchado. Además, el efecto relajante de la música está directamente relacionado con la percepción del dolor y el estrés, lo que puede tener un impacto positivo en el sistema inmunológico del paciente. Esta serie de reacciones en cadena mejora el bienestar biológico del paciente. Según Tresierra Cabrera (2005), las terapias para niños autistas pueden beneficiarse de la musicoterapia. Esta puede romper el aislamiento social y mejorar el desarrollo socioemocional. En estos casos, un instrumento musical puede actuar como intermediario entre el paciente y el terapeuta, fortaleciendo su comunicación.

Modalidades de musicoterapia

La musicoterapia abarca diversos métodos y aplicaciones, agrupándose en dos modalidades distintas. La musicoterapia activa es aquella donde el paciente dirige la acción, combinándola normalmente con la creación musical como base fundamental. En contraste, la musicoterapia receptiva es aquella donde el paciente se convierte en un sujeto pasivo, como por ejemplo, escuchando cierto tipo de música relajante, y que impacta en sus emociones de manera inherente.

La musicoterapia activa conlleva que el paciente participe activamente en el proceso terapéutico, ya sea cantando, tocando un instrumento o bailando. En este escenario, el paciente se convierte en el intérprete o creador de la música, mientras que el terapeuta sirve como un acompañante del proceso. Un elemento crucial en la musicoterapia activa es la improvisación musical, la cual se define como el arte de crear música de manera espontánea al tocar. No se trata de crear música desde cero, sino más bien de responder a experiencias musicales previamente aprendidas. En estas terapias, el terapeuta no solo acompaña al paciente, sino que también puede participar activamente junto a él. Es fundamental que el terapeuta comprenda las intenciones creativas del paciente, ya que si no hay una conexión musical entre ambos, la musicoterapia activa no será efectiva (Salamanca y Resumen, 2003).

En la musicoterapia receptiva o pasiva, dependiendo del contexto, a diferencia de la anterior modalidad, el paciente escucha música grabada o interpretada en vivo por el terapeuta. Aunque el paciente sigue participando en la sesión, su función cambia, convirtiéndose en un agente pasivo. Este tipo de musicoterapia puede aliviar el estrés y la ansiedad, mejorar la concentración y la creatividad, entre otros beneficios. Existen dos acercamientos comunes de la musicoterapia receptiva: el canto armónico y los cuencos tibetanos. El canto armónico es una hermosa forma de expresión que consiste en cantar dos, tres o incluso cuatro sonidos simultáneamente, utilizando la mayor cantidad posible de resonadores dentro del cuerpo y el cráneo. Por otro lado, los cuencos tibetanos están compuestos por hasta siete metales diferentes³, que producen distintas resonancias armónicas. Estos cuencos, que se utilizan comúnmente para la meditación, se llenan con distintos niveles de agua para conseguir diferentes tipos de sonidos y efectos cuando se golpean o se frotan (Salamanca y Resumen, 2003).

Como explica Bruscia (1998), en relación con ambas modalidades, cada sesión de musicoterapia involucra al paciente en algún tipo de experiencia musical. Estos diferentes tipos de experiencias musicales pueden incorporarse a las terapias de manera única o complementaria, según lo decida el terapeuta en función de las necesidades del paciente. Los cuatro tipos básicos son:

³Según las tradiciones, cada metal está relacionado con un astro diferente de nuestro sistema solar (Salamanca y Resumen, 2003).

- **Improvisación:** el paciente crea música ya sea cantando o tocando un instrumento de forma espontánea.
- **Recreación:** el paciente canta o toca una pieza musical preexistente, ya sea de memoria o con partitura.
- **Composición:** con la ayuda del terapeuta, el objetivo es componer y anotar una pieza musical en una partitura.
- **Escuchar:** el cliente escucha música, ya sea pregrabada o en vivo.

La improvisación, la recreación y la composición forman parte de la musicoterapia activa. Cada uno de estos enfoques ofrece una serie de beneficios únicos. Es útil implementar en la terapia cada uno de ellos de manera específica después de analizar el tipo de patología al que va dirigido. Sin embargo, la escucha es parte de la musicoterapia receptiva.

La música actúa como aliada en la terapia, colaborando con el terapeuta para intervenir conjuntamente. El terapeuta puede utilizar la música para alcanzar sus objetivos, ya sea por sí misma o en combinación con intervenciones personales. La naturaleza de las intervenciones musicales en la terapia puede variar según la estética que se desee transmitir al paciente. Sonido, belleza y creatividad se unen en la musicoterapia para ofrecer una metodología poderosa en la gestión emocional de los pacientes (Bruscia, 1998). Además, la musicoterapia es una opción poderosa en las terapias de grupo. Como explican Prieto y Viñado (2022), la música une a las personas sin importar la nacionalidad, el color o la raza. Contribuye a nuestra construcción y abre un camino de trascendencia más allá de nuestro cuerpo e intelecto. Independientemente de nuestra condición física o psicológica, la evocación emocional de la música es común a todas las personas.

Beneficios de la musicoterapia en el tratamiento de la ansiedad

La musicoterapia ha surgido como un tratamiento eficaz para gestionar la ansiedad, fundamentada por una creciente base de evidencia científica. Varios estudios y ensayos clínicos han demostrado que la musicoterapia puede disminuir significativamente los niveles de ansiedad en poblaciones de distintos contextos, desde pacientes hospitalizados hasta individuos con trastornos de ansiedad generalizados. Un estudio realizado por Sepúlveda-Vildósola et al. (2014) en una población de niños de entre 8 y 16 años con diferentes tipos de cáncer, encontró una disminución significativa en los niveles de ansiedad tanto antes (prequimioterapia) como después (posquimioterapia) de la quimioterapia. No obstante, cuando se combinó esta terapia convencional con la escucha de música, la reducción en los niveles de ansiedad fue sustancialmente mayor. Para ser precisos, los niveles de ansiedad pasaron a reducirse del 27 % al 95 %.

2.1.3 Videojuegos serios para la salud

Definición e historia de los videojuegos serios

Los "serious games", o videojuegos serios, están diseñados con un propósito que va más allá del mero entretenimiento. Se utilizan en varios campos, como la educación, la salud, la formación militar y la simulación profesional, con el objetivo de alcanzar metas específicas en cada campo concreto. Estas pueden ser el desarrollo de habilidades, la alteración de comportamientos, o la terapia psicológica. A diferencia de los videojuegos tradicionales, que buscan principalmente entretener, los videojuegos serios tienen como objetivo educar, capacitar o generar cambios positivos en los usuarios.

Los videojuegos serios poseen una serie de características que los diferencian del formato convencional de los videojuegos, cuyo principal objetivo es entretener.

- **Propósito educativo o terapéutico:** es evidente que el objetivo de los juegos serios es distintivo. A diferencia de los videojuegos convencionales, cuyo propósito es proporcionar entretenimiento, los juegos serios buscan impartir conocimientos o habilidades específicas a través de su diseño. Un estudio realizado por Graafland et al. (2012), analiza cómo los videojuegos serios pueden proporcionar un entorno seguro para que los profesionales practiquen cirugía en un entorno controlado sin poner en peligro a ningún paciente.
- **Interactividad:** al adaptarse al formato digital del videojuego convencional, la interacción con el medio ofrece un feedback inmediato. Como explican Connolly et al. (2012), esto permite que los usuarios aprendan rápidamente y sobre todo practicando en entornos cercanos a la realidad.
- **Enfoque en el usuario:** al estar completamente adaptados a las necesidades específicas del usuario, los videojuegos serios permiten una personalización que maximiza su efectividad para cumplir con su objetivo.
- **Evaluación y métricas:** el entorno digital permite realizar un seguimiento a tiempo real de las actividades del usuario. Además, la implementación de métodos para evaluar el progreso del usuario ofrecen al administrador la posibilidad de dirigir o ajustar las actividades según las necesidades que se observen. Este factor es crucial en entornos educativos y terapéuticos.

La historia de los videojuegos serios se remonta a la década de los años 60, con el desarrollo de simulaciones militares que buscaban entrenar a los soldados en tácticas y estrategias sin el riesgo de un combate real (Sawyer, 2002). Desde entonces, la evolución de estos juegos ha estado creciendo, expandiéndose a diversos campos y aprovechando los avances tecnológicos para crear experiencias cada vez más inmersivas y efectivas en su propio contexto.

En la educación, los videojuegos serios comenzaron a ganar popularidad en la década de 1980 con juegos como *The Oregon Trail* (Minnesota Educational Computing Consortium, 1971), que combinaba elementos de juego con lecciones de historia y supervivencia. En el ámbito de la salud, los años 2000 vieron un aumento en el desarrollo de juegos diseñados para la rehabilitación física y mental, como *Re-Mission* (Realtime Associates, 2006), cuyo objetivo es ayudar a los pacientes jóvenes con cáncer a comprender y manejar su enfermedad. Hoy en día, los videojuegos serios utilizan tecnologías emergentes como la realidad virtual y aumentada para crear entornos de aprendizaje y terapia. Estas innovaciones permiten a los usuarios experimentar situaciones complejas y aprender de ellas en un entorno controlado y seguro (Freitas y Liarokapis, 2011).

Aplicaciones de los videojuegos serios en el campo de la salud mental

Los videojuegos serios poseen un enorme potencial como herramientas terapéuticas para la salud mental, gracias a sus características destacadas previamente. Pueden ayudar a mejorar las habilidades sociales, especialmente en personas con Trastornos del Espectro Autista (TEA) y otros trastornos del desarrollo. El objetivo de diseñar videojuegos serios en este contexto es fomentar la empatía, la comunicación y la colaboración a través de interacciones sociales simuladas. Los videojuegos que simulan diversas perspectivas y experiencias emocionales son buenos consiguiendo esto. Por ejemplo, *The Sims 4* (Electronic Arts, 2014), aunque no es un videojuego serio en el sentido tradicional, se ha adaptado en ciertos estudios para ayudar a los jugadores a comprender y manejar las emociones de los personajes, mejorando así la empatía y la comprensión emocional (Ferguson y Olson, 2013).

Otra área de aplicación de los videojuegos serios es en el ámbito del entrenamiento cognitivo. Estos pueden diseñarse para mejorar funciones cognitivas como la memoria, la atención y la resolución de problemas, que suelen verse presentes en personas con trastornos mentales o neurodegenerativos. Por ejemplo, *CogniFit* (Shlomo Breznitz, 1999) ofrece una serie de pequeños juegos basados en neurociencia que se utilizan para entrenar algunas de estas habilidades cognitivas. Estudios han demostrado que el uso regular de este tipo de videojuegos puede conducir a mejoras significativas en la memoria y la atención en adultos mayores y personas con deterioro cognitivo leve (Lampit et al., 2014).

En relación con nuestra área de estudio concreta, el tratamiento de la ansiedad se aprovecha de la interacción de este formato digital para implementar ejercicios de respiración y meditación guiados. Según Bouchard et al. (2017), las terapias que incorporan el formato de realidad virtual (VR) con elementos de relajación, aumentan su efectividad, reduciendo significativamente los niveles de ansiedad de los pacientes.

Elementos de diseño de videojuegos serios para el tratamiento de la ansiedad

Las terapias tradicionales para la ansiedad son enormemente compatibles con el diseño de videojuegos serios. Este formato digital, que permite utilizar técnicas para la exposición gradual, la relajación y la gestión del estrés, proporciona un entorno controlado para el paciente en el que pueda enfrentarse a sus miedos. Esta metodología se alinea con los objetivos y métodos de la teoría de la exposición, que como comentamos anteriormente, es una técnica muy utilizada en el tratamiento contra la ansiedad.

El diseño de videojuegos serios para tratar la ansiedad debe contener elementos que promuevan la relajación y la reducción del estrés. Videojuegos como *Journey* (thatgamecompany, Tricky Pixels & SIE Santa Monica Studio, 2012) o *Flower* (thatgamecompany & Bluepoint Games, 2009) utilizan mecánicas de juego simplificadas y paisajes visualmente atractivos para inducir un estado de relajación y reducir los niveles de estrés. Además, el uso de la música y sonidos relajantes es un componente clave en el diseño de este tipo de videojuegos con un enfoque más terapéutico. En cuanto a la narrativa, el uso de historias que se centren en el autodescubrimiento personal y en el empoderamiento del paciente también pueden ayudar a mejorar la gestión de las emociones.

El feedback en este tipo de videojuegos es de mucha importancia. Se debe desarrollar en dos capas: una capa satisfactoria para el paciente y una útil para el terapeuta. La capa de satisfacción para el paciente debe incluir indicadores visuales y auditivos que muestran cómo el jugador está progresando en los ejercicios de respiración o meditación. Esto no solo ayuda a los pacientes a corregir y mejorar sus técnicas en tiempo real, sino que también puede proporcionar un sentido de logro y competencia, lo que es esencial para mantener la motivación y el compromiso (Connolly et al., 2012). En cuanto a la capa de utilidad para el terapeuta, es importante que todos los datos de interacción queden registrados para el estudio del profesional al cargo de la terapia. Esto ayudará al terapeuta a saber cuál es el progreso del paciente, de manera que pueda reajustar las terapias si fuera necesario.

Otro elemento de diseño importante es la personalización y adaptabilidad. Es crucial que los terapeutas puedan ajustar los niveles de dificultad, los tipos de actividades terapéuticas y los contenidos específicos del videojuego según las necesidades de cada paciente (Bouchard et al., 2017). A nivel de usuario, permitir la personalización de colores, temas visuales o música puede aumentar la participación del paciente. Un estudio dirigido por Freitas y Liarokapis (2011), demostró que personalizar elementos en estos juegos puede incrementar la motivación del usuario. Sin embargo, es importante no dar al paciente total libertad de elección, ya que podría perderse la dirección de la terapia, interfiriendo con los objetivos principales.

2.2 Trabajos relacionados

A pesar de la abundancia de trabajos sobre la aplicación de videojuegos serios para la salud, ha sido difícil encontrar estudios centrados en terapias psicológicas basadas en musicoterapia para trabajar las emociones. Es aún más raro encontrar estudios de este tipo específicos sobre ansiedad. En los trabajos relacionados, exploraremos algunos videojuegos serios con enfoque en el tratamiento de alguno de los tipos de ansiedad.

2.2.1 Operation Quest (de Matos de Lima y Zerbetto, 2024)

Operation Quest es uno de los lanzamientos más recientes con respecto al desarrollo de videojuegos serios para la salud. Santiago de Matos de Lima y Lucía Zerbetto, desarrolladores del juego, nos deleitaron este año 2024 con una experiencia diseñada para pacientes infantiles que se someterán a procedimientos médicos, en especial, procedimientos quirúrgicos. El objetivo de la aplicación está en, mediante la narrativa y mecánicas, potenciar las mentes jóvenes y promover una actitud positiva, que pueda combatir contra la ansiedad que genera un preparatorio quirúrgico. Estos objetivos se cumplen mediante un desarrollo basado en la terapia de exposición. Normalmente, los niños tienen miedo de aquello que no conocen. Por eso, es importante explicarles en qué consiste el procedimiento que se les va a realizar y otorgarles seguridad en un entorno familiar en el que puedan aprender.



Figura 2.2: Captura de pantalla dentro del videojuego serio Operation Quest.

Fuente: Operation Quest (2024).

La idea del juego surgió durante la pandemia de COVID-19. Santiago de Matos de Lima, quien ha tenido un interés en el desarrollo de videojuegos desde la infancia, se percató de que la comunicación en línea entre profesionales era vital dada la situación del año 2020. Inicialmente, desarrollaron una aplicación para cumplir con este objetivo, pero acercándose las primeras bocanadas de aire tras la cuarentena evolucionó en lo que ahora conocemos como

Operation Quest. Aprovechando la comunicación en línea, esta última versión permite que el médico pueda asistir al paciente mientras tanto los pacientes como los familiares están jugando.

Operation Quest está directamente relacionado con proyecto ARTEMIS en varios aspectos. Su enfoque serio hacia la interacción digital orientada al público infantil lo convierte en una importante referencia para entender cómo se ha adaptado la interacción a este público. La función de doble usuario en la que el paciente y terapeuta están interactuando de manera simultánea, permite una comunicación fluida y mejora la eficacia de la terapia.

2.2.2 SPARX (Merry et al., 2013)

El videojuego serio SPARX (Smart, Positive, Active, Realistic & X-factor thoughts) fue desarrollado por un grupo de investigadores de la Universidad de Auckland ubicada en Nueva Zelanda. Su objetivo es ayudar a jóvenes que sufren de ansiedad, estrés o depresión, utilizando como base la terapia cognitivo-conductual. Antes de su uso, es necesario realizar una evaluación para determinar si el caso específico del paciente es compatible con esta terapia digital.

Aunque su apartado gráfico no es especialmente cautivador, algo esperado debido a su fecha de publicación, la narrativa y el diseño sonoro son lo que definen este videojuego. La narrativa centrada en transmitir los mensajes a través de rompecabezas que fomentan la superación y motivación, hace que el jugador se sienta bien al resolverlos y comprenda su situación. Además, su diseño sonoro relajante hace que la experiencia de usar esta aplicación sea intrínsecamente calmante, proporcionando cierto alivio simplemente al usarla.



Figura 2.3: Captura de pantalla dentro del videojuego serio SPARX.

Fuente: SPARX (2013).

El proyecto ARTEMIS puede beneficiarse del videojuego SPARX en términos de narrativa. El juego anima al paciente a identificarse con el personaje principal y los NPCs respectivos, quienes

le sitúan en contexto y le ayudan a entender lo que está ocurriendo. Además, el diseño sonoro natural, refinado para evocar emociones de tranquilidad y serenidad, es otro aspecto a considerar. La forma en que los rompecabezas se presentan al paciente y cómo se genera motivación para resolverlos también es un aspecto que podemos considerar para el desarrollo de la aplicación.

