



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO DE
VIDEOJUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL

Uso de retroalimentación audiovisual basada en
***Game Feel* para inducir el estado de *flow* en un**
videojuego de ritmo

ALEXANDER RENATO CORREA ORTEGA

Profesor Guía: CAMILA ALIAGA VERGARA

Memoria para optar al título de
Ingeniero en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual

Talca – Chile
Julio, 2026



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO DE
VIDEOJUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL

Uso de retroalimentación audiovisual basada en
***Game Feel* para inducir el estado de *flow* en un**
videojuego de ritmo

ALEXANDER RENATO CORREA ORTEGA

Profesor Guía: CAMILA ALIAGA VERGARA

Profesor Informante: LIZA JEGO MENDOZA

Memoria para optar al título de
Ingeniero en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual

El presente documento fue calificado con nota: _____

Talca – Chile

Julio, 2026

Dedico todo mi esfuerzo a mis padres, quienes me apoyaron y me dieron una oportunidad de intentar ser alguien. A todas las personas con sueños en este mundo, quienes me alientan a perseguir y trabajar por los míos. Y a todas las personas que pusieron o todavía ponen una gota de esperanza en mí, lo que hago y en mi futuro.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a Camila, por su orientación y dirección, las cuales fueron el pilar para enfocar correctamente el desarrollo de este proyecto. Asimismo, agradezco profundamente a los profesores y profesoras Liza Jago, Claudia Fuentes, Manuel Moscoso, Benjamin Ingram y Manuel Ortiz. Su disposición y el espacio brindado fueron esenciales para poder llevar a cabo la creación de esta memoria de título.

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de Contenidos	III
Índice de Figuras	VII
Índice de Tablas	IX
Resumen	x
1. Introducción	1
1.1. Problema	1
1.2. Solución	2
1.3. Impacto	2
1.4. Objetivos	2
1.4.1. Objetivo General	2
1.4.2. Objetivos Específicos	2
1.5. Hipótesis	3
1.6. Estructura del documento	3
2. Marco teórico	4
2.1. Estado de <i>flow</i>	4
2.1.1. Origen y definición	4
2.1.2. Dimensiones del <i>flow</i>	5
2.1.3. <i>Flow</i> en videojuegos	6
2.2. <i>Game Feel</i>	6
2.2.1. Origen y definición	6
2.2.2. Bloques fundamentales	7
2.2.3. Pulido	7
2.2.4. Experiencias del <i>Game Feel</i>	8

2.3.	Videojuegos de Ritmo	9
2.3.1.	Definición del género e historia	9
2.3.2.	Relevancia para el estudio del <i>flow</i> y <i>Game Feel</i>	9
2.4.	Retroalimentación basada en <i>Game Feel</i>	10
2.4.1.	Concepto general retroalimentación	10
2.4.2.	Definición retroalimentación audiovisual	10
2.4.3.	Relación entre retroalimentación y <i>flow</i>	10
2.4.4.	¿Qué es retroalimentación audiovisual basada en <i>Game Feel</i> ?	11
2.5.	Relación entre <i>Game Feel</i> , retroalimentación audiovisual y <i>flow</i>	12
3.	Estado del arte	13
3.1.	Ejemplos de juegos relevantes	13
3.1.1.	Geometry Dash	13
3.1.2.	Dance Dance Revolution (Franquicia)	14
3.1.3.	Beat Saber	14
3.2.	<i>Flow</i> en diseño de videojuegos	15
3.3.	Dificultad y <i>flow</i> en juegos de ritmo	15
3.4.	Efectos del <i>juiciness</i> en un RPG de acción	16
3.5.	Métodos de estimación del <i>flow</i>	16
3.5.1.	Escala de estado de flujo	16
3.5.2.	Métricas de juego	17
4.	Marco metodológico	18
4.1.	Metodología de desarrollo	18
4.1.1.	Metodología Kanban	18
4.1.2.	Motores gráficos	19
4.2.	Diseño Experimental	20
4.2.1.	Participantes	20
4.2.2.	Especificaciones del prototipo	21
4.2.3.	Procedimiento de la Prueba	21
4.2.4.	Análisis de Datos	22
4.3.	Carta Gantt	22
5.	Desarrollo del prototipo	23
5.1.	Diseño del juego	24

5.1.1.	Mecánicas principales	24
5.2.	Retroalimentación audiovisual	26
5.2.1.	Selección de retroalimentaciones audiovisuales para el prototipo	26
5.2.2.	Sistema modular de retroalimentación audiovisual	26
5.3.	Niveles	27
5.3.1.	Estructura	27
5.3.2.	Creador de niveles	27
5.4.	Recursos de terceros utilizados	28
5.4.1.	FEEL	28
5.4.2.	Recursos 2D	28
5.4.3.	Música	28
5.4.4.	Sistema de Guardado	29
5.5.	Sistema de recolección de datos	29
6.	Resultados	31
6.1.	Prepruebas	31
6.1.1.	Limpieza de datos	31
6.1.2.	Prueba de Fiabilidad	31
6.1.3.	Normalidad	32
6.2.	Elección de tipo de prueba	34
6.3.	Pruebas Comparativas	35
6.3.1.	Pruebas EEFM	35
6.3.2.	Pruebas Métricas de juego	36
7.	Discusión	37
7.1.	Interpretación de los resultados	37
7.1.1.	EEFM	37
7.1.2.	Métricas de juego	38
8.	Conclusión	39
8.1.	Conclusión	39
8.2.	Limitaciones y Trabajo futuro	40
	Bibliografía	41

A:	Links relacionados	44
B:	Cuestionario <i>Flow State Scale</i> adaptado	45
C:	Consentimiento informado	48
	C.1. Consentimiento	48
	C.2. Revocación	51
D:	Detalle de la Carta Gantt	52
E:	Kanban	53
F:	Pseudocódigo del prototipo	56
	F.1. Clasificación y Precisión	56
	F.2. Puntaje	56
	F.3. Combos	57
	F.4. Sistema modular de retroalimentación	57
	F.5. Estructura de datos de los niveles	58
G:	Elementos del juego	60
H:	Capturas del prototipo	61
	H.1. Menú principal	62
	H.2. Selección de niveles	63
	H.3. Introducción al nivel	64
	H.4. Escena de juego	65
	H.5. Fin de partida	67
	H.6. Créditos	68
I:	Estadísticas descriptivas	69
	I.1. Cuestionario EEFM	70
	I.2. Métricas de juego	71
J:	Gráficos	72
	J.1. EEFM	72
	J.2. Métricas de juego	77

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
2.1. Diagrama dificultad-habilidad[1]	5
5.1. Rhythm Mania	23
5.2. Rhythm Sequencer (2026)	27
E.1. Tablero Kanban utilizado en el proyecto.	53
F.1. Estructura de carpetas de los niveles en el proyecto Unity.	59
G.1. Elementos del juego - Rhythm Mania.	60
H.1. Escena del menú principal del prototipo.	62
H.2. Escena de selección de niveles del prototipo.	63
H.3. Escena de introducción de los niveles.	64
H.4. Escena de jugabilidad del prototipo con retroalimentación audiovisual activada.	65
H.5. Escena de jugabilidad del prototipo sin retroalimentación audiovisual.	66
H.6. Escena de fin de partida mostrada al completar o fallar una canción.	67
H.7. Escena de créditos del prototipo.	68
J.1. Dispersión de <i>Challenge Skill Balance</i> por condición experimental.	72
J.2. Dispersión de <i>Action Awareness Merging</i> por condición experimental.	73
J.3. Dispersión de <i>Clear Goals</i> por condición experimental.	73
J.4. Dispersión de <i>Unambiguous Feedback</i> por condición experimental.	74
J.5. Dispersión de <i>Concentration on Task</i> por condición experimental.	74
J.6. Dispersión de <i>Sense of Control</i> por condición experimental.	75
J.7. Dispersión de <i>Loss of Self-Consciousness</i> por condición experimental.	75
J.8. Dispersión de <i>Time Transformation</i> por condición experimental.	76
J.9. Dispersión de <i>Autotelic Experience</i> por condición experimental.	76
J.10. Dispersión de <i>Total Flow</i> por condición experimental.	77
J.11. Dispersión del puntaje promedio por intento por condición experimental.	77
J.12. Dispersión del combo máximo por condición experimental.	78

J.13. Dispersión de la cantidad de golpes perfectos por condición experi- mental.	78
J.14. Dispersión de la cantidad de golpes buenos por condición experimental.	79
J.15. Dispersión de la cantidad de <i>misses</i> por condición experimental. . . .	79
J.16. Dispersión de <i>accuracy</i> por condición experimental.	80
J.17. Dispersión de la diferencia en el tiempo de pulsación por condición experimental.	80

ÍNDICE DE TABLAS

	página
6.1. Normalidad EEFM	33
6.2. Normalidad métricas de juego	34
6.3. Prueba U de Mann-Whitney para EEFM	35
6.4. Prueba U de Mann-Whitney para métricas de juego	36
B.1. Cuestionario <i>Flow State Scale</i> al español, adaptado al contexto de videojuegos.	47
D.1. Detalle de etapas de la Carta Gantt del proyecto.	52
I.1. Descriptivas EEFM	70
I.2. Descriptivas métricas de juego	71

RESUMEN

Aunque el *Game Feel* se describe habitualmente como la sensación física y emocional de interactuar con un juego, y su aplicación es común para mejorar la respuesta de los controles y la coherencia estética, actualmente no existe evidencia comprobable de si los elementos de retroalimentación audiovisual basados en la teoría del *Game Feel* son capaces, por sí mismos, de inducir o potenciar el estado de *flow*. Esta falta de conocimiento limita a los desarrolladores al momento de fundamentar decisiones de diseño que busquen optimizar el nivel de *flow* y la experiencia del jugador.

El presente trabajo investiga esta relación mediante el desarrollo y evaluación de un prototipo de videojuego de ritmo de desplazamiento vertical implementado en Unity, con una arquitectura modular que permite activar y desactivar el sistema de retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel*. El desarrollo se gestionó mediante la metodología Kanban y la evaluación se realizó a través de un experimento controlado aleatorizado de tipo A/B con 54 participantes, divididos en un grupo con retroalimentación activada y otro desactivada. El estado de *flow* se midió mediante un cuestionario con la Escala de estado de flujo modificada, complementada con métricas objetivas de desempeño registradas por el prototipo. El análisis estadístico se realizó con la prueba U de Mann-Whitney tras verificar el supuesto de normalidad.

Los resultados confirman la hipótesis planteada: el grupo con retroalimentación activada presentó mayores niveles de *flow* total y mejor desempeño en el juego. En el cuestionario, se observaron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en las dimensiones de equilibrio entre desafío y habilidad, retroalimentación inequívoca, sentido de control y *flow* total. En las métricas de juego, el grupo con retroalimentación obtuvo mayor *accuracy*, mayor combo máximo, menor cantidad de fallos y menor diferencia en el tiempo de pulsación. Como aporte práctico, el estudio identifica retroalimentaciones audiovisuales basadas en *Game Feel* validadas: *squash and stretch* en marcadores, partículas al acertar notas, efectos de sonido al acertar, *screenshake* en errores, efectos visuales al acertar o fallar y efectos visuales con respecto al input, cuya implementación induce el estado de *flow*.

1. Introducción

Aunque el *Game Feel*[2] no tenga una definición exacta dada su naturaleza, suele describirse como la sensación física y emocional de interactuar con un juego. Existe una variedad de elementos que pueden mejorar el *Game Feel* de un videojuego: la respuesta de los controles, la coherencia estética, la intensidad de los golpes, el “peso” de un salto, etc. Estos elementos son variados, dependiendo del usuario, desarrollador y videojuego en cuestión[3]. Por otro lado, el *flow* es un estado psicológico escrito por Mihály Csíkszentmihályi[1] en el cual una persona está totalmente inmersa, involucrada y disfrutando de la actividad que realiza. Alcanzar dicho estado es un objetivo común en el diseño de videojuegos y experiencias lúdicas, ya que potencia el rendimiento, favorece el aprendizaje y mantiene el interés del jugador. El presente trabajo investiga si elementos de retroalimentación audiovisual diseñados desde el concepto del *Game Feel* pueden inducir el estado de *flow* en jugadores de un videojuego de ritmo.

1.1. Problema

Durante el desarrollo de videojuegos, los diseñadores comúnmente aplican elementos de retroalimentación audiovisual basada en el *Game Feel* para mejorar la sensación de control y respuesta inmediata del sistema, sin embargo, no existe referencia comprobable si estos elementos por sí mismos, son capaces de inducir o potenciar el estado de *flow*. Esta falta de conocimiento limita la capacidad de los desarrolladores de fundamentar decisiones de diseño sensorial que busquen intencionalmente optimizar la inmersión y el compromiso.

1.2. Solución

Se propone desarrollar y evaluar un prototipo de videojuego de ritmo con arquitectura modular de retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel*. Se propone una selección de efectos de retroalimentación audiovisual relevantes, una revisión de métodos de medición de estado de *flow*, una implementación técnica en Unity con un control sobre la activación de los efectos, un experimento del tipo A/B con métodos de medición del estado de *flow* múltiples, y finalizando con una comparación de los resultados obtenidos.

1.3. Impacto

Los resultados podrían servir como ejemplo práctico para diseñadores de juegos de ritmo y aportar evidencia empírica sobre cómo la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* afecta la inducción del estado de *flow*. A largo plazo, podrían permitir a los desarrolladores determinar el uso de dicha retroalimentación para potenciar las experiencias de sus usuarios, mejorando la calidad de productos del género para educación, ludificación y/o fines comerciales. Académicamente, este trabajo contribuye al conocimiento sobre la relación entre *Game Feel* y *flow*, siendo un aporte a un campo poco explorado. Adicionalmente, puede presentar un modelo replicable para analizar la influencia de la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* en otros géneros o medios interactivos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar cómo influye la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* en la inducción del estado de *flow* en un videojuego de ritmo.

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico 1: Identificar elementos de *Game Feel* y retroalimentación audiovisual utilizables en un videojuego de ritmo, priorizando los modulares.

Objetivo específico 2: Establecer los instrumentos de medición del estado de *flow* para evaluar a los participantes durante las pruebas.

Objetivo específico 3: Desarrollar un prototipo de videojuego de ritmo en Unity con arquitectura modular que permita activar y desactivar la retroalimentación audiovisual.

Objetivo específico 4: Evaluar el impacto de la retroalimentación audiovisual en el estado de *flow* de los jugadores, comparando las versiones con el sistema activado y desactivado.

1.5. Hipótesis

Los jugadores que experimenten retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* dentro del prototipo presentarán una mejora significativa en sus evaluaciones de estado de *flow* y métricas de juego respecto a los que no la experimenten.

1.6. Estructura del documento

El documento se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se presenta el marco teórico y una revisión del estado del arte sobre los conceptos de estado de *flow*, *Game Feel*, videojuegos de ritmo y retroalimentación audiovisual. Posteriormente, se describe el marco metodológico, detallando la metodología de desarrollo, el diseño experimental, los participantes y el procedimiento de la prueba. A continuación, se expone el desarrollo del prototipo, incluyendo el diseño del juego, el sistema modular de retroalimentación, la construcción de niveles y el sistema de recolección de datos. Luego, se presentan los resultados del experimento, incluyendo las prepruebas de fiabilidad y normalidad, así como las pruebas comparativas mediante la prueba *U* de Mann-Whitney. Seguidamente, se presenta la discusión de los resultados, interpretando los hallazgos en relación con la hipótesis planteada. Finalmente, se exponen las conclusiones de esta memoria de título, junto al trabajo futuro.

2. Marco teórico

En el presente marco teórico, se especifican los conceptos más relevantes para esta investigación, siendo así los conceptos de estado de *flow*, *Game Feel*, y videojuegos de ritmo. Adicionalmente, se realiza una descripción sobre retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* y la elección para el prototipo.

2.1. Estado de *flow*

2.1.1. Origen y definición

El estado de *flow* es un estado psicológico acuñado por Mihály Csíkszentmihályi. Se puede describir como el estado de concentración máxima donde la persona logra disponer de toda su atención en una tarea sin requerir de ningún esfuerzo. Para esto, el usuario debe estar totalmente motivado, inmerso y disfrutando la tarea realizada, llegando hasta el punto de perder la noción del tiempo e ignorando distracciones externas. Según Csíkszentmihályi, este estado se alcanza cuando existe un equilibrio entre el nivel de desafío de la tarea y las habilidades del individuo, junto con objetivos claros y una retroalimentación inmediata sobre el desempeño. Estas condiciones generan una sensación de control, disfrute y autoeficacia[1].

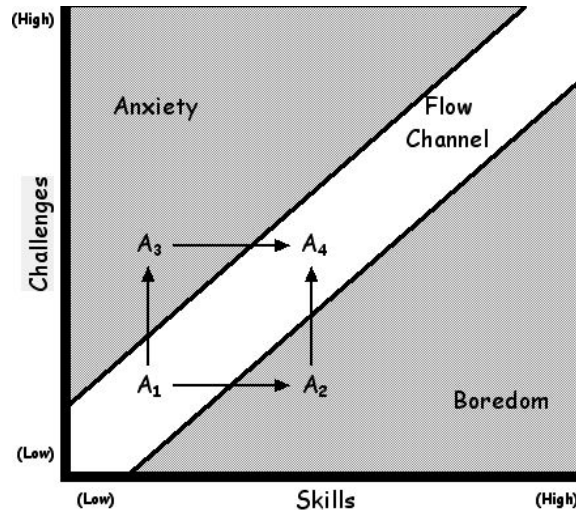


Figura 2.1: Diagrama dificultad-habilidad[1]

2.1.2. Dimensiones del *flow*

A través de los extensos estudios de Csíkszentmihályi sobre el estado de *flow*, logra dar y describir 9 elementos o dimensiones básicas como la base de una experiencia disfrutable[1]. Estas dimensiones luego serían utilizadas dentro de diversas investigaciones, algunas de ellas para crear métodos de auto-reporte como el *Flow State Scale* (FSS) y sus derivados para medir los niveles de *flow* de un individuo[4, 5, 6, 7, 8, 9]. A continuación se presentan breves descripciones de todas las dimensiones del estado de *flow*:

Equilibrio entre desafío y habilidad Existe un equilibrio entre las habilidades percibidas y el desafío o tarea en cuestión.

Fusión entre acción y conciencia Cuando todas las habilidades relevantes de una persona se utilizan en los desafíos de una situación, la atención de esa persona se ve absorbida por la actividad.

Metas claras Para conseguir involucrarse por completo en una actividad, es necesario saber lo que se debe hacer.

Retroalimentación inmediata También es necesario que el individuo sepa si sus acciones son correctas o no con respecto a la meta a lograr inmediatamente.

Concentración en la tarea Es necesario poder concentrarse en la tarea para poder olvidar todos los aspectos no placenteros de la vida.

Sensación de control El individuo necesita sentir que tiene el control de lo que le sucede a él y a su alrededor, aunque no necesariamente sea verdad.

Pérdida de autoconciencia Sucede cuando la persona al realizar una actividad, pierde la sensación de sí mismo, y se vuelve uno junto a la actividad.

Transformación de la percepción del tiempo Se tiene una desorientación o pérdida del tiempo interno percibido en la actividad.

Experiencia autotélica Es el resultado de los 8 elementos del disfrute, la actividad se vuelve un placer intrínseco por sí mismo, y no por recompensas externas.

2.1.3. *Flow* en videojuegos

De acuerdo con Csíkszentmihályi, los videojuegos constituyen uno de los medios más eficaces para inducir dicho estado, debido a su capacidad de poner al jugador en un desafío constante, darle una sensación de control y retroalimentación inmediata[1, 10]. Por ello, el estado de *flow* es un fenómeno ampliamente estudiado y utilizado como variable positiva dentro del ámbito de la investigación en videojuegos[10, 11].

Asimismo, el concepto de *flow* ha sido aplicado de manera directa en el diseño de videojuegos, sirviendo como guía teórica para crear experiencias óptimas que fomenten la concentración, el disfrute y el compromiso prolongado del jugador[12].

2.2. *Game Feel*

2.2.1. Origen y definición

El *Game Feel* es un concepto acuñado por Steve Swink en el libro “*Game Feel: A game designer’s guide to virtual sensation*”[2]. En el libro, trata de describir cómo el jugador “siente” el juego a través de la interacción, siendo esta una combinación de control, respuesta, animación y retroalimentación que genera una sensación táctil

virtual. El autor realiza la siguiente definición para el *Game Feel*: El control a tiempo real de objetos virtuales en un espacio simulado, con interacciones enfatizadas con pulido. Esta definición la realiza basada en una descripción de bloques fundamentales.

2.2.2. Bloques fundamentales

Para definir el concepto de *Game Feel* propiamente tal, el autor plantea tres bloques esenciales que permiten crear videojuegos que puedan alcanzar la experiencia auténtica de lo que sería el *Game Feel*.

Control a tiempo real: Se refiere a la conexión entre el jugador y el programa a través de un sistema de control en tiempo real. Es fundamental para permitir que el jugador pueda expresar sus intenciones (como moverse) dentro del juego.

Simulación del espacio: El segundo bloque es la simulación del espacio. Como bien el nombre indica, se refiere a simulaciones físicas en un espacio virtual. Para esto, el avatar del jugador y/o los objetos del mundo presentan colisiones, formas, pesos, velocidad, etc. Estas características terminan por dar una sensación física al interactuar con el mundo virtual.

Pulido: El pulido se refiere a cualquier efecto artificialmente creado para mejorar la interacