



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
LICENCIATURA EN CIENCIAS COMPUTACIONALES

TESIS

**RYTHMCRAFT - VIDEOJUEGO RÍTMICO Y DE
COMPOSICIÓN MUSICAL**

Para obtener el título de
Licenciado en Ciencias Computacionales

PRESENTA

Gabriel Guzmán Cervantes

Directora

M.C.C Iliana Castillo Pérez

Codirectora

Dra. Yira Muñoz Sánchez

Comité tutorial

Dra. Verónica Martínez Lazcano (Presidente)
Dra. Martha Idalid Rivera González (Secretaria)
M.C.C. Iliana Castillo Pérez (Vocal)
Dra. Yira Muñoz Sánchez (Suplente)

Pachuca de Soto, Hidalgo, México, mayo 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

School of Engineering and Basic Sciences

Dirección

Office of the Director

Mineral de la Reforma, Hgo., a 14 de mayo de 2026

Número de control: ICBI-D/943/2026

Asunto: Autorización de impresión.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Con Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V, Artículo 51 Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio, le comunico que el Jurado asignado al egresado de la Licenciatura en Ciencias Computacionales **Gabriel Guzmán Cervantes**, quien presenta el trabajo de titulación "**RythmCraft – Videojuego rítmico y de composición musical**", ha decidido, después de revisar fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; dicho trabajo en la reunión de sinodales, **autorizar la impresión del mismo**, una vez realizadas las correcciones acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Verónica Martínez Lazcano

Secretario: Dra. Martha Idalid Rivera González

Vocal: M.C.C. Iliana Castillo Pérez

Suplente: Dra. Yira Muñoz Sánchez

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. Gabriel Vergara Rodríguez
Director del ICBI



GVR/MMM

"Amor, Orden y Progreso"



Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo
Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo,
México. C.P 42184
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 40001
direccion_icbi@uaeh.edu.mx, vergara@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

Resumen

La presente tesis aborda el desarrollo de Rythmcraft, un juego de composición musical y rítmica desarrollado con la plataforma Unity y el lenguaje de programación C#. El objetivo general del proyecto es ofrecer una experiencia interactiva que no solo entretenga, sino que también despierte el interés por la música en personas sin conocimientos previos en este campo. A través de un diseño accesible y atractivo, Rthmcraft busca fomentar la participación activa de los usuarios en la creación musical, promoviendo el aprendizaje de la teoría musical de manera lúdica.

Para alcanzar este objetivo, se realizó un análisis de la situación actual de los juegos de ritmo y composición musical, identificando oportunidades para diseñar una experiencia que atraiga tanto a músicos experimentados como a novatos. La metodología empleada permitió desarrollar un producto de calidad, con una interfaz de usuario intuitiva y un sistema de puntuación que evalúa la precisión rítmica del usuario, lo que incentiva la mejora continua. Además, se optimizaron los recursos y se realizaron pruebas con usuarios reales para asegurar una experiencia fluida y satisfactoria.

El desarrollo de Rhythmcraft se benefició de la integración de herramientas como Visual Studio, Krita y FL Studio, que contribuyeron a la creación de un juego visual y sonoramente atractivo. Los manuales: técnico y de usuario, incluidos en esta tesis, proporcionan una guía completa para entender y utilizar el juego, destacando la importancia de la retroalimentación continua en el proceso de desarrollo. Rhythmcraft no solo cumple su propósito de ser un juego educativo y entretenido, sino que también se presenta como una herramienta útil para la enseñanza de la música.

Abstract

The present thesis addresses the development of Rythmcraft, a musical composition and rhythm game created using the Unity platform and the C# programming language. The primary objective of the project is to offer an interactive experience that not only entertains but also sparks interest in music among individuals without prior knowledge in this field. Through an accessible, attractive design, Rythmcraft seeks to foster active user participation in musical creation and promote the learning of musical theory in a playful manner.

To achieve this objective, an exhaustive analysis of the current state of rhythm and musical composition games was conducted, identifying opportunities to design an experience that appeals to both experienced musicians and novices. The employed methodology enabled the development of a high-quality product with an intuitive user interface and a scoring system that evaluates the user's rhythmic accuracy, thereby incentivizing continuous improvement. Additionally, resources were optimized and real user tests conducted to ensure a smooth and satisfying experience.

The development of Rythmcraft benefited from integrating tools such as Visual Studio, Krita, and FL Studio, which contributed to the creation of a visually and sonically attractive game. The technical and user manuals included in this thesis provide a comprehensive guide to understanding and using the game, highlighting the importance of continuous feedback in the development process. In conclusion, Rythmcraft not only serves as an educational and entertaining game but also as a valuable tool for music education.

Índice

Introducción	1
Antecedentes	2
Planteamiento del problema.....	3
Propuesta de solución.....	3
Justificación	4
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Alcances	6
Limitaciones.....	6
Estructura del documento	7
Capítulo 1. Fundamentación teórica	9
1.1 Marco teórico.....	9
1.1.1 Programación de videojuegos.....	9
1.1.2 Programación orientada a objetos en el desarrollo de videojuegos rítmico	10
1.1.3 Diseño de videojuegos rítmicos.....	11
1.1.4 Programación de videojuegos con funcionalidades de composición	11
1.1.5 Teoría de la sincronización sensoriomotora	11
1.1.6 Teoría del aprendizaje musical en el diseño de videojuegos rítmicos.....	12
1.1.7 Integración de la teoría del procesamiento de la información en el diseño de videojuegos rítmicos.....	13
1.1.8 Interacción del usuario.....	13
1.1.9 Retroalimentación y aprendizaje	14
1.1.10 Herramientas utilizadas	14
1.1.11 Metodologías de desarrollo	16
1.2 Marco conceptual.....	21

1.2.1 Polimorfismo	21
1.2.2 Clases	21
1.2.3 Herencia	22
1.2.4 Videojuegos musicales y de composición	22
1.2.5 Interfaz de usuario (UI)	22
1.2.6 Codificación sensorial en videojuegos rítmicos	23
1.2.7 Ritmo	23
1.2.8 Sincronización	24
1.2.9 Composición musical	24
1.2.10 Partitura musical	24
1.2.11 Pentagrama	25
1.2.12 Notas musicales y figuras de nota.	25
1.2.13 Creatividad y expresión	26
1.3 Estado del arte.....	26
1.3.1 Guitar hero	26
1.3.2 Stepmania	26
1.3.3 Deemo	27
1.3.4 Osu!	27
1.3.5 Aporte de RythmCraft	27
Capítulo 2. Metodología	29
2.1 Uso y justificación de la metodología seleccionada	29
2.2 Aplicación de la metodología seleccionada.....	30
2.2.1 Planificación inicial.....	30
2.2.2 Diseño inicial	32
Capítulo 3. Desarrollo	37
3.1 Iteraciones.....	37
3.1.1 Iteración I.....	37
3.2.1 Iteración II	38

3.2.2 Iteración III	40
3.2.3 Iteración IV	41
3.2.4 Iteración V	42
3.2.5 Iteración VI.....	44
3.2.6 Iteración VII.....	45
Capítulo 4. Resultados	47
4.1 Iteración I.....	47
4.1.1 Comentarios de usuarios en la iteración I.....	48
4.1.2 Análisis de resultados de la iteración I	48
4.2 Iteración II	49
4.2.1 Comentarios de usuarios en la iteración II	49
4.2.2 Análisis de resultados de la iteración II.....	49
4.3 Iteración III	50
4.3.1 Comentarios de usuarios en la iteración III.....	50
4.3.2 Análisis resultados de la iteración III	50
4.4 Iteración IV	50
4.4.1 Comentarios de usuarios en la iteración IV	51
4.4.2 Análisis de resultados de la iteración IV	51
4.5 Iteración V	51
4.5.1 Comentarios de usuarios en la iteración V	52
4.5.2 Análisis de resultados de la iteración V	52
4.6 Iteración VI.....	53
4.6.1 Comentarios de usuarios en la iteración VI.....	53
4.6.2 Análisis de resultados de la iteración VI	53
4.7 Iteración VII.....	53
4.7.1 Comentarios de usuarios en la iteración VII	54
4.7.2 Análisis de resultados de la iteración VII.....	54
4.8 Evaluación final con GUESS-18	54

4.8.1 Ajuste en las dimensiones	55
4.8.2 Resultados GUESS-18.....	55
4.8.3 Análisis de resultados GUESS-18	56
Conclusiones	58
Trabajos futuros	60
Referencias.....	61
Anexos	64
Anexo A. Prueba GUESS-18	64
Anexo B. Prueba GUESS-18 (traducida y ajustada).....	69
Anexo C. Manual de Usuario	71
Anexo D. Manual Técnico	83
Manual Técnico	83
Requisitos del Sistema	83
Tecnologías utilizadas	83
Compatibilidad	84
Arquitectura del Software	84
Diagrama de Clases.....	85

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Metodología Cascada</i>	16
Figura 2. <i>Ejemplo de metodología Kanban</i>	17
Figura 3. <i>Modelo TDD</i>	18
Figura 4. <i>Sprite pentagrama</i>	33
Figura 5. <i>Sprite Nota</i>	33
Figura 6. <i>Instrumentos virtuales en FL Studio</i>	34
Figura 7. <i>Primer Diseño UI</i>	35
Figura 8. <i>Prototipo Inicial</i>	36
Figura 9. <i>Cuadrícula 11 x 8</i>	38
Figura 10. <i>Cuadrícula 12 x 8</i>	39
Figura 11. <i>Colocación de notas</i>	39
Figura 12. <i>Botón play</i>	40
Figura 13. <i>Botones siguiente y anterior</i>	41
Figura 14. <i>Ejemplo de excepción</i>	42
Figura 15. <i>Indicador de velocidad</i>	43
Figura 16. <i>Lista de canciones guardadas</i>	44
Figura 17. <i>Primera versión del juego rítmico</i>	44
Figura 18. <i>Menú principal</i>	45
Figura 19. <i>Modo rítmico</i>	46
Figura 20. <i>Carpeta descomprimida</i>	71
Figura 21. <i>Acceso directo</i>	72
Figura 22. <i>Pantalla de inicio</i>	72
Figura 23. <i>Botones Composer y Rythm</i>	73
Figura 24. <i>Líneas y espacios</i>	74
Figura 25. <i>Selector de figura de nota y duración</i>	75

Figura 26. <i>Eliminar Nota</i>	75
Figura 27. <i>Espacio Insuficiente</i>	76
Figura 28. <i>Compás</i>	76
Figura 29. <i>Trigger y botón play/stop</i>	77
Figura 30. <i>Prev/Next</i>	78
Figura 31. <i>Botón Guardar</i>	78
Figura 32. <i>Menú guardar canción</i>	79
Figura 33. <i>Botón Cargar</i>	80
Figura 34. <i>Menú Cargar</i>	80
Figura 35. <i>Empty</i>	81
Figura 36. <i>Botón menú principal</i>	81
Figura 37. <i>Modo Rítmico</i>	82
Figura 38. <i>Frontend</i>	84
Figura 39. <i>Diagrama de clases</i>	85

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparativo Metodologías.....	20
Tabla 2. Comparativo entre videojuegos rítmicos	28
Tabla 3. Resultados Iteración I	48
Tabla 4. Resultados Iteración II.....	49
Tabla 5. Resultados Iteración III.....	50
Tabla 6. Resultados Iteración IV	51
Tabla 7. Resultados Iteración V.....	52
Tabla 8. Resultados Iteración VI	53
Tabla 9. Resultados Iteración VII.....	54
Tabla 10. Resultados GUESS-18.....	55

Introducción

Los videojuegos, una forma de entretenimiento que ha cobrado gran importancia en la cultura contemporánea, constituyen un fenómeno que trasciende barreras generacionales y geográficas. Desde sus inicios en laboratorios de investigación hasta su consolidación como una de las industrias de entretenimiento más lucrativas del mundo, han experimentado una evolución significativa que ha transformado la interacción con la tecnología (Kent, 2001; Wolf, 2008). Con orígenes en sistemas computacionales y máquinas arcade, los videojuegos han evolucionado hasta convertirse en una forma de expresión compleja que abarca diversos géneros, como acción, aventura, rol y estrategia. Asimismo, han comenzado a ser reconocidos como herramientas educativas y terapéuticas capaces de fomentar el aprendizaje, la colaboración y la resolución de problemas (Gee, 2003; Granic et al., 2014).

En los últimos años, la tecnología de los videojuegos ha experimentado una notable evolución. Desde los simples gráficos pixelados y los sonidos sintetizados de las primeras consolas hasta las nuevas representaciones en 3D y las experiencias de realidad virtual de hoy en día, los videojuegos han experimentado un cambio revolucionario gracias a los avances tecnológicos continuos. Esta evolución no solo ha transformado la apariencia y la jugabilidad de los videojuegos, sino que también ha ampliado el alcance y la accesibilidad de la industria del entretenimiento interactivo, llegando a audiencias globales y generando nuevas formas de expresión artística y narrativa (Jenkins, 2006).

Además de su impacto en el entretenimiento, los avances tecnológicos en los videojuegos han provocado un cambio en el ámbito educativo. La incorporación de elementos interactivos, simulaciones realistas y mecánicas de videojuego ha abierto nuevas oportunidades para el aprendizaje innovador y motivador. Los videojuegos, diseñados específicamente para enseñar conceptos académicos y habilidades prácticas, han demostrado ser herramientas efectivas para captar la atención de los estudiantes y mejorar su retención de información (Prensky, 2001; Squire, 2011). Al aprovechar la capacidad de los videojuegos para ofrecer retroalimentación inmediata, adaptar la dificultad según el progreso del jugador y proporcionar experiencias de aprendizaje inmersivas, los educadores pueden crear entornos de aprendizaje dinámicos y personalizados que llevan la enseñanza y el aprendizaje a nuevas alturas.

El cruce entre los videojuegos y la música representa un fenómeno que ha transformado tanto la industria del entretenimiento como la experiencia de los usuarios. En esta unión, los videojuegos han dejado de ser solo plataformas de diversión para convertirse en escenarios donde la música se integra de manera natural y dinámica. Desde los icónicos videojuegos musicales como "Guitar Hero" y "Rock Band", que permiten a los jugadores simular la experiencia de tocar instrumentos en tiempo real, hasta los videojuegos de aventura y acción que usan la música como parte fundamental de su narrativa y atmósfera, el cruce entre videojuegos y música ha generado una nueva forma de expresión artística y cultural. Este choque entre ambas disciplinas ha dado

lugar a experiencias únicas, en las que la interacción del jugador con la música puede influir en la narrativa y en su experiencia emocional. A medida que la tecnología avanza, este cruce continúa evolucionando, ofreciendo nuevas posibilidades creativas y oportunidades de exploración tanto para desarrolladores como para aficionados a la música y los videojuegos.

Los videojuegos de composición musical representan una innovadora categoría dentro de la industria de los videojuegos, donde la creatividad y la música se fusionan para ofrecer experiencias únicas. Estos juegos permiten a los jugadores explorar su creatividad musical al ofrecerles herramientas y recursos para componer, editar y producir sus propias piezas musicales dentro de un entorno virtual.

La tecnología y la creatividad inevitablemente se han cruzado y esto ha generado una oportunidad para la innovación en diversas disciplinas. En este trabajo se trata el cruce entre la tecnología de los videojuegos y la composición musical, explorando el diseño y desarrollo de un videojuego rítmico que incite a los usuarios a crear sus propias composiciones musicales.

Al sumergirse en un entorno amigable, fácil y envolvente, los usuarios son invitados a experimentar con una variedad de ritmos e instrumentos virtuales. A través de interfaces intuitivas y herramientas de composición accesibles, se les brinda libertad para desarrollar su creatividad sin las limitaciones de no contar con experiencia musical.

Este proyecto busca motivar e influir en la creatividad musical a través de un entorno de videojuego que, independientemente de la experiencia del usuario, resulte divertido e interesante, abordando el diseño y desarrollo de un videojuego rítmico y de composición musical.

Antecedentes

Debido al gran auge que han tenido las tecnologías en todos los ámbitos, el uso de los dispositivos móviles ha aumentado vertiginosamente, lo que ha provocado que prácticamente todo individuo tenga acceso, al menos, a un dispositivo de esta índole.

Por lo anterior, muchos desarrolladores de videojuegos se han dado a la tarea de innovar en numerosas áreas que antes no estaban consideradas, entre ellas el campo de los videojuegos musicales, diseñados originalmente para el entretenimiento y que han evolucionado hacia un público más interesado en el desarrollo de habilidades musicales y de su creatividad.

Sin embargo, la gran gama de videojuegos de ritmo que existen hoy en día en el mercado se ha inclinado por ofrecer secuencias de ritmos establecidos dentro del videojuego, en el que el usuario deberá interactuar presionando ciertos botones en un momento determinado para lograr la ejecución de un instrumento musical o la simulación de pasos de baile por parte de un personaje o avatar dentro de la interfaz, que debe seguir el ritmo para lograr el mayor puntaje posible.

Por otro lado, el campo de los videojuegos dedicados a la composición musical es aún incipiente y brinda muchas oportunidades de innovación para desarrolladores que hayan puesto la mira en dicha oportunidad.

Planteamiento del problema

A pesar de los avances en los videojuegos de composición musical, muchos usuarios, especialmente aquellos con poca o ninguna experiencia musical previa, continúan enfrentando barreras significativas para participar activamente en la creación musical mediante estos entornos interactivos. La complejidad de las herramientas de composición, la falta de orientación para usuarios novatos y una curva de aprendizaje pronunciada limitan el potencial educativo y creativo de estos videojuegos.

Por otro lado, gran parte de los videojuegos rítmicos existentes se enfocan principalmente en el entretenimiento, priorizando la precisión rítmica, la puntuación y el desafío mecánico, sin ofrecer explicaciones claras sobre conceptos básicos de teoría musical. Esto provoca que el usuario interactúe con la música de manera reactiva, pero no necesariamente comprensiva, lo que reduce las oportunidades de aprendizaje significativo y de desarrollo de habilidades musicales reales.

El problema radica en que, si bien los videojuegos de composición musical y rítmicos tienen el potencial de funcionar como herramientas educativas y creativas, su diseño actual suele presentar barreras que excluyen a diferentes tipos de usuarios. Estas limitaciones dificultan la participación de personas sin formación musical previa, así como de niños o usuarios interesados en aprender música de forma accesible y gradual.

Propuesta de solución

Para abordar los problemas identificados en la accesibilidad y la efectividad de los videojuegos de composición musical dirigidos a usuarios novatos, se propone una serie de estrategias de diseño orientadas a mejorar la experiencia de uso y a fomentar una participación activa y significativa. La propuesta se centra principalmente en el diseño de una interfaz intuitiva y en una experiencia de usuario que combine de manera equilibrada el entretenimiento y el aprendizaje musical.

Diseño de una interfaz intuitiva:

La interfaz del videojuego será diseñada para que su funcionamiento resulte claro y comprensible desde el primer contacto, reduciendo la necesidad de explicaciones externas. Las herramientas de composición musical estarán organizadas de forma lógica y coherente, utilizando

iconografía clara, elementos visuales consistentes y una navegación sencilla que permita a los usuarios comprender las acciones disponibles a través de la exploración. Este enfoque busca que tanto usuarios con experiencia musical como principiantes puedan interactuar con el sistema de manera natural, reduciendo la curva de aprendizaje y evitando la sobrecarga de información.

Experiencia de usuario intuitiva:

En lugar de depender de guías extensas o instrucciones formales, el videojuego estará diseñado para que el aprendizaje se produzca de forma implícita durante la interacción. Las mecánicas de composición y ritmo estarán integradas de manera que el usuario pueda descubrir cómo funcionan a través de la práctica, reforzando la comprensión de conceptos musicales básicos sin necesidad de conocimientos previos. La claridad visual y la coherencia en las acciones permitirán que el usuario se familiarice progresivamente con el sistema de forma autónoma.

Equilibrio entre entretenimiento y educación:

La propuesta busca combinar elementos lúdicos con contenidos musicales de manera equilibrada, de modo que el videojuego no se limite únicamente al entretenimiento ni a la enseñanza teórica. Al integrar conceptos musicales dentro de la dinámica del juego, se pretende que el usuario aprenda mientras se divierte, manteniendo su interés y motivación. Este equilibrio facilita una experiencia más accesible y atractiva, promoviendo el aprendizaje musical de forma gradual y natural, especialmente en usuarios con poca o ninguna experiencia previa.

Justificación

El propósito de este trabajo es diseñar, desarrollar e implementar un videojuego de composición musical con un sistema de puntos basado en el ritmo. Este videojuego tiene como objetivo principal proporcionar una herramienta interactiva y motivadora para que usuarios con poca experiencia musical puedan aprender y practicar habilidades de composición musical de manera efectiva y entretenida.

La importancia de este trabajo radica en la creciente relevancia de la educación musical y del aprendizaje interactivo en el contexto digital actual. Con el constante crecimiento de la tecnología, existe una oportunidad única para desarrollar herramientas innovadoras que fomenten el aprendizaje musical en una amplia gama de usuarios, independientemente de su experiencia previa en el campo.

En resumen, en este trabajo se presenta el desarrollo de una herramienta innovadora y relevante que tenga un impacto positivo en la educación musical y en el acceso a la composición musical para una amplia audiencia de usuarios. La combinación de tecnología, diseño educativo y

un enfoque divertido ofrece una oportunidad única para mejorar el aprendizaje en el ámbito de la música.

Objetivo general

Desarrollar un videojuego rítmico y de composición musical utilizando la plataforma Unity y el lenguaje de programación C#, con el propósito de crear una experiencia interactiva que fomente el interés y la participación activa de los usuarios en la creación musical.

Objetivos específicos

- Realizar un análisis de la situación actual de los videojuegos de ritmo y de composición musical, con el objetivo de identificar oportunidades para diseñar una experiencia que atraiga tanto a músicos experimentados como a personas que aún no han explorado el mundo de la música.
- Seleccionar una metodología para el desarrollo del videojuego de ritmo y composición musical, con el fin de obtener un producto de calidad.
- Diseñar una interfaz de usuario intuitiva y amigable que invite a los usuarios a experimentar con diferentes ritmos y melodías de forma sencilla y divertida.
- Agregar un mecanismo de puntuación que evalúe la precisión del ritmo de los usuarios al crear composiciones musicales, otorgando puntos según la sincronización y el tiempo de las notas.
- Mejorar el rendimiento del videojuego mediante la optimización de los recursos y una programación eficiente, asegurando una experiencia de usuario fluida y sin interrupciones.
- Evaluar la efectividad y la usabilidad del videojuego mediante pruebas con usuarios reales, identificando áreas de mejora y ajuste para garantizar una experiencia de usuario óptima.
- Recopilar retroalimentación directa de los usuarios sobre su experiencia con el videojuego, utilizando esta información para realizar ajustes y mejoras adicionales que aumenten el atractivo y la efectividad del videojuego como herramienta para despertar el interés en la música.

Alcances

- **Funcionalidad de Composición Musical:** El videojuego permitirá a los usuarios componer música utilizando una variedad de figuras de nota, como corcheas, negras, blancas y redondas, en un pentagrama interactivo.
- **Modo Ritmo:** Se implementará un modo de juego donde los usuarios practicarán su habilidad rítmica al presionar una tecla en el momento adecuado para sincronizar con las notas que se acercan a un punto de activación.
- **Guardado y Carga de Composiciones:** Los usuarios podrán guardar sus composiciones musicales y cargarlas posteriormente para continuar trabajando en ellas.
- **Interfaz de Usuario Intuitiva:** Se diseñará una interfaz de usuario intuitiva y atractiva que facilite la navegación y el uso de las diferentes funciones del videojuego.
- **Compatibilidad Multiplataforma:** Rythmcraft estará disponible para jugar en diversas plataformas, como PC, dispositivos móviles o consolas de videojuegos, lo que permitirá a los usuarios acceder al videojuego desde diferentes dispositivos.
- **Feedback constante:** Se implementará un sistema de retroalimentación para recopilar comentarios de los usuarios y realizar mejoras continuas en el videojuego, asegurando así una experiencia satisfactoria para los jugadores.

Limitaciones

- **Recursos Limitados:** El videojuego enfrentó algunas limitaciones en términos de recursos de hardware, como la potencia de procesamiento, la memoria y la capacidad de almacenamiento, lo que afectó la implementación de ciertas características como sonidos más sofisticados y gráficos más demandantes.
- **Tiempo de Desarrollo:** El tiempo disponible para el desarrollo del videojuego fue limitado, lo que influyó en la cantidad de características que se pudieron implementar, especialmente en el lado rítmico.
- **Optimización del Rendimiento:** Garantizar un rendimiento óptimo del videojuego en una amplia gama de dispositivos puede ser difícil, especialmente al tratar con gráficos intensivos o procesos de computación complejos que podrían ralentizar el videojuego en dispositivos más antiguos o menos potentes.
- **Limitaciones de Diseño:** El diseño del videojuego enfrentó limitaciones en términos de recursos disponibles, como arte, música y efectos de sonido, ya que todos los recursos fueron creados por el equipo.

Estructura del documento

En el Capítulo 1, Fundamentación Teórica, se presenta el contexto conceptual y teórico que sirve como base para la comprensión del trabajo desarrollado en esta tesis. En primer lugar, se establece el marco teórico, que comprende las teorías, conceptos y principios fundamentales relacionados con el objeto de estudio. Este marco proporciona un fundamento sólido para abordar los problemas y temas clave que se exploran a lo largo del trabajo. Seguidamente, se presenta el marco conceptual, que consiste en definiciones y aclaraciones de los conceptos clave empleados en la investigación. Estas definiciones son necesarias para establecer un lenguaje común y garantizar la coherencia en la discusión de los temas tratados.

Además, se incluye una revisión exhaustiva del estado del arte, que abarca las investigaciones previas, los desarrollos tecnológicos relevantes y los avances en el campo de estudio. Esta revisión proporciona una visión general de las contribuciones existentes en la literatura y destaca las áreas de conocimiento en las que se han realizado progresos significativos. Al analizar el estado actual del campo, se identifican brechas de investigación y se justifica la relevancia y la originalidad del presente trabajo. En conjunto, estos elementos proporcionan al lector el contexto necesario para comprender la importancia y el alcance del desarrollo realizado en esta tesis.

En el Capítulo 2, Metodología, se detalla la metodología empleada para la realización del proyecto, delineando el proceso paso a paso. En primer lugar, se describe el enfoque metodológico general utilizado, justificando su elección en función de los objetivos y la naturaleza del proyecto. A continuación, se exponen los procedimientos específicos implementados para cada etapa del desarrollo, desde la planificación inicial hasta la implementación y evaluación del videojuego. Se detallan las herramientas, técnicas y recursos utilizados en cada fase del proceso, así como los criterios de selección y las consideraciones metodológicas que orientaron las decisiones tomadas.

En el Capítulo 3, Desarrollo, se presenta el proceso de desarrollo del videojuego mediante la metodología iterativa, en la que el sistema se construyó de forma progresiva a través de distintas versiones que incluyeron etapas de diseño, implementación y evaluación. A lo largo del capítulo se describen las características de cada iteración, los cambios realizados, los problemas identificados y las soluciones aplicadas, con el objetivo de mejorar continuamente la funcionalidad, la usabilidad y la experiencia del usuario. Además, se incorporan figuras que permiten visualizar la evolución del sistema, incluyendo interfaces, mecánicas de juego y elementos visuales relevantes.

En el Capítulo 4, Resultados, se presentan de manera general los resultados obtenidos durante el desarrollo del videojuego, a partir de la evaluación realizada en las distintas iteraciones. En este apartado se exponen los datos recopilados mediante los instrumentos aplicados a los usuarios, con el propósito de analizar la usabilidad, la experiencia de interacción y el desempeño del sistema. Asimismo, se incluye una evaluación final más completa que permite valorar de

manera integral el videojuego e identificar sus principales fortalezas y áreas de mejora. Finalmente, se ofrece una interpretación general de los resultados, la cual contribuye a comprender el impacto del sistema desarrollado.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

En este capítulo se describen los elementos teóricos y conceptuales empleados en el desarrollo del videojuego, el objetivo principal del presente trabajo.

El desarrollo del videojuego rítmico y de composición se llevó a cabo mediante un conjunto de herramientas y software especializados que permitieron la creación y el funcionamiento del videojuego. Entre estas herramientas se encuentra Unity, un motor de juego ampliamente utilizado que ofrece una amplia gama de funcionalidades para el desarrollo de videojuegos multiplataforma. Además, se utilizará el lenguaje de programación C# para escribir scripts y gestionar la lógica del videojuego dentro del entorno de Unity.

El diseño del videojuego rítmico se basó en principios de composición musical y de teoría del ritmo para proporcionar una experiencia musicalmente acertada y atractiva para los usuarios. Se explorarán conceptos como la estructura rítmica, la melodía y la sincronización para que los jugadores creen, jueguen y disfruten de sus propias composiciones musicales.

1.1 Marco teórico

El desarrollo de videojuegos rítmicos es un proceso que requiere una combinación de técnicas para crear una experiencia de juego envolvente y divertida. En esta sección se exploran los aspectos clave del desarrollo de videojuegos rítmicos, con énfasis en la programación, el diseño de videojuegos y la interacción del usuario.

1.1.1 Programación de videojuegos

La programación de videojuegos es el proceso de escribir código informático para crear y desarrollar experiencias interactivas digitales. Este proceso implica el diseño e implementación de la lógica del videojuego, la interacción del usuario, la inteligencia artificial, los gráficos y el sonido, entre otros elementos que permiten su correcto funcionamiento y atractivo para el jugador (Gregory, 2018; Nystrom, 2014).

Los programadores de videojuegos emplean diversos lenguajes de programación, como C++, C#, Java y Python, así como motores de desarrollo como Unity, Unreal Engine y Godot, los cuales facilitan la construcción e integración de los distintos componentes del videojuego (Gregory, 2018).

Asimismo, la programación de videojuegos requiere tanto habilidades técnicas como creativas, ya que implica la resolución de problemas complejos, la optimización del rendimiento y la implementación de sistemas interactivos eficientes (Nystrom, 2014). De esta manera, esta

disciplina integra principios de la ciencia de la computación con elementos del diseño interactivo, dando lugar a experiencias que resultan atractivas para diversos tipos de jugadores (Schell, 2008).

La programación de videojuegos desempeña un papel fundamental en la implementación de la mecánica del videojuego y la creación de la interacción del usuario. En el desarrollo de videojuegos rítmicos, la programación se utiliza para sincronizar la jugabilidad con la música, detectar la entrada del usuario en el momento adecuado y proporcionar retroalimentación visual para fomentar e interesar al jugador. La utilización de un lenguaje de programación como C# en el entorno de desarrollo de Unity ofrece una amplia gama de recursos para desarrollar videojuegos rítmicos de alta calidad (Johnson, 2018).

1.1.2 Programación orientada a objetos en el desarrollo de videojuegos rítmicos

La Programación Orientada a Objetos (POO) es un paradigma de programación basado en el concepto de “objetos”, los cuales encapsulan datos y comportamientos relacionados. En este enfoque, los programas se estructuran en torno a clases y objetos, donde una clase define las propiedades y métodos comunes, y un objeto representa una instancia específica de dicha clase (Sommerville, 2011; Gamma et al., 1995).

Este paradigma favorece la reutilización de código, la modularidad y la organización jerárquica de los sistemas, lo que permite un desarrollo de software más estructurado y mantenible. Entre sus principios fundamentales se encuentran la encapsulación, el polimorfismo, la herencia y la abstracción, los cuales contribuyen a la creación de sistemas complejos con alto grado de cohesión y bajo acoplamiento (Booch, 2007).

La POO se utiliza ampliamente en el desarrollo de videojuegos para modelar personajes, objetos e interacciones dentro del entorno virtual, facilitando la implementación de comportamientos dinámicos y escalables (Nystrom, 2014). Este enfoque permite desarrollar videojuegos más robustos, mantenibles y adaptables a futuras modificaciones.

Asimismo, la POO es un paradigma de programación ampliamente utilizado en el desarrollo de videojuegos rítmicos. En este apartado, se explorará cómo se emplea la POO para estructurar y organizar el código de los videojuegos rítmicos, facilitando la reutilización, la escalabilidad y el mantenimiento del software.

1.1.2.1 Estructura de clases en videojuegos rítmicos. En el desarrollo de videojuegos rítmicos, las clases se utilizan para modelar entidades del videojuego, como notas musicales, intervalos de nota, elementos de la interfaz de usuario y sistemas de juego. Cada clase encapsula datos y comportamientos relacionados, lo que permite una organización lógica y coherente del código (Lafore, 2002).

1.1.2.2 Herencia y polimorfismo. La herencia permite que una clase herede atributos y comportamientos de otra clase, lo que facilita la reutilización de código y la creación de jerarquías de clases. Por ejemplo, se podría tener una clase base “nota musical” de la que heredan clases derivadas como “Corchea”, “Negra” y “Blanca”. El polimorfismo permite que los objetos de clases derivadas se utilicen de manera intercambiable con objetos de la clase base, lo que proporciona flexibilidad y extensibilidad al diseño del videojuego (Grady Booch, 2007; Erich Gamma et al., 1995).

1.1.3 Diseño de videojuegos rítmicos

El diseño de videojuegos es el proceso de conceptualización, planificación y creación de la estructura, las mecánicas, las reglas y el contenido de un videojuego. Implica la definición de la jugabilidad, la narrativa, los personajes, los niveles y otros elementos que contribuyen a la experiencia del jugador (Schell, 2019, Fullerton, 2018).

Este requiere una comprensión profunda de los principios de diseño de videojuegos, la psicología del jugador, la estética visual y auditiva, así como la capacidad para equilibrar la diversión, el desafío y la recompensa. Los diseñadores de videojuegos suelen trabajar en estrecha colaboración con programadores, artistas, escritores y otros profesionales para llevar a cabo sus visiones creativas y hacer realidad los videojuegos (Schell, 2008).

El diseño de videojuegos rítmicos implica la creación de mecánicas de juego que se sincronizan con la música, ofreciendo una experiencia de juego inmersiva y gratificante gracias a la retroalimentación. Esto incluye la creación de un sistema de puntuación y recompensas que incentiven la precisión y el ritmo del jugador (Schell, 2019).

1.1.4 Programación de videojuegos con funcionalidades de composición

La programación de videojuegos rítmicos con funcionalidades de composición implica herramientas y sistemas que permitan a los jugadores crear y editar música dentro del videojuego. Esto puede incluir la integración de editores de ritmo y herramientas de mezcla que permitan a los jugadores manipular y personalizar elementos musicales, como notas, intervalos y melodías en tiempo real. La programación eficiente y bien estructurada es esencial para garantizar que las funcionalidades de composición sean intuitivas y fácilmente accesibles para los jugadores (Leman, 2007).

1.1.5 Teoría de la sincronización sensoriomotora

La teoría de la sincronización sensoriomotora postula que los seres humanos tienen la capacidad innata de coordinar sus acciones motoras con estímulos sensoriales, como la música, mediante procesos neurales especializados (Thaut, 2005). Este fenómeno se manifiesta en una

variedad de contextos, incluyendo actividades cotidianas como caminar al ritmo de la música o tocar un instrumento musical en sincronía con un metrónomo.

La teoría de la sincronización sensoriomotora se basa en investigaciones interdisciplinarias en psicología cognitiva, neurociencia y música. Uno de los modelos más influyentes es el Modelo de Sincronización Temporal (Large & Jones, 1999), que propone que la sincronización sensoriomotora implica la resonancia entre las oscilaciones neurales y los eventos rítmicos en el entorno.

En el contexto de los videojuegos rítmicos, la teoría de la sincronización sensoriomotora es fundamental para comprender cómo los jugadores coordinan sus acciones con la música del videojuego. Por ejemplo, en estudios de neuroimagen funcional, se ha demostrado que la sincronización con la música activa regiones cerebrales implicadas en el procesamiento auditivo y motor, como el cerebelo y la corteza motora primaria (Grahn & Brett, 2007).

1.1.6 Teoría del aprendizaje musical en el diseño de videojuegos rítmicos

La teoría del aprendizaje musical desempeña un papel fundamental en el diseño y la evaluación de videojuegos rítmicos, ya que proporciona una base para comprender cómo las personas adquieren habilidades musicales y responden a estímulos auditivos. La integración de estos principios permite a los diseñadores crear experiencias más efectivas y atractivas para los jugadores (Hallam, 2006; Huron, 2006).

De acuerdo con la teoría del aprendizaje musical, la adquisición de habilidades musicales implica procesos como la práctica repetida, la retroalimentación constante y la consolidación progresiva de la información auditiva (Lehmann et al., 2007). En el contexto de los videojuegos rítmicos, estos principios se traducen en la necesidad de ofrecer desafíos progresivos, retroalimentación inmediata y oportunidades de práctica continua para los jugadores (Gee, 2003).

El ajuste gradual y adaptativo de la dificultad permite mantener el compromiso del jugador, favoreciendo la motivación y el desarrollo de habilidades musicales a lo largo del tiempo. Este enfoque se relaciona con teorías del aprendizaje basadas en la interacción y el refuerzo continuo (Prensky, 2001).

Asimismo, la teoría del aprendizaje musical resalta la importancia de procesos cognitivos como la atención, la memoria y la percepción auditiva en la adquisición de habilidades musicales (Huron, 2006). En este sentido, los videojuegos rítmicos pueden diseñarse para estimular estas capacidades mediante el uso de estímulos visuales y auditivos sincronizados, facilitando la identificación y retención de patrones musicales (Collins, 2008).

En conjunto, la integración de la teoría del aprendizaje musical en el diseño de videojuegos rítmicos contribuye a mejorar la experiencia del usuario, al proporcionar desafíos progresivos,

retroalimentación efectiva y entornos de práctica que favorecen el desarrollo de habilidades musicales.

1.1.7 Integración de la teoría del procesamiento de la información en el diseño de videojuegos rítmicos

Según la teoría del procesamiento de la información, el proceso de percepción y respuesta, consta de una serie de etapas distintas, que incluyen la codificación sensorial, el procesamiento de la información y la respuesta motora. En el contexto de los videojuegos rítmicos, esto implica que los jugadores deben percibir con precisión los estímulos auditivos y visuales, procesar la información de manera efectiva y ejecutar respuestas motoras coordinadas en sincronía con la música (Goldstein, 2014; Michael H. Thaut, 2005).

Una aplicación práctica de la teoría del procesamiento de la información en el diseño de videojuegos rítmicos es optimizar la presentación de estímulos y la retroalimentación del videojuego para facilitar la percepción y el procesamiento de la información por parte del jugador. Esto puede incluir el uso de señales visuales y auditivas claras, la reducción de la carga cognitiva mediante el diseño de interfaces intuitivas y la implementación de sistemas de retroalimentación inmediata que informen al jugador sobre su rendimiento en tiempo real (Rogers et al., 2011; Goldstein, 2014).

1.1.8 Interacción del usuario

La interacción de usuario en los videojuegos es esencial para la experiencia del jugador y el éxito del videojuego. Se refiere a cómo los jugadores interactúan con los elementos del videojuego, como los controles, la interfaz de usuario y las mecánicas del videojuego (Garrett, 2007). Esta interacción puede ser física, a través de dispositivos de entrada como teclados, ratones o controladores de juego, o más abstracta, como en el caso de decisiones tomadas por el jugador que afectan la narrativa o el desarrollo del videojuego. Un diseño de interacción efectivo es crucial para garantizar que los jugadores puedan comprender y controlar el videojuego de manera intuitiva y satisfactoria.

La interacción del usuario en videojuegos rítmicos es un aspecto de suma importancia para garantizar una experiencia de juego satisfactoria. Esto incluye el diseño de una interfaz de usuario intuitiva que permita al jugador interactuar fácilmente con el videojuego, así como la implementación de retroalimentación visual y auditiva que informe al jugador sobre su desempeño y lo guíe a través de los desafíos del videojuego. Además, el diseño de la interacción del usuario puede incluir características de accesibilidad que permitan a una amplia gama de jugadores disfrutar del videojuego, sin importar sus habilidades, edad o capacidades (Isbister, 2016).

1.1.9 Retroalimentación y aprendizaje

La retroalimentación desempeña un papel crucial en los videojuegos rítmicos al proporcionar información sobre el desempeño del jugador y facilitar el aprendizaje musical y la mejora de las habilidades. Esta retroalimentación puede adoptar diversas formas, tanto visuales como auditivas, e integrarse en la jugabilidad para guiar y motivar a los jugadores a medida que progresan en el videojuego.

1.1.9.1 Formas de retroalimentación. Indicadores visuales: elementos visuales como flechas, notas o luces parpadeantes se utilizan para indicar al jugador cuándo realizar una acción en sincronía con la música. Estos indicadores pueden aparecer en pantalla en el momento preciso en que se necesita la interacción del jugador, proporcionando una guía visual clara (Mandel et al., 2015)

Feedback auditivo: los sonidos y efectos de sonido se utilizan para complementar la retroalimentación visual y proporcionar una experiencia auditiva inmersiva. Los sonidos pueden indicar si una acción se realizó correctamente, proporcionar pistas sobre el ritmo o la melodía, o alertar al jugador sobre errores (Bateman, Lowenhaupt, & Nacke, 2011).

Sistemas de puntuación y recompensas: los videojuegos rítmicos suelen incluir sistemas de puntuación que evalúan el desempeño del jugador en términos de precisión y sincronización con la música. Las recompensas, como desbloquear nuevas canciones o elementos de personalización, actúan como incentivos para motivar a los jugadores a mejorar su rendimiento (Bavelier, et al., 2010).

La retroalimentación efectiva en los videojuegos rítmicos no solo mejora la experiencia del jugador, sino que también facilita el aprendizaje musical. Al proporcionar información inmediata sobre el desempeño del jugador, la retroalimentación permite que los jugadores ajusten y perfeccionen sus habilidades musicales, como el ritmo, la coordinación mano-ojo y la memoria auditiva (Geringer, 2018).

1.1.10 Herramientas utilizadas

En el desarrollo del videojuego rítmico para la composición musical, se han empleado varias herramientas y software especializados. A continuación, se describen algunas de las principales herramientas utilizadas en este proyecto.

1.1.10.1 Krita. Krita es una aplicación de pintura digital de código abierto que ofrece una amplia gama de herramientas para artistas digitales (Krita Foundation, 2022). Con su conjunto de características avanzadas y su interfaz intuitiva, Krita proporciona a los diseñadores y artistas las herramientas necesarias para crear arte digital de alta calidad. Se ha utilizado en este proyecto para la creación de elementos visuales, como fondos, personajes y efectos visuales, que contribuyen a la experiencia estética del videojuego. Se utilizó Krita para la creación y diseño de los gráficos utilizados en el videojuego, desde el pentagrama, hasta cada figura de nota fueron creados en este software.

1.1.10.2 Unity. Unity es un motor de desarrollo de videojuegos multiplataforma que permite la creación de videojuegos en 2D y 3D, así como aplicaciones interactivas. Proporciona una amplia gama de características y funcionalidades, incluyendo herramientas de diseño visual, soporte para gráficos en tiempo real, física simulada, animaciones, audio y una interfaz de usuario intuitiva. Unity es ampliamente utilizado en la industria del desarrollo de videojuegos debido a su flexibilidad, rendimiento y compatibilidad con múltiples plataformas (Unity Technologies, 2022), lo que lo convierte en una elección ideal para la creación de videojuegos rítmicos como el desarrollado en este proyecto.

1.1.10.3 FL Studio. FL Studio es un software de producción musical que permite la creación, edición y mezcla de música digital. Con una variedad de herramientas y efectos integrados, FL Studio es ampliamente utilizado por compositores y productores musicales para crear una amplia gama de géneros musicales, desde música electrónica hasta bandas sonoras de videojuegos (Image-Line Software, 2022). En este proyecto, FL Studio se ha utilizado para la composición de música original que acompaña al videojuego, lo que permite crear pistas musicales adaptadas al estilo y a la jugabilidad del videojuego rítmico propuesto. Se utilizó este software para la creación de los sonidos individuales de cada nota del piano que el jugador puede tocar en el editor de canciones.

1.1.11 Metodologías de desarrollo

En el desarrollo de software, las metodologías juegan un papel crucial para organizar y guiar el proceso de creación de un producto. A continuación, se presentan cuatro metodologías ampliamente utilizadas en el desarrollo de videojuegos y aplicaciones interactivas.

1.1.11.1 Metodología cascada. La metodología en cascada es uno de los enfoques más tradicionales en el desarrollo de software. Se caracteriza por una secuencia lineal de fases, en la que cada etapa debe completarse antes de avanzar a la siguiente. Las fases típicas incluyen el análisis de requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento, como muestra el diagrama de la Figura 1 (Sommerville, 2011; Pressman & Maxim, 2015).

Este modelo proporciona una estructura clara y bien definida para la gestión de proyectos, facilitando la planificación y documentación del desarrollo. Sin embargo, presenta limitaciones importantes, ya que resulta poco flexible ante cambios en los requisitos y dificulta la adaptación a nuevas necesidades que puedan surgir durante el proceso de desarrollo (Royce, 1970).

Figura 1.

Metodología Cascada



Nota. Adaptado de *El modelo en cascada: desarrollo secuencial de software*, por IONOS Digital Guide, 2024, IONOS (<https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/>).

1.1.11.2 Kanban. Kanban es un marco ágil enfocado en la visualización del flujo de trabajo y la gestión de la capacidad del equipo. Se basa en el uso de un tablero visual dividido en columnas que representan las distintas etapas del proceso de desarrollo, desde la planificación hasta la entrega, como se muestra en la Figura 2. Cada tarea se representa mediante una tarjeta que avanza a través de las diferentes etapas a medida que avanza en el proceso (Anderson, 2010; Kniberg & Skarin, 2010). Este enfoque permite una gestión eficiente del flujo de trabajo, facilita la identificación de cuellos de botella y promueve la mejora continua del proceso. Además, Kanban se caracteriza por limitar el trabajo en progreso (WIP), lo que contribuye a optimizar la productividad del equipo y a mantener un flujo de trabajo constante (Anderson, 2010).

Figura 2.

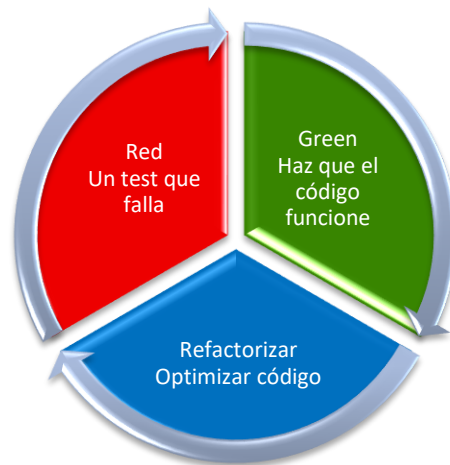
Ejemplo de metodología Kanban



Nota. Tomado de *El método Kanban para mejorar la productividad*, por eGestión & Consultores (s.f.), (<https://www.egestionaconsultores.es/el-metodo-kanban-para-mejorar-la-productividad/>)

1.1.11.3 Desarrollo dirigido por pruebas (*test-driven development*, tdd). El desarrollo dirigido por pruebas (tdd) es una práctica de desarrollo que se centra en escribir pruebas automatizadas antes de escribir el código de producción. El ciclo de desarrollo en tdd sigue tres pasos: escribir una prueba que falle, escribir el código mínimo necesario para que la prueba pase y luego refactorizar el código para mejorar su calidad sin cambiar su comportamiento (Figura 3). Tdd promueve la calidad del código, la modularidad y la capacidad de mantenimiento, al tiempo que garantiza que el código cumpla con los requisitos especificados por las pruebas (Beck, 2003).

Figura 3.
Modelo TDD



Nota. Elaboración propia a partir de la descripción del método.

1.1.11.4 Desarrollo iterativo. El desarrollo iterativo es una metodología ágil que se centra en la entrega continua de software funcional mediante ciclos cortos de desarrollo, prueba y retroalimentación. A diferencia de los enfoques tradicionales, que siguen un proceso lineal y predefinido, este enfoque permite a los equipos adaptarse de manera flexible a los cambios y responder a las necesidades de los usuarios (Sommerville, 2011; Pressman & Maxim, 2015).

En esta metodología, el trabajo se divide en iteraciones o sprints, cada una con una duración definida y orientada a la entrega de un incremento funcional del software. Durante cada iteración, el equipo implementa un conjunto específico de funcionalidades o mejoras, lo que permite una entrega frecuente de valor. Al finalizar cada ciclo, se revisa el progreso, se obtiene retroalimentación de los usuarios y se ajustan las prioridades para la siguiente iteración (Schwaber & Sutherland, 2020).

Una de las principales ventajas del desarrollo iterativo es su capacidad para gestionar la incertidumbre y el cambio. Al adoptar un enfoque incremental y adaptable, los equipos pueden responder eficazmente a nuevos requisitos o desafíos que surgen durante el desarrollo, reduciendo riesgos y aumentando la probabilidad de éxito del proyecto (Pressman & Maxim, 2015).

Asimismo, este enfoque promueve la colaboración y la transparencia, al involucrar a los interesados y usuarios finales durante todo el proceso. La retroalimentación continua permite detectar y corregir problemas de manera temprana, lo que contribuye a mejorar la calidad del producto y la satisfacción del usuario (Schwaber & Sutherland, 2020).

En la Tabla 1 se presenta un cuadro comparativo de las metodologías mencionadas anteriormente.

Tabla 1.
Comparativo Metodologías

Criterio a comparar	Metodología Cascada	Kanban	TDD (Test-Driven Development)	Desarrollo Iterativo
Enfoque principal	Proceso secuencial y lineal por fases.	Visualización y gestión del flujo de trabajo.	Desarrollo guiado por pruebas automatizadas.	Desarrollo incremental mediante ciclos cortos.
Estructura del proceso	Fases definidas: requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento.	Flujo continuo representado en un tablero con columnas.	Ciclo repetitivo: prueba fallida → código mínimo → refactorización.	Iteraciones o sprints con entregas parciales funcionales.
Flexibilidad ante cambios	Baja, los cambios son difíciles de integrar una vez iniciada una fase.	Media-alta, permite ajustar prioridades según el flujo.	Media, permite ajustes mediante nuevas pruebas.	Alta, permite adaptación constante en cada iteración.
Participación del usuario	Limitada, generalmente al inicio y al final del proyecto.	Puede ser continua dependiendo del equipo.	Indirecta, centrada en validación técnica.	Continua, con retroalimentación frecuente del usuario.
Ventajas principales	Claridad estructural y planificación definida.	Identificación de cuellos de botella y mejora continua del flujo.	Mejora la calidad del código y su mantenibilidad.	Adaptabilidad, reducción de riesgos y mejora progresiva.
Desventajas principales	Rigidez y dificultad para adaptarse a cambios.	No define roles ni plazos estrictos.	Puede aumentar el tiempo inicial de desarrollo.	Requiere alta organización y comunicación constante.
Tipo de proyectos recomendados	Proyectos con requisitos muy claros y estables.	Equipos que buscan optimizar productividad y flujo continuo.	Proyectos que priorizan la calidad y robustez del código.	Proyectos con requisitos cambiantes o innovadores.

1.2 Marco conceptual

Esta sección tiene como finalidad establecer las bases teóricas y definiciones fundamentales que sustentan el desarrollo de este proyecto. En esta sección se abordan los conceptos clave relacionados con los videojuegos, la composición musical, el ritmo, la interacción del usuario y los elementos técnicos involucrados en el diseño y desarrollo del sistema.

1.2.1 Polimorfismo

El polimorfismo es un concepto fundamental en la programación orientada a objetos que se refiere a la capacidad de los objetos de responder de manera diferente a un mismo mensaje o método, dependiendo del contexto en el que se utilicen (Sommerville, 2011; Booch, 2007). En otras palabras, un mismo método puede presentar distintas implementaciones en clases derivadas de una clase base, lo que permite que el comportamiento del programa se adapte dinámicamente al tipo de objeto con el que se interactúa (Gamma et al., 1995). Esto brinda flexibilidad y extensibilidad al código, ya que posibilita el uso de interfaces comunes para manipular objetos de diferentes clases de manera transparente, facilitando el desarrollo de sistemas más modulares y reutilizables (Nystrom, 2014).

1.2.2 Clases

En la programación orientada a objetos, una clase es un modelo o plantilla a partir del cual se crean objetos. Esta define las características comunes que comparten los objetos de un mismo tipo, incluyendo sus atributos (datos) y métodos (funciones), los cuales representan el estado y comportamiento de los objetos, respectivamente (Sommerville, 2011; Booch, 2007).

Por ejemplo, una clase puede representar entidades del mundo real, como un “Coche”, incluyendo atributos como color y velocidad, así como métodos como acelerar o frenar. Los objetos se crean a partir de una clase mediante un proceso denominado instanciación, en el cual cada objeto posee valores propios para sus atributos, pero comparte la estructura y comportamiento definidos por la clase (Gamma et al., 1995).

Las clases proporcionan una forma de organizar y estructurar el código de manera modular, facilitando su reutilización, extensibilidad y mantenimiento. Este enfoque es fundamental en el desarrollo de software, ya que permite construir sistemas más claros, escalables y fáciles de modificar (Nystrom, 2014).

1.2.3 Herencia

La herencia es un concepto fundamental en la programación orientada a objetos que permite crear nuevas clases a partir de clases existentes. En este enfoque, una clase nueva, llamada subclase o clase derivada, puede heredar atributos y métodos de una clase existente, denominada superclase o clase base. Esto permite que la subclase aproveche la estructura y el comportamiento de la superclase y, además, pueda agregar nuevos atributos y métodos o modificar los existentes para adaptarlos a sus necesidades específicas (Booch, 2007; Gamma et al., 1995). De esta manera, la herencia facilita la reutilización de código, la organización de clases en jerarquías y la creación de abstracciones más complejas a partir de estructuras más generales (Sommerville, 2011).

1.2.4 Videojuegos musicales y de composición

Los videojuegos musicales y de composición son una categoría diversa de videojuegos que ofrecen a los jugadores la oportunidad de interactuar con la música de manera creativa y expresiva (Johnson & Smith, 2019). Estos videojuegos van más allá de simplemente seguir ritmos o simular instrumentos musicales, permitiendo a los jugadores crear sus propias composiciones musicales desde cero.

En los videojuegos de composición musical, los jugadores pueden experimentar con diferentes instrumentos, ritmos y melodías para crear pistas musicales únicas y originales. Algunos videojuegos proporcionan herramientas intuitivas y fáciles de usar que permiten a los jugadores crear música sin necesidad de conocimientos musicales previos, mientras que otros ofrecen una experiencia más profunda y técnica para usuarios con habilidades musicales avanzadas.

Estos videojuegos no solo fomentan la creatividad y la expresión artística, sino que también pueden servir como herramientas de aprendizaje musical, ayudando a los jugadores a comprender los conceptos básicos de la teoría musical y la composición mientras se divierten y experimentan con la música.

1.2.5 Interfaz de usuario (UI)

La interfaz de usuario (User Interface, UI) en un videojuego rítmico se refiere al conjunto de elementos mediante los cuales el jugador interactúa con el sistema y accede a sus funciones y características. Una interfaz intuitiva y bien diseñada es fundamental para facilitar la jugabilidad y mejorar la experiencia del usuario, incluyendo componentes como menús, botones, indicadores de ritmo y retroalimentación visual y auditiva (Norman, 2013; Rogers et al., 2011).

La UI desempeña un papel clave en la comprensión del juego, ya que permite al usuario interpretar de manera clara las acciones que debe realizar y el estado del sistema en todo momento. En el contexto de los videojuegos rítmicos, una interfaz adecuada contribuye a la sincronización

entre estímulos visuales y auditivos, favoreciendo la precisión y el rendimiento del jugador (Collins, 2008).

Asimismo, una interfaz bien diseñada mejora significativamente la experiencia del usuario, al facilitar la inmersión y el disfrute del videojuego. La claridad, consistencia y retroalimentación efectiva son aspectos esenciales que influyen directamente en la satisfacción del jugador y en su permanencia dentro del sistema (Schell, 2008).

1.2.6 Codificación sensorial en videojuegos rítmicos

La codificación sensorial juega un papel fundamental en la experiencia del jugador dentro de los videojuegos rítmicos, ya que permite la percepción e interpretación de estímulos visuales y auditivos asociados tanto a la música como a las mecánicas del juego. Este proceso implica la transformación de la información sensorial proveniente del entorno en señales electroquímicas que pueden ser procesadas por el sistema nervioso (Bear et al., 2016; Goldstein, 2014).

En el contexto de los videojuegos rítmicos, la codificación sensorial se manifiesta mediante la percepción de elementos visuales, como notas, patrones o indicadores en pantalla, así como de estímulos auditivos, incluyendo ritmos y melodías. La integración de estos estímulos permite al jugador sincronizar sus acciones con el sistema, lo cual es esencial para el correcto desempeño dentro del juego (Collins, 2008). La presentación efectiva y coordinada de los estímulos visuales y auditivos resulta crucial para garantizar una experiencia de juego fluida y satisfactoria. Una adecuada sincronización sensorial favorece la precisión, la comprensión de las mecánicas y la inmersión del jugador, aspectos clave en el diseño de videojuegos rítmicos (Huron, 2006).

1.2.7 Ritmo

El ritmo es uno de los elementos fundamentales de la música, ya que establece el patrón temporal y la organización de los sonidos y silencios dentro de una composición. Este elemento proporciona estructura y coherencia, guiando el flujo y la progresión musical a lo largo del tiempo (Lerdahl & Jackendoff, 1983; Huron, 2006). Además, el ritmo influye en la forma en que los oyentes perciben y anticipan los eventos musicales, lo que lo convierte en un componente esencial para la comprensión y apreciación de la música.

En el contexto de los videojuegos musicales, el ritmo desempeña un papel crucial al dirigir la interacción del jugador con el sistema. Los patrones rítmicos constituyen la base sobre la cual los jugadores ejecutan acciones específicas, como activar notas en el momento preciso o sincronizar movimientos con la música (Collins, 2008). La capacidad de coordinar acciones con el ritmo influye directamente en el desempeño, la inmersión y la satisfacción del jugador, por lo que una correcta sincronización entre música y mecánicas de juego es fundamental para ofrecer una experiencia fluida y atractiva (Miller, 2012; Huron, 2006).

1.2.8 Sincronización

La sincronización se refiere a la capacidad de los jugadores para coordinar sus acciones con el ritmo de la música, siendo un elemento fundamental en los videojuegos musicales. Una sincronización adecuada entre los estímulos auditivos y las respuestas del jugador permite una interacción más precisa y significativa con el sistema, lo que contribuye directamente a la calidad de la experiencia de juego (Huron, 2006; Repp, 2005). Este proceso implica la percepción temporal del ritmo y la ejecución de acciones en momentos específicos, lo cual requiere habilidades cognitivas y motoras bien coordinadas.

En los videojuegos musicales, los jugadores deben realizar acciones como activar notas o ejecutar movimientos en sincronía con el ritmo, lo que genera una conexión directa entre la música y la jugabilidad. Una sincronización precisa favorece la sensación de fluidez, control y logro, elementos clave para la inmersión y satisfacción del usuario (Collins, 2008; Miller, 2012). Por el contrario, una mala sincronización puede afectar negativamente la experiencia, dificultando la interacción y reduciendo el nivel de disfrute del jugador.

1.2.9 Composición musical

La composición musical es el proceso mediante el cual se crean y organizan elementos como melodía, ritmo y armonía para formar una obra musical coherente. Este proceso implica tanto creatividad como conocimiento estructural de la música, permitiendo al compositor dar forma a ideas sonoras con intención expresiva (Lerdahl & Jackendoff, 1983; Huron, 2006). Además, la composición no solo abarca la creación de nuevas ideas musicales, sino también la organización y desarrollo de estas a lo largo del tiempo, generando una estructura significativa para el oyente.

En el contexto de los videojuegos de composición musical, los jugadores tienen la posibilidad de participar activamente en este proceso creativo mediante el uso de herramientas digitales integradas en el sistema. Estos entornos interactivos permiten explorar la creación de melodías, ritmos y secuencias de manera accesible, facilitando la experimentación musical incluso sin conocimientos previos (Jørgensen, 2009; Collins, 2008). De esta forma, los videojuegos de composición musical no solo funcionan como medios de entretenimiento, sino también como plataformas que fomentan la creatividad y el aprendizaje musical.

1.2.10 Partitura musical

La partitura musical es la representación gráfica de una composición, la cual permite a los músicos leer, interpretar y ejecutar una obra mediante la organización visual de elementos como notas, ritmos y silencios. Esta representación facilita la comprensión estructural de la música y su

correcta interpretación, al traducir el lenguaje sonoro en un sistema visual estandarizado (Lerdahl & Jackendoff, 1983; Huron, 2006).

En el contexto de los videojuegos musicales, la partitura se adapta a formatos visuales interactivos presentados en pantalla, funcionando como una guía que orienta las acciones del jugador. A través de esta representación, los usuarios pueden seguir patrones rítmicos y ejecutar notas en sincronía con la música, lo que permite una interacción directa entre la percepción visual y auditiva (Collins, 2008; Miller, 2012). De esta manera, la partitura no solo cumple una función informativa, sino que se convierte en un elemento central de la jugabilidad, facilitando la comprensión del sistema y el desempeño del jugador.

1.2.11 Pentagrama

El pentagrama es un sistema de representación musical compuesto por cinco líneas horizontales y cuatro espacios, sobre los cuales se escriben las notas musicales para indicar su altura y organización dentro de una composición. Cada línea y espacio corresponde a una nota específica, lo que permite estructurar visualmente la información musical y facilitar su lectura e interpretación (Lerdahl & Jackendoff, 1983; Huron, 2006). Este sistema constituye la base de la notación musical occidental y es fundamental para la comprensión de la relación entre los elementos sonoros.

En el contexto de los videojuegos musicales, el pentagrama puede adaptarse como un elemento visual interactivo que sirve de guía para la ejecución de la música dentro del juego. A través de su representación en pantalla, los jugadores pueden identificar notas, seguir patrones rítmicos y realizar acciones en sincronía con la música (Collins, 2008). De esta manera, el pentagrama no solo funciona como un recurso informativo, sino también como un componente clave en la jugabilidad, facilitando la interacción del usuario y mejorando su desempeño dentro del videojuego (Miller, 2012).

1.2.12 Notas musicales y figuras de nota.

Las notas musicales representan los sonidos individuales que componen una pieza musical. Cada nota está definida por su altura, duración y timbre y se representa mediante un símbolo en la partitura musical. En los videojuegos musicales, las notas se representan visualmente en la pantalla y los jugadores interactúan con ellas siguiendo patrones específicos (Collins, 2008).

Las notas musicales se clasifican según su duración (Benward & Saker, 2009), la cual se expresa mediante figuras de nota. Las figuras de nota más comunes incluyen:

- Redonda: Representa una nota larga que ocupa cuatro tiempos en compases de cuatro por cuatro.
- Blanca: Representa una nota que ocupa dos tiempos.

- Negra: Representa una nota que ocupa un tiempo.
- Corchea: Representa una nota que ocupa la mitad de un tiempo.

Las notas musicales y las figuras de nota son esenciales en los videojuegos musicales, ya que proporcionan los elementos básicos sobre los cuales se construyen la jugabilidad y la experiencia del jugador. Los jugadores interactúan con las notas siguiendo patrones rítmicos y melódicos, mientras que las figuras de nota definen la duración y el ritmo de la música dentro del videojuego (Miller, 2012).

1.2.13 Creatividad y expresión

La creatividad y la expresión son aspectos centrales tanto de la composición musical como de los videojuegos rítmicos. Estos juegos pueden proporcionar una plataforma para que los jugadores exploren su creatividad musical, experimenten con diferentes estilos y géneros y expresen su individualidad a través de la música.

1.3 Estado del arte

En el ámbito de los videojuegos musicales y rítmicos, varios títulos han destacado por su innovación, popularidad y sus contribuciones al género. A continuación, se presentan algunos de los videojuegos más influyentes y relevantes en este campo.

1.3.1 Guitar hero

Guitar Hero es una serie de juegos de ritmo musical que se lanzaron originalmente en 2005. El videojuego simula tocar la guitarra eléctrica utilizando un controlador en forma de guitarra con botones en el diapasón y una palanca de vibrato. Los jugadores deben presionar los botones en sincronía con las notas que aparecen en la pantalla, siguiendo el ritmo de la música. Guitar Hero popularizó el género de los videojuegos musicales y contribuyó significativamente a su crecimiento y éxito en la industria del entretenimiento interactivo (Activision, 2005). Por otra parte, este juego carece de un sistema de creación de canciones integrada en el videojuego, los usuarios al pasar de los años han creado formas de hacer sus propias creaciones, sin embargo, no hay ninguna herramienta oficial, ni en el videojuego ni de forma externa.

1.3.2 StepMania

StepMania es un juego de ritmo de código abierto que se lanzó por primera vez en 2001. Inspirado en Dance Dance Revolution, StepMania desafía a los jugadores a presionar las flechas direccionales en el momento adecuado para seguir el ritmo de la música (StepMania Team, 2001). Una característica distintiva de StepMania es su comunidad activa de creadores de contenido, que

han generado una gran cantidad de "pacs" (paquetes de canciones) y temas personalizables que amplían enormemente la variedad de música y estilos de juego disponibles. A pesar de tener una comunidad de creadores muy activa, los usuarios menos experimentados no tienen una forma sencilla de crear sus propias canciones, ya que se utilizan herramientas complicadas y difíciles de usar para usuarios no experimentados en el área de desarrollo de videojuegos.

1.3.3 Deemo

Deemo es un juego de ritmo desarrollado por Rayark Inc. Que se lanzó en 2013 para dispositivos móviles y más tarde para otras plataformas. El videojuego sigue la historia de Deemo, un personaje misterioso que toca el piano en un mundo oscuro y mágico. Los jugadores interactúan con la música tocando notas en un piano virtual en la pantalla táctil, siguiendo el ritmo de las melodías (Rayark Inc., 2013). Deemo se destaca por su estética visual, su cautivadora narrativa y su amplia variedad de pistas musicales de diversos géneros y artistas. Este juego a pesar de ser visualmente atractivo, usa una paleta de colores muy reducida, incluyendo una paleta de negros y blancos, haciendo este juego poco atractivo para los usuarios más jóvenes.

1.3.4 Osu!

Osu! Es un juego de ritmo de código abierto que se lanzó inicialmente en 2007 como un clon de Elite Beat Agents, un juego de Nintendo DS. Desde entonces, osu! ha evolucionado y se ha expandido enormemente, convirtiéndose en una plataforma multifacética que incluye varios modos de juego, como Osu!Standard (similar a Elite Beat Agents), Osu!Taiko, Osu!Catch y Osu!Mania. Los jugadores interactúan con el videojuego haciendo clic, deslizando o manteniendo pulsados elementos en la pantalla al ritmo de la música. Además de la amplia variedad de música disponible, Osu! Se destaca por su comunidad activa de creadores de contenido que contribuyen con nuevos mapas y características al juego.

1.3.5 Aporte de RythmCraft

El aporte de *RythmCraft* en esta área consiste en la implementación de un sistema de creación de canciones sencillo, accesible e intuitivo para la mayoría de los usuarios, generando una experiencia única, divertida e innovadora. A diferencia de otros videojuegos de ritmo tradicionales, cuya mecánica principal se centra en la ejecución de canciones predefinidas, *RythmCraft* propone como eje central la creación de melodías propias por parte del usuario.

El sistema está diseñado para permitir la composición musical de manera guiada, asegurando que las melodías generadas respeten principios básicos de la teoría musical mediante un conjunto de restricciones estructuradas. De esta forma, el usuario puede experimentar con la creatividad sin necesidad de conocimientos musicales previos y sin incurrir en errores armónicos

significativos. Posteriormente, las composiciones creadas pueden ser interpretadas dentro del propio juego siguiendo el ritmo establecido, integrando así el proceso creativo con la práctica rítmica y reforzando tanto la participación activa como el aprendizaje musical.

En la Tabla 2 se presenta un comparativo que señala las diferencias entre estos videojuegos para enfatizar el aporte de RythmCraft a este tipo de videojuegos.

Tabla 2.

Comparativo entre videojuegos rítmicos

Criterio	Guitar Hero	StepMania	Deemo	osu!	RythmCraft
Año de lanzamiento	2005	2001	2013	2007	2026
Tipo de juego	Ritmo musical con controlador físico	Ritmo con entradas direccionales	Ritmo con piano virtual	Ritmo con múltiples modos	Ritmo y composición musical
Mecánica principal	Ejecutar canciones predefinidas presionando botones en sincronía	Presionar flechas siguiendo el ritmo	Tocar notas en pantalla táctil siguiendo la melodía	Interacción con elementos al ritmo de la música	Crear melodías propias y posteriormente interpretarlas rítmicamente
Creación de canciones integrada	No cuenta con sistema oficial	No integrada oficialmente (requiere herramientas externas complejas)	No	No (solo creación de mapas mediante herramientas externas)	Sí, sistema integrado, sencillo e intuitivo
Enfoque en creatividad del usuario	Limitado a ejecución	Moderado mediante creación de contenido avanzado	Bajo	Moderado mediante creación de mapas	Alto, centrado en composición propia
Enfoque educativo / teoría musical	No	No	No	No	Sí, composición guiada bajo principios básicos de teoría musical

Capítulo 2. Metodología

2.1 Uso y justificación de la metodología seleccionada

Se escogió la metodología “Desarrollo Iterativo” ya que esta se ajusta de manera eficaz al desarrollo individual y por iteraciones que se buscan para este juego. Esta metodología se escogió por los siguientes puntos:

Flexibilidad para explorar conceptos: El Desarrollo Iterativo permite a los desarrolladores explorar y experimentar con diferentes ideas y mecánicas de juego en cada iteración. Para un juego de composición musical y rítmico, esto es especialmente beneficioso, ya que se pueden probar y ajustar diferentes formas de interactuar con la música, como tocar instrumentos virtuales, seguir patrones rítmicos o crear composiciones musicales.

Retroalimentación continua: Al desarrollar un juego de este tipo, es crucial recibir retroalimentación regular de los usuarios sobre la jugabilidad, la interfaz de usuario y la experiencia musical. El enfoque iterativo permite integrar esta retroalimentación de manera continua en el proceso de desarrollo. De esta forma, se optimiza el mecanismo de puntuación, la claridad de la interfaz, la organización de los elementos visuales y el diseño general. Este proceso de mejora continua contribuye a mejorar la experiencia del usuario, asegurando que el videojuego evolucione de acuerdo a las necesidades del usuario a lo largo de cada iteración.

Entrega incremental de valor: Con el Desarrollo Iterativo, es posible entregar versiones jugables del videojuego en etapas tempranas del desarrollo. Esto significa que los usuarios pueden comenzar a experimentar y disfrutar del videojuego antes de que esté completamente terminado, lo que puede generar interés y compromiso a lo largo del proceso de desarrollo.

Adaptación a cambios en los requisitos: Dado que los videojuegos de composición musical y rítmica a menudo involucran elementos creativos y artísticos, es probable que los requisitos y las especificaciones del videojuego evolucionen a lo largo del tiempo. El enfoque iterativo permite adaptarse a estos cambios de manera ágil, incorporando nuevas ideas y ajustando el diseño del videojuego según sea necesario.

Esta metodología se puso en práctica siguiendo estas etapas:

- 1) **Planificación inicial:** En esta etapa, se establecen los objetivos generales del proyecto y se identifican las principales características y requisitos. Se puede elaborar un plan general del proyecto, pero se espera que este plan evolucione a lo largo del desarrollo.
- 2) **Diseño inicial:** Se elabora un diseño inicial del producto o sistema en función de los requisitos y objetivos establecidos. Este diseño puede ser de alto nivel y no tiene que ser definitivo, ya que se espera que evolucione con el tiempo.

- 3) Iteraciones: El desarrollo se divide en ciclos o iteraciones cortas, generalmente de unas pocas semanas de duración. En cada iteración, se seleccionan y priorizan un conjunto específico de características o funcionalidades a implementar.
- 4) Implementación: Durante cada iteración, se lleva a cabo la implementación de las características o funcionalidades seleccionadas. Se realizan pruebas y revisiones continuas para garantizar que el trabajo realizado cumpla con los estándares de calidad establecidos.
- 5) Revisión y retroalimentación: Al finalizar cada iteración, se revisa el trabajo realizado y se recopila la retroalimentación del equipo de desarrollo y, cuando sea posible, de los usuarios finales. Esta retroalimentación se utiliza para ajustar y mejorar el producto en las iteraciones futuras.
- 6) Actualización del plan: Con base en la retroalimentación recibida y en los cambios en los requisitos o circunstancias del proyecto, se actualiza el plan del proyecto y se ajustan las prioridades y objetivos para las iteraciones futuras.
- 7) Entrega de valor incremental: Después de cada iteración, se produce una versión funcional del producto que agrega valor tangible al proyecto. Estas versiones incrementales pueden ser entregadas a los clientes o usuarios finales para su evaluación y retroalimentación.
- 8) Iteración continua: El proceso de desarrollo iterativo se mantiene a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con el equipo refinando y mejorando el producto en cada iteración hasta alcanzar la calidad deseada y cumplir todos los requisitos.

2.2 Aplicación de la metodología seleccionada

En esta sección se describe la aplicación de la metodología de desarrollo iterativo empleada para la creación del videojuego. Se explican la metodología empleada, el proceso de diseño y la forma en que se estructuró el desarrollo mediante iteraciones sucesivas.

Asimismo, se detalla cada una de las iteraciones realizadas, especificando los avances, ajustes y mejoras incorporados en cada etapa del proyecto.

2.2.1 Planificación inicial

En esta sección se presenta la etapa de planificación inicial del proyecto, en la que se define el objetivo del videojuego con base en el análisis previo. Además, se identifican sus características principales, se analizan los requisitos técnicos y de diseño y se establece un cronograma preliminar para organizar el desarrollo del sistema.

2.2.1.1 Definición de objetivo. Con base en el análisis de los actuales juegos de ritmo y composición vigentes en el mercado y de las necesidades de desarrollo de la creatividad por parte de usuarios que buscan el desarrollo de sus habilidades creativas a través de los videojuegos, se planteó el objetivo de este trabajo, ya mencionado en la sección de introducción.

La etapa de planificación se inicia con la definición de los objetivos, en este caso el objetivo es “desarrollar un juego de composición musical para crear composiciones musicales de forma interactiva y brindando retroalimentación con el propósito de mejorar la efectividad de la experiencia de usuario, fomentando así el aprendizaje musical, así como la participación significativa de los usuarios en el proceso de creación musical”.

2.2.1.2 Identificación de características clave. En segundo lugar, se identifican las características principales del videojuego, como la capacidad de crear y editar composiciones musicales, la integración de un sistema de puntuación basado en el ritmo y la sincronización, así como la inclusión de mecánicas de juego para motivar a los jugadores.

- Crear y editar composiciones musicales. Este sistema permite al usuario crear composiciones musicales sin necesidad de conocimientos previos de teoría musical, además de impedirle caer en un uso indebido de la misma. Esto se logró ideando un sistema en el cual el usuario solo puede utilizar ciertas notas y ciertos intervalos de nota y de esta manera, con estas limitaciones, el usuario no puede cometer faltas a la teoría musical y sí puede crear melodías únicas.
- Integrar un sistema de puntuación basado en el ritmo. El usuario puede practicar su ritmo utilizando sus propias canciones, el mecanismo de puntuación da una mejor calificación cuando el ritmo es más preciso, de esta manera, se incentiva al usuario a mejorar su ritmo.
- Inclusión de elementos de juego para motivar a los jugadores. Los usuarios, al obtener una mayor cantidad de puntos, podrán tener acceso a ciertos privilegios de personalización, como cambiar el color del fondo y también el de las notas musicales.

2.2.1.3 Análisis de requisitos. En tercer lugar, se analizan los requisitos específicos del videojuego, incluidos los requisitos técnicos, como las plataformas de desarrollo, y los requisitos de diseño, como la interfaz de usuario y la mecánica del videojuego.

2.2.2 Diseño inicial

En este capítulo se presenta la etapa de diseño inicial del videojuego, en la cual se definieron los elementos conceptuales, técnicos y visuales que conforman el sistema. Se describe la definición del concepto del videojuego y sus mecánicas principales, así como la selección de las tecnologías y herramientas utilizadas para su desarrollo. Asimismo, se detallan los procesos de diseño gráfico, creación de sonidos, integración de la interfaz de usuario y la elaboración del prototipo inicial, estableciendo así las bases para la implementación del proyecto.

2.2.2.1 Definición del concepto del videojuego. En este juego de composición musical y ritmo, los usuarios tienen la oportunidad de practicar y mejorar su habilidad rítmica mientras crean sus propias composiciones musicales. Mediante la interacción con una interfaz intuitiva y dinámica, los jugadores pueden experimentar con diferentes ritmos, tiempos y melodías para componer sus propias piezas musicales. La retroalimentación inmediata proporcionada por el videojuego les permite ajustar y perfeccionar su interpretación, fomentando así el desarrollo de habilidades musicales en un entorno de juego envolvente y divertido.

2.2.2.2 Diseño de la mecánica del videojuego. El videojuego se compone de dos mecánicas principales: la composición musical y el ritmo. En la mecánica de composición musical, el usuario utiliza el mouse para seleccionar intervalos de notas que van de corcheas a redondas. Al elegir un intervalo, se genera una cuadrícula en el pentagrama en el que el usuario puede ubicar las notas según su preferencia. Cada nota colocada produce el sonido correspondiente, lo que permite al usuario crear composiciones musicales personalizadas. Además, se incluye un botón de reproducción para escuchar y revisar la composición en curso, así como opciones de guardado para preservar las creaciones del usuario. Por otro lado, la mecánica de ritmo permite al usuario jugar las composiciones creadas siguiendo el ritmo de la canción. La precisión en el seguimiento del ritmo se traduce en una mayor puntuación, lo que proporciona un incentivo para mejorar las habilidades rítmicas del jugador.

2.2.2.3 Selección de tecnologías y herramientas. En cuarto lugar, se seleccionan las tecnologías y herramientas adecuadas para el desarrollo del videojuego, como el motor de juego Unity para el desarrollo de juegos en 2D o 3D, el lenguaje de programación, como C#, el software de edición digital, como Krita para la creación de los gráficos y *sprites*, y software de edición de audio, como FL Studio, para la creación de pistas musicales.

2.2.2.4 Diseño de *sprites*. El proceso de diseño de *sprites* se llevó a cabo utilizando el software Krita, una herramienta versátil para la creación de gráficos digitales. En Krita, se creó un proyecto con las dimensiones requeridas y se elaboraron los dibujos de los diferentes intervalos de notas musicales (Figura 5), así como otros elementos, como la interfaz de usuario (UI), el pentagrama como se ve en la

Figura 4 y algunos dibujos adicionales de instrumentos musicales. Una vez completados, estos dibujos se exportaron en formato PNG y se integraron en los *assets* del videojuego para su uso en la interfaz y en la representación visual de sus elementos.

Figura 4.
Sprite pentagrama

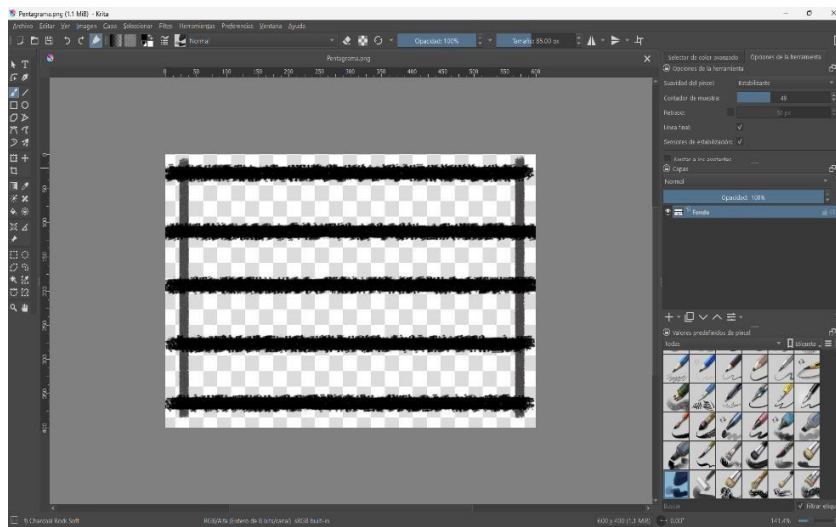
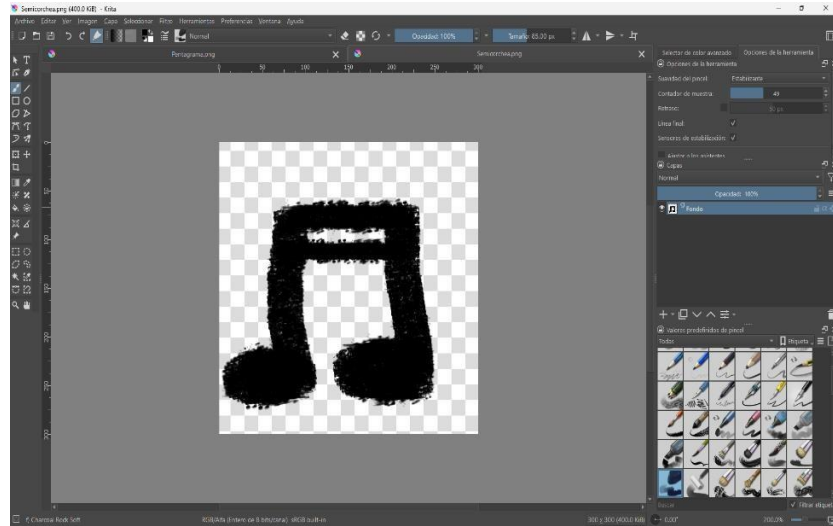


Figura 5.
Sprite Nota



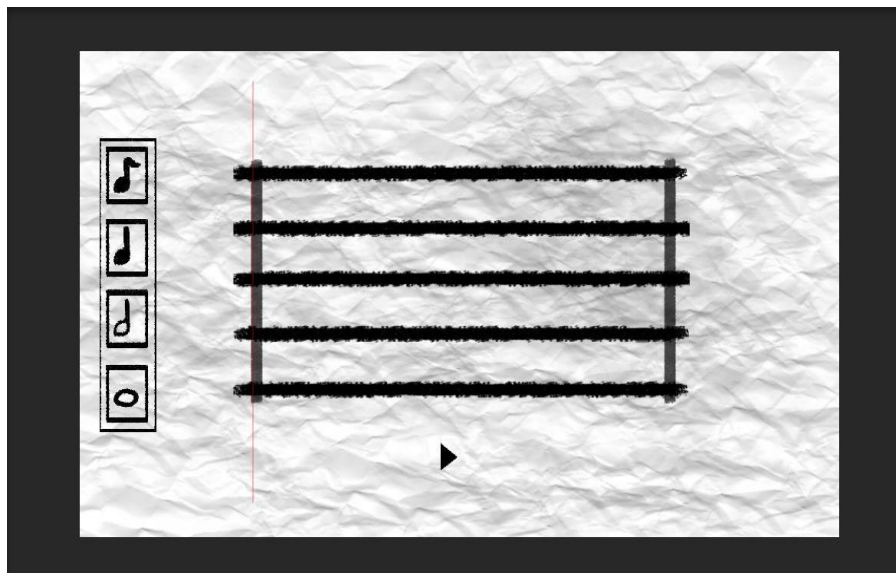
2.2.2.5 Diseño de sonidos. Para el diseño de sonidos se empleó el software FL Studio, una herramienta de producción musical que permite crear y manipular diversos tipos de sonidos. En un proyecto específico, se generaron sonidos utilizando instrumentos virtuales (Figura 6) o sintetizadores disponibles en el software. Se grabaron y editaron notas individuales en un rango específico, de D5 a G6, en formato de archivo de audio WAV. Cada nota se renderizó por separado para obtener archivos de sonido individuales que representan las notas musicales utilizadas en el videojuego. Estos archivos de audio luego se integraron en el videojuego para su reproducción durante la interacción del usuario.

Figura 6.
Instrumentos virtuales en FL Studio



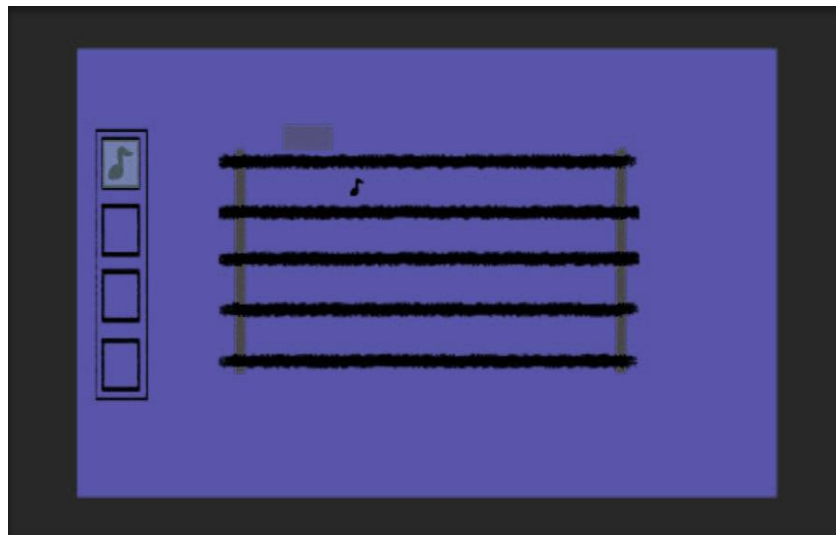
2.2.2.6 Diseño de UI. Todos los elementos diseñados, desde los *sprites* y la interfaz de usuario hasta los sonidos y las mecánicas de juego, se integraron de manera cohesiva en el motor de desarrollo de videojuegos Unity. Utilizando Unity como plataforma central, se fusionaron los gráficos creados en Krita, los sonidos producidos en FL Studio y las funciones de juego implementadas en C#. Esta integración permitió dar vida a la visión del videojuego de forma sinérgica, combinando elementos visuales, auditivos y de interacción para crear una experiencia de juego armoniosa y envolvente.

Figura 7.
Primer Diseño UI



2.2.2.7 Prototipado. En el prototipo inicial (Figura 8) desarrollado en Unity, se creó una interfaz rudimentaria que generaba una cuadrícula destinada únicamente al intervalo de notas de corchea. Esta cuadrícula no incluía la funcionalidad de generar sonidos, sino que se utilizaba para determinar el espaciado y los tamaños adecuados, así como para probar la mecánica de juego propuesta. Esta aproximación permitió explorar y validar la viabilidad de la mecánica de juego antes de avanzar en el desarrollo y la implementación de funcionalidades adicionales.

Figura 8.
Prototipo Inicial



Capítulo 3. Desarrollo

En este capítulo se describe el proceso de desarrollo del videojuego mediante la aplicación de una metodología iterativa, la cual permitió la construcción progresiva del sistema a través de múltiples versiones. Cada iteración incluyó etapas de diseño, implementación y evaluación, con el propósito de mejorar continuamente el funcionamiento, la usabilidad y la experiencia del usuario.

Asimismo, en este capítulo se presentan de manera detallada las características de cada iteración, incluyendo los cambios realizados, los problemas detectados y las soluciones implementadas. Para facilitar la comprensión del proceso, se incorporan figuras que ilustran la evolución del sistema, tales como interfaces, mecánicas de juego y elementos visuales relevantes.

3.1 Iteraciones

En esta sección se describen las iteraciones realizadas durante el desarrollo del videojuego, detallando las actividades llevadas a cabo en cada etapa, así como los avances obtenidos y los ajustes implementados. Asimismo, se expone la retroalimentación obtenida en cada fase y la manera en que esta contribuyó al refinamiento continuo del proyecto, consolidando así un proceso de desarrollo incremental y estructurado.

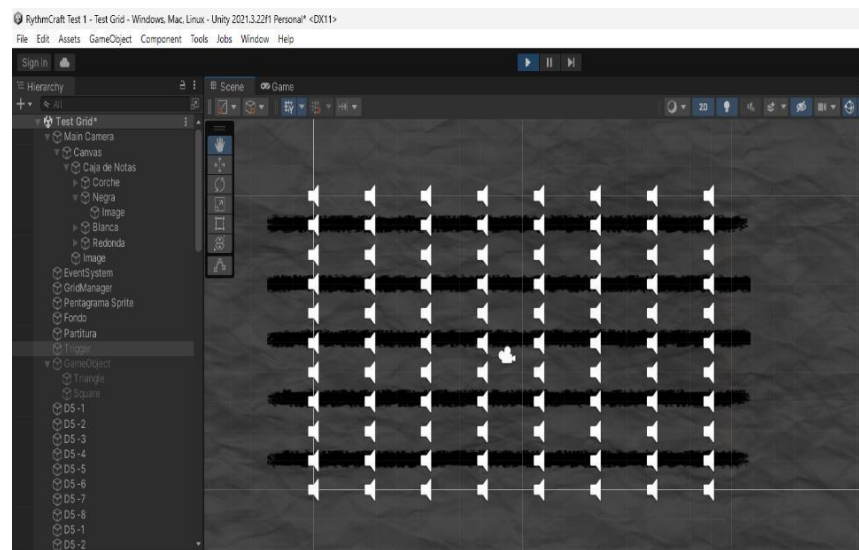
3.1.1 Iteración I

Durante la primera fase de desarrollo, el enfoque estuvo en mejorar la interfaz de usuario del prototipo inicial. Una de las principales mejoras fue la incorporación de los intervalos de nota que faltaban, lo que permitió una representación más completa y precisa de las posibilidades musicales. Se implementó un script llamado “*Grid*” para generar una cuadrícula dinámica en función del intervalo de nota seleccionado por el usuario. Por ejemplo, al elegir una corchea, la cuadrícula se ajustaba automáticamente para albergar hasta 8 corcheas en cada línea del pentagrama, resultando en una cuadrícula de tamaño 11x8 (Figura 9). Este enfoque permitió adaptar la cuadrícula a diferentes intervalos de tiempo, como negras, blancas y redondas, brindando flexibilidad al usuario en la composición musical.

Además de la estructura de la cuadrícula, también se asignaron clips de audio correspondientes a cada cuadro de la cuadrícula. Cada nota musical representada en la cuadrícula está asociada a un sonido único, lo que proporciona una experiencia auditiva inmersiva y realista. Sin embargo, en esta etapa del desarrollo aún no se había implementado la funcionalidad para reproducir las composiciones creadas, lo que limitaba la interactividad del usuario con el videojuego.

A pesar de estos avances, se identificaron varias limitaciones significativas en la primera iteración. La cuadrícula carecía de dinamismo y no permitía la combinación de diferentes intervalos de nota en una misma composición. Además, en el apartado de ritmo, solo se realizaron pruebas preliminares, sin una implementación completa. Estas limitaciones fueron áreas clave de mejora que se abordaron en las siguientes iteraciones del desarrollo del videojuego.

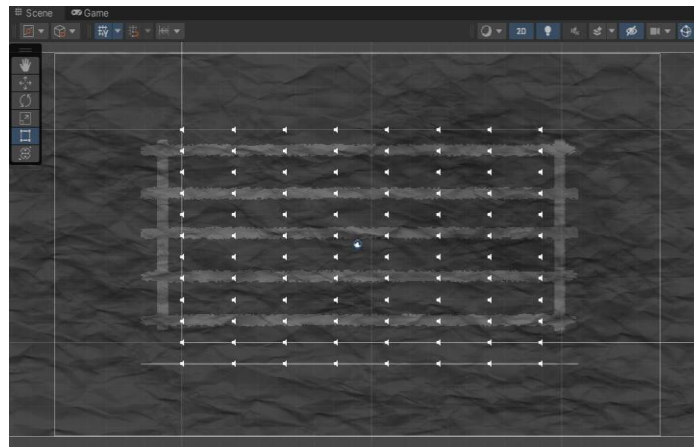
Figura 9.
Cuadrícula 11 x 8



3.2.1 Iteración II

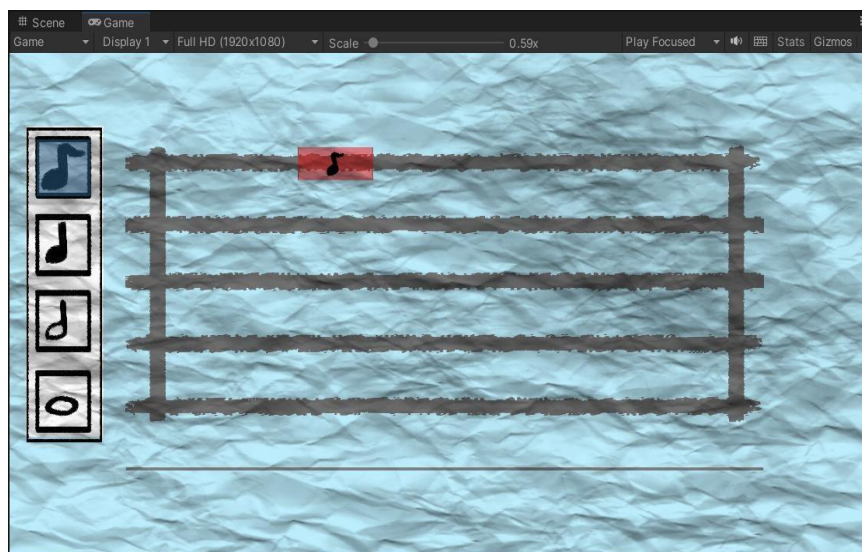
Para la segunda iteración, se dedicó un esfuerzo considerable a la ampliación y a la mejora de la funcionalidad del videojuego. La expansión de la cuadrícula a una dimensión de 12x8 (Figura 10) permitió incorporar una mayor variedad de notas musicales, brindando así a los jugadores una paleta más amplia para expresar su creatividad musical. Además, la introducción de cuatro botones distintos, cada uno representando un tipo de nota musical desde la corchea hasta la redonda, mejoró significativamente la accesibilidad y usabilidad del videojuego. Estos botones, con sus representaciones visuales claras de las figuras de notas simplifican el proceso de selección para los usuarios, lo que les permite agregar notas con mayor precisión y facilidad.

Figura 10.
Cuadrícula 12 x 8



Una mejora importante en la interfaz se logró mediante la adición de colores de fondo distintivos que resaltan la ubicación seleccionada en la cuadrícula. Esta adición no solo mejora la estética visual del videojuego, sino que también proporciona al usuario una retroalimentación visual clara sobre dónde está colocando las notas. Además, al hacer clic en un botón de la cuadrícula, se agrega un sprite correspondiente a la figura de la nota seleccionada (Figura 11), lo que refuerza la retroalimentación visual y ayuda al usuario a identificar con claridad la nota que está añadiendo.

Figura 11.
Colocación de notas

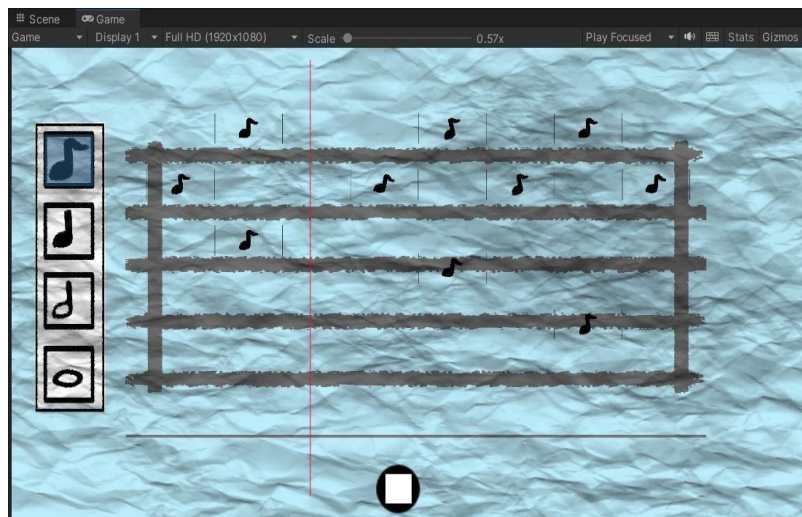


3.2.1.1 Retroalimentación I. En la fase de retroalimentación se identificaron algunos problemas significativos que requieren atención. Uno de los más críticos es la falta de excepciones para limitar ciertas figuras de notas en posiciones específicas de la cuadrícula. Esta carencia podría permitir que usuarios menos experimentados creen composiciones que no cumplan con los principios fundamentales de la teoría musical. Por lo tanto, abordar este problema se convierte en una prioridad para garantizar que el videojuego mantenga su integridad y coherencia con respecto a la teoría musical.

3.2.2 Iteración III

En la tercera iteración, se introdujo por primera vez el "activa3.dor" o "*trigger*", el cual reproduce el sonido de la nota seleccionada al ser tocado, emulando así el comportamiento de un instrumento real. Esto permite al usuario escuchar las melodías que está creando en tiempo real. Además, se agregó un botón de reproducción (*play*) mostrado en la Figura 12 para iniciar el activador y, al finalizar el compás, reiniciar el movimiento.

Figura 12.
Botón play



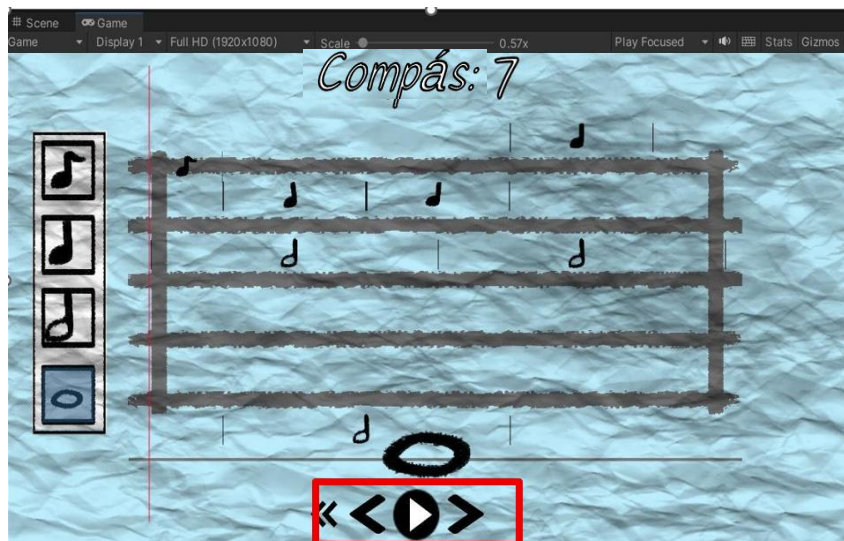
3.2.2.1 Retroalimentación II. Durante la fase de retroalimentación, los usuarios expresaron que el cambio de color de fondo implementado en la iteración anterior no resultaba agradable y, en lugar de mejorar la experiencia, tenía un efecto contrario. También señalaron que el hecho de que solo se pudiera escribir un compás limitaba considerablemente el espacio disponible para componer canciones, lo que resultaba insuficiente. Se identificó la necesidad de incluir más compases para satisfacer las necesidades de los usuarios respecto de la composición de sus canciones.

3.2.3 Iteración IV

En la cuarta iteración, se implementaron cambios significativos para mejorar la experiencia del usuario. Se decidió mantener un color de fondo constante para evitar molestar al usuario, en lugar de cambiarlo repetidamente como en iteraciones anteriores. Además, se añadieron botones de "siguiente" y "anterior" (Figura 13) para permitir al usuario cambiar de compás fácilmente. Ahora, el usuario no está limitado a escribir solo en un compás; se habilitó la capacidad de tener compases infinitos, lo que amplía considerablemente las posibilidades de composición.

Figura 13.

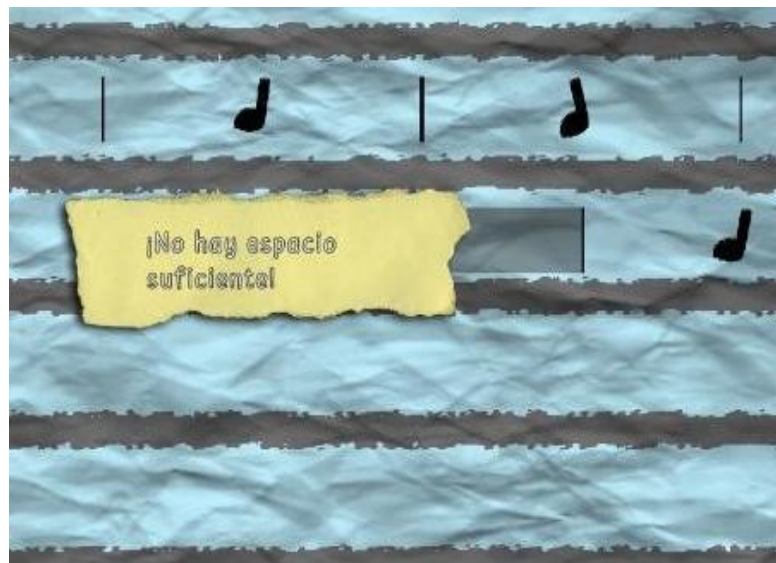
Botones siguiente y anterior



También se modificó el enfoque de la cuadrícula, optando por utilizar una cuadrícula más grande (12x8) en lugar de usar cuadrículas distintas para cada figura de nota. Se añadieron excepciones para garantizar que las figuras de nota solo puedan colocarse en los cuadros que tengan espacio disponible, abordando así una solicitud recurrente desde las iteraciones anteriores (Figura 14). Además, se ajustó el comportamiento del activador al finalizar un compás: en lugar de reiniciar, ahora cambia automáticamente al siguiente, lo que mejora la fluidez y la continuidad

en la composición. Estos cambios tienen como objetivo principal mejorar la usabilidad y la funcionalidad del videojuego, respondiendo a las necesidades y sugerencias recopiladas a lo largo del proceso de desarrollo

Figura 14.
Ejemplo de excepción



3.2.3.1 Retroalimentación III. En la retroalimentación de esta iteración, se destacó la necesidad de incluir una opción para reproducir la canción a distintas velocidades, permitiendo a los usuarios ajustar la velocidad de reproducción según sus preferencias. Además, varios usuarios sugirieron la conveniencia de contar con la opción de guardar y cargar sus composiciones, lo que les permitiría regresar y editar sus creaciones en cualquier momento. Estas sugerencias se considerarán en futuras actualizaciones del videojuego para mejorar la experiencia del usuario.

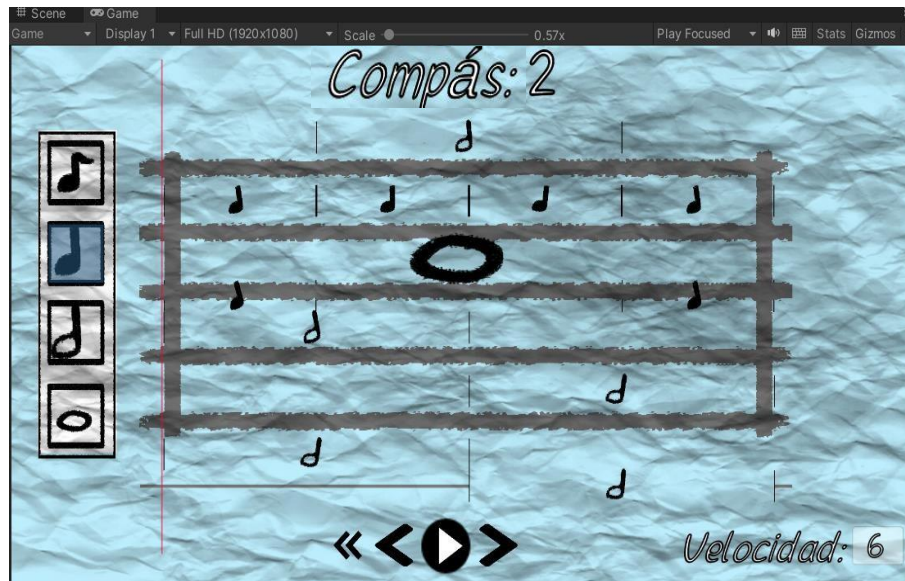
3.2.4 Iteración V

En la quinta iteración, se introdujo un campo de texto que permite ingresar valores enteros para ajustar la velocidad de movimiento del activador, lo que permite reproducir la canción creada a distintas velocidades (Figura 15). Este campo acepta valores desde 0 (sin movimiento) hasta el infinito, sin límite establecido. Aunque se realizaron pruebas para implementar la función de guardar y cargar composiciones, no se logró una versión estable para la entrega de esta iteración.

Además, se realizaron pruebas de la rama rítmica del videojuego como parte del proceso de desarrollo continuo para mejorar la experiencia general del usuario.

Figura 15.

Indicador de velocidad



3.2.4.1 Retroalimentación IV. En la cuarta retroalimentación, se reiteró la importancia de implementar los botones de guardar y cargar y se sugirió incluir un menú principal que permita al usuario alternar entre distintos modos de juego. Estas sugerencias se considerarán para futuras actualizaciones del proyecto con el objetivo de mejorar la experiencia general del usuario.

3.2.5 Iteración VI

En la sexta iteración, se implementaron los botones de guardar y de cargar. Al presionarlos, cada uno abre un menú diferente: el botón de guardar muestra un campo de texto para escribir el nombre de la canción que se desea guardar, mientras que el botón de cargar despliega un cuadro de diálogo con la lista de canciones guardadas (Figura 16). Además, se logró establecer la primera versión funcional de la parte rítmica del videojuego (Figura 17).

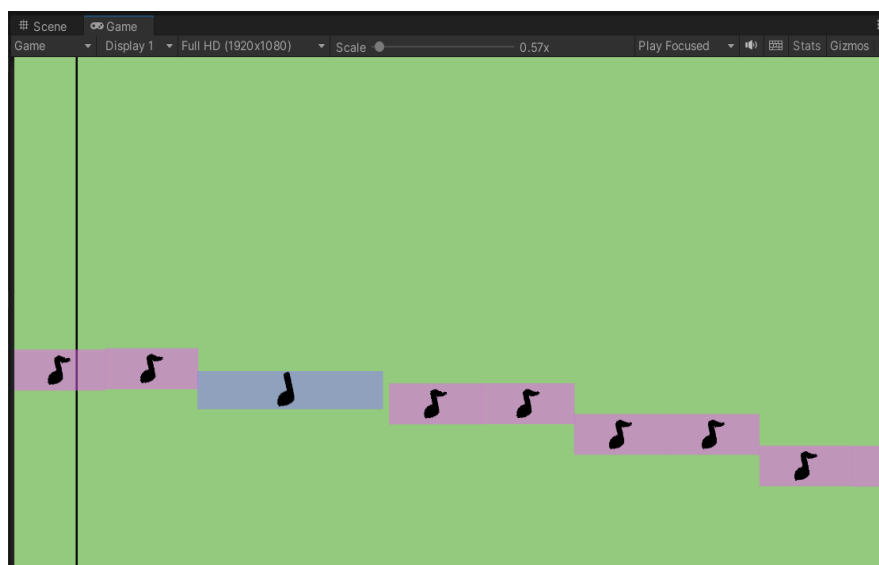
Figura 16.

Lista de canciones guardadas



Figura 17.

Primera versión del juego rítmico



3.2.5.1 Retroalimentación V. En la quinta retroalimentación, se observó que el modo rítmico carecía de precisión y no ofrecía incentivos para los usuarios. Además, se volvió a solicitar la implementación del menú principal, así como un botón para regresar al menú principal desde cualquier modo de juego, ya sea el de compositor o el de ritmo. Estas sugerencias se tendrán en cuenta para mejorar la experiencia del usuario en las próximas iteraciones del proyecto.

3.2.6 Iteración VII

En la séptima iteración, se introdujo el menú principal para cambiar entre modos de juego (Figura 18), junto con mejoras significativas en la precisión del modo rítmico y en la interfaz de usuario para una experiencia más atractiva y comprensible. Se agregaron botones para regresar al menú principal desde cualquier modo de juego y se optimizó la carga de canciones en el modo compositor.

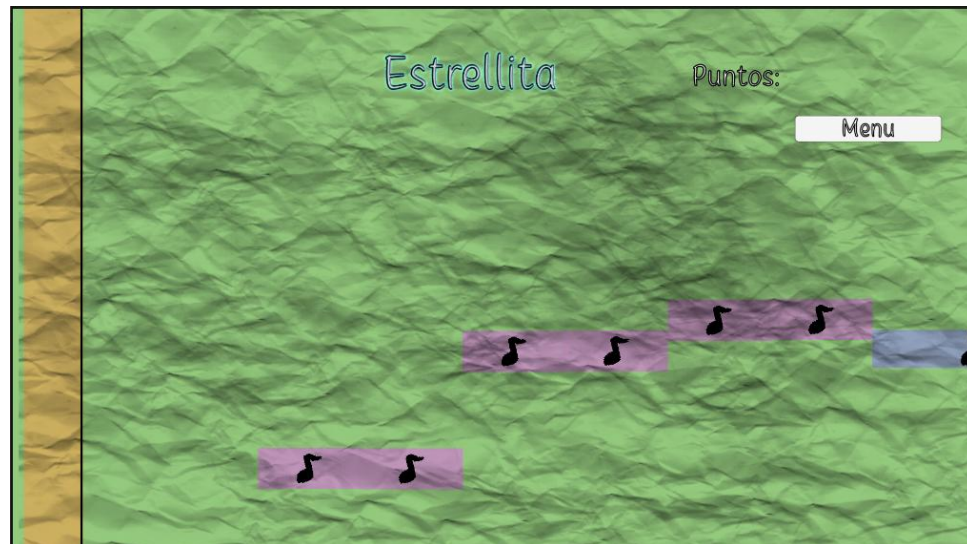
Además, se incorporaron canciones prefabricadas para facilitar la comprensión de cómo componer una canción. Una adición importante fue la implementación de un sistema de puntuación en el modo rítmico (Figura 19), en el que una mayor precisión rítmica se traduce en una puntuación más alta, lo que incentiva a los usuarios a mejorar su habilidad rítmica y a aumentar su participación en el videojuego.

Figura 18.

Menú principal



Figura 19.
Modo rítmico



Capítulo 4. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante las distintas iteraciones del desarrollo del videojuego RythmCraft. Para la evaluación del sistema, se aplicó un cuestionario breve a los usuarios al finalizar cada iteración, con el objetivo de recopilar información sobre la usabilidad, la comprensión de la interfaz y la experiencia general del videojuego.

El cuestionario incluyó preguntas cerradas con escala tipo Likert (1 = Muy en desacuerdo, 5 = Muy de acuerdo) y una pregunta abierta orientada a identificar áreas de mejora. La escala Likert es un instrumento ampliamente utilizado para medir percepciones y opiniones de los usuarios a partir de distintos niveles de acuerdo (Likert, 1932). En cada iteración participaron entre 4 y 7 usuarios, a quienes se les pidió responder de forma honesta y crítica con el fin de obtener resultados más representativos.

En la última iteración se utilizó un instrumento validado, la escala GUESS-18 (Game User Experience Satisfaction Scale), para realizar una evaluación integral del sistema. La escala GUESS es un instrumento diseñado específicamente para evaluar la experiencia del usuario en videojuegos, permitiendo analizar aspectos como la usabilidad, la jugabilidad y la satisfacción general del jugador (Phan et al., 2016). De acuerdo con RUX Research (s.f.), este instrumento ha sido utilizado en diversos contextos de evaluación de videojuegos, lo que respalda su utilidad como herramienta para medir la experiencia del usuario.

El cuestionario utilizado durante las primeras iteraciones del desarrollo constó de las siguientes preguntas:

- El sistema es fácil de entender.
- La interfaz es clara e intuitiva.
- Pude interactuar correctamente con las notas musicales.
- Disfruté el modo rítmico del videojuego.
- La experiencia general fue satisfactoria.
- Comentarios adicionales (pregunta abierta).

4.1 Iteración I

La Tabla 3 muestra el promedio de las respuestas obtenidas de 4 usuarios para cada una de las preguntas del cuestionario aplicado en esta iteración. Los valores se encuentran en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “Muy en desacuerdo” y 5 a “Muy de acuerdo”.

Tabla 3.
Resultados Iteración I

Pregunta	Promedio
Facilidad de uso	2.6
Interfaz	2.8
Interacción	2.5
Modo rítmico	1.0
Experiencia	2.4

4.1.1 Comentarios de usuarios en la iteración I

- “No entiendo que estoy haciendo”
- “No puedo escuchar lo que hago”
- “Está interesante, pero se siente incompleto”
- “No entiendo algunas cosas”

4.1.2 Análisis de resultados de la iteración I

En esta primera iteración, los resultados muestran claramente que los usuarios tuvieron varias dificultades al momento de interactuar con el sistema. Aunque algunos lograron entender la idea general, la mayoría coincidió en que la experiencia era confusa, especialmente al inicio. Esto se refleja en las calificaciones bajas en facilidad de uso e interacción.

Uno de los principales problemas fue la falta de retroalimentación auditiva. Al no poder escuchar lo que estaban componiendo, los usuarios no tenían forma de saber si lo que estaban haciendo tenía sentido o no. Esto generaba inseguridad y hacía que el sistema se sintiera incompleto.

También se notó que la interfaz, aunque funcional, no era lo suficientemente clara como para guiar al usuario. Varias acciones no eran intuitivas y requerían prueba y error.

En cuanto al modo rítmico, la calificación mínima se debe a que aún no existía en esta etapa, por lo que los usuarios no tenían acceso a este tipo de interacción. En general, esta iteración sirvió más como una base inicial que como una experiencia completa para el usuario.

4.2 Iteración II

Al igual que en la tabla anterior, en la Tabla 4 se presentan los promedios de las respuestas de 5 usuarios obtenidas para cada una de las preguntas del cuestionario.

Tabla 4.
Resultados Iteración II

Pregunta	Promedio
Facilidad de uso	3.1
Interfaz	3.3
Interacción	3.2
Modo rítmico	1.0
Experiencia	3.0

4.2.1 Comentarios de usuarios en la iteración II

- “Ahora se entiende mejor”
- “Los botones ayudan bastante”
- “Ya es más fácil poner notas”
- “Siento que puedo hacer cosas sin sentido musical”
- “No sé si lo que hago está bien o mal”

4.2.2 Análisis de resultados de la iteración II

En esta iteración ya se empieza a notar una mejora en comparación con la anterior. Los usuarios mencionaron que ahora el sistema se entiende mejor, principalmente gracias a los botones de las figuras musicales, que hacen más clara la interacción.

Sin embargo, aunque la interfaz mejora, aparece un problema importante: los usuarios pueden colocar notas sin ningún tipo de restricción, lo que provoca que algunas composiciones no tengan sentido musical. Esto genera cierta confusión, ya que el usuario no sabe si está usando correctamente el sistema o no.

Esto fue interesante porque muestra que no solo basta con que el sistema funcione, sino que también necesita guiar al usuario, especialmente en un contexto como la música, donde hay reglas básicas que ayudan a estructurar lo que se crea.

El modo rítmico sigue sin estar presente, lo que mantiene su calificación en el nivel más bajo. Aun así, la experiencia general mejora ligeramente, lo que indica que el proyecto va por buen camino.

4.3 Iteración III

Bajo el mismo esquema de evaluación descrito previamente, la Tabla 5 muestra los valores promedio obtenidos en esta iteración.

Tabla 5.
Resultados Iteración III

Pregunta	Promedio
Facilidad de uso	3.4
Interfaz	3.2
Interacción	3.6
Modo rítmico	1.2
Experiencia	3.3

4.3.1 Comentarios de usuarios en la iteración III

- “Me gusta que se pueda escuchar”
- “Hay poco espacio para hacer mi canción”
- “Está mucho mejor con sonido”
- “Solo tener un compás es muy poco”

4.3.2 Análisis resultados de la iteración III

La incorporación del sonido fue uno de los cambios más importantes hasta este punto, y eso se refleja directamente en los resultados. Los usuarios ahora pueden escuchar sus composiciones, lo que hace que la experiencia tenga mucho más sentido y se sienta más cercana a algo musical real.

Esto también mejora la interacción, ya que ahora cada acción tiene una consecuencia clara. El usuario ya no solo coloca notas, sino que puede escuchar lo que está construyendo, lo cual aumenta la comprensión del sistema.

A pesar de esto, empiezan a aparecer nuevas limitaciones. La más evidente es el uso de un solo compás, que varios usuarios consideraron insuficiente. Esto indica que los usuarios ya están buscando hacer composiciones más complejas, lo cual es una buena señal del avance del proyecto.

4.4 Iteración IV

De igual forma, en la Tabla 6 se presentan los promedios de las respuestas de 6 usuarios, obtenidas para cada una de las preguntas del cuestionario.

Tabla 6.
Resultados Iteración IV

Pregunta	Promedio
Facilidad de uso	3.7
Interfaz	3.6
Interacción	3.8
Modo rítmico	1.3
Experiencia	3.6

4.4.1 Comentarios de usuarios en la iteración IV

- “Ya puedo hacer canciones completas”
- “Se siente más completo”
- “Está mejor este color”
- “Siento que ya no me equivoco tanto”
- “Estaría bien cambiar la velocidad”
- “Me gustaría guardar lo que hago”

4.4.2 Análisis de resultados de la iteración IV

En esta iteración se nota un avance importante en la experiencia general. El hecho de poder trabajar con varios compases cambia completamente la forma en la que los usuarios interactúan con el sistema, ya que ahora pueden desarrollar ideas más largas y completas.

También se observa una mejora en la claridad del sistema gracias a las restricciones en la colocación de notas. Esto ayuda a evitar errores y hace que el usuario tenga más confianza en lo que está haciendo.

Otro punto positivo es la eliminación de los cambios de color, lo que hace que la interfaz sea más cómoda de usar.

Por otro lado, comienzan a surgir nuevas necesidades. Los usuarios ya no solo quieren usar el sistema; ahora quieren más control sobre él, como cambiar la velocidad o guardar sus composiciones. Esto refleja que el sistema empieza a sentirse útil, pero aún no está completamente terminado.

4.5 Iteración V

En la Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos de 5 usuarios durante la iteración V.

Tabla 7.
Resultados Iteración V

Pregunta	Promedio
Facilidad de uso	3.6
Interfaz	3.5
Interacción	3.7
Modo rítmico	1.5
Experiencia	3.5

4.5.1 Comentarios de usuarios en la iteración V

- “Está bien poder cambiar la velocidad”
- “No entiendo bien los valores”
- “Se siente raro si pongo números altos”
- “El modo rítmico no le entendí”
- “Sigue faltando guardar”

4.5.2 Análisis de resultados de la iteración V

La opción de modificar la velocidad es un paso interesante, ya que le da más control al usuario sobre su composición. Sin embargo, la forma en la que se implementó no es del todo clara, lo que provoca confusión.

Algunos usuarios no entienden bien qué valores usar o qué efecto tendrán, lo que reduce el impacto positivo de esta funcionalidad.

En cuanto al modo rítmico, aunque ya empieza a aparecer, todavía no está lo suficientemente desarrollado como para ser una experiencia completa. Por eso su calificación sigue siendo baja.

En general, esta iteración muestra que el sistema sigue creciendo, pero también que cada nueva función necesita ser bien explicada o diseñada para que realmente aporte valor.

4.6 Iteración VI

Bajo el mismo esquema de evaluación descrito previamente, la Tabla 8 muestra los valores promedio obtenidos en esta iteración.

Tabla 8.
Resultados Iteración VI

Pregunta	Promedio
Facilidad de uso	3.7
Interfaz	3.6
Interacción	3.8
Modo rítmico	2.4
Experiencia	3.4

4.6.1 Comentarios de usuarios en la iteración VI

- “Ya puedo guardar mis canciones”
- “El menú me confundió al principio”
- “El modo rítmico no siempre detecta bien”

4.6.2 Análisis de resultados de la iteración VI

La incorporación del guardado es una mejora importante, ya que permite que el usuario perciba el sistema como algo más serio y útil. Sin embargo, la forma en la que se presenta esta función aún puede mejorar, ya que algunos usuarios reportaron confusión al utilizarla.

El modo rítmico da un salto importante en esta iteración, ya que por primera vez es funcional. Esto se refleja en el aumento de su calificación.

Aun así, los usuarios detectaron problemas de precisión y falta de incentivos, lo que hace que la experiencia no sea completamente satisfactoria. Es decir, funciona, pero todavía no engancha del todo.

4.7 Iteración VII

En la Tabla 9 se pueden observar los valores promedio correspondientes a cada una de las preguntas evaluadas.

Tabla 9.
Resultados Iteración VII

Pregunta	Promedio
Facilidad de uso	3.9
Interfaz	3.8
Interacción	3.9
Modo rítmico	2.9
Experiencia	3.8

4.7.1 Comentarios de usuarios en la iteración VII

- “El menú me gusta”
- “Ahora sí se entiende un poico más cómo usarlo”
- “El modo rítmico ya tiene más forma”
- “A veces no detecta bien los golpes”
- “Me gustaría más canciones prefabricadas”

4.7.2 Análisis de resultados de la iteración VII

En esta última iteración se presenta la versión más completa del sistema. La incorporación del menú principal facilita mucho la navegación y ayuda a que el usuario entienda mejor cómo interactuar con el videojuego.

El modo rítmico mejora bastante en comparación con iteraciones anteriores, y algunos usuarios ya lo consideran divertido. Sin embargo, todavía hay problemas en la detección de precisión, lo que evita que la experiencia sea completamente fluida.

También se observa que los usuarios empiezan a pedir más contenido, como más canciones, lo cual es una buena señal, ya que indica que el sistema ya resulta interesante y usable.

4.8 Evaluación final con GUESS-18

Con el objetivo de realizar una evaluación más completa y validada de la experiencia del usuario, en la última iteración del desarrollo se aplicó la escala **GUESS-18** (*Game User Experience Satisfaction Scale*) a un total de 10 usuarios que interactuaron con la versión final del videojuego *RythmCraft*. El instrumento completo utilizado en la evaluación puede consultarse en el Anexo A.

El instrumento mencionado permite evaluar distintas dimensiones de la experiencia del jugador, considerando aspectos como la usabilidad, el nivel de entretenimiento, la estética y la

inmersión durante el uso del sistema. La escala original está basada en un formato tipo Likert de 7 puntos, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo”, 5 a “Algo de acuerdo” y 7 a “Totalmente de acuerdo”.

Para su aplicación en este estudio, los ítems del instrumento fueron traducidos al español con el fin de facilitar su comprensión por parte de los participantes. Esta traducción se realizó procurando mantener el significado original de cada reactivo, evitando alterar el sentido de las preguntas y garantizando así la validez de las respuestas obtenidas.

Para el cálculo de los resultados, se promediaron las respuestas de los ítems correspondientes a cada dimensión, obteniendo así un valor por subescala para cada usuario. Posteriormente, se calcularon los promedios generales por dimensión a partir del conjunto de participantes.

4.8.1 Ajuste en las dimensiones

En las dimensiones de “conectividad social” y “narrativa”, no se obtuvieron puntajes cuantitativos, ya que el videojuego *RythmCraft* no cuenta con funcionalidades de interacción entre usuarios, como modos multijugador, chat o colaboración en línea ni una historia por la naturaleza del mismo.

Debido a esto, estas dimensiones fueron consideradas como no aplicables dentro del contexto del sistema evaluado. Por lo tanto, no se incluyeron en el cálculo del puntaje promedio por dimensión ni en la interpretación general de resultados.

4.8.2 Resultados GUESS-18

El promedio por dimensión, obtenido a partir de las respuestas de los 10 usuarios, se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10.
Resultados GUESS-18

Dimensión	Promedio
Usabilidad / Jugabilidad	5.6
Narrativa	No aplica
Inmersión (Play Engrossment)	5.2
Disfrute (Enjoyment)	5.6
Libertad creativa	6.1
Estética de audio	5.7
Gratificación personal	4.9

Dimensión	Promedio
Conectividad social	No aplica
Estética visual	5.0

Considerando la exclusión de las dimensiones de narrativa y conectividad social, el puntaje total del videojuego se calculó con base en 7 dimensiones, obteniendo el siguiente resultado: Puntaje total ajustado: 38.1 / 49.

El puntaje obtenido se mantiene en un rango medio-alto dentro de la escala ajustada, lo que indica que el videojuego ofrece una experiencia satisfactoria en los aspectos evaluados. La exclusión de estas dimensiones no afecta la validez del análisis, ya que no forman parte de los objetivos ni del diseño del videojuego, el cual está enfocado en la composición musical y la interacción rítmica.

4.8.3 Análisis de resultados *GUESS-18*

Los resultados obtenidos a través de la escala GUESS-18 permiten observar de manera más estructurada la percepción de los usuarios respecto al videojuego.

En la dimensión de usabilidad/jugabilidad, se obtuvo una calificación alta, lo que indica que los usuarios consideran que el sistema es fácil de usar y que la navegación dentro del videojuego resulta clara. Esto confirma que las mejoras realizadas en la interfaz y en el flujo del sistema durante las últimas iteraciones tuvieron un impacto positivo.

La narrativa no presenta una calificación, lo cual es consistente con la naturaleza del videojuego, ya que *RythmCraft* no está diseñado para contar una historia, sino para la creación musical.

En cuanto a la inmersión, los resultados indican que los usuarios lograron concentrarse en el videojuego, aunque no de forma completamente absorbente. Esto puede estar relacionado con la simplicidad del sistema o la duración de las sesiones de prueba.

La dimensión de disfrute presenta una valoración positiva, lo que sugiere que el videojuego resulta entretenido. Sin embargo, aún existe margen de mejora para hacerlo más dinámico o variado.

La libertad creativa obtiene la calificación más alta, lo cual es coherente con el objetivo principal del proyecto. Los usuarios perciben que el sistema les permite experimentar y crear música sin restricciones importantes.

La estética de audio también presenta una valoración alta, lo que indica que los elementos sonoros contribuyen de manera positiva a la experiencia del usuario.

La gratificación personal muestra que los usuarios se enfocan en mejorar su desempeño, especialmente en el modo rítmico, aunque este aún presenta algunas limitaciones.

La conectividad social al igual que la narrativa, no presenta un resultado cualitativo ya que el juego no cuenta con funciones multijugador.

Finalmente, la estética visual obtiene una valoración moderada, lo que indica que el diseño cumple su función, aunque puede mejorar en cuanto a atractivo visual.

Conclusiones

El desarrollo de RythmCraft ha culminado no solo en un producto de entretenimiento, sino también en una herramienta interactiva que permite a los usuarios explorar la composición musical de una manera accesible y atractiva. A lo largo de las distintas iteraciones, se implementaron mejoras constantes basadas en la retroalimentación de los usuarios, lo que permitió refinar tanto la funcionalidad del sistema como la experiencia general de uso.

Desde un prototipo inicial centrado en una cuadrícula básica de composición, hasta una versión más completa que incorpora navegación por compases, almacenamiento de canciones y un modo rítmico funcional, el videojuego presentó una evolución progresiva. Estas mejoras no solo incrementaron la usabilidad del sistema, sino que también permitieron ofrecer una experiencia más coherente con los principios básicos de la teoría musical.

La implementación de herramientas como Unity, Visual Studio, Krita y FL Studio permitió desarrollar un producto técnicamente sólido, con una buena base visual y sonora.

En términos de evaluación, los resultados obtenidos a lo largo de las iteraciones mostraron una mejora progresiva en la percepción de los usuarios, particularmente en aspectos como la claridad de la interfaz y la interacción con las notas musicales. Esto fue confirmado en la evaluación final mediante la escala GUESS-18, la cual arrojó un puntaje de 36.6 sobre 49 considerando únicamente las dimensiones aplicables al sistema. Este resultado se ubica en un rango medio-alto, lo que indica que el videojuego ofrece una experiencia satisfactoria para los usuarios.

Dentro de las dimensiones evaluadas, destacan la libertad creativa, la usabilidad y la estética de audio, lo cual confirma que el objetivo principal del proyecto —permitir la exploración musical de forma interactiva— fue cumplido. Por otro lado, también se identificaron áreas de oportunidad, especialmente en el modo rítmico y en el apartado visual, lo que sugiere posibles líneas de mejora para futuras versiones del videojuego.

Adicionalmente, los resultados obtenidos con los usuarios reflejan un impacto positivo en el interés hacia la música. Una proporción significativa de participantes expresó curiosidad por aprender más sobre composición musical después de interactuar con el sistema, lo cual refuerza el valor del videojuego como herramienta de apoyo en el aprendizaje.

En conjunto, este proyecto demuestra la importancia de la iteración continua y la integración de la retroalimentación del usuario en el desarrollo de software interactivo. RythmCraft no solo cumple con su propósito como videojuego de composición y ritmo, sino que también evidencia su potencial como medio para incentivar la creatividad y el interés por la música,

consolidándose como una propuesta sólida dentro del cruce entre tecnología, educación y expresión artística.

Trabajos futuros

Para futuros trabajos en el desarrollo de *Rhythmcraft*, se proponen varias áreas de mejora y expansión que pueden enriquecer aún más la experiencia de los usuarios:

- Desarrollo de tutoriales y ayudas interactivas: Se implementarán tutoriales y ayudas interactivas en el videojuego para guiar a los usuarios en el uso de las diversas funciones y características de *Rhythmcraft*. Estos recursos proporcionarán instrucciones claras y ejemplos prácticos para ayudar a los usuarios a comprender y aprovechar al máximo las capacidades del videojuego, sin necesidad de leer el manual de usuario.

- Mejora del modo rítmico: Se realizarán mejoras significativas en el modo rítmico, permitiendo a los usuarios seleccionar y jugar no solo las canciones de prueba incluidas en el videojuego, sino también sus propias composiciones y las de otros usuarios descargadas de la comunidad en línea. Esta funcionalidad aumentará la variedad y la personalización de la experiencia de juego, brindando a los usuarios la oportunidad de explorar y disfrutar de una amplia gama de contenidos musicales.

- Creación de mecánicas de análisis de rendimiento: Se diseñarán y desarrollarán nuevas mecánicas dentro del videojuego que analicen el rendimiento del usuario en tiempo real. Esta funcionalidad permitirá ofrecer retroalimentación personalizada sobre la habilidad rítmica del jugador, identificando áreas de mejora específicas y ofreciendo sugerencias prácticas para la práctica y el perfeccionamiento de sus habilidades musicales.

- Implementación de una sección de Tienda: Se introducirá una sección de Tienda dentro de *Rhythmcraft*, donde los usuarios podrán canjear los puntos obtenidos en la sección rítmica por una variedad de objetos de personalización. Estos objetos podrían incluir diferentes colores de fondo, arte alternativo para los dibujos, efectos de sonido personalizados, accesorios para personajes y temas musicales alternativos. La inclusión de esta función proporcionará una nueva capa de motivación y recompensa para los jugadores, fomentando así su compromiso continuo con el videojuego y ofreciendo una mayor personalización y variedad en la experiencia de juego.

Referencias

- Anderson, D. J. (2010). *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press.
- Bateman, C., Lowenhaupt, R., & Nacke, L. (2011). Player-game interaction: Past, present, and future. *Entertainment Computing*, 2(2), 65–68.
- Bavelier, D., Green, C. S., Han, D. H., Renshaw, P. F., Merzenich, M. M., & Gentile, D. A. (2011). Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(12), 763–768.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2016). *Neuroscience: Exploring the brain* (4th ed.). Wolters Kluwer.
- Beck, K. (2003). *Test-driven development: By example*. Addison-Wesley.
- Booch, G. (2007). *Object-oriented analysis and design with applications* (3rd ed.). Addison-Wesley.
- Collins, K. (2008). *Game sound: An introduction to the history, theory, and practice of video game music and sound design*. MIT Press.
- eGestión & Consultores. (s.f.). El método Kanban para mejorar la productividad. <https://www.egestionaconsultores.es/el-metodo-kanban-para-mejorar-la-productividad/>
- Erich Gamma, Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1995). *Design patterns: Elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1995). *Design patterns: Elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley.
- Garrett, J. J. (2007). *The elements of user experience: User-centered design for the web and beyond* (2nd ed.). New Riders.
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.
- Geringer, J. M. (2018). The effects of audio and visual feedback on rhythm game performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 44(3), 406–417.
- Goldstein, E. B. (2014). *Sensation and perception* (9th ed.). Cengage Learning.
- Grady Booch. (2007). *Object-oriented analysis and design with applications* (3rd ed.). Addison-Wesley.
- Grahn, J. A., & Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893–906.

- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. M. E. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychologist*, 69(1), 66–78.
- Gregory, J. (2018). *Game engine architecture* (3rd ed.). CRC Press.
- Hallam, S. (2006). *Music psychology in education*. Institute of Education, University of London.
- Huron, D. (2006). *Sweet anticipation: Music and the psychology of expectation*. MIT Press.
- Image-Line Software. (2022). FL Studio. <https://www.image-line.com/>
- IONOS Digital Guide. (2024). El modelo en cascada: desarrollo secuencial de software. <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/>
- Isbister, K. (2016). *How games move us: Emotion by design*. MIT Press.
- Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. NYU Press.
- Jørgensen, K. (2009). *A comprehensive study of sound in computer games*. Edwin Mellen Press.
- Kent, S. L. (2001). *The ultimate history of video games*. Three Rivers Press.
- Kniberg, H., & Skarin, M. (2010). *Kanban and Scrum: Making the most of both*. C4Media.
- Krita Foundation. (2022). Krita. <https://krita.org>
- Lafore, R. (2002). *Object-oriented programming in C++*. Sams Publishing.
- Large, E. W., & Jones, M. R. (1999). The dynamics of attending: How people track time-varying events. *Psychological Review*, 106(1), 119–159.
- Leman, M. (2007). *Embodied music cognition and mediation technology*. MIT Press.
- Lehmann, A. C., Sloboda, J. A., & Woody, R. H. (2007). *Psychology for musicians: Understanding and acquiring the skills*. Oxford University Press.
- Lerdahl, F., & Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. MIT Press.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.
- Mandel, M. I., Gawron, P., & Schubert, E. (2016). Auditory and visual feedback in a rhythm learning task. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 26(4), 411–418. <https://doi.org/10.1037/pmu0000162>
- Michael H. Thaut. (2005). *Rhythm, music, and the brain: Scientific foundations and clinical applications*. Routledge.
- Miller, K. (2012). *Playing along: Digital games, YouTube, and virtual performance*. Oxford University Press.

- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things* (Revised and expanded ed.). Basic Books.
- Nystrom, R. (2014). *Game programming patterns*. Genever Benning.
- Phan, M. H., Keebler, J. R., & Chaparro, B. S. (2016). The development and validation of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS). *Human Factors*, 58(8), 1217–1247.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2015). *Software engineering: A practitioner's approach* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.
- Repp, B. H. (2005). Sensorimotor synchronization: A review of the tapping literature. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(6), 969–992.
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2011). *Interaction design: Beyond human-computer interaction* (3rd ed.). Wiley.
- Royce, W. W. (1970). Managing the development of large software systems. *Proceedings of IEEE WESCON*, 1–9.
- RUX Research. (s.f.). The GUESS. <https://www.ruxresearch.com/the-guess>
- Schell, J. (2008). *The art of game design: A book of lenses*. CRC Press.
- Schell, J. (2019). *The art of game design: A book of lenses* (2nd ed.). CRC Press.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide*. Scrum.org.
- Sommerville, I. (2011). *Software engineering* (9th ed.). Pearson.
- Squire, K. (2011). *Video games and learning: Teaching and participatory culture in the digital age*. Teachers College Press.
- Thaut, M. H. (2005). *Rhythm, music, and the brain: Scientific foundations and clinical applications*. Routledge.
- Unity Technologies. (2022). *Unity*. <https://unity.com>
- Wolf, M. J. P. (2008). *The video game explosion: A history from PONG to PlayStation and beyond*. Greenwood Press.

Anexos

Anexo A. Prueba GUESS-18

A continuación, se presenta la escala GUESS-18 (*Game User Experience Satisfaction Scale*) en su versión original en inglés, desarrollada por Phan et al. (2016). Este instrumento fue utilizado como base para la evaluación de la experiencia del usuario en el videojuego *RythmCraft*.

ABOUT THE GUESS-18

The GUESS-18 is a psychometrically validated and comprehensive gaming scale with nine subscales (e.g., Usability/Playability, Creative Freedom, and Social Connectivity) and 18 items in total. In general, the GUESS-18 is intended for any playtesting and game evaluation purposes. It can be applied across many types of video games in the industry both as a way to assess what aspects of a game contribute to user satisfaction and as a tool to aid in debriefing users on their gaming experience.

The GUESS is licensed under a *Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0) License*. The instrument can be freely copied and redistributed in any medium or format for any purpose (even commercially) as long as it is passed along unchanged and in whole, and appropriate credit is given. For more information, visit:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

For further questions or inquiries, contact Barbara Chaparro (chaparbl@erau.edu) or Joseph Keebler (keeblerj@erau.edu).

GUESS-18

Instructions: Based on your experience playing this game, please rate the following statements on a scale from “Strongly Disagree” to “Strongly Agree”. Select “N/A” if a statement does not apply to the game that you are rating.

	Statement	Strongly Disagree	Disagree	Somewhat disagree	Neither Agree nor Disagree	Somewhat Agree	Agree	Strongly Agree	N/A
1	I find the controls of the game to be straightforward.								
2	I am captivated by the game's story from the beginning.								
3	I feel detached from the outside world while playing the game.								
4	I feel the game allows me to be imaginative.								
5	I think the game is fun.								
6	I feel bored while playing the game.								
7	I enjoy the sound effects in the game.								
8	I am very focused on my own performance while playing the game								
9	I find the game supports social interaction (e.g., chat) between players.								
10	I enjoy the game's graphics								
11	I find the game's interface to be easy to navigate.								

	Statement	Strongly Disagree	Disagree	Somewhat disagree	Neither Agree nor Disagree	Somewhat Agree	Agree	Strongly Agree	N/A
12	I enjoy the fantasy or story provided by the game.								
13	I do not care to check events that are happening in the real world during the game.								
14	I feel creative while playing the game.								
15	I feel the game's audio enhances my gaming experience								
16	I want to do as well as possible during the game								
17	I like to play this game with other players.								
18	I think the game is visually appealing.								

THE GUESS-18 SCORING GUIDELINES

The GUESS-18 is based on a seven-point Likert scale with a response anchor at every rating point (e.g., 1 = Strongly Disagree, 5 = Somewhat Agree, and 7 = Strongly Agree). The GUESS-18 has 18 statements/items and 9 subscales/dimensions called: Usability/Playability, Narratives, Play Engrossment, Enjoyment, Creative Freedom, Audio Aesthetics, Personal Gratification, Social Connectivity, and Visual Aesthetics.

The order of the statements can be presented as is or randomized per respondent. For online questionnaires, it is recommended that the statements on the scale be separated into a set of five statements per page to minimize scrolling.

The ratings of all the items within the same dimension should be averaged to obtain a subscale score for each respondent. The composite score of video game satisfaction can be obtained by summing the average score of each subscale together. For the composite score, the minimum value is 9 and the maximum value is 63.

For further questions or inquiries, contact Barbara Chaparro (chaparb1@erau.edu) or Joseph Keebler (keeblerj@erau.edu).

Scoring Guidelines per Dimension/Subscale

Usability/Playability (2 items)

I find the controls of the game to be straightforward.

I find the game's interface to be easy to navigate.

Narratives (2 items)

I am captivated by the game's story from the beginning.

I enjoy the fantasy or story provided by the game.

Play Engrossment (2 items)

I feel detached from the outside world while playing the game.

I do not care to check events that are happening in the real world during the game.

Enjoyment (2 items)

I think the game is fun.

I feel bored while playing the game. (REVERSE CODE)

Creative Freedom (2 items)

I feel the game allows me to be imaginative.

I feel creative while playing the game.

Audio Aesthetics (2 items)

I enjoy the sound effects in the game.

I feel the game's audio (e.g., sound effects, music) enhances my gaming experience.

Personal Gratification (2 items)

I am very focused on my own performance while playing the game.

I want to do as well as possible during the game.

Social Connectivity (2 items)

I find the game supports social interaction (e.g., chat) between players.

I like to play this game with other players.

Visual Aesthetics (2 items)

I enjoy the game's graphics.

I think the game is visually appealing

Anexo B. Prueba GUESS-18 (traducida y ajustada)

GUESS-18

Instrucciones: Con base en su experiencia jugando este videojuego, indique su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones, utilizando la escala de “Totalmente en desacuerdo” a “Totalmente de acuerdo”. Seleccione “No aplica” si alguna afirmación no corresponde al videojuego evaluado.

	Afirmación	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	Considero que los controles del videojuego son claros.							
2	Me siento desconectado del mundo exterior mientras juego.							
3	Siento que el videojuego me permite ser imaginativo.							
	Considero que el videojuego es divertido.							
6	Me siento aburrido mientras juego.							
7	Disfruto los efectos de sonido del videojuego.							
8	Me concentro en mi desempeño mientras juego.							
10	Disfruto los gráficos del videojuego.							
11	La interfaz del videojuego es fácil de navegar.							

	Afirmación	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
13	No me interesa lo que ocurre en el mundo real mientras estoy jugando.							
14	Me siento creativo mientras juego.							
15	El audio del videojuego mejora mi experiencia de juego.							
16	Me esfuerzo por hacerlo lo mejor posible en el videojuego.							
18	Considero que el videojuego es visualmente atractivo.							

Anexo C. Manual de Usuario

Manual de usuario

En este anexo se aborda el manual diseñado para ayudar a los usuarios a comprender y utilizar el software Rythmcraft de manera eficiente. Este manual proporciona instrucciones detalladas sobre cómo utilizar todas las funciones del videojuego. Está estructurado para guiar a los usuarios desde la instalación inicial hasta el uso avanzado, asegurando que aprovechen al máximo todas las capacidades que ofrece Rythmcraft.

Instalación y ejecución

Para instalar y ejecutar el videojuego Rhythmcraft, siga estos pasos:

1. **Descarga del videojuego:** descargue el archivo de instalación del videojuego desde el siguiente enlace: <https://drive.google.com/drive/u/5/folders/1wycabkafp7hdxgnwsdviwnvm>.

2. **Instalación:** No se requiere instalación. Simplemente descomprima el archivo descargado en cualquier ubicación de su elección (Figura 20).

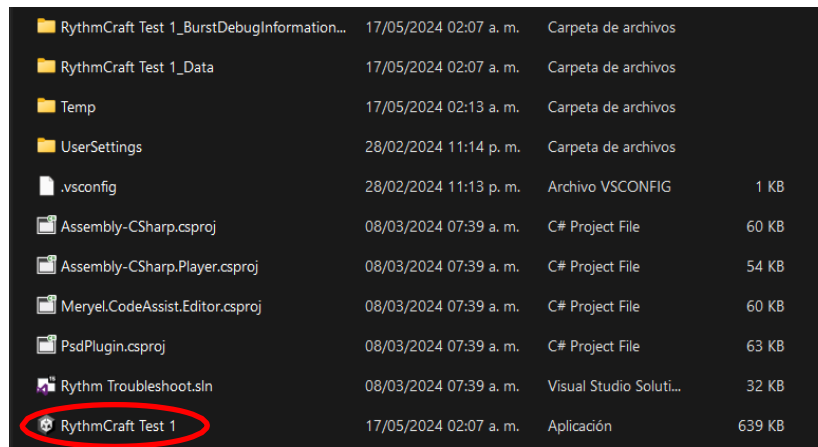
Figura 20.

Carpeta descomprimida



3. **Ejecución del videojuego:** navegue hasta la carpeta donde se extrajo el videojuego y haga doble clic en el archivo de ejecución o en el acceso directo del videojuego (Figura 21).

Figura 21.
Acceso directo



RythmCraft Test 1_BurstDebugInformation...	17/05/2024 02:07 a. m.	Carpeta de archivos	
RythmCraft Test 1_Data	17/05/2024 02:07 a. m.	Carpeta de archivos	
Temp	17/05/2024 02:13 a. m.	Carpeta de archivos	
UserSettings	28/02/2024 11:14 p. m.	Carpeta de archivos	
.vsconfig	28/02/2024 11:13 p. m.	Archivo VSCONFIG	1 KB
Assembly-CSharp.csproj	08/03/2024 07:39 a. m.	C# Project File	60 KB
Assembly-CSharp.Player.csproj	08/03/2024 07:39 a. m.	C# Project File	54 KB
Meryel.CodeAssist.Editor.csproj	08/03/2024 07:39 a. m.	C# Project File	60 KB
PsdPlugin.csproj	08/03/2024 07:39 a. m.	C# Project File	63 KB
Rythm Troubleshoot.sln	08/03/2024 07:39 a. m.	Visual Studio Soluti...	32 KB
RythmCraft Test 1	17/05/2024 02:07 a. m.	Aplicación	639 KB

4. **Interacción con el videojuego:** una vez iniciado el videojuego, los usuarios podrán interactuar con él mediante el teclado y el ratón, según lo requiera el videojuego (Figura 22).

Figura 22.
Pantalla de inicio



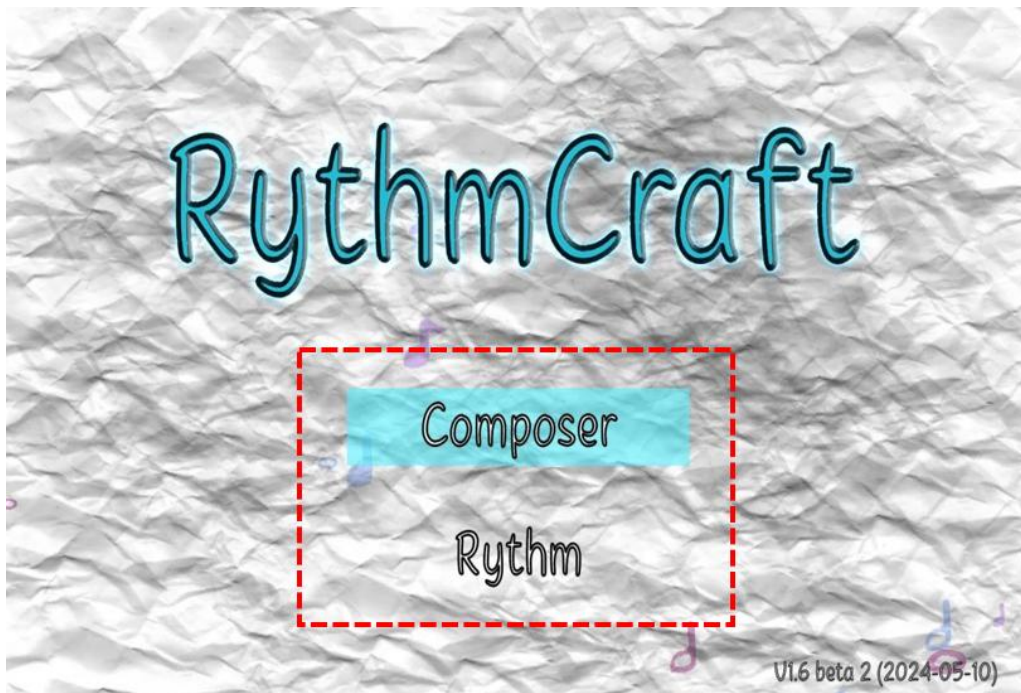
Menú principal

El menú principal comienza con una breve animación y la banda sonora del videojuego. Después de unos segundos, aparecen dos botones: uno con el texto "*Rythm*" para la parte rítmica del videojuego y otro con el texto "*Composer*" (Figura 23) para el modo de composición. El usuario debe seleccionar con el cursor uno de estos botones para iniciar el modo de juego deseado.

Cuando el cursor pasa sobre un botón, este se resalta en azul, lo que indica que al hacer clic se iniciará ese modo de juego.

Figura 23.

Botones Composer y Rythm



Modo composición

En el modo de composición, los usuarios pueden crear composiciones musicales desde cero, utilizando diferentes figuras de nota con distintas duraciones. En la interfaz se encuentran los siguientes botones:

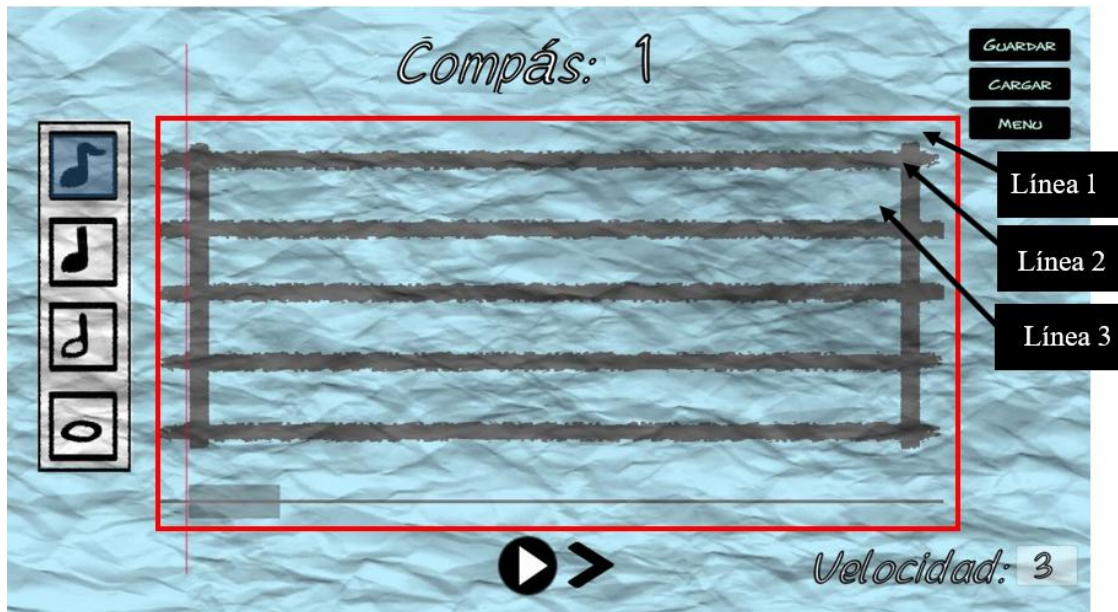
Pentagrama

Esta es la parte del videojuego en la que el usuario colocará las notas musicales deseadas. Se optó por dividir el pentagrama en una cuadrícula de 8x12, lo que significa que hay ocho espacios disponibles por línea del pentagrama y un total de 12 líneas (Figura 24). Cada dos cuadros en el

eje horizontal equivale a un tiempo musical. Las diferentes figuras de nota tienen las siguientes duraciones: la corchea equivale a medio tiempo (un cuadro), la negra equivale a un tiempo (dos cuadros), la blanca equivale a dos tiempos (cuatro cuadros) y la redonda equivale a cuatro tiempos (ocho cuadros).

Figura 24.

Líneas y espacios



Selector de figura de nota

Este componente presenta cuatro figuras de nota diferentes, cada una con una duración distinta (Figura 25). Al seleccionar cualquiera de ellas, se genera una cuadrícula en el pentagrama. Al pasar el ratón sobre esta cuadrícula, se visualizan las casillas donde se pueden colocar las diferentes figuras de nota. Al hacer *clic*, se generará la nota en el espacio seleccionado. Si se quiere borrar la misma, solo se debe hacer *clic* en la nota. Aparecerá un cuadro rojo y, al seleccionarlo, la nota se eliminará (Figura 26). Si el usuario intenta colocar una figura de nota en un espacio donde no hay suficiente espacio disponible, se mostrará un aviso que dice "Espacio insuficiente" y la nota no se agregará (Figura 27). La nota solo se colocará si hay suficiente espacio disponible en la cuadrícula.

Figura 25.

Selector de figura de nota y duración

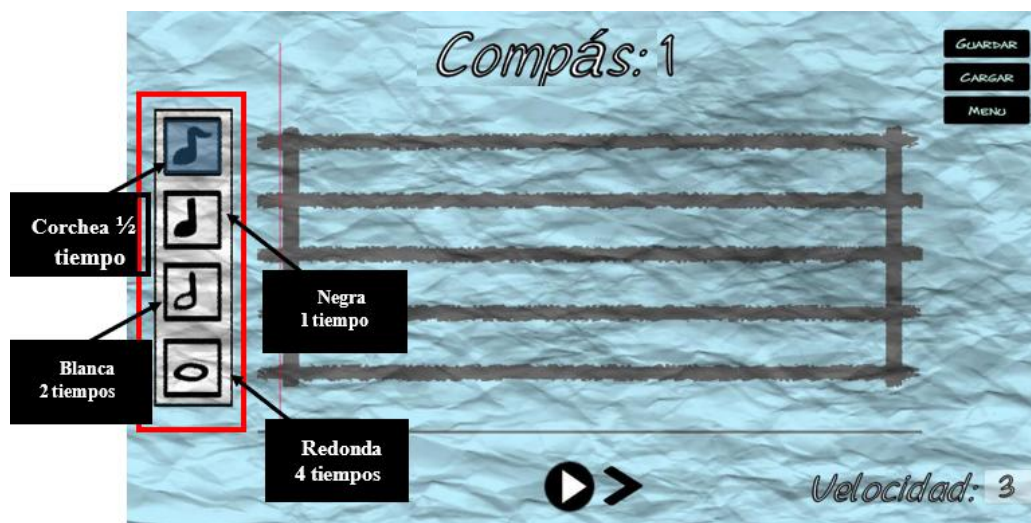


Figura 26.

Eliminar Nota

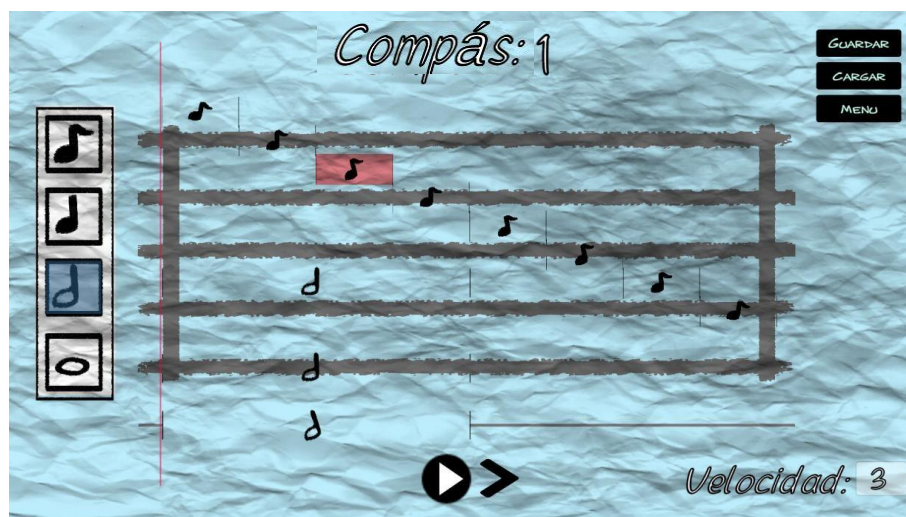
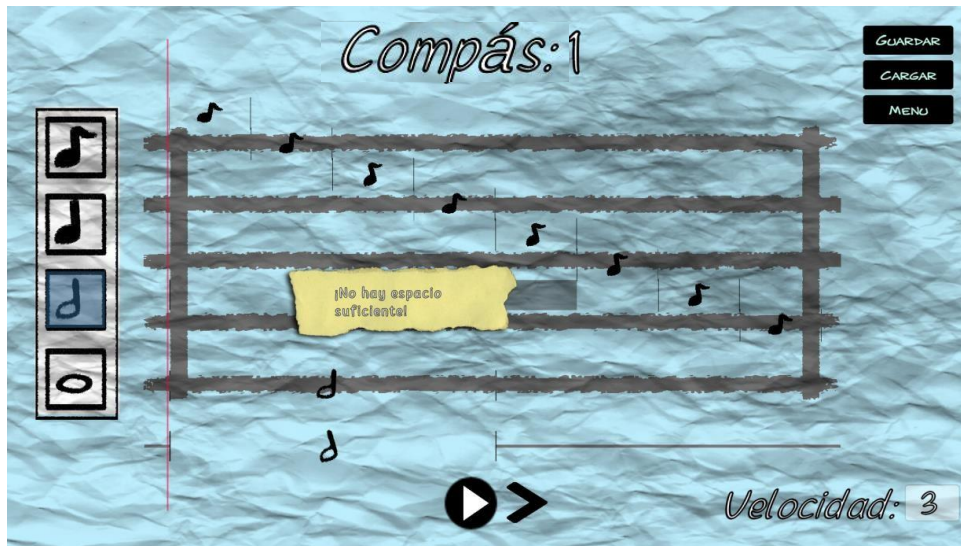


Figura 27.
Espacio Insuficiente



Navegador de compases

El "Navegador de Compases" es una herramienta diseñada para permitir al usuario desplazarse entre los diferentes compases creados, lo que le facilita revisar su composición compás por compás. Cada compás contiene las notas agregadas por el usuario; como título se muestra el número correspondiente al compás en el que se encuentra el usuario, como se muestra en la Figura 28. De esta manera, el navegador ofrece una forma organizada y eficiente de visualizar y editar cada parte de la composición musical.

Figura 28.
Compás

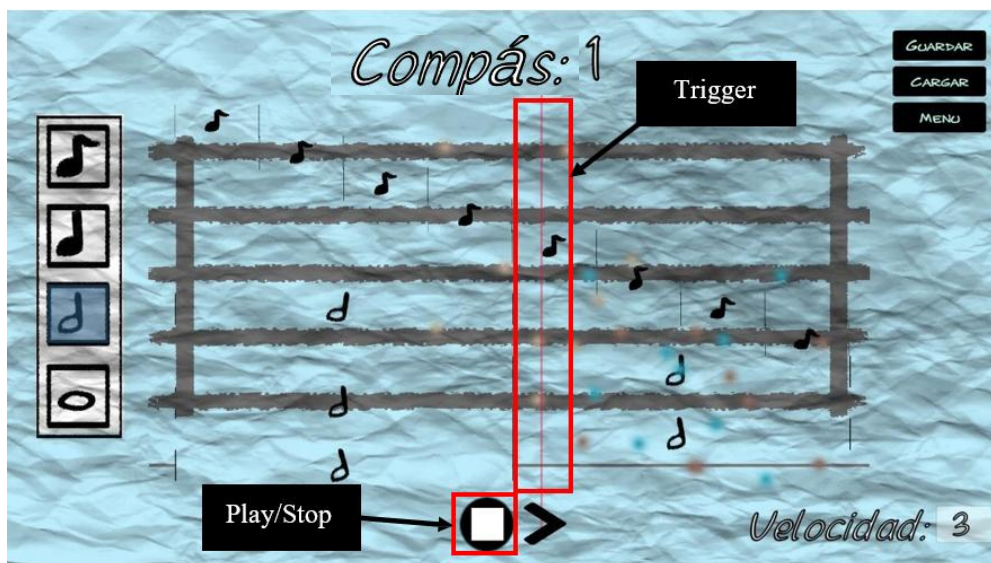


Play/Stop

El "Navegador de Compases" incluye el botón *Play/Stop* (Figura 29), que permite reproducir la composición creada por el usuario hasta el momento. Al presionar este botón, un activador denominado "*Trigger*" (Figura 29) avanza hacia la derecha a una velocidad definida por el usuario en la sección "*Velocidad*". Aquí, el usuario puede seleccionar una velocidad desde 0 en adelante, que determina la rapidez con la que avanza el *Trigger*. Cuanto mayor sea el número seleccionado, más rápido avanzará el *Trigger*. Cuando el *Trigger* alcanza una nota en el pentagrama, se genera un sonido que dura el tiempo de esa nota, reproduciendo así la canción creada. Una vez que el *Trigger* termina un compás, pasa automáticamente al siguiente y así sucesivamente hasta que el usuario presione nuevamente el botón para detener el movimiento del *Trigger*.

Figura 29.

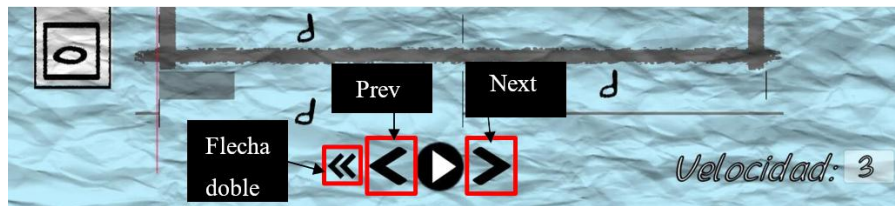
Trigger y botón play/stop



Prev y Next

En el "Navegador de Compases" también se encuentran los botones "Next" y "Prev" (Figura 30), que permiten al usuario navegar entre los compases creados. Al presionar la flecha que apunta hacia la derecha, el usuario avanza al siguiente compás, mientras que al presionar la flecha que apunta hacia la izquierda, retrocede al compás anterior. Si el usuario se encuentra en un compás distante y desea regresar rápidamente al primer compás, puede presionar la flecha doble que apunta hacia la izquierda para volver automáticamente al compás número uno.

Figura 30.
Prev/Next



Guardar

Cuando el usuario presiona el botón "Guardar" (Figura 31), se activa un menú emergente en la pantalla (Figura 32). En este menú se muestra un campo de texto en el que el usuario puede escribir el nombre que desea asignar a su composición. Una vez que el usuario ha ingresado el nombre deseado, puede confirmar el guardado al presionar el botón "Guardar" que se encuentra dentro del menú. Una vez guardada la composición, el usuario puede regresar al editor simplemente presionando el botón "Listo". Este proceso permite al usuario mantener un registro de sus composiciones y continuar trabajando en ellas en cualquier momento.

Figura 31.
Botón Guardar

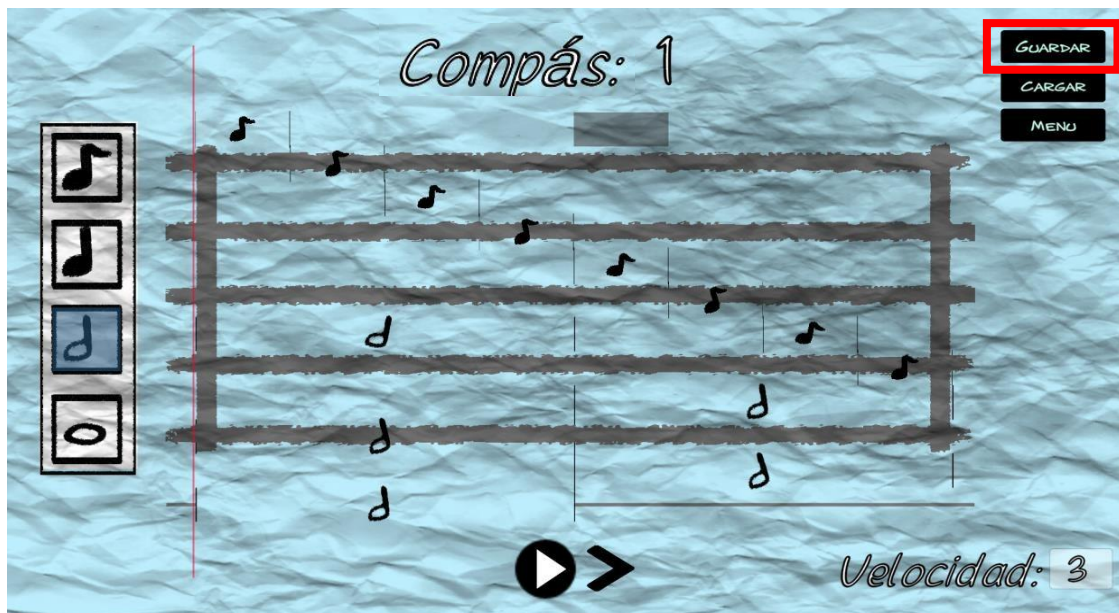
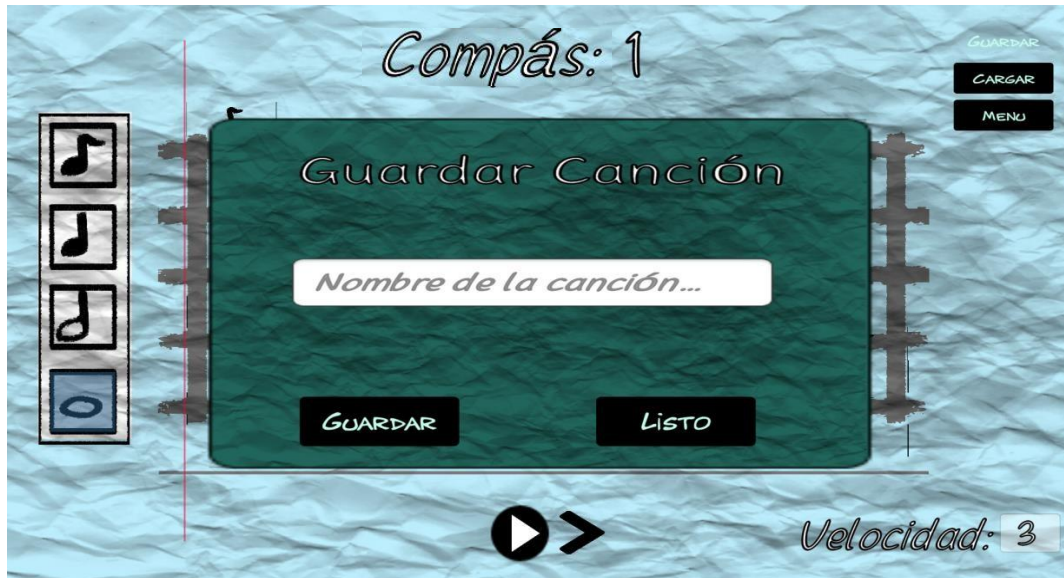


Figura 32.

Menú guardar canción



Cargar

El botón "Cargar" (Figura 33) se utiliza cuando el usuario desea acceder a una composición previamente guardada o a alguna de las canciones de prueba predefinidas. Al presionar este botón, se despliega un menú emergente (Figura 34) que muestra una tabla con las distintas canciones guardadas. El usuario puede seleccionar la canción deseada en esta tabla y luego presionar el botón "Cargar". Si el usuario decide no cargar ninguna canción, puede simplemente presionar el botón "Cancelar", lo que lo llevará de vuelta al editor de canciones. En la tabla de este menú hay una canción llamada "Empty" (Figura 35), que sirve como reinicio de compases, ya que vacía todos los compases y permite al usuario comenzar una nueva composición desde cero si así lo desea.

Figura 33.
Botón Cargar

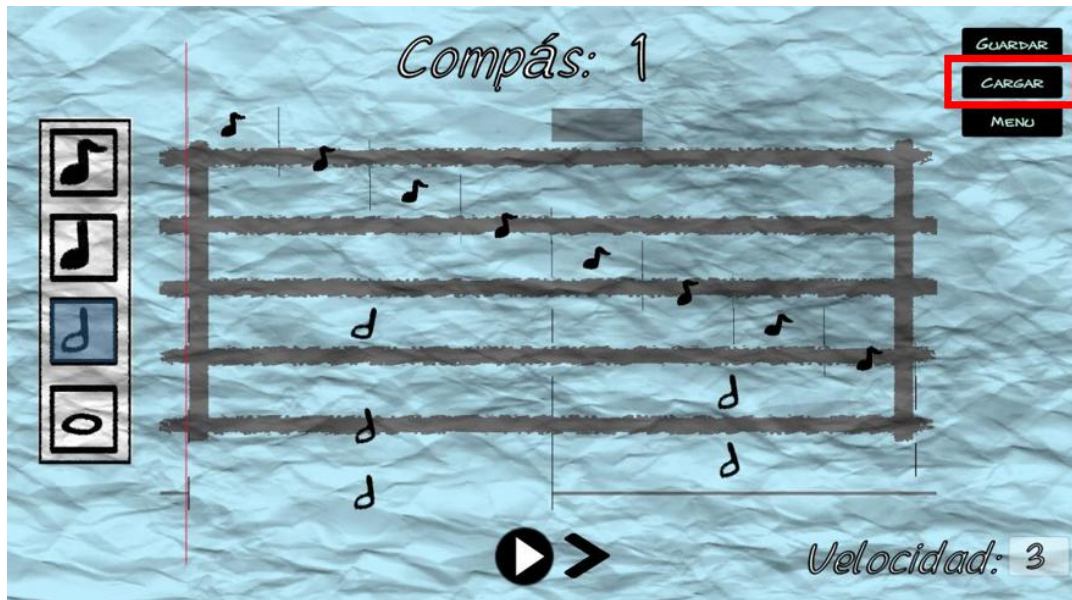


Figura 34.
Menú Cargar



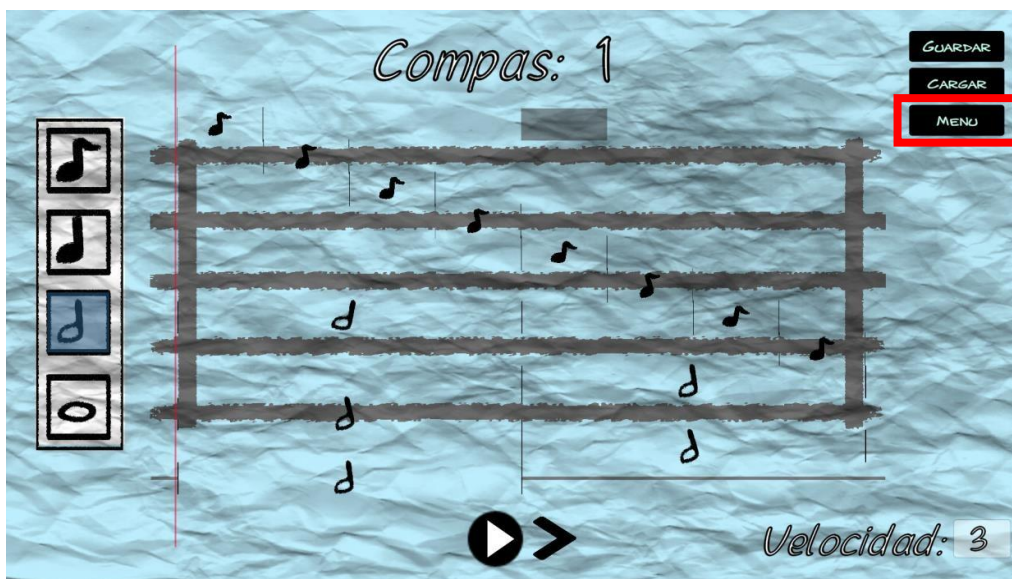
Figura 35.
Empty



Menú principal

El botón "Menú Principal" (Figura 36) tiene la función de llevar al usuario de vuelta al menú principal en cualquier momento, lo que le permite cambiar entre modos de juego o cerrar el videojuego de manera conveniente. Al presionar este botón, se interrumpe la actividad actual del usuario y se le redirige al menú principal, donde puede seleccionar las opciones deseadas sin problema.

Figura 36.
Botón menú principal



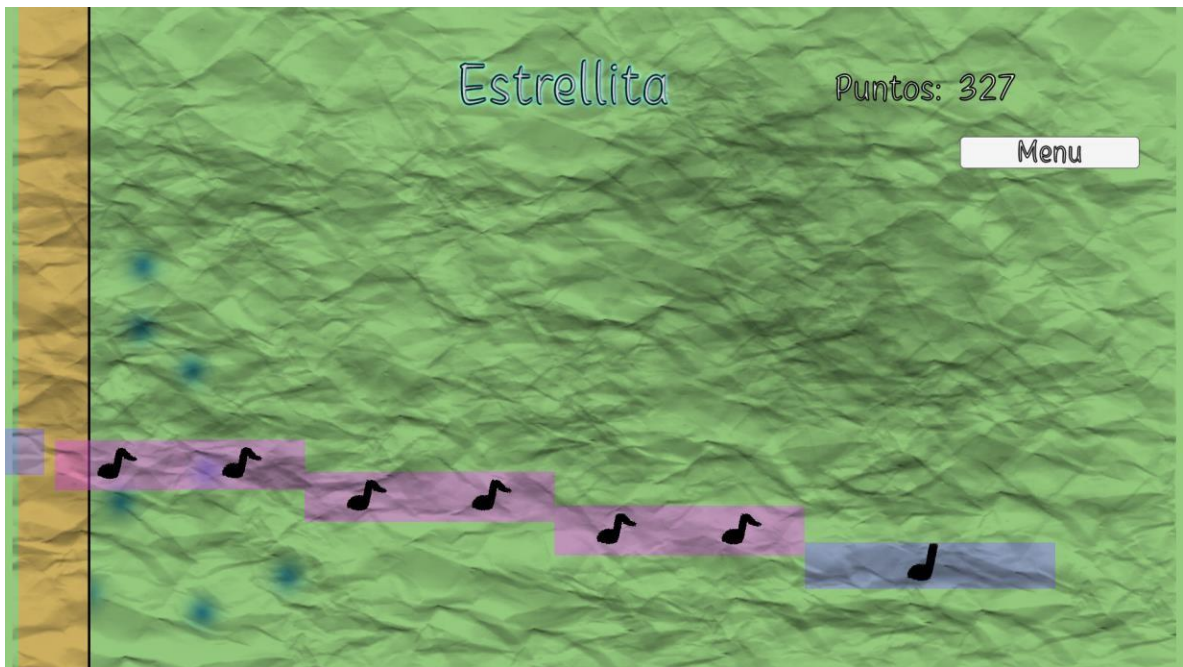
Modo Rítmico

En el modo rítmico de *Rhythmcraft*, los jugadores pueden poner a prueba sus habilidades con una canción preestablecida. En este modo, las notas se desplazan hacia un *trigger* y el jugador debe presionar la tecla "espacio" justo cuando la nota alcanza el *trigger*. La precisión del jugador al sincronizar con las notas determinará la puntuación: cuanto mejor lo haga, mayor será la puntuación que obtenga.

Además, el modo rítmico incluye un botón "Menú" que permite al usuario regresar al menú principal en cualquier momento, facilitando la navegación entre los diferentes modos de juego o la opción de cerrar el videojuego (Figura 37).

Figura 37.

Modo Rítmico



Anexo D. Manual Técnico

Manual Técnico

Rythmcraft es un juego de composición musical y ritmo diseñado para brindar a los usuarios una experiencia única de creación y práctica musical. Este manual técnico proporciona información sobre las tecnologías empleadas en el desarrollo del videojuego, así como sobre los requisitos mínimos del sistema para su ejecución.

Requisitos del Sistema

El videojuego *Rythmcraft* tiene requisitos mínimos del sistema que deben cumplirse para su ejecución:

- Sistema Operativo: Windows 7 o superior.
- Procesador: de doble núcleo a 2 ghz o superior.
- Memoria RAM: 2 GB de RAM.
- Tarjeta Gráfica: Compatible con directx 11.
- Espacio en disco: 2 GB de espacio disponible.

Tecnologías utilizadas

El desarrollo del videojuego *Rythmcraft* implicó el uso de las siguientes tecnologías:

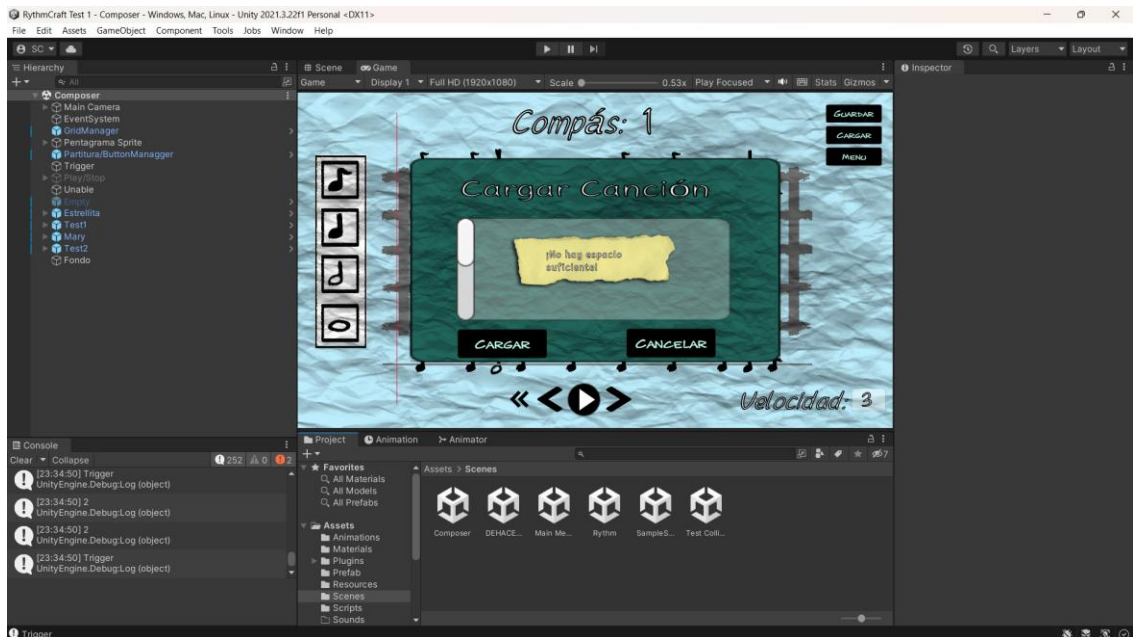
- **Backend:** se utilizó el lenguaje de programación C# junto con el entorno de desarrollo Visual Studio para la implementación de la lógica del videojuego y la gestión de datos relacionados con la composición musical.

- **Frontend:** Unity fue la plataforma principal utilizada para el desarrollo del *frontend*, incluida la creación de gráficos, animaciones y la interfaz de usuario del videojuego (Figura 38).

- **Creación de Gráficos:** se utilizó Krita para crear *sprites* y gráficos que se incorporaron al videojuego, aportando una estética visual atractiva y coherente.

- **Creación de Sonidos:** FL Studio se utilizó para crear sonidos y la banda sonora del videojuego, asegurando una experiencia auditiva envolvente y de alta calidad.

Figura 38.
Frontend



Compatibilidad

El videojuego *Rhythmcraft* es compatible con cualquier PC que cumpla con los requisitos mínimos y ejecute los siguientes sistemas operativos:

- Windows 10 o superior.
- Macos 10.12 Sierra o superior.
- Linux (distribuciones compatibles).

Arquitectura del Software

El videojuego *Rhythmcraft* sigue una arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC) adaptada para satisfacer las necesidades específicas del videojuego:

Modelo:

- Gestiona la lógica del videojuego, incluyendo la composición de pistas musicales, la gestión de la puntuación y los datos del jugador.
- Se encarga de reproducir las pistas musicales y sincronizarlas con la interfaz de usuario y las acciones del jugador.

Vista:

- Representa la interfaz de usuario del videojuego, mostrando elementos visuales como la cuadrícula de composición, botones de reproducción y retroalimentación visual sobre el desempeño del jugador.

Controlador:

- Maneja las entradas del usuario, como toques en la pantalla o pulsaciones de teclas, y las traduce en acciones dentro del videojuego.
- Controla la lógica del videojuego, determinando si las acciones del jugador coinciden con el ritmo de la música y calcula la puntuación en consecuencia.

Diagrama de Clases

En la Figura 39 se presenta el diagrama de clases correspondiente al videojuego desarrollado, en el cual se muestran las principales clases que conforman el sistema, así como algunas de las relaciones existentes entre ellas. Este diagrama permite visualizar la estructura interna del videojuego.

Figura 39.

Diagrama de clases