2.2.3 Flow (Chen y Clark, 2006)

Flow es uno de los pocos juegos que se han comercializado con un enfoque serio, representando perfectamente cómo se puede utilizar el medio interactivo digital para evocar sensaciones de relajación. Originalmente, Flow fue parte de la tesis doctoral de Jenova Chen, pero más tarde fue reinventado bajo la supervisión y financiación de SIE para PlayStation 3.

El diseño del juego se basa en la tesis de Jenova Chen, que se centra en el ajuste dinámico de la dificultad y en la teoría del psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi sobre la inmersión mental, comúnmente conocida como teoría del flow. El videojuego creado por Chen, posee un apartado visual y auditivo que lo hace muy especial. El jugador controla una especie de serpiente que crece al alimentarse de partículas. Aunque las mecánicas del juego son simples, la relajante ambientación sumerge al jugador en un estado de calma, perpetuado por todos estos elementos.

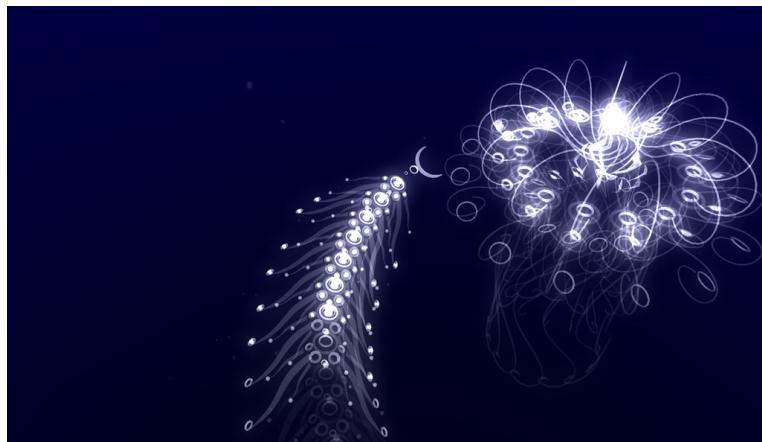


Figura 2.4: Captura de pantalla dentro del videojuego serio Flow.

Fuente: Flow (2006).

ARTEMIS se inspira en este videojuego por la simplicidad de sus mecánicas, lo que hace que la experiencia se centre en el disfrute intrínseco de los elementos que la componen, planteando un desafío subjetivo que el jugador se impone. Este reto aparece en forma de puzzle de entorno, en el que la solución no está definida, sino que la define el propio jugador con su propia experiencia. La estética natural en la que las partículas florales forman una bella imagen, nos han permitido en nuestro desarrollo crear una sinergia entre lo visual y lo sonoro que evoque emociones de tranquilidad en el paciente, mediante su interacción con el entorno electrónico.

2.2.4 Deep VR (Explore Deep Limited, 2021)

Deep VR es una experiencia de meditación en realidad virtual que se controla con la respiración del usuario. Utiliza un periférico que mide la dilatación del diafragma para precisar las dimensiones de las inhalaciones y exhalaciones. Los jugadores pueden navegar por un mundo subacuático controlando sus movimientos a través de la respiración profunda. El objetivo principal de la aplicación es reducir el estrés y aliviar la ansiedad.

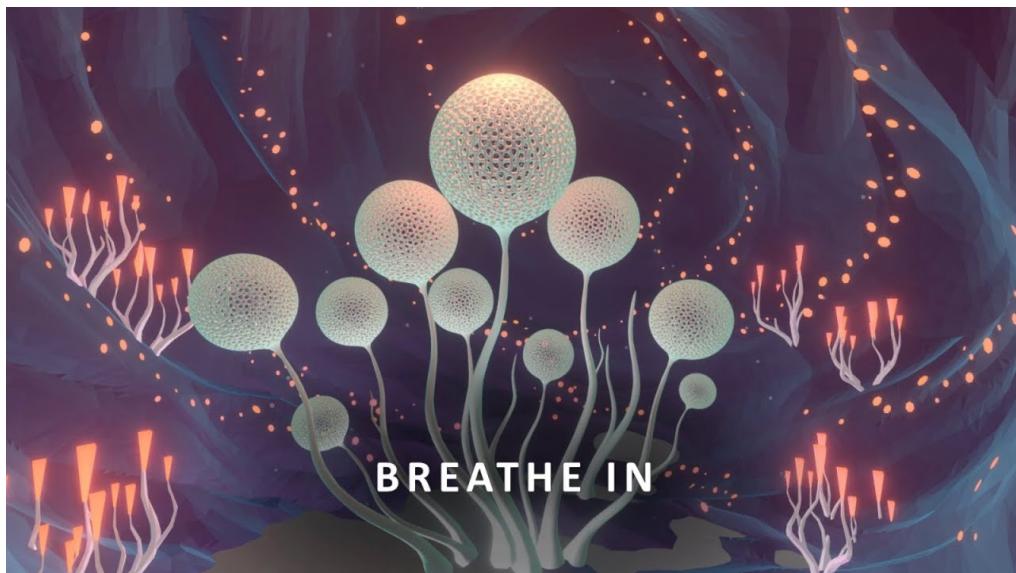


Figura 2.5: Captura de pantalla dentro del videojuego serio Deep VR.

Fuente: Deep VR (2021).

La combinación del formato de realidad virtual y el hermoso paisaje, junto con un diseño de audio mágico, facilita la inmersión en este mundo submarino. Todos estos elementos funcionan conjuntamente para conseguir el objetivo principal de esta experiencia; relajar al paciente.

Aunque el formato de Deep VR no es compatible con el proyecto ARTEMIS, su método de narración es útil. En particular, la forma en que la historia se cuenta a través del entorno, sin diálogo ni personajes hablando, sirven como referencia para construir una narrativa basada en el mundo en el que el jugador se va a sumergir. Los métodos de interacción que Deep VR ofrece demuestran que existen formas efectivas de complementar las terapias tradicionales con interacciones innovadoras.

Capítulo 3

Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la aplicación, utilizaremos una metodología similar a la empleada en el desarrollo de videojuegos tradicional. Por lo tanto, explicaremos las diferentes fases de este proceso, definiendo los objetivos a alcanzar en cada una de ellas.

3.1 Metodología

El proyecto ARTEMIS tiene como objetivo desarrollar una aplicación que pueda ser utilizada como herramienta complementaria en sesiones de musicoterapia. El enfoque de la investigación reside en el desarrollo iterativo de videojuegos serios que se fundamenten en evaluaciones empíricas de su efectividad. Esto significa que se aplicará la metodología de desarrollo de videojuegos serios, la cual es muy similar al desarrollo de videojuegos convencionales. Describiremos las principales fases del desarrollo de la aplicación para llegar a una versión final.

3.1.1 Investigación inicial y revisión de literatura

El objetivo principal de esta fase es recopilar y analizar estudios previos sobre las líneas de investigación relevantes para el desarrollo de esta aplicación. Esta investigación finalizará en el análisis del uso de videojuegos serios en terapias para la ansiedad. Esta etapa es esencial para establecer una base teórica sólida y comprender el estado actual de la investigación en este campo. Además, permitirá identificar brechas en estas áreas donde la nueva investigación pueda aportar contribuciones.

Para lograr esto, se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura que implica recopilar, evaluar y sintetizar información relevante en los campos específicos de la investigación. Esta literatura está conformada por bibliografía de bases de datos como Google Scholar, PubMed o Dialnet. Aunque esta fase se ha realizado antes del desarrollo, en el capítulo 2, es relevante incluirla en la metodología. Esto se debe a que es el paso inicial fundamental para fundamentar las decisiones que se van a tomar en las siguientes fases del desarrollo.

3.1.2 Conceptualización y diseño

El objetivo de esta fase es definir los elementos clave para el diseño y funcionalidad de la aplicación. Esto incluye la identificación de las mecánicas de juego que se utilizarán, y la creación de nuevas mecánicas si fuera necesario. Es importante en esta fase justificar las decisiones de diseño tomadas, manteniendo siempre la alineación con las bases terapéuticas de las investigaciones de la fase anterior.

Para diseñar las mecánicas del juego, es esencial considerar los elementos de diseño de videojuegos serios, los diferentes tipos de ansiedad junto con sus respectivos tratamientos, y las modalidades de musicoterapia. El autor de este trabajo aportará ideas sobre posibles mecánicas, las cuales se complementarán con sesiones de brainstorming entre los miembros del proyecto ARTEMIS y la tutora de este TFG. De esta forma, se conseguirá conceptualizar diversas mecánicas centradas en estos aspectos, que podrán ser desarrolladas una vez se cambie a la siguiente fase.

3.1.3 Desarrollo iterativo

El desarrollo iterativo es un enfoque importante en la creación de videojuegos. Permite mejorar el producto en desarrollo a través de ciclos repetidos de diseño, prueba y pulido. Este proceso es esencial para garantizar que el videojuego sea no solo funcional, sino también eficaz a nivel terapéutico. Es vital recoger feedback sobre los aspectos positivos y negativos de las distintas iteraciones para lograr un resultado final óptimo tras las necesarias revisiones.

El objetivo de esta etapa será crear prototipos del videojuego en cuestión y perfeccionarlos continuamente hasta obtener un resultado que cumpla con los objetivos terapéuticos y ofrezca una experiencia de usuario adaptada al contexto. Este proceso se basa en recibir feedback de los miembros del equipo y las directivas, así como tener en cuenta la opinión de equipos externos de psicología y música.

El prototipado será de gran importancia para conseguir un resultado mecánico atractiva y que funcione alrededor de los conceptos terapéuticos. Una vez se haya alcanzado un prototipo acorde a estos principios, se desarrollará una versión más pulida y con elementos de juego finales como arte y audio.

Para un correcto cumplimiento de esta fase, utilizaremos una metodología ágil para iterar sobre el desarrollo. Scrum, como metodología, divide el desarrollo en sprints cortos y manejables, permitiendo ajustes continuos basados en el feedback rápido que proporcionan este tipo de sistemas. Además, al final de cada sprint, se pueden realizar retrospectivas para evaluar el progreso del proyecto y proponer mejoras estructurales para los próximos sprints.

3.1.4 Mejora continua

Aunque esta fase no pertenece realmente al desarrollo y se discutirá en profundidad en las conclusiones de este TFG, es importante mencionar que, dado que es un proyecto de investigación en curso, está en constante cambio incluso después de finalizar este trabajo. Se ha propuesto que el proyecto sea continuado por futuras generaciones de miembros, para estudiar nuevas emociones que puedan ser tratadas con musicoterapia.

3.2 Tecnologías empleadas

Las tecnologías utilizadas para el desarrollo de la aplicación se pueden clasificar según su uso. Debido a que el formato propuesto para el desarrollo es similar al de un videojuego, donde la interacción es esencial para su uso correcto y óptimo, se ha seleccionado software adecuado para el producto realizado. A continuación, se explicará detalladamente el uso de las diferentes tecnologías y las razones detrás de la elección de cada una específicamente.

3.2.1 Unity

Un motor de videojuegos, del inglés game engine, es un entorno que proporciona un conjunto de herramientas reutilizables que facilitan la creación de videojuegos a los desarrolladores. Estos se pueden dividir en el motor gráfico, responsable del aspecto visual, y el motor físico, encargado de dotar al motor de leyes físicas como la gravedad, la masa o las fuerzas. Cada motor de videojuegos tiene sus propios usos y limitaciones. Por lo tanto, la elección del motor a utilizar es de gran importancia antes de iniciar el desarrollo. Existen motores más especializados en el desarrollo 3D como *Unreal Engine* (Epic Games, 1998), mientras que otros están centrados en gráficos 2D, como *Game Maker Studio* (Mark Overmars, 1999) y *RPG Maker* (ASCII Corporation & Enterbrain, 1992). *Unity* (Unity Technologies, 2005) y *Godot Engine* (Ariel Manzur & Juan Linietsky, 2001) son híbridos que permiten el desarrollo en ambas dimensiones.

Unity, junto con Unreal Engine y recientemente Godot Engine, es uno de los motores de videojuegos más populares en la industria. Aunque Unreal Engine es valorado como posiblemente el mejor motor de videojuegos de la actualidad, su uso está limitado a circunstancias muy específicas: videojuegos 3D para consolas de última generación. Sin embargo, Unity, aunque no ofrece la potencia gráfica de Unreal Engine, es mucho más versátil y se puede utilizar en una amplia variedad de circunstancias. Esto permite que el rango de plataformas para las que se puede desarrollar con este motor aumente, convirtiéndolo en una opción más segura para enfocarse en el desarrollo multiplataforma.

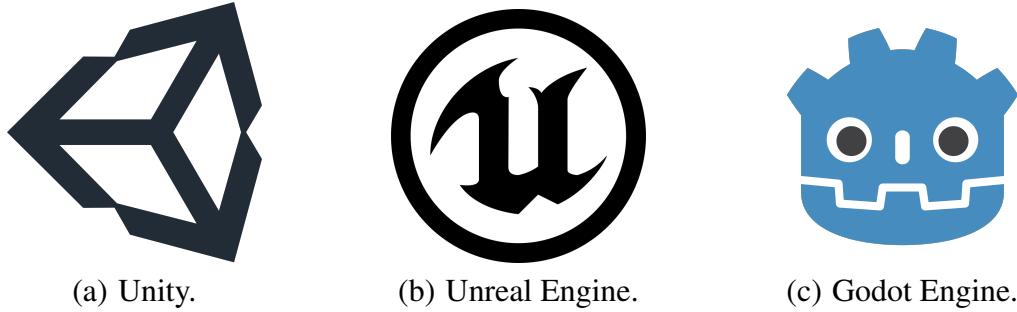


Figura 3.1: Logotipos de los motores de videojuegos mencionados en el párrafo anterior.

Hemos seleccionado Unity para nuestro caso específico por diversas razones, dado que la aplicación se desarrolla completamente en 2D y nuestra plataforma objetivo son los dispositivos móviles, en particular las tabletas. Unity domina el 50 % del desarrollo de videojuegos para móviles, consolas y PC, con un 71 % de los 1000 mejores juegos móviles creados en Unity (Plarium, 2024).

El motor gráfico 2D de Unity ofrece diversas herramientas útiles para el desarrollo, como el Sprite Editor. Además, Unity tiene una sólida integración de físicas 2D que permite simular colisiones, gravedad y otros elementos físicos. Su interfaz es intuitiva y fácil de usar, como se muestra en la [Figura 3.2](#), facilitando la creación rápida de videojuegos.

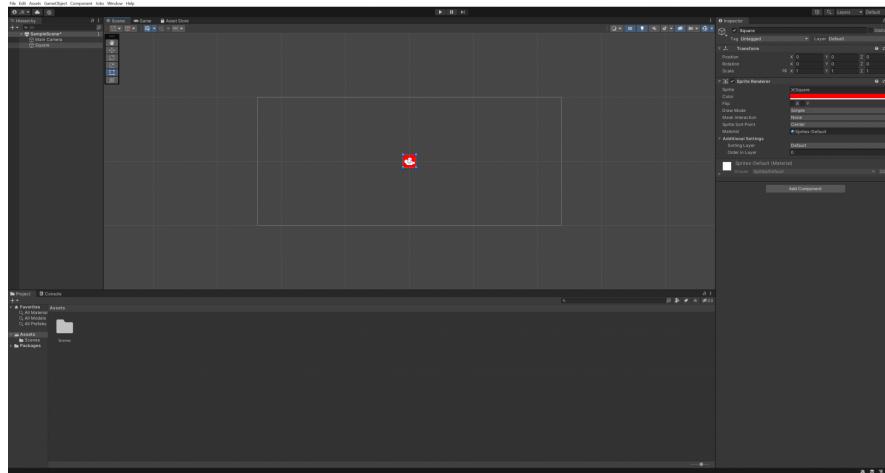


Figura 3.2: Interfaz de usuario de la plantilla 2D de Unity.

Fuente: Elaboración propia.

La capacidad de arrastrar y soltar objetos en el editor de Unity simplifica significativamente el proceso de diseño, permitiendo a los desarrolladores centrarse en la creatividad y la jugabilidad en lugar de en aspectos técnicos complejos. Además, Unity cuenta con una comunidad amplia y activa que ofrece acceso a foros, tutoriales, cursos en línea y documentación extensa. Esta comunidad es un recurso invaluable para obtener soporte y encontrar soluciones a problemas comunes, aprender técnicas nuevas y compartir experiencias.

La Asset Store de Unity ofrece una gama variada de recursos como sprites, animaciones, scripts y plugins, que pueden agilizar el desarrollo. Estos recursos preconstruidos permiten a los desarrolladores integrar rápidamente elementos visuales y funcionales complejos sin la necesidad de crearlos desde cero, ahorrando tiempo y esfuerzo.

Todos estos factores, sumados a que Unity es el motor en el que más experiencia tenemos, fueron decisivos para seleccionarlo como el motor de desarrollo para ARTEMIS. La versión seleccionada es la 2021.3.31f, que fue la última versión de soporte a largo plazo (LTS) disponible en el momento en que se inició el proyecto.

3.2.2 Visual Studio 2022 (C#)

Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) y editor de código, creado por Microsoft en 1997. Este editor es compatible con numerosos lenguajes de programación, como C++, Visual Basic .NET, Fortran, J# y, más relevante para nuestro desarrollo, C#. Su versión 2022 es la última versión disponible actualmente, y ha incorporado mejoras de rendimiento y nuevas funciones de accesibilidad para el usuario. Visual Studio, junto con Visual Studio Code y JetBrains Rider, forma el conjunto de editores de código con la mejor integración con Unity.

3.2.3 FMOD

FMOD Studio es un middleware¹ de audio para videojuegos. Fue desarrollado y lanzado por Fireflight Technologies en 1995. Este motor de música y efectos de sonido se asemeja a un DAW tradicional. FMOD Studio pertenece a la misma familia que el middleware Audiokinetic Wwise. Ambos proveen herramientas para la sonorización de videojuegos que facilitan la implementación de audio. Sin embargo, se ha decidido utilizar FMOD Studio debido a la mayor familiaridad con este software.

A diferencia del sistema de audio de Unity, que tiene funcionalidades limitadas, FMOD Studio permite gestionar con gran precisión las pistas de audio en eventos, incluso utilizando filtros de diversos tipos si fuera necesario. Desde FMOD Studio, se pueden añadir parámetros asociados a zonas de bucle, compases musicales o pistas, que luego pueden ser modificados desde los propios componentes de Unity o por programación de scripts en función de las necesidades del videojuego que se esté desarrollando.

¹Un middleware, en términos de informática, es un software que facilita la comunicación entre las distintas aplicaciones y el sistema operativo. Además, proporciona funcionalidades inteligentes que permiten una innovación más rápida y un desarrollo eficiente. En el desarrollo de videojuegos, el middleware es un software que facilita la implementación de funcionalidades específicas dentro del motor.

3.2.4 TeXstudio

TeXstudio es un editor de LaTeX de código abierto lanzado en 2009 que ofrece un soporte moderno para la escritura. Cuenta con funcionalidades como la corrección ortográfica interactiva, el plegado de código y el resaltado de sintaxis. La decisión de utilizar un editor de LaTeX en lugar de editores de texto convencionales, como Word, se basa en la magnitud del documento. LaTeX ofrece citación y referencia automáticas de figuras o tablas, proporcionando estabilidad y sostenibilidad al documento. También permite almacenar toda la bibliografía en una base de datos con toda la información relevante de la cita, incluyendo referencias sobre el autor, fecha, enlaces y otros datos de interés. Los datos se pueden citar manualmente o automáticamente según un sistema de citas específico, en nuestro caso APA 7. Al combinarse con la distribución Miktex, la instalación automática de paquetes y la actualización a las últimas versiones tanto de los paquetes como de TeXstudio, asegura mantener siempre actualizado el software.

3.2.5 GitHub

GitHub es un repositorio que utiliza el control de versiones de Git para alojar proyectos. La utilización de GitHub ha facilitado la colaboración entre los distintos miembros del grupo de investigación, permitiendo a cada uno trabajar en diferentes aspectos del proyecto de forma simultánea. Tiene un sistema de revisión de código, en forma de pull requests², que asegura que todos los cambios tengan que ser aprobados antes de poder ser integrados en la rama principal del proyecto, añadiendo una capa de protección que otorga seguridad al código. Tiene integración directa con Unity y LaTeX, por lo que ha sido muy útil para permitir el trabajo remoto entre los distintos miembros del grupo de investigación e incluso para trabajar en distintos dispositivos sin necesidad de migrar manualmente el proyecto. El uso del repositorio nos ha brindado una serie de comodidades que, sin su utilización, habrían obstaculizado el progreso eficiente del proyecto, ya sea por las posibles restricciones geográficas del equipo o por el número de miembros que lo conforman.

²Un pull request es una solicitud en la que un colaborador solicita al administrador que revise los cambios que ha realizado, antes de fusionarlos con la rama principal del proyecto.

Capítulo 4

Desarrollo del trabajo

El proyecto de investigación ARTEMIS es una iniciativa interdisciplinaria que reúne el trabajo de varios estudiantes de diferentes especialidades y campos. Este enfoque colaborativo permite abordar el proyecto desde diversas perspectivas, enriqueciendo así el desarrollo y la implementación de soluciones innovadoras. ARTEMIS se centra en el diseño y desarrollo de aplicaciones digitales interactivas. Estas han sido específicamente desarrolladas para realizar terapias de estimulación emocional a través del arte y la música, utilizando la tecnología como vehículo principal. Además, estas aplicaciones están diseñadas para ser intuitivas y accesibles, permitiendo a los usuarios interactuar con ellas de manera sencilla. Este proyecto tiene como objetivo integrar las últimas innovaciones tecnológicas con prácticas terapéuticas tradicionales, para potenciar los beneficios emocionales y psicológicos de los pacientes. A pesar de que cada uno de los estudiantes que conforman el equipo se ha centrado en líneas de investigación particulares, todos comparten objetivos comunes que han guiado sus esfuerzos hacia una meta colectiva.

Para contribuir al conocimiento científico y hacer funcionales las terapias diseñadas, las aplicaciones permiten la configuración por edades y patologías. Se definen pruebas psicométricas¹ al inicio y al final de la actividad, y los datos recogidos² de los pacientes se almacenan para su posterior consulta por el terapeuta. Los datos recogidos incluyen la edad, el nivel escolar, si se ha estudiado algún instrumento y el instrumento preferido del paciente. El perfil del paciente determina la complejidad musical en, por ejemplo, la composición interactiva. Un perfil con menos experiencia musical tendrá la capacidad de entender una complejidad musical menor o menos disonante, mientras que un perfil con más experiencia puede manejar una armonía más elaborada. Es importante mencionar que estas aplicaciones tienen una función de doble usuario en la que tanto el terapeuta como el paciente participan simultáneamente, cada uno con un rol específico. El terapeuta actúa como instructor, guiando al paciente en su interacción con la aplicación.

¹Los test psicométricos son largos ya que consisten en alrededor de 30-40 preguntas. Al final de cada aplicación o sesión, se realizan preguntas rápidas del tipo termómetro.

²La definición del perfil del paciente implica una entrevista entre el terapeuta y el paciente, donde se indaga acerca de su historia musical, gustos y características relacionadas con la música. El terapeuta será el encargado de introducir una serie de datos en la aplicación para optimizar esta fase.

La primera fase del proyecto ARTEMIS se ha enfocado en el tratamiento de la ansiedad infantil, utilizando la tecnología como vehículo para la transición emocional, complementándose con terapias tradicionales basadas en musicoterapia. La estructura de las sesiones terapéuticas es modular y se puede adaptar a las necesidades individuales del paciente. Cada sesión comienza con la definición del perfil del paciente y luego se selecciona una o más actividades vinculadas directamente a las líneas de investigación previamente definidas, en las que profundizaremos más en detalle en los próximos párrafos. Dentro de cada actividad, se han desarrollado una o más aplicaciones con distintos enfoques, que pueden ser utilizadas en función de las observaciones del terapeuta. Las actividades que han servido como punto de partida para el desarrollo de estas aplicaciones, y que han dado lugar a las líneas de investigación, son:

- **Actividad 1 - Psicoeducación emocional:** esta primera actividad se enfoca en entender la emoción, específicamente la ansiedad, y en cómo combatirla. El educador, que en este caso es el terapeuta, proporciona de manera concisa información científica relevante para responder a preguntas importantes. El paciente recibe una serie de herramientas que le ayudan a identificar, comprender y manejar la ansiedad.
- **Actividad 2 - Relajación guiada mediante la respiración:** el terapeuta, con la ayuda del soporte digital, guía al paciente a realizar ejercicios de relajación centrados en la respiración. El paciente sincroniza sus respiraciones con la interacción tecnológica, aportando un elemento artístico que acompaña la respiración.
- **Actividad 3 - Ordenar pensamientos a través del ritmo:** el paciente se centra en utilizar el ritmo como herramienta para organizar sus pensamientos y emociones. Bajo la guía del terapeuta, se establece un escenario rítmico que permite al paciente explorar y organizar sus ideas y sentimientos de una manera ordenada, respetando siempre su subjetividad.
- **Actividad 4 - Improvisación:** se basa en la completa libertad del paciente, donde, a través de la improvisación musical, el paciente debe expresar su estado de ánimo.
- **Actividad 5 - Repetición de patrones rítmicos:** el paciente debe escuchar y repetir patrones rítmicos con la mayor precisión posible con el objetivo de controlar la impulsividad.

Estas actividades constituyen la base sobre la que se han construido para las distintas aplicaciones, respaldadas por las líneas de investigación. Estas líneas se han establecido para abordar los objetivos del proyecto desde una perspectiva multidisciplinaria, uniendo las cuatro áreas de estudio: arte, tecnología, música y terapias de estimulación emocional. Las líneas de investigación son las siguientes:

- Musicoterapia y narrativa audiovisual.
- Musicoterapia y arte digital.
- Musicoterapia y composición interactiva.
- Musicoterapia y diseño de videojuegos (serious games).
- UX/UI interacción y branding.

Abordaremos cada línea de investigación individualmente, indagando en profundidad en sus aplicaciones derivadas. Específicamente, la aplicación más relevante para este TFG se encuentra en la línea de investigación de diseño de videojuegos con musicoterapia. Dejaremos esta para el final con el fin de explicarla en mayor detalle, ya que es el núcleo principal de este trabajo.

4.1 Musicoterapia y narrativa audiovisual

La narrativa audiovisual es una parte integral del proyecto de investigación. Está presente en todas las aplicaciones, en mayor o menor medida, y actúa como un vínculo entre todas ellas. El objetivo de contar una historia es proporcionar información al paciente de manera que pueda sentirse identificado y conectar directamente con sus emociones. Dado que estamos estudiando la ansiedad, es importante explicar al paciente cómo funciona e involucrarlo en la explicación integrada en forma de historia. Hemos definido tres elementos en la narrativa que están directamente relacionados con este enfoque, y cuyo objetivo es involucrar activamente al paciente.

- **Personaje principal:** es el elemento más crítico de la narrativa. Su función es actuar como un espejo que permite al paciente identificarse, y sirve como guía para el mismo. Este personaje es una especie de Pepito Grillo³, cuyo objetivo es ayudar al paciente a comprender su problema y a encontrar una solución.
- **Nivel de explicación:** dependiendo de la edad a la que se dirige la narrativa, el nivel de profundidad debe variar y adaptarse⁴. El objetivo es lograr que el paciente se identifique con el ejemplo situacional que la historia propone. Para que esto suceda, es esencial usar analogías para explicar las leyes del mundo.

³Pepito Grillo es un personaje de ficción creado para Las Aventuras de Pinocho (Collodi, 1883), que Walt Disney Pictures, actual Walt Disney Studios, adaptó en 1940 en la película de animación Pinocho. En la cultura popular, Pepito Grillo representa una figura de confianza a quien recurrimos para obtener consejo. Esta figura nos ayuda a identificar nuestros errores y no teme cuestionarnos cuando nos equivocamos.

⁴Por ejemplo, los niños pequeños suelen utilizar el pensamiento mágico, como un duende malo que nos pone nerviosos, mientras que los adolescentes necesitan ejemplos más concretos y realistas.

- **Píldoras mínimas:** para que la historia sirva como un nexo cohesivo entre las aplicaciones, debe quedar claro cuál es el objetivo de la actividad específica que se va a realizar. Debe responder a la pregunta: ¿Cuál es la finalidad de lo que estoy a punto de hacer?

Todos estos elementos se centran en lo que se conoce como inmersión contextual. Esto implica el estudio del contexto de los pacientes para introducir elementos que se ajusten a las circunstancias de cada uno. El objetivo es promover una identificación adecuada entre el paciente, su situación y la historia.

La historia principal debe unir todas las actividades de forma natural sin perder el objetivo que acabamos de comentar. Esta historia, escrita por Isabel Xiaowei de San Sebastián para ARTEMIS, se puede resumir de la siguiente manera:

"El protagonista es un ser del bosque que nació de una flor, gracias al poder de una ninfa. La diosa Artemis ha perdido su magia y el protagonista ayuda a recuperarla. Su misión es buscar semillas de diente de león perdidas en el bosque para entregárselas a la ninfa, quien las transforma en flores. En su travesía, se encuentra con varios desafíos, representados por actividades terapéuticas, que debe completar para avanzar. El nivel no concluye hasta que se completan todas las actividades. Una vez finalizado un nivel, el protagonista puede repetirlo o continuar con la historia. Las ninfas, en intervalos regulares, se reúnen con las distintas flores de cada emoción que han creado a partir de las semillas y se las entregan a Artemis. Cada emoción se representa como una planta distinta, personalizando así la estética del personaje con diferentes plantas. Existe una escala del dolor que, dependiendo del nivel de ansiedad del paciente, muestra diferentes elementos que ayuden al terapeuta a comprender la situación del paciente."

La ambientación de esta historia está fuertemente vinculada con la naturaleza, que se asocia con la relajación y vitalidad. Así, los elementos estéticos deben ser coherentes con este tema. Considerando que ARTEMIS se centra en la ansiedad infantil, los elementos estéticos se diseñan para adecuarse a este contexto. Esta estética, repleta de colores vivos y personajes con rasgos de la animación tradicional, busca establecer una conexión con su público objetivo. Como no podemos determinar el género del paciente que utilizará la aplicación, decidimos desde el principio que el personaje debía ser andrógino. En la [Figura 4.1](#), observamos que se intentó alcanzar este objetivo desde las primeras propuestas estéticas. La versión final del personaje mantiene la androganía, combinando rasgos humanos con elementos naturales. Se puede comparar la versión inicial con la final en la [Figura 4.2](#).



Figura 4.1: Propuesta inicial de personaje principal.
Fuente: Realizado por Sergio Calvo, miembro ARTEMIS.



Figura 4.2: Evolución de la conceptualización del personaje principal.

Fuente: Realizado por Isabel Xiaowei de San Sebastián, miembro ARTEMIS.

Las ninfas, musas y gracias tienen una fuerte relación con la música y pueden ser los personajes identificados con instrumentos que el protagonista encuentra en su aventura. Por esta razón, los personajes secundarios que el protagonista encuentra a lo largo de la narrativa portan instrumentos (como se puede observar en la 4.3), representando físicamente a estos seres.

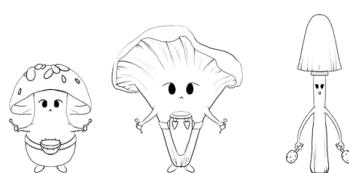


Figura 4.3: Propuesta de concepto de personajes con instrumentos.
Fuente: Realizado por Isabel Xiaowei de San Sebastián, miembro ARTEMIS.

Antes de concluir esta línea de investigación, es relevante describir el formato que fundamenta esta historia y cómo se lleva a cabo la interacción del paciente bajo la guía del terapeuta. La historia se visualiza a través de un libro ilustrado interactivo. De este modo, el terapeuta puede controlar el ritmo de la historia y, si es necesario, retroceder. Para avanzar, se debe pulsar manualmente el botón de pasar página, permitiendo al terapeuta determinar cuánto tiempo se necesita en cada página, en caso de tener que explicar algún detalle. La ansiedad tiende a inquietar a quien la padece. Por ello, un sistema que permite adaptar el ritmo de la narrativa a cada situación, permite al terapeuta elegir el enfoque más beneficioso para el paciente en cuestión.



Figura 4.4: Imagen de referencia de libro interactivo.

Fuente: Ri (2018).

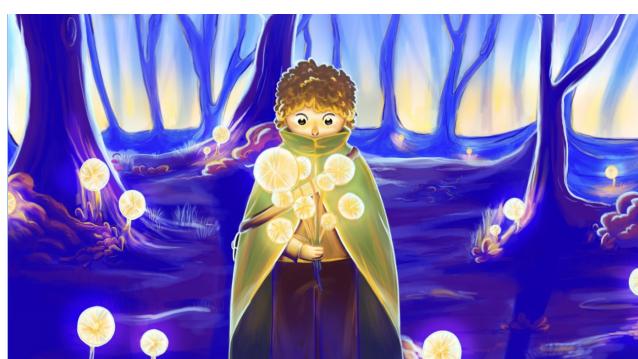


Figura 4.5: Ilustración de ejemplo del libro ilustrado interactivo.

Fuente: Realizado por Isabel Xiaowei de San Sebastián, miembro ARTEMIS.

La narrativa es un elemento fundamental para la identificación del paciente con la aplicación. Esta aumenta la eficacia de la terapia en función del grado de inmersión que la tecnología pueda proporcionar en las sesiones de musicoterapia.

4.2 Musicoterapia y arte digital

La línea de investigación en arte digital propone una pieza de arte digital interactiva. Esta pieza, mediante experiencias visuales y música, puede ayudar en la gestión emocional y facilitar la transición de una emoción a otra a través de la interacción del usuario. Los datos de interacción se pueden recoger a través de la información proporcionada por periféricos comunes como una tableta y sus sensores (cámara o pantalla táctil). El objetivo de este recurso es ayudar al paciente a concentrarse y relajarse, enseñándole cómo respirar visualmente en situaciones de ansiedad. La interacción con esta herramienta se realiza mediante pulsaciones táctiles, ya sean cortas o prolongadas, o movimientos de la mano frente a la cámara. Se espera que estas acciones sean guiadas por el terapeuta para alcanzar su objetivo. De esta manera, al no usar un micrófono que puede generar varios problemas dependiendo del tipo de paciente que recibe la terapia⁵, se evitan complicaciones. En términos de salida de la experiencia, la parte visual se mostrará en la pantalla y la parte musical se emitirá a través de altavoces o auriculares. Las propuestas de visualización para esta pieza se pueden dividir en dos categorías: visual y musical.

- **Apartado visual:** se genera un mar de partículas que oculta un paisaje, siguiendo la línea estética del proyecto. Este paisaje se revela mediante la animación de las partículas, las cuales se ven afectadas por el contacto del dedo del paciente al deslizarse por la pantalla. Este movimiento depende de la longitud de la exhalación.
- **Apartado musical:** se reproduce una melodía relajante de fondo con sonidos que nos recuerdan a la naturaleza (el viento, la vegetación, los animales, etc). Por otro lado, al interactuar con la pieza, también se emite un sonido más fuerte de brisa, que emula la exhalación.



Figura 4.6: Referencia principal de arte interactivo en relación con la propuesta de Clara Guoshi, miembro de ARTEMIS. En el enlace de la referencia bibliográfica, se puede probar la experiencia creada por Vamoss.

Fuente: Vamoss (2023).

⁵Usar un micrófono como sistema principal de entrada puede causar problemas en ciertos casos aislados. Las voces más graves producen ondas de sonido que son más difíciles de capturar, por lo que no sería correcto limitar las terapias a personas con voces más reconocibles.

4.3 Musicoterapia y composición interactiva

La composición interactiva se basa en la creación de música como una forma de expresión libre. Mediante la modificación en tiempo real de un tema musical o combinaciones musicales, se pueden generar variaciones melódicas y paisajes sonoros. A través de esta interacción, el paciente puede crear música sencilla. Esta línea de investigación presenta dos aplicaciones. Aunque son diferentes, ambas buscan utilizar los mismos métodos para alcanzar el objetivo.

4.3.1 Aplicación 1: Paisaje sonoro

El paisaje sonoro, que se inspira en referencias como *Reactable*⁶ o *Incredibox* (SO FAR SO GOOD, 2023), se centra en la creación de música a través de la selección de los instrumentos que participarán en la melodía. Esta aplicación tiene como objetivo acomodar a aquellos pacientes con menor conocimiento musical, reforzando la simplicidad requerida para que estas aplicaciones sean utilizadas por su público objetivo. En realidad, no existe una solución incorrecta, lo que permite al paciente sentir que tiene el control de la música y evitar la frustración de no poder crear una melodía armoniosa.

La aplicación consta de cuatro niveles distintos, cada uno asociado a un género musical. Esto permite al terapeuta seleccionar los instrumentos con los que desea trabajar, en función de las necesidades del paciente. Además, la aplicación puede utilizarse de manera indefinida, hasta que el paciente o el terapeuta decidan finalizar su uso. La idea principal de la aplicación es que los instrumentos generan un paisaje musical, asociando cada elemento con aspectos de la naturaleza, como flores o árboles. Este paisaje cambia según el género musical seleccionado. Los cuatro géneros que agrupan los distintos instrumentos, junto con algunos ejemplos de instrumentos, son:

- **Música clásica:** piano, violín, viola, trompeta, trombón, percusión, violonchelo, oboe, corno, fagot, clarinete, contrabajo, flauta traversa o flauta de pico.
- **Música pop-rock:** voz, guitarra eléctrica, bajo, batería, teclados, guitarra acústica, sintetizador o caja de ritmos.
- **Música caribeña o latina:** gaitas, arco musical, caña de millo, guacharaca, guache, tablitas, bombos, redoblantes, platillos, campanas o tambor.
- **Música electrónica:** sintetizador, caja de ritmos, theremin o sonidos generados por ordenador.

⁶Reactable es un instrumento musical electrónico colaborativo desarrollado por el Grupo de Tecnología Musical de la Universidad Pompeu Fabra en Barcelona. Este instrumento permite a los usuarios crear topologías musicales complejas y dinámicas mediante la colocación y rotación de elementos físicos en su interfaz. Está inspirado en los sintetizadores modulares de los años sesenta y permite el uso de generadores, filtros y moduladores para la creación musical.

Cada uno de estos géneros representa un paisaje específico, aludiendo a las cuatro estaciones. Los elementos de fondo y la paleta de colores cambian, pero siempre se mantiene el aspecto natural. La aplicación, desarrollada por Ángela García, miembro de ARTEMIS, incluye un menú inicial donde se puede seleccionar el género deseado y la pantalla de juego, donde se puede observar en acción lo que hemos mencionado anteriormente. En la [Figura 4.7](#), se pueden observar ambas interfaces.



Figura 4.7: Pantallas del menú y del juego en la aplicación de paisaje sonoro.

Fuente: Realizado por Ángela García, miembro ARTEMIS.

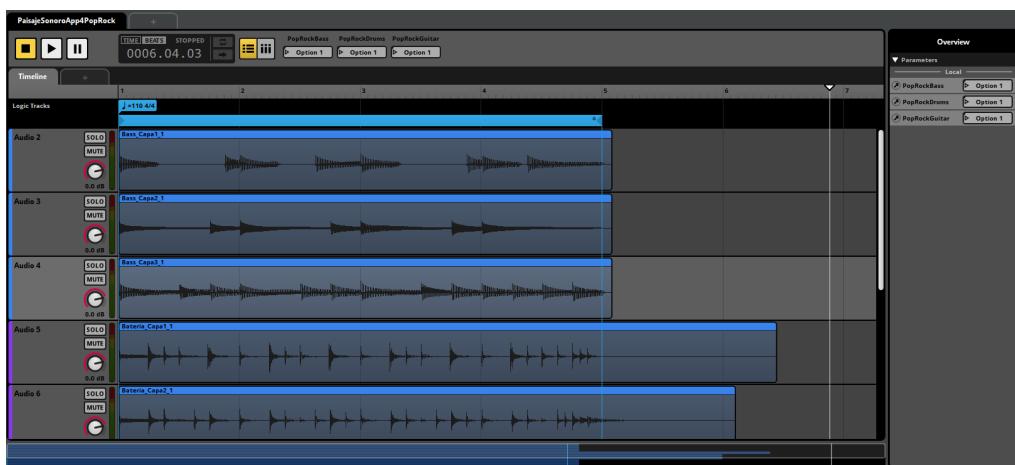


Figura 4.8: Interfaz de FMOD con los contenidos del género pop-rock de la aplicación de paisaje sonoro.

Fuente: Realizado por Leticia Goás, compositora ARTEMIS.

A nivel musical, la aplicación utiliza FMOD para sincronizar rítmicamente las diversas pistas de audio y los parámetros para alternar entre ellas. Se puede observar en la [Figura 4.8](#), cómo está configurado el middleware de audio para garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación. Cada evento de FMOD engloba un género específico. Aquí se agrupan todas las pistas de audio por instrumentos, que se reproducen según los parámetros indicados a través de scripting dentro de Unity.

4.3.2 Aplicación 2: Melodía floral

A diferencia de la aplicación anterior, esta tiene una complejidad musical mayor, requiriendo un entendimiento teórico previo para su uso. Sin embargo, los conceptos utilizados en la aplicación son bastante sencillos para que un niño sin experiencia musical pueda aprenderlos rápidamente, tras una breve explicación del terapeuta. Al mismo tiempo, son lo suficientemente profundos para que un niño con experiencia musical pueda desenvolverse cómodamente con sus conocimientos adquiridos previamente. La aplicación de melodía floral incluye un pentagrama interactivo que permite cambiar tanto la duración como la altura de las notas. Por ello, es necesario conocer la nomenclatura musical, aunque no necesariamente de las notas, pero sí de los tipos de duración que existen, como las redondas, blancas, negras, corcheas, o incluso, los silencios.

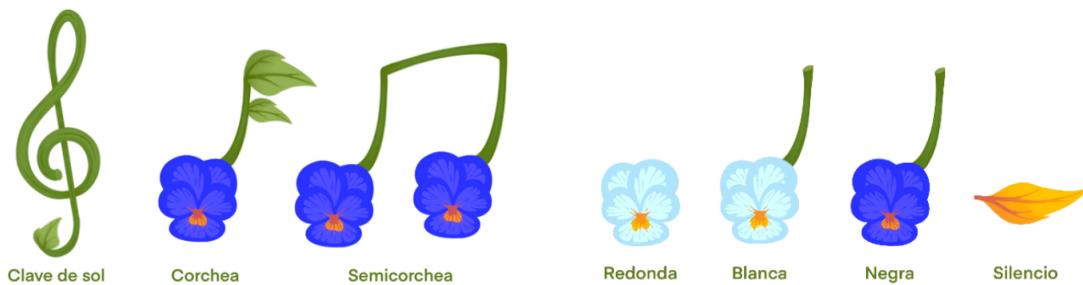


Figura 4.9: Representación visual de las figuras musicales en función de su duración.

Fuente: Realizado por Isabel Xiaowei de San Sebastián, miembro ARTEMIS.

En cada iteración de la aplicación, se carga una melodía de una biblioteca, que el terapeuta puede seleccionar según las necesidades del paciente. Una vez seleccionada, aparece un pentagrama clásico con las notas dispuestas de acuerdo con la melodía. La estética de la aplicación conserva un aspecto natural, y cada nota se representa con un tipo de flor. La flor cambiará dependiendo de la duración de la nota, con las notas negras representadas por flores más oscuras y las notas blancas por flores literalmente blancas. Los silencios se representan con una hoja otoñal caída. Una gran referencia para la aplicación es el editor de melodías de *Animal Crossing: New Horizons* (Nintendo, 2020a), que permite la creación musical a través de la colocación de notas y silencios, variando la altura de las mismas.

Este enfoque visual ofrece varios beneficios terapéuticos. La representación visual de las notas como flores y hojas ayuda a los pacientes a conectarse emocionalmente con la música, haciendo que la experiencia sea más significativa. Además, la visualización de las notas y silencios facilita la comprensión de la teoría musical, incluso para aquellos sin conocimientos previos. La capacidad de crear y modificar melodías permite a los pacientes expresarse de manera creativa, lo cual puede ser especialmente útil para la liberación emocional y la exploración de sentimientos.

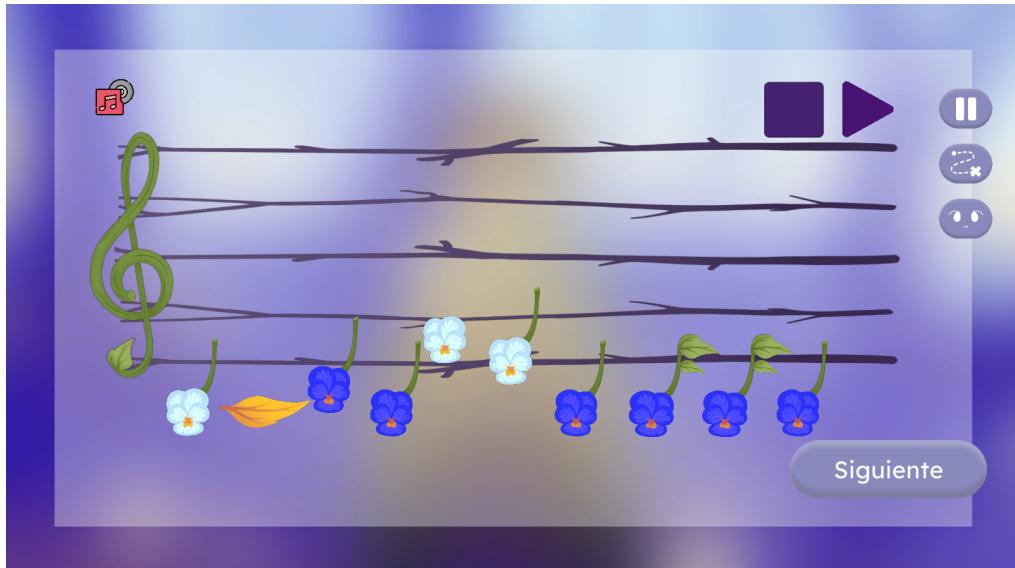


Figura 4.10: Interfaz de la aplicación de melodía floral, mostrando un ejemplo de notas a distintas alturas y con diferentes figuras.

Fuente: Realizado por Elisa Alonso, miembro ARTEMIS.

En la [Figura 4.10](#), se muestra un ejemplo visual de una secuencia de notas con sus respectivas representaciones de duración. Cuando el usuario presiona el botón de inicio (triángulo equilátero horizontal), las notas se reproducirán una a una con las alturas correspondientes y la duración especificada. También es posible modificar las notas mientras la secuencia está en ejecución, lo que permite escuchar los cambios en tiempo real.

Ambas aplicaciones, con el objetivo de permitir que el paciente exprese sus sentimientos, utilizan una serie de elementos únicos que determinan la profundidad del diseño y los casos de uso. Estos elementos permiten al terapeuta adaptar la aplicación y darle al paciente la libertad de expresar cómo se siente. Además, estas aplicaciones no solo están diseñadas para terapias individuales, sino que también ofrecen posibilidades para terapias grupales, facilitando la colaboración y socialización a través de ciertas dinámicas de grupo. En el contexto grupal, estas aplicaciones permiten a los pacientes trabajar juntos en la creación de melodías y compartir sus experiencias emocionales, fortaleciendo así las relaciones interpersonales entre ellos y el terapeuta.

La composición interactiva busca crear un entorno seguro donde los pacientes pueden explorar libremente sus sentimientos, fomentando la autoexpresión. La musicoterapia se complementa significativamente con la composición interactiva digital, aprovechando la capacidad expresiva de la música en entornos digitales. Estos entornos permiten el uso de visuales emocionantes junto con sistemas modulares adaptables a diversas situaciones. En función de la creación musical del paciente y la información que este proporcione al terapeuta, se puede obtener información valiosa para adaptar con mayor facilidad las sesiones terapéuticas.

4.4 Musicoterapia y diseño de videojuegos (serious games)

El diseño de videojuegos y la musicoterapia pueden parecer campos distintos inicialmente, pero tienen varios puntos en común que los vuelven complementarios en un contexto terapéutico. Los videojuegos, diseñados para ser interactivos, mantienen la atención del usuario, siempre que el diseño sea adecuado. Esta interactividad puede ser aplicada en la musicoterapia para involucrar activamente a los pacientes en su terapia. La posibilidad de interactuar con el entorno digital hace la terapia más dinámica y atractiva para el paciente. Además, la gamificación de las terapias mejora la participación de los pacientes. Sin duda, el mayor desafío en la gamificación de terapias es lograr un equilibrio; el juego debe ser interesante pero sin llegar a frustrar al paciente. El objetivo de incorporar el diseño de videojuegos en las terapias de musicoterapia es motivar a los pacientes a participar activamente, con el fin de alcanzar sus objetivos terapéuticos.

Los videojuegos son conocidos por utilizar una combinación de elementos visuales y auditivos para crear experiencias inmersivas, combinadas con la interacción, que es lo que lo diferencia de otros formatos audiovisuales como el cine. En la musicoterapia, estos elementos pueden ser utilizados para fortalecer la conexión emocional del paciente con la música. La creación de estas experiencias interactivas sumergen al paciente en un entorno enriquecido que facilita la expresión emocional. Es importante enfatizar que la motivación que deben tener los pacientes debe ser intrínseca. No debe estar ligada a ninguna recompensa más allá del propio placer de disfrutar jugando. La herramienta tecnológica tiene como objetivo ser un complemento, y que el simple hecho de utilizarla pueda ayudar al paciente sin necesidad de recompensas adicionales. La verdadera recompensa radica en el tránsito emocional, de emociones con connotaciones negativas a emociones con connotaciones positivas. Estas aplicaciones funcionan como un doble usuario donde terapeuta y paciente interactúan para alcanzar los objetivos de la terapia. El videojuego actúa como un núcleo de cooperación entre ambas partes, guiados por el terapeuta, para obtener mejores resultados. Además, el diseño de terapias grupales fomenta la interacción social y el apoyo mutuo entre los pacientes.

Esta línea de investigación, compuesta por dos aplicaciones, se basa en el diseño de videojuegos para crear experiencias interactivas que sean atractivas para el paciente y útiles para el terapeuta en su labor por dirigir la terapia. La primera aplicación, llamada Harmony Heaven, utiliza el concepto de la exploración como un puzzle. La segunda aplicación, Ritmo Vegetal, presenta un puzzle que consiste en resolver una situación aparentemente caótica, pero sin existir una solución incorrecta, ya que esta será subjetiva para el paciente. Nos centraremos en detallar la primera aplicación y dejaremos la segunda para más adelante en el documento. Esto se debe a que la segunda aplicación es la más relevante para este TFG, ya que constituye la base de todo el trabajo del autor en el proyecto ARTEMIS.

4.4.1 Aplicación 1: Harmony Heaven

Harmony Heaven se centra en la resolución de rompecabezas a través de la exploración. El paciente debe ayudar a un personaje a navegar por diferentes niveles que representan situaciones emocionales. Cada nivel se inicia con una emoción específica, en nuestro caso específico, la ansiedad. El objetivo es aprender a organizar y controlar los pensamientos y emociones para avanzar en el juego. Esto se logra a través de la resolución de un rompecabezas que, al ser ordenado, produce una melodía relajante. Los niveles, que cuentan con elementos del género de plataformas, tienen una jugabilidad en dos dimensiones. Harmony Heaven se inspira en juegos como *Gris* (Nomada Studio, 2018), *Journey* (thatgamecompany, Tricky Pixels & SIE Santa Monica Studio, 2012) y *Flower* (thatgamecompany & Bluepoint Games, 2009), en términos de jugabilidad, estética y diseño sonoro.



Figura 4.11: Imágenes de referencia sobre las inspiraciones que se han tomado para Harmony Heaven.

Fuente: Capturas recogidas de las respectivas páginas web. Se pueden encontrar en la referencia bibliográfica del videojuego.



Figura 4.12: Concepto de puzzle de la aplicación Harmony Heaven.

Fuente: Realizado por Gonzalo Blanco, miembro ARTEMIS.

El puzzle por exploración consta de dos partes. En la fase de exploración, el paciente debe buscar piezas ocultas, mientras que en la fase de resolución, estas piezas se utilizan para resolver un puzzle musical. Las piezas deben colocarse a la altura correcta para que la melodía suene

adecuadamente. Como se muestra en la [Figura 4.12](#), las piezas colocadas correctamente están rodeadas de un círculo, mientras que las 'X' marcan los lugares donde se ha cometido un error.

4.5 UX/UI interacción y branding

La línea de investigación de experiencia e interfaz de usuario se enfoca en la creación de la imagen de marca y en la integración interactiva de la aplicación, basándose en el estilo visual del proyecto. También se centra en realizar un trabajo detallado en la arquitectura de la información para garantizar que la interfaz de usuario sea intuitiva y fácil de navegar. Esto incluye la organización de menús, botones y otros elementos interactivos.

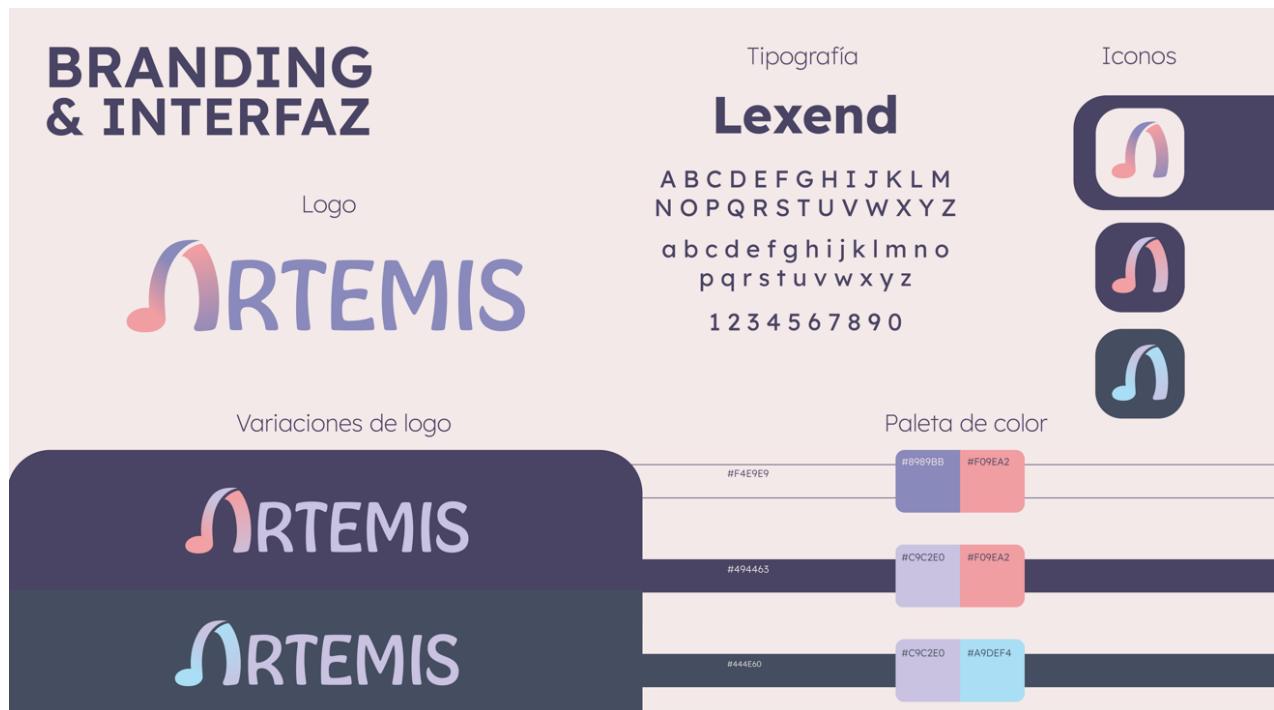


Figura 4.13: Imagen principal de marca del proyecto ARTEMIS.

Fuente: Realizado por Veja Zilakauskaite, miembro ARTEMIS.

La [Figura 4.13](#) contiene toda la información esencial sobre la imagen de marca del proyecto ARTEMIS. Esta incluye los logotipos e iconos, junto con la tipografía que se ha utilizado a lo largo del proyecto. El ícono, que representa una nota musical con forma de 'A' derivada del nombre del proyecto, simboliza el objetivo del proyecto: la transición suave y progresiva entre emociones.

4.6 Ritmo vegetal: Una experiencia rítmica para mejorar el bienestar emocional

Esta sección es la más relevante del desarrollo de este TFG, ya que conforma todo el trabajo del autor y su tutor sobre el proyecto ARTEMIS. Discutiremos en detalle el proceso de desarrollo, enfocándonos en cada fase de la creación de la experiencia rítmica interactiva. El enfoque de este desarrollo, según la metodología descrita, se divide en varias fases comunes al desarrollo de videojuegos. Estas fases incluyen la preproducción y la producción.

4.6.1 Preproducción: Prerrequisitos

El punto de partida de esta aplicación se ciñe a una serie de requisitos que fueron estipulados antes del comienzo del proyecto. El videojuego debía ser rítmico/musical para correlacionarse con la teoría y práctica de la musicoterapia, y ser compatible con este tipo de terapia. Además, tenía que ser modular para adaptarse a diferentes rangos de edades y emociones de estudio, si el proyecto escalaba en el futuro. También era importante que el jugador (paciente) no sólo interactuara, sino que también fuera creador, construyendo nuevos recursos a partir de los proporcionados por la experiencia. Por encima de todo, la aplicación debía alcanzar el objetivo principal del proyecto ARTEMIS: facilitar la transición de emociones con connotaciones negativas a emociones con connotaciones positivas. Se mencionan el término emociones con connotaciones dado que las emociones en sí mismas no son ni positivas ni negativas, aunque las connotaciones sí lo sean. En realidad, las emociones pueden ser potenciadoras o limitantes, y ambas son igual de importantes. Desde el principio, no se había decidido cuál sería la emoción a estudiar. Por lo tanto, se creó una tabla que comparaba las emociones limitantes con sus respectivas emociones potenciadoras, para facilitar la elección de esta.

| EMOCIÓN LIMITANTE | EMOCIÓN POTENCIADORA |
|-------------------------|---------------------------|
| Decepción | Entusiasmo/Satisfacción |
| Frustración/Indignación | Motivación/Pasión/Ilusión |
| Tristeza | Felicidad/Alegría |
| Miedo | Bienestar |
| Soledad | Amor/Esperanza |
| Asco | Afecto |
| Estrés/Ansiedad/Agobio | Diversión/Humor |
| Ira | Amor |
| Aburrimiento | Diversión/Humor |
| Preocupación | Bienestar |

Tabla 4.1: Comparación de emociones limitantes contra sus respectivas potenciadoras.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, decidimos que el objeto de estudio sería la ansiedad. Sin embargo, necesitábamos seleccionar un grupo social para esta primera iteración del proyecto. Al principio, consideramos que el grupo objetivo debería ser una población vulnerable. Los niños y ancianos parecían un buen punto de partida, pero notamos que, al ser un proyecto basado en tecnología interactiva digital, los niños tendrían una mayor facilidad de uso. Esto nos permitiría enfocarnos en el diseño de la experiencia terapéutica en lugar de adaptar la tecnología a un público específico, aunque no descartamos esta opción para el futuro.

4.6.2 Preproducción: Diseño conceptual

Una vez definidos los prerrequisitos, el siguiente paso es diseñar conceptualmente la experiencia interactiva. El primer desafío que abordamos fue cómo hacer que el jugador (paciente) no solo sea un espectador pasivo de la aplicación, sino que se convierta en un creador activo. El objetivo es que el jugador se involucre más allá de simplemente jugar, sino también crear de manera que influya en el gameplay⁷. Un ejemplo ideal para ilustrar esta idea es *Drawn To Life* (5th Cell, 2007), un videojuego en el que el jugador dibuja el personaje, como se puede observar en la Figura 4.14, que luego utilizará en su aventura.



Figura 4.14: Editor de personajes Drawn To Life.

Fuente: Nintendo (2020b).

Para comenzar a conceptualizar un diseño de videojuego, primero recopilamos en una tabla una serie de referencias del género de los juegos de ritmo. La Tabla 4.2 nos proporcionó una visión del estado actual del mercado de videojuegos en este género e inspiró algunas ideas para nuestro propio desarrollo.

⁷El término gameplay se refiere a la parte jugable de un videojuego. Describe las reglas de funcionamiento y el diseño del videojuego específico al que se hace referencia.

| Nombre | Jugabilidad | Link |
|--|---|---|
| <i>Aracea (Lowiro Limited, 2017)</i> | Similar a Piano Tiles, se incrementa la profundidad al añadir distintas alturas. | https://www.youtube.com/watch?v=ZcF9JQ44_sw |
| <i>Just Shapes & Beats (Berzerk Studio, 2017)</i> | Se basa en esquivar obstáculos, no necesariamente al ritmo de la música, aunque proporciona feedback visual acorde a la música. | https://www.youtube.com/watch?v=2VpqK2E8NRY |
| <i>Beat Saber (Ján Havský, 2018)</i> | Videojuego VR en el que deben romper los bloques al ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=pr4vrynwkwY |
| <i>BPM: Bullets Per Minute (Awe Interactive, 2020)</i> | First Person Shooter en el que las acciones se deben realizar al ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=cq-Ef6s91KyM |
| <i>Crypt of the NecroDancer (Brace Yourself Games & BlitWorks, 2015)</i> | Las acciones están limitadas por casillas y se debe ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=u_avgU1ufyM |
| <i>Cytus (Rayark, 2012)</i> | Similar a Osu!. | https://www.youtube.com/watch?v=k_dibEH4DE |
| <i>Disaster Band (PRODUKTIVKELLER Studios, 2022)</i> | Similar a Trombone Champ pero cooperativo. | https://www.youtube.com/watch?v=prU6dtBEpCI |
| <i>Elite Beat Agents (iNiS, 2005)</i> | Similar a Osu!. | https://www.youtube.com/watch?v=fDfKdhdRbkA |
| <i>Friday Night Funkin' (Newgrounds & ninjamuffin99, 2022)</i> | Similar a Piano Tiles. Caen flechas al ritmo de las canciones, teniendo apoyo visual con el movimiento de los personajes. | https://www.youtube.com/watch?v=xErhpjV8qNI |
| <i>FUSER (Harmonix, 2020)</i> | Simulador de DJ. | https://www.youtube.com/watch?v=Ego_IsxQwII |
| <i>Geometry Dash (RobTop Games, 2013)</i> | Plataformas 2D con scroll lateral. Se deben esquivar obstáculos, y, en función del nivel, al ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=90y6PfzlaE |
| <i>Guitar Hero Live (Ubisoft Leamington, 2015)</i> | Simulador de guitarra. | https://www.youtube.com/watch?v=YJgagY6j6ro |
| <i>Hi-Fi Rush (Tango Frameworks, 2023)</i> | Videojuego de aventura en tercera persona. Las acciones se deben realizar al ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=_GERtWVlhVc |
| <i>The Impossible Game (Fluke Games, 2009)</i> | Plataformas 2D con scroll lateral. Se deben esquivar obstáculos, y, en función del nivel, al ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=iQPExHQZm68 |
| <i>Lost in Harmony (Digixart & Midgar Studio, 2016)</i> | Se basa en esquivar obstáculos, no necesariamente al ritmo de la música, aunque proporciona feedback visual acorde a la música. | https://www.youtube.com/watch?v=zZpumeiaGwJvQ |
| <i>Metal: Hellsinger (The Outsiders, 2022)</i> | First Person Shooter en el que las acciones se deben realizar al ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=k90y6PfzlaE |
| <i>Osu! (Dean Lewis Herbert, 2007)</i> | Los círculos se van cerrando y la interacción debe coincidir con el punto correcto de la canción. | https://www.youtube.com/watch?v=ol6X1pDMNlq |
| <i>PaRappa The Rapper (PlayStation, 1996)</i> | Juego de rap musical. | https://www.youtube.com/watch?v=y3SI4Grases |
| <i>Patapon (SIE Japan Studio, 2007)</i> | Videojuego 2D con scroll lateral. Se deben utilizar diferentes ritmos para realizar diferentes acciones. | https://www.youtube.com/watch?v=Gvd21YW966A |
| <i>Piano Tiles (Umoni Studios, 2014)</i> | Videojuego con interacción táctil. Se debe presionar la tecla del piano en el momento indicado. | https://www.youtube.com/watch?v=kV1WvN0DnTc |
| <i>Pistol Whip (Cloudhead Games, 2019)</i> | Videojuego VR en el que las acciones se deben realizar al ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=mA75FYv6Nzg |
| <i>Rhythm Heaven Fever (Kantar TNS, 2011)</i> | Diferentes minijuegos rítmicos. | https://www.youtube.com/watch?v=zxfHretMhA |
| <i>Sayonara Wild Hearts (Simogo, 2019)</i> | Movimiento híbrido 3D/2D en niveles musicales. | https://www.youtube.com/watch?v=F-RyxYcxSQ4 |
| <i>SingStar (London Studio, 2004)</i> | Simulador de canto. | https://www.youtube.com/watch?v=dNIOui0i4-uU |
| <i>Soundfall (Drastic Games, 2022)</i> | Videojuego Hack&Slash en el que las acciones se deben realizar al ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=IUhempUAW2A |
| <i>Taiko no Tatsujin: Drum Session (Bandai Namco Entertainment, 2017)</i> | Videojuego de tambor rítmico. | https://www.youtube.com/watch?v=t7Yimxud4U1 |
| <i>Theatrhythm Final Bar Line (indieszero, 2023)</i> | Basado en el universo Final Fantasy, cuenta con diferentes minijuegos musicales. | https://www.youtube.com/watch?v=2feG25a3VIQ |
| <i>TLOZ: Cadence of Hyrule (Brace Yourself Games, 2019)</i> | Las acciones están limitadas por casillas y se debe ritmo de la música. | https://www.youtube.com/watch?v=T2vSGCxkYac |
| <i>Trombone Champ (Holy Wow Studios LLC, 2022)</i> | Se debe seguir la melodía de la música, con indicaciones lineales y progresivas, simulando un trombón. | https://www.youtube.com/watch?v=l-w5phrKu7Q |
| <i>VOEZ (Rayark & Esquadra, 2016)</i> | Piano Tiles avanzado donde se intercambian las líneas de notas. | https://www.youtube.com/watch?v=cInSMLRevKo |

Tabla 4.2: Referencias de jugabilidad para el género de videojuegos musicales y de ritmo.

Fuente: Elaboración propia.

Después de analizar la situación actual de los videojuegos musicales, se propusieron dos conceptos de juego basados en los prerequisitos, además de considerando las referencias anteriores. Ambas propuestas se centraban en la figura del paciente como creador, y no como únicamente jugador. El ciclo de juego en ambas propuestas debe ser corto, ya que se centra en terapias que suelen durar entre 30 y 60 minutos, compartiendo tiempo con otras actividades que el terapeuta considere adecuadas.

- **Propuesta Beat 'Em Up:** esta propuesta se inspira en el clásico género Beat 'Em Up, donde el jugador avanza a través de un nivel lineal (comúnmente en dos dimensiones) derrotando enemigos en combate cuerpo a cuerpo. El bucle de juego se divide en dos fases:

- 1) **Fase de creación:** Al igual que un pedal de bucle para guitarras, que reproduce en bucle distintas iteraciones de lo que se toca en el instrumento, el jugador crea los comportamientos de los NPCs a través de varias iteraciones de jugabilidad. Estas iteraciones aumentan en duración hasta llegar a la versión final del personaje. El comportamiento de los NPCs se asemejaría a las sucesivas generaciones de una red neuronal, donde cada generación mejora a la anterior y optimiza su rendimiento en la tarea encomendada. La única diferencia radica en que, en las redes neuronales, el ajuste se realiza de manera aleatoria, basándose en una serie de parámetros establecidos por el usuario. Sin embargo, en nuestra propuesta, el control lo ejerce completamente el jugador. Cuando el jugador esté satisfecho con su creación, avanza a la siguiente fase con la versión del personaje que ha creado.

- 2) **Fase de juego:** En esta fase, la jugabilidad se asemeja más a un Beat 'Em Up convencional, con la particularidad de que las acciones del jugador deben seguir el ritmo de la música. Patapon (SIE Japan Studio, 2007) es la principal referencia para entender esta jugabilidad rítmica.



Figura 4.15: Referencia de jugabilidad de la fase de juego.

Fuente: SIE Japan Studio (2007).

- **Propuesta Lemmings:** esta propuesta se inspira en el clásico *Lemmings* (DMA Design, 1991), en el cual el jugador debe ayudar a los pequeños personajes a alcanzar su meta, construyendo un camino seguro que les permita llegar a su destino. En nuestra propuesta específica, se propone la creación de un camino para que los personajes alcancen el punto final. Esto refuerza el prerequisito del jugador como creador, pero además, la interacción de estos personajes con las plataformas producirá sonidos rítmicos o musicales, generando así música. Así, la creación no solo es una mecánica clave en la jugabilidad, sino que también se adapta para sesiones de musicoterapia, donde el paciente crea música mediante patrones rítmicos.

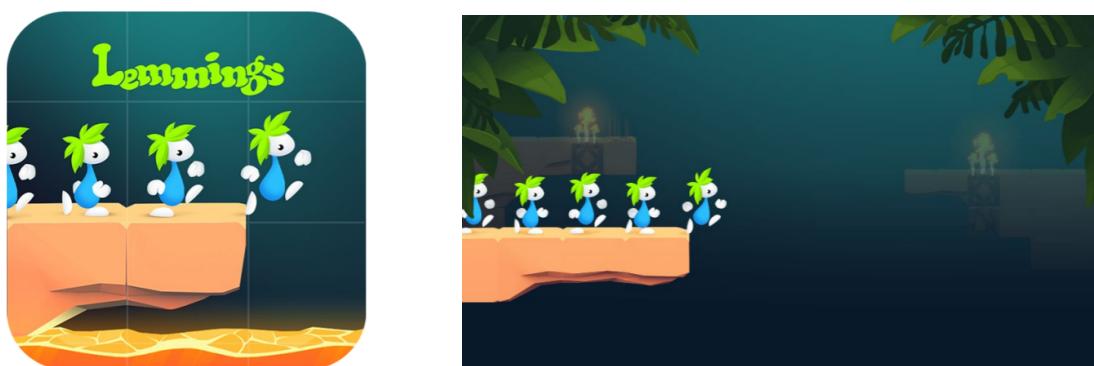


Figura 4.16: Referencia de jugabilidad de la propuesta Lemmings.

Fuente: Exient (2024).

Al revisar ambas propuestas, se decidió que la de los Lemmings sería la elegida debido a su mejor adaptación al proyecto y a los intereses asociados, así como la cantidad de recursos necesarios para su realización. Este se convirtió en el punto de partida para las posteriores iteraciones hasta llegar al resultado final. La primera propuesta se desviaba más de los objetivos terapéuticos y requería más recursos para llevarse a cabo.

4.6.3 Preproducción: Primeras iteraciones

Basándonos en la propuesta seleccionada, realizamos una primera iteración considerando el contexto definido. El primer obstáculo que encontramos fue cómo adaptar las mecánicas del juego para que el ritmo fuera el elemento central. Decidimos que el espacio de juego sería una cuadrícula, debido a su semejanza con un pentagrama con sus respectivas líneas divisorias que separan los distintos compases (como se puede observar en la [Figura 4.17](#)). En la sección [5.3.1](#), se presenta el sistema de cuadrícula programado en C#, el lenguaje que utiliza Unity. Asimismo, en la sección [5.3.2](#), se muestra una herramienta estática que facilita la creación de cada objeto que compone la cuadrícula. La combinación de ambos sistemas permite la creación de cuadrículas de diferentes tamaños. Este elemento de diseño refuerza la adaptabilidad para que el terapeuta pueda gestionar la dificultad de los niveles. Esto es importante en este tipo de terapias, como se observó en la investigación de la literatura.

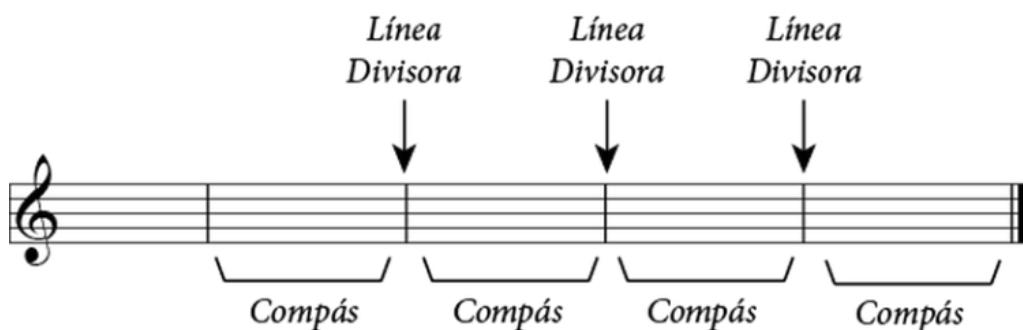


Figura 4.17: Visualización del pentagrama con los distintos elementos que lo componen.

Fuente: Autodidacta ([2020](#)).

En esta cuadrícula se colocan diferentes plataformas que producen sonidos variados dependiendo de la línea en la que se encuentren. El objetivo es simular la estructura de una partitura multi-instrumental, donde cada intérprete lee su línea específica para que, en conjunto, pueda sonar una pieza musical. Esta iteración concreta es la que más se asemeja al videojuego de referencia *Lemmings* (DMA Design, [1991](#)). El objetivo es ayudar a los personajes a cruzar el vacío, creando ritmos con las plataformas situadas en el entorno de juego. Para evitar la frustración del paciente, una plataforma colocada siempre se puede reubicar hasta que el paciente esté satisfecho con su creación.

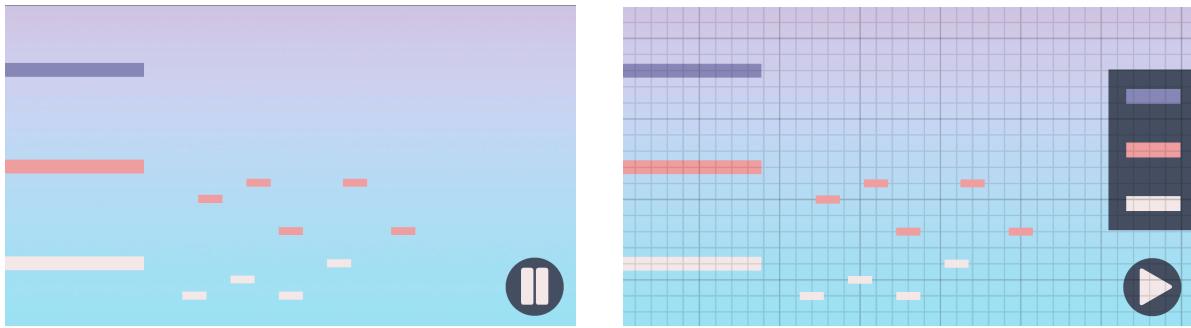


Figura 4.18: Versión final de la primera iteración de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.18, se presenta el entorno de juego. La jugabilidad se divide en dos fases: la fase de juego (4.18(a)) y la fase de creación (4.18(b)). Durante la fase de creación, el tiempo de juego se pausa y se permite al paciente colocar las plataformas a su gusto. Una vez que se reanuda el juego, el tiempo vuelve a fluir con normalidad y los personajes reaccionan a las colisiones con las nuevas plataformas, generando nuevos sonidos. Los recursos, es decir, las plataformas, son ilimitados. El paciente tiene a su disposición la cantidad de plataformas que necesite para crear música. La primera iteración presentó varios problemas. En términos de diseño, el paciente tendría demasiada libertad, lo que podría resultar en una sensación de abrumación similar a la que un escritor experimenta frente a una hoja en blanco. Muchas opciones posibles, pero poca claridad en la concreción de ideas. Además, la simultaneidad de instrumentos no produce una melodía clara, lo cual contradice nuestro objetivo de fomentar la relajación. Como resultado de estos problemas, surgió una segunda iteración centrada en simplificar las mecánicas y la melodía, permitiendo al paciente crear música mientras resuelve un rompecabezas con solución subjetiva.

En esta segunda iteración, las plataformas estarían ya posicionadas en el entorno de juego, eliminando la necesidad de la cuadrícula. Estas plataformas tendrían un movimiento restringido. Algunas solo podrían rotar, mientras que otras solo podrían desplazarse de manera horizontal, vertical, o en ambas direcciones. Los personajes caerían del cielo y al colisionar con las plataformas producirían diferentes sonidos, creando patrones rítmicos que se combinan con una melodía relajante.

Esta última iteración evolucionó en la versión final de la aplicación. A continuación, se explicarán en detalle los aspectos de diseño y desarrollo, tanto mecánicos como musicales, de esta versión final. Todo lo redactado hasta este punto conduce a los siguientes apartados. Estos son el resultado de la combinación del trabajo del autor y su tutora, culminando en una versión final de la aplicación llamada *Ritmo vegetal*.

4.6.4 Producción: Introducción al diseño

Desde la última iteración, las modificaciones realizadas para llegar a esta versión han sido mínimas. Sin embargo, se han tomado ciertas decisiones de diseño, que justificamos por los objetivos de este trabajo y explicaremos en la siguiente sección.

A nivel de diseño, el personaje se lanza desde un cañón ubicado en la esquina inferior izquierda del entorno de juego. Este cañón puede pivotar sobre sí mismo para ofrecer lanzamientos hacia distintas direcciones. El escenario ya cuenta con plataformas colocadas con las que el paciente puede interactuar para obtener diferentes resultados musicales. Estas plataformas tienen limitaciones de movimiento: algunas pueden solo rotar, mientras que otras pueden desplazarse de manera horizontal, vertical, o en ambas direcciones. +

El puzzle sonoro se consigue mediante la interacción del paciente con todos los elementos que se le presentan, desde los distintos movimientos de las plataformas como la rotación del cañón. El diseño del rompecabezas, a nivel conceptual, se basa en los principios del diseño tradicional de puzzles en videojuegos, e incluso en la vida real. La satisfacción de un puzzle radica en pensar cómo resolverlo. Una vez encontrada la solución, el puzzle ya no ofrece la misma satisfacción. El objetivo de este puzzle es motivar al jugador a continuar jugando, simplemente por la satisfacción de encontrar una solución que le agrade. Por eso, este puzzle no tiene una solución concreta. En cambio, se guía por el gusto subjetivo del jugador, quien deberá encontrar una combinación de posiciones de los elementos del juego que cree una combinación melódica y rítmica que le satisfaga personalmente.

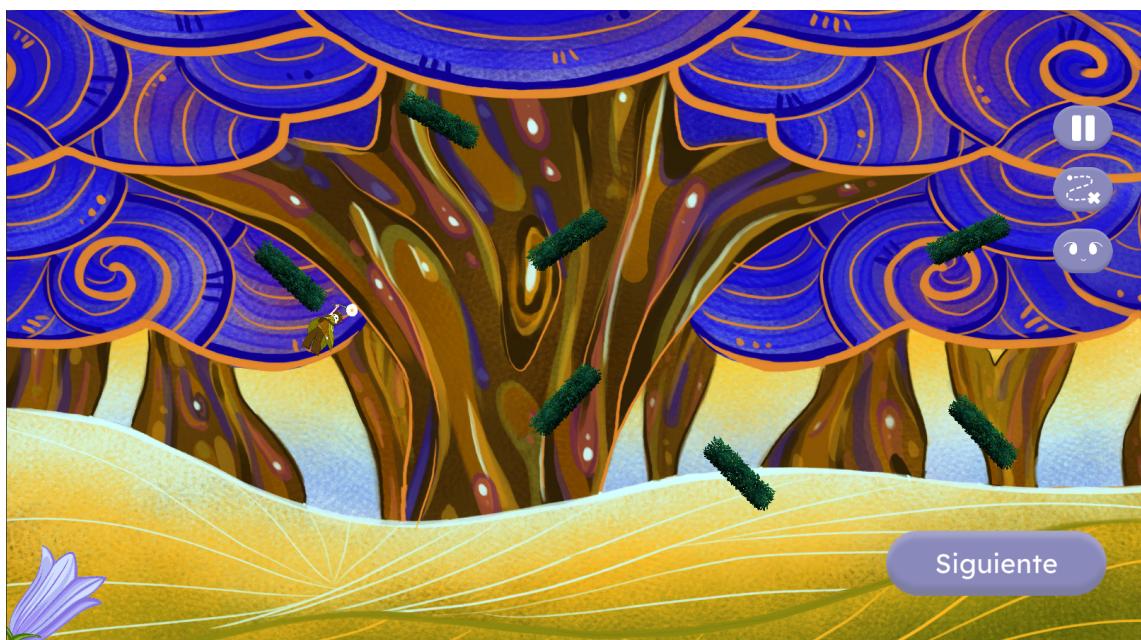


Figura 4.19: Captura de la actual jugabilidad de la aplicación de Ritmo Vegetal.

Fuente: Elaboración propia.

Las plataformas producen diferentes sonidos, creando una secuencia melódica dependiendo de cómo el paciente interactúe con la aplicación. Sin embargo, algunos sonidos obligan a la secuencia a terminar, por lo que es más probable que el paciente lo coloque al final de esta.

4.6.5 Producción: Decisiones de diseño

Todas las decisiones de diseño se fundamentan en las investigaciones realizadas dentro del marco teórico de este trabajo. Comenzando con el tipo de musicoterapia en el que se basa la aplicación. La musicoterapia activa es la modalidad sobre la que está construida la aplicación, reforzando el objetivo principal de convertir al paciente en un creador. La musicoterapia receptiva o pasiva no es adecuada para esta aplicación, ya que no se alinea con sus objetivos. La musicoterapia activa permite que el terapeuta guíe al paciente durante el proceso de creación. Este proceso de creación se relaciona con la composición, en la que el paciente, con la ayuda del terapeuta, crea una pieza musical (la secuencia musical del juego) en una partitura (el entorno del juego).

En cuanto a la relación con los elementos de diseño de videojuegos serios, el componente esencial es la simplicidad de las mecánicas de juego. Esta simplicidad permite a los pacientes comprender rápidamente su contexto. Con un enfoque terapéutico, la aplicación se centra en el usuario y sus necesidades, permitiendo que el terapeuta se adapte a las necesidades específicas del paciente. Dependiendo de la dificultad deseada para la terapia, los niveles pueden personalizarse. La interactividad de la aplicación proporciona retroalimentación inmediata, lo que permite al paciente ver los resultados instantáneamente y actuar en consecuencia.

4.6.6 Producción: Desarrollo

Programación

Los sistemas de programación de la aplicación se basan en los principios SOLID (Single Responsibility, Open/Closed, Liskov Substitution, Interface Segregation y Dependency Inversion), además se ha programado bajo el paradigma de la programación orientada a objetos, que es el que se utiliza en el desarrollo de videojuegos moderno. El sistema de objetos interactuables usa herencia e interfaces para otorgar funcionalidades específicas a cada tipo de objeto. Esto permite que añadir nuevos tipos de objeto en el futuro sea una tarea sencilla, sin necesidad de una gran revisión del código anterior. Se puede observar en la [Figura 4.20](#) cómo se ha dispuesto la herencia del sistema y en el apartado [5.4](#) del anexo se puede revisar el código en detalle. Cada tipo de plataforma implementa una interfaz específica que describe cómo se ejecuta el movimiento. Esto permite caracterizar los diferentes elementos del juego basándose en el tipo de movimiento que deben realizar.

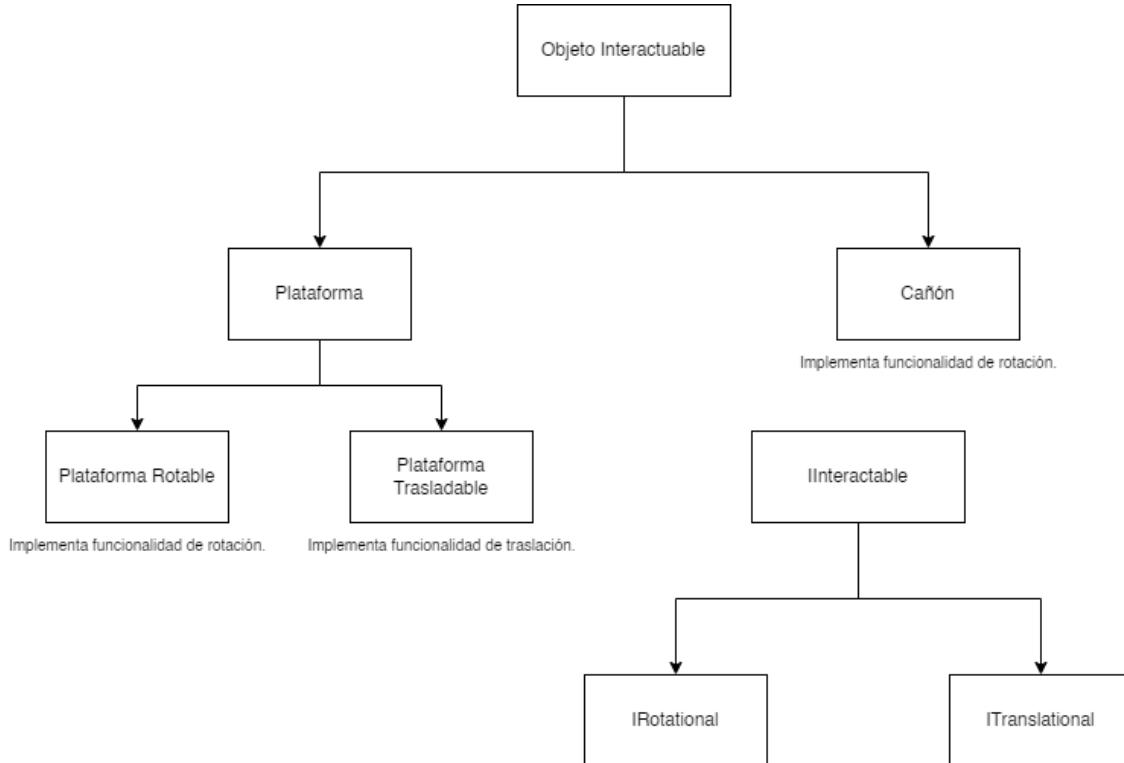


Figura 4.20: Diagrama de flujo que muestra el sistema de herencia de los objetos interactuables.

Fuente: Elaboración propia.

Además, se ha utilizado el patrón de diseño Singleton, que permite que una única instancia de una clase se comunique fácilmente con el resto de las clases en la estructura. Se creó un Singleton genérico que se pudiera aplicar a cualquier tipo de clase (sección 5.5.1 del anexo) y luego se implementó en el gestor del juego (sección 5.5.2 del anexo). Los elementos del juego que dependen directamente del bucle principal, se comunican con el gestor del juego sin necesidad de referencias implícitas a esa clase en específico.

Audio

El audio creado en FMOD se ha organizado en bancos y grupos según su categoría. Las dos categorías que derivan directamente del máster son los efectos de sonido y la música. Esta organización nos permite gestionar los volúmenes individuales de cada grupo para lograr un estado de audio equilibrado, que permite la normalización conjunta. Los elementos simples como las colisiones de las plataformas, se han sonorizado con golpes instrumentales básicos. Sin embargo, la música se ha construido en 3 capas que van intercalándose aleatoriamente durante el transcurso del juego y que hacen que la experiencia se sienta un poco más viva.

Para descargar la versión ejecutable de la aplicación haga clic en este [enlace](#).

Capítulo 5

Conclusiones

5.1 Conclusión

La ansiedad es una emoción común en la vida humana, presente desde la niñez hasta la vejez. Es probable que tengamos que lidiar con sus síntomas en algún momento de nuestras vidas. El proyecto ARTEMIS se creó para proporcionar soporte digital a las terapias psicológicas enfocadas en el tratamiento de las emociones con connotaciones negativas mediante la musicoterapia. Para esta etapa del proyecto en concreto, la investigación se centró alrededor del tratamiento de la ansiedad. Al inicio de este TFG, se fijaron unos objetivos generales y específicos que se alinearon con los del proyecto ARTEMIS. El objetivo principal se ha centrado en desarrollar una aplicación con enfoque de videojuego serio, basándose en los principios del proyecto. Los objetivos secundarios, en cambio, han incluido el estudio de estructuras musicales para identificar patrones que los pacientes puedan integrar en sus creaciones musicales, así como el análisis del impacto de las experiencias interactivas digitales en las prácticas tradicionales de musicoterapia.

A lo largo del trabajo se han cumplido los distintos objetivos en sus respectivas secciones. Tanto el estudio de las estructuras musicales como el análisis del impacto de las experiencias interactivas digitales en musicoterapia se han realizado en el marco teórico. Con el conocimiento de las figuras rítmicas y el proceso de composición, se pueden crear piezas musicales que relajen al paciente. Además, si la pieza es creada por el propio paciente, la satisfacción en su creación es subjetiva, facilitando el proceso de mejora. Las experiencias interactivas digitales no solo aumentan la interacción entre el terapeuta y el paciente, sino que también sitúan a ambos en una situación de doble usuario donde pueden cooperar para alcanzar el objetivo principal de la terapia. Es importante destacar que la adaptabilidad de este formato permite al terapeuta ajustar las terapias fácilmente según las necesidades del paciente. Lograr cumplir ambos objetivos desemboca en el desarrollo de la aplicación que no solo debe ser funcional desde un punto de vista terapéutico, sino que también debe tener la capacidad de establecer una conexión emocional entre el terapeuta y el paciente para facilitar una comunicación efectiva.

En rasgos generales, la investigación se enfocó en los pilares fundamentales del proyecto ARTEMIS: las emociones (específicamente la ansiedad), el ritmo y la creación musical, la musicoterapia y el desarrollo de videojuegos serios. Todos estos temas, que abarcan las áreas de conocimiento de la psicología, la música y los videojuegos, se exploraron a fondo en el marco teórico. En primer lugar, se definieron el ritmo y sus componentes principales (pulso, tempo y métrica) utilizando diversas fuentes. Citamos a Castellanos (2009) y su explicación de cómo el ritmo juega un papel esencial en la música, permitiendo marcar el tiempo de una pieza musical. Es similar a cómo miramos el reloj para realizar ciertas acciones. Además, el ritmo, siendo un movimiento cíclico, tiene una gran relación con la inhalación y exhalación de la respiración. Este aspecto confiere al ritmo un potencial terapéutico de grandes dimensiones.

Se exploró también el proceso de composición musical y las diversas maneras de componer música. Utilizamos el trabajo de Bayego y Santaliestra (2004) para investigar los diferentes niveles de creatividad que otorgan diversas habilidades en la creación. Es importante destacar la diferencia entre la improvisación libre y la composición guiada. Ambos tipos de creación son útiles en entornos terapéuticos y, combinados con las diferentes formas de generar música, brindan a los terapeutas un abanico de opciones para sus sesiones. Sin embargo, es necesario evaluar las necesidades del paciente para determinar qué tipo de creación musical se debe utilizar. En relación con el oyente de música, existe un término conocido como expectativa musical que juega un papel crucial en el manejo de las emociones. Senabre (2019) expone una serie de teorías que fundamentan la expectativa musical. Estas teorías nos ayudan a comprender qué espera un paciente de su creación musical y cómo podemos ayudarle a alcanzar un resultado satisfactorio.

Para comprender la situación de un paciente con síntomas de ansiedad, fue necesario definir esta emoción, los tipos de trastornos que existen y sus tratamientos. Aunque nuestro caso de estudio está enfocado en las terapias psicológicas para tratar la ansiedad, también ampliamos la información para incluir tratamientos farmacológicos con el mismo objetivo. Se examinó la relación entre esta emoción y la musicoterapia. Antes de hacerlo, definimos qué es la musicoterapia. Nos basamos en World Federation of Music Therapy (2024), una federación especializada en musicoterapia, para comprender el verdadero significado de las terapias basadas en música. Observamos que la musicoterapia se divide en dos modalidades: activa y receptiva. En la musicoterapia activa, el paciente se encuentra en un contexto donde él es el creador de la música, mientras que en la musicoterapia receptiva, el paciente escucha música grabada o interpretada en vivo por el terapeuta. La elección entre una u otra modalidad recae en el terapeuta, quien debe evaluar las circunstancias del paciente para tomar tal decisión. Se ha demostrado que la música es un componente poderoso en el tratamiento de la ansiedad. Un estudio realizado por Sepúlveda-Vildósola et al. (2014) mostró que la musicoterapia reducía drásticamente los niveles de ansiedad en pacientes infantiles con cáncer.

Finalmente, se exploraron los elementos de diseño que definen al videojuego serio, enfatizando las características que lo distinguen del formato tradicional del videojuego. Se especificó en los diferentes campos de aplicación de los videojuegos serios, como la educación o la salud, proporcionando ejemplos de desarrollos específicos cuyo objetivo era otorgar una mejora a los usuarios en cada campo particular. La investigación culminó con una recopilación de videojuegos serios para la salud, detallando sus objetivos, los elementos de diseño que incluyen y cómo podrían ser útiles en nuestro desarrollo. *Operation Quest* (de Matos de Lima y Zerbetto, 2024), por su enfoque hacia el público infantil; *SPARX* (Merry et al., 2013), por su narrativa que explica al paciente su situación; *Flow* (Chen y Clark, 2006), por su simplicidad mecánica; y *Deep VR* (Explore Deep Limited, 2021), por su ambiente inmersivo e innovadoras aplicaciones de interacción, proporcionan una perspectiva amplia de los objetivos del proyecto ARTEMIS.

Se decidió adoptar una metodología que imita los procesos de desarrollo de un videojuego tradicional. Las características principales en la creación de un videojuego incluyen la definición de requisitos antes de comenzar, la conceptualización y diseño de las mecánicas del juego, y el desarrollo iterativo. En nuestro caso específico, para ofrecer un diseño de juego sólido, es necesario fundamentar todas las decisiones de diseño en las investigaciones realizadas previamente. Hemos utilizado tecnologías que facilitan la creación de experiencias digitales interactivas, como Unity, la gestión de audio a través de FMOD, y el trabajo colaborativo en repositorios como GitHub. En combinación con la metodología estipulada, estas herramientas nos han permitido desarrollar una aplicación interactiva de musicoterapia, sin requerir que el equipo esté en el mismo lugar o tiempo. Aplicando esta metodología, se logró desarrollar un sistema interactivo en el que el paciente puede disfrutar de la creación musical como si resolviera un rompecabezas sonoro. La solución se encuentra en la satisfacción personal del paciente.

En conclusión, analizar el impacto de las experiencias digitales interactivas en las sesiones de musicoterapia mostró que estas no solo proporcionan un medio adaptativo que permite al terapeuta personalizar las terapias según las necesidades del paciente, sino que también sumergen al paciente en un entorno visual y sonoro artístico que puede ser más efectivo que las terapias tradicionales. Este formato permite al terapeuta tener un registro en tiempo real de la interacción del paciente con la aplicación, lo que posibilita el análisis de las necesidades del paciente al instante. Para el usuario, los efectos de la terapia son inmediatos debido a la interacción instantánea. En cuanto al desarrollo de la aplicación, que se basa en la modalidad de musicoterapia activa, se fundamenta en la investigación realizada. Combina las contribuciones de diferentes referencias para crear un puzzle sonoro relajante en el que los pacientes pueden disfrutar creando música y asienta las bases de una posible ampliación futura hacia un alcance de emociones más allá de la ansiedad. La satisfacción de la resolución de este puzzle reside en la búsqueda subjetiva de una solución auditiva agradable.

Este Trabajo Final de Grado no tiene pruebas empíricas que demuestren la utilización de esta aplicación en situaciones con pacientes reales; se fundamenta únicamente en las investigaciones realizadas. Aunque la intención inicial era utilizar la aplicación en terapias reales llevadas a cabo por los psicólogos asociados al proyecto ARTEMIS, la falta de tiempo impidió que esto ocurriera en esta primera etapa del proyecto. Haber podido comprobar la eficacia y recibir retroalimentación de los pacientes infantiles que sufren síntomas de algún tipo de ansiedad, nos habría permitido crear un producto final más iterado y pulido.

5.2 Líneas de investigación futuras

Aunque el proyecto ARTEMIS se ha centrado inicialmente en la ansiedad, tiene como objetivo expandir gradualmente su enfoque para tratar otras emociones a través de la musicoterapia. El desarrollo de esta aplicación establece las bases para un sistema complementario a las sesiones de terapia tradicional del terapeuta. El uso de un medio digital interactivo para el desarrollo ofrece un comportamiento modular que permite una gran escalabilidad del proyecto. Con el arte y las líneas narrativas ya definidos, la investigación de emociones adicionales solo requerirá identificar los problemas asociados con esas emociones y cómo tratarlos. El contexto artístico y narrativo ya está establecido.

Bibliografía

- 5th Cell. (2007). *Drawn To Life*. <https://drawntolifegame.com>
- American Psychological Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™, 5th ed.* American Psychiatric Publishing, Inc. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- American Psychological Association. (2020). Anxiety. <https://www.apa.org/topics/anxiety>
- Ariel Manzur & Juan Linietsky. (2001). *Godot Engine*. <https://godotengine.org>
- ASCII Corporation & Enterbrain. (1992). *RPG Maker*. <https://www.rpgmakerweb.com>
- Autodidacta. (2020). Aprendo música [En línea; Accedido el 12 de junio de 2024]. <https://mirepertorio.com/2020/04/26/pentagrama-compas-figuras-musicales-teoria/>
- Awe Interactive. (2020). *BPM: Bullets Per Minute*. <https://www.bulletsperminute.com>
- Baldwin, D. S., Anderson, I. M., Nutt, D. J., Allgulander, C., Bandelow, B., den Boer, J. A., Christmas, D. M., Davies, S., Fineberg, N., Lidbetter, N., Malizia, A., McCrone, P., Nabarro, D., O'Neill, C., Scott, J., van der Wee, N., & Wittchen, H.-U. (2014). Evidence-based pharmacological treatment of anxiety disorders, post-traumatic stress disorder and obsessive-compulsive disorder: A revision of the 2005 guidelines from the British Association for Psychopharmacology [PMID: 24713617]. *Journal of Psychopharmacology*, 28(5), 403-439. <https://doi.org/10.1177/0269881114525674>
- Bandai Namco Entertainment. (2017). *Taiko no Tatsujin: Drum Session*. <https://en.bandainamcoent.eu/taiko-no-tatsujin/taiko-no-tatsujin-drum-session>
- Barlow, D. H. (2002). *Anxiety and its disorders : the nature and treatment of anxiety and panic*. Guilford Press. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Lx9hf-3ZJCQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Anxiety+and+its+disorders:+The+nature+and+treatment+of+anxiety+and+panic,+2nd+ed.&ots=WjtrGxiK9l&sig=FRLuQfExc_VaPdIiLOyKLip8iXo#v=onepage&q=Anxiety%20and%20its%20disorders:%20The%20nature%20and%20treatment%20of%20anxiety%20and%20panic,%202nd%20ed.&f=false
- Bayego, D. D. M. À. S., & Santaliestra, D. J. R. S. (2004). UNIVERSIDAD DE BARCELONA FACULTAD DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA EXPRESIÓN MUSICAL Y CORPORAL.
- Bensimon, M., Amir, D., & Wolf, Y. (2008). Drumming through trauma: Music therapy with post-traumatic soldiers. *The Arts in Psychotherapy*, 35(1), 34-48. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aip.2007.09.002>
- Berzerk Studio. (2017). *Just Shapes & Beats*. <https://www.justshapesandbeats.com>
- Bouchard, S., Dumoulin, S., Robillard, G., Guitard, T., Klinger, É., Forget, H., Loranger, C., & Roucaut, F. X. (2017). Virtual reality compared with in vivo exposure in the treatment of social anxiety disorder: A three-arm randomised controlled trial (2018/01/02). *British Journal of Psychiatry*, 210, 276-283. <https://doi.org/DOI:10.1192/bjp.bp.116.184234>
- Brace Yourself Games. (2019). *TLOZ: Cadence of Hyrule*. <https://braceyourselfgames.com/cadence-of-hyrule/>

- Brace Yourself Games & BlitWorks. (2015). *Crypt of the NecroDancer*. <https://braceyourselfgames.com/crypt-of-the-necrodancer/>
- Brunotts, K. (2021). *¿Qué es el tempo en la música?* [En línea; Accedido el 7 de junio de 2024]. <https://emastered.com/es/blog/what-is-tempo-in-music>
- Bruscia, K. E. (1998). *Musicoterapia: Métodos y prácticas*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7In8hGYvIt8C&oi=fnd&pg=PR9&dq=tipos+de+musicoterapia&ots=uyobpODQiJ&sig=b7oe3smLGrQjEwuFU-eKg14RJII#v=onepage&q=tipos%20de%20musicoterapia&f=false>
- Cabrera, I. M. (2013). Influence of music on emotions: a brief review. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4766791>
- Castellanos, M. (2009). *ARSIS y THESIS*. [En línea; Accedido el 10 de junio de 2024]. <https://amigosdelconservatorio.blogspot.com/2009/05/arsis-y-thesis.html>
- Chen, J., & Clark, N. (2006). *Flow*. <https://thatgamecompany.com/flow/#/>
- Clark, D., & Beck, A. (2011). *Cognitive Therapy of Anxiety Disorders: Science and Practice*. Guilford Publications. <https://books.google.es/books?id=QpG9NvKh7L0C>
- Cloudhead Games. (2019). *Pistol Whip*. <https://www.cloudheadgames.com/pistol-whip>
- Collodi, C. (1883). *Las Aventuras de Pinocho* (1º). Libreria Editrice Felice Paggi.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. 59(2), 661-686. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Craske, M. G., Kircanski, K., Zelikowsky, M., Mystkowski, J., Chowdhury, N., & Baker, A. (2008). Optimizing inhibitory learning during exposure therapy. *Behaviour Research and Therapy*, 46(1), 5-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.brat.2007.10.003>
- Craske, M. G., & Stein, M. B. (2016). Anxiety [doi: 10.1016/S0140-6736(16)30381-6]. *The Lancet*, 388, 3048-3059. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30381-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30381-6)
- Cursos de Composición Musical. (2024). *Métrica y compás musical* [En línea; Accedido el 7 de junio de 2024]. <https://composicionmusical.es/metrica-y-compas-musical/>
- de Matos de Lima, S., & Zerbetto, L. (2024). *Operation Quest*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.HospitalItalianodeBuenosAires.OperationQuest&hl=es>
- Dean Lewis Herbert. (2007). *Osu!* <https://osu.ppy.sh>
- Delgado, E. C., Cera, D. X. D. L., Lara, M. F., & Arias, R. M. (2021). GENERALIDADES SOBRE EL TRASTORNO DE ANSIEDAD.
- Díaz, C. A. G., Luna, A., Dávila, A., & Salgado, M. J. (2010). *Psychología: avances de la disciplina*. (Vol. 4). Universidad de San Buenaventura (USB), Bogotá. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4923985>
- Dixxit & Midgar Studio. (2016). *Lost in Harmony*. <https://www.nintendo.com/us/store/products/lost-in-harmony-switch/>
- DMA Design. (1991). *Lemmings*. <https://www.lemmingsuniverse.net/games.html>
- Drastic Games. (2022). *Soundfall*. <https://www.sound-fall.com>
- Electronic Arts. (2014). *The Sims 4*. <https://www.ea.com/games/the-sims/the-sims-4>
- Epic Games. (1998). *Unreal Engine*. <https://www.unrealengine.com/en-US>
- Etecé, E. (2021). *Ritmo* [En línea; Accedido el 7 de junio de 2024]. <https://concepto.de/ritmo-2/>
- Exient. (2024). Lemmings [En línea; Accedido el 4 de junio de 2024]. <https://exient.io/games/lemmings/>
- Explore Deep Limited. (2021). *Deep*. <https://www.exploreddeep.com>
- Ferguson, C. J., & Olson, C. K. (2013). Friends, fun, frustration and fantasy: Child motivations for video game play. *Motivation and Emotion*, 37, 154-164. <https://doi.org/10.1007/s11031-012-9284-7>

- Fluke Games. (2009). *The Impossible Game*. <https://impossible.game>
- FMOD Studio. (2024). FMOD Studio: The adaptive audio solution for games [En línea; Accedido el 2 de junio de 2024]. <https://www.fmod.com/studio>
- Fond, G., Faugere, M., Boyer, L., Peri, P., Stephan, F., Moliere, F., Anguill, L., Bennabi, D., Haffen, E., Bouvard, A., Walter, M., Samalin, L., Llorca, P. M., Genty, J. B., Leboyer, M., Holtzmann, J., Nguon, A. S., Rey, R., Horn, M., ... Richieri, R. (2023). Long-term benzodiazepine prescription in treatment-resistant depression: A national FACE-TRD prospective study. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 126, 110779. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2023.110779>
- Freitas, S., & Liarokapis, F. (2011, octubre). Serious Games: A New Paradigm for Education? https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_2
- Graafland, M., Schraagen, J. M., & Schijven, M. P. (2012). Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *British Journal of Surgery*, 99(10), 1322-1330. <https://doi.org/10.1002/bjs.8819>
- Harmonix. (2020). *FUSER*. <https://www.playstation.com/es-es/games/fuser/>
- Hayes, S. C., Strosahl, K. D., & Wilson, K. G. (2012). *Acceptance and commitment therapy: The process and practice of mindful change*, 2nd ed. Guilford Press.
- Hofmann, S. G., Asnaani, A., Vonk, I. J. J., Sawyer, A. T., & Fang, A. (2012). The Efficacy of Cognitive Behavioral Therapy: A Review of Meta-analyses. *Cognitive therapy and research*, 36, 427-440. <https://doi.org/10.1007/s10608-012-9476-1>
- Holy Wow Studios LLC. (2022). *Trombone Champ*. <https://www.trombonechamp.com>
- indieszero. (2023). *Theatrhythm Final Bar Line*. <https://www.square-enix-games.com/games/theatrhythm-final-bar-line>
- iNiS. (2005). *Elite Beat Agents*. https://nintendo.fandom.com/wiki/Elite_Beat_Agents
- Ján Ilavský. (2018). *Beat Saber*. <https://beatsaber.com>
- Jiménez Izarra, C. (2017). Musicoterapia para el tratamiento de la ansiedad, depresión y somatizaciones Estudio de un caso. *Revista de Investigación en Musicoterapia*, 1, 85-105. <https://doi.org/10.15366/rim2017.1.006>
- Jones, M. R. (1976). Time, our lost dimension: Toward a new theory of perception, attention, and memory. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0033-295X.83.5.323>
- Kantar TNS. (2011). *Rhythm Heaven Fever*. https://rhythmheaven.fandom.com/wiki/Rhythm_Heaven_Fever
- Kessler, R. C., Chiu, W. T., Demler, O., & Walters, E. E. (2005). Prevalence, Severity, and Comorbidity of 12-Month DSM-IV Disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Archives of General Psychiatry*, 62(6), 617-627. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.62.6.617>
- Lampit, A., Hallock, H., & Valenzuela, M. (2014). Computerized Cognitive Training in Cognitively Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Effect Modifiers. *PLOS Medicine*, 11(11), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
- Larson, S. (2002). Musical Forces, Melodic Expectation, and Jazz Melody. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 19(3), 351-385. Consultado el 10 de junio de 2024, desde <http://www.jstor.org/stable/10.1525/mp.2002.19.3.351>
- London Studio. (2004). *Singstar*. <http://singstar.com/country-selector.html>
- Lowiro Limited. (2017). *Arcaeia*. <https://arcaeia.lowiro.com/en>
- Mark Overmars. (1999). *Game Maker Studio*. <https://gamemaker.io/en>
- Martín, M. (2024). ¿Qué es la composición musical? Fundamentos, elementos y técnicas [En línea; Accedido el 10 de junio de 2024]. <https://www.domestika.org/es/blog/12027-que-es-la-composicion-musical-fundamentos-elementos-y-tecnicas>

- Merry, S., Stasiak, K., Lucassen, M., Sepherd, M., & Flemming, T. (2013). SPARX. <https://www.sparx.org.nz>
- Meyer, L. B. (1956). *Emotion and Meaning in Music*. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226521374.001.0001>
- Minnesota Educational Computing Consortium. (1971). *The Oregon Trail*. <https://oregontrail.ws>
- Naylor, K. T., Kingsnorth, S., Lamont, A., McKeever, P., & Macarthur, C. (2011). The Effectiveness of Music in Pediatric Healthcare: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011, 1-18. <https://doi.org/10.1155/2011/464759>
- Newgrounds & ninjamuffin99. (2022). *Friday Night Funkin'*. <https://ninja-muffin24.itch.io/funkin>
- Nintendo. (2020a). Animal Crossing: New Horizons. <https://animalcrossing.nintendo.com/new-horizons/es/>
- Nintendo. (2020b). Drawn to Life: Two Realms [En línea; Accedido el 2 de junio de 2024]. <https://www.nintendo.com/es-es/Juegos/Programas-descargables-Nintendo-Switch/Drawn-to-Life-Two-Realms-1888928.html>
- Nomada Studio. (2018). Gris. [En línea; Accedido el 2 de junio de 2024]. <https://www.devolverdigital.com/games/gris>
- Olmedo, R., & Espada, G. R. (2014). Movimientos hacia la improvisación libre Condiciones de posibilidad de un acontecimiento estético en la clínica musicoterapéutica. <https://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC127562.pdf>
- Orgilés, M., Méndez, X., Espada, J. P., Carballo, J. L., & Piqueras, J. A. (2012). Síntomas de trastornos de ansiedad en niños y adolescentes: Diferencias en función de la edad y el sexo en una muestra comunitaria. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*, 5(2), 115-120. <https://doi.org/10.1016/j.rpsm.2012.01.005>
- Palacios Sanz, J. I. (2001). EL CONCEPTO DE MUSICOTERAPIA A TRAVÉS DE LA HISTORIA. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27404203>
- Plarium. (2024). Lleva tus ideas a la realidad con el motor de videojuegos idóneo. *Plarium*. <https://plarium.com/es/blog/game-engine/>
- PlayStation. (1996). *PaRappa the Rapper*. <https://www.metalhellsinger.com>
- Poch, S., & Resumen, B. (2001). IMPORTANCIA DE LA MUSICOTERAPIA EN EL ÁREA EMOCIONAL DEL SER HUMANO. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=233619>
- Powers, M. B., Halpern, J. M., Ferenschak, M. P., Gillihan, S. J., & Foa, E. B. (2010). A meta-analytic review of prolonged exposure for posttraumatic stress disorder. *Clinical Psychology Review*, 30(6), 635-641. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.04.007>
- Prieto, F., & Viñado, F. (2022). *La música como herramienta de acompañamiento, generadora de comunidad*. Editorial UVF. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9280530>
- PRODUKTIVKELLER Studios. (2022). *Disaster Band*. https://store.steampowered.com/app/2216360/Disaster_Band/
- Rayark. (2012). *Cytus*. <https://rayark.com/g/cytus/>
- Rayark & Esquadra. (2016). *VOEZ*. <https://rayark.com/g/voez/>
- Real Academia Española. (2024). *Diccionario de la lengua española* [En línea; Accedido el 10 de junio de 2024]. <https://dle.rae.es>
- Realtime Associates. (2006). *Re-Mission*. <https://hopelab.org/case-study/re-mission/>
- Ri, L. (2018). CANCIONES DE BALLENAS | Ilustraciones para un libro infantil. [En línea; Accedido el 1 de junio de 2024]. <https://www.behance.net/gallery/72179351/pesni-kitov-illjustracii-k-detskoj-knige>

- RobTop Games. (2013). *Geometry Dash*. <https://robtopgames.com>
- Salamanca, D., & Resumen, H. *. (2003). Musicoterapia en Educación Especial. 26, 129-141. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/21336>
- Sawyer, B. (2002). Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation.
- Schmidt, J. (1977). Importancia del ritmo musical en la formación del individuo. Algunos alcances al substancial aporte educativo de la rítmica corporal. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/importancia-del-ritmo-musical-en-la-formaci%C3%B3n/docview/2543500564/se-2>
- Senabre, M. (2019). *Introducción a las teorías sobre la expectativa musical* [En línea; Accedido el 10 de junio de 2024]. <https://musicologiaempirica.wordpress.com/2019/05/06/una-introduccion-a-las-teorias-sobre-la-expectativa-musical/#:~:text=Una%20de%20las%20hip%C3%BCticas%20b%C3%A1sicas,es%20temporalmente%20inhibida%20o%20bloqueada%E2%80%9D>
- Sepúlveda-Vildósola, A. C., Herrera-Zaragoza, O. R., Jaramillo-Villanueva, L., & Anaya-Segura, A. (2014). La musicoterapia para disminuir la ansiedad Su empleo en pacientes pediátricos con cáncer. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=50650#>
- Shlomo Breznitz. (1999). *CogniFit*. <https://www.cognifit.com/es>
- SIE Japan Studio. (2007). *Patapon*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Patapon>
- Simogo. (2019). *Sayonara Wild Hearts*. <https://annapurnainteractive.com/en/games/sayonara-wild-hearts>
- SO FAR SO GOOD. (2023). Incredibox. [En línea; Accedido el 2 de junio de 2024]. <https://www.incredibox.com/es/>
- Steenen, S. A., van Wijk, A. J., van der Heijden, G. J. M. G., van Westrhenen, R., de Lange, J., & de Jongh, A. (2016). Propranolol for the treatment of anxiety disorders: Systematic review and meta-analysis. *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)*, 30, 128-39. <https://doi.org/10.1177/0269881115612236>
- Stein, M. B., & Stein, D. J. (2008). Social anxiety disorder [doi: 10.1016/S0140-6736(08)60488-2]. *The Lancet*, 371, 1115-1125. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60488-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60488-2)
- Tango Frameworks. (2023). *Hi-Fi Rush*. <https://bethesda.net/es-ES/game/hifirush>
- thatgamecompany & Bluepoint Games. (2009). Flower. [En línea; Accedido el 2 de junio de 2024]. <https://thatgamecompany.com/flower/#/>
- thatgamecompany, Tricky Pixels & SIE Santa Monica Studio. (2012). Journey. [En línea; Accedido el 2 de junio de 2024]. <https://thatgamecompany.com/journey/#/>
- The Outsiders. (2022). *Metal Hellsinger*. <https://www.metalhellsinger.com>
- Tresierra Cabrera, J. (2005). Musicoterapia y pediatría. *Revista Peruana de Pediatría*, 58(1), 54-55. <https://doi.org/10.61651/rped.2005v58n1p54-55>
- Ubisoft Leamington. (2015). *Guitar Hero Live*. <https://support.activision.com/guitar-hero-live>
- Umoni Studios. (2014). *Piano Tiles*.
- Unity Technologies. (2005). *Unity*. <https://unity.com/es>
- Vamoss. (2023). Fluid GPU-IO. [En línea; Accedido el 1 de junio de 2024]. <https://openprocessing.org/sketch/1758660>
- Violín ZN. (2024). *Pulso, métrica y tipos de compás* [En línea; Accedido el 7 de junio de 2024]. <https://violinzn.com/pulso-metrica-y-tipos-de-compas-lenguaje-y-teoria-musical/>
- World Federation of Music Therapy. (2024). About WFMT [En línea; Accedido el 6 de junio de 2024].
- Yehuda, R. (2002). Post-Traumatic Stress Disorder. *New England Journal of Medicine*, 346(2), 108-114. <https://doi.org/10.1056/NEJMra012941>

Anexo

5.3 Sistema de cuadrícula

5.3.1 Objeto cuadrícula

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Grid
{
    private int width;
    private int height;
    private float cellSize;
    private int[,] gridArray;

    public Grid(int width, int height, float cellSize)
    {
        this.width = width;
        this.height = height;
        this.cellSize = cellSize;

        gridArray = new int[width, height];

        for (int x = 0; x < gridArray.GetLength(0); x++)
        {
            for (int y = 0; y < gridArray.GetLength(1); y++)
            {
                Utils.CreateWorldText(gridArray[x, y].ToString(), null,
                    GetWorldPosition(x, y), 20, Color.white,
                    TextAnchor.MiddleCenter, TextAlign.Center, 0);
            }
        }
    }

    public Vector3 GetWorldPosition(int x, int y)
    {
        return new Vector3(x, y) * cellSize;
    }
}
```

5.3.2 Clase "Utils"

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public static class Utils
{
    public static TextMesh CreateWorldText(string text, Transform parent,
        Vector3 localPosition, int fontSize, Color color, TextAnchor
        textAnchor, TextAlignment textAlignment, int sortingOrder)
    {
        if (color == null)
        {
            color = Color.white;
        }

        return CreateWorldText(parent, text, localPosition, fontSize,
            color, textAnchor, textAlignment, sortingOrder);
    }

    public static TextMesh CreateWorldText(Transform parent, string text,
        Vector3 localPosition, int fontSize, Color color, TextAnchor
        textAnchor, TextAlignment textAlignment, int sortingOrder)
    {
        GameObject gameObject = new GameObject("WorldText",
            typeof(TextMesh));
        Transform transform = gameObject.transform;
        transform.SetParent(parent, false);
        transform.localPosition = localPosition;

        TextMesh textMesh = gameObject.GetComponent<TextMesh>();
        textMesh.anchor = textAnchor;
        textMesh.alignment = textAlignment;
        textMesh.text = text;
        textMesh.fontSize = fontSize;
        textMesh.color = color;
        textMesh.GetComponent<MeshRenderer>().sortingOrder = sortingOrder;

        return textMesh;
    }
}
```

5.4 Herencia e interfaces

5.4.1 Sistema de Objetos Interactuables

Interfaces

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public interface IInteractable { }

public interface IRotational : IInteractable {
    public void Rotate();
}

public interface ITranslational : IInteractable {
    public void Translate();
}
```

Objeto interactuable

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using Unity.VisualScripting;

public class InteractableObject : MonoBehaviour, IInteractable
{
    public bool followMovement = false;
}
```

Plataforma traslacional

```
public class TraslationalPlatform : Platform, ITranslational
{
    [SerializeField] int axis;

    private void Update()
    {
        if (followMovement) {
            if (axis == 0) { TranslateX(); }
            else if (axis == 1) { TranslateY(); }
            else if (axis == 2) { Translate(); }
        }
    }
}
```

```
public void Translate() {
    Vector3 mousePosition =
        Camera.main.ScreenToWorldPoint(Input.mousePosition);
    transform.position = new Vector2(mousePosition.x,
        mousePosition.y);
}
public void TranslateX() {
    Vector3 mousePosition =
        Camera.main.ScreenToWorldPoint(Input.mousePosition);
    transform.position = new Vector2(mousePosition.x,
        transform.position.y);
}
public void TranslateY() {
    Vector3 mousePosition =
        Camera.main.ScreenToWorldPoint(Input.mousePosition);
    transform.position = new Vector2(transform.position.x,
        mousePosition.y);
}
}
```

Plataforma rotacional

```
public class RotationalPlatform : Platform, IRotational
{
    private void Update()
    {
        if (followMovement) { Rotate(); }
    }

    public void Rotate()
    {
        Vector3 mousePosition =
            Camera.main.ScreenToWorldPoint(Input.mousePosition);
        Vector2 direction = mousePosition - transform.position;
        float angle = Vector2.SignedAngle(Vector2.up, direction);
        transform.eulerAngles = new Vector3(0, 0, angle);
    }
}
```

Cañón

```
public class Cannon : InteractableObject, IRotational
{
    private void Update()
    {
        if (followMovement) { Rotate(); }
    }

    public void Rotate()
```

```
        Vector3 mousePosition =
            Camera.main.ScreenToWorldPoint(Input.mousePosition);
        Vector2 direction = mousePosition - transform.position;
        float angle = Vector2.SignedAngle(Vector2.up, direction);
        transform.eulerAngles = new Vector3(0, 0, angle);
    }
}
```

5.5 Patrones de diseño: Singleton

5.5.1 Clase genérica

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class TemporalSingleton<T> : MonoBehaviour where T : Component
{
    public static T Instance
    {
        get
        {
            if (_instance == null)
            {
                _instance = FindObjectOfType<T>();
                if (_instance == null)
                {
                    GameObject obj = new GameObject();
                    _instance = obj.AddComponent<T>();
                }
            }
            return _instance;
        }
    }

    public virtual void Awake()
    {
        if (_instance == null) { _instance = this as T; }
        else if (_instance != this) {
            Debug.LogWarning("Destroying duplicate TemporalSingleton");
            Destroy(gameObject);
        }
    }

    private static T _instance;
}
```

5.5.2 Implementación

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using static UnityEditor.Profiling.RawFrameDataView;

public class GameManager : TemporalSingleton<GameManager>
{
    [Header("Cannon")]
    [SerializeField] private Transform cannonTransform;
    [SerializeField] private float cannonForce;

    [SerializeField] GameObject temporalCharacter;

    private FMOD.Studio.EventInstance instance;

    public void Start()
    {
        ResetTransform(temporalCharacter);

        instance = FMODUnity.RuntimeManager.CreateInstance("eventName");
        instance.start();
    }

    public void ResetTransform(GameObject gameObject)
    {
        instance.setParameterByName("RitmoVegetalGameStates",
            Random.Range(0, 3));

        gameObject.transform.position = cannonTransform.position;
        gameObject.transform.rotation = cannonTransform.rotation;

        if (gameObject.GetComponent<Rigidbody2D>() != null)
        {
            ResetGravity(gameObject.GetComponent<Rigidbody2D>());
            Launch(gameObject.GetComponent<Rigidbody2D>());
        }
    }

    private void ResetGravity(Rigidbody2D cmpRb) { cmpRb.velocity =
        Vector3.zero; }

    private void Launch(Rigidbody2D cmpRb) {
        cmpRb.AddForce(cannonTransform.up * cannonForce,
            ForceMode2D.Impulse);
        FMODUnity.RuntimeManager.PlayOneShot("eventName");
    }
}
```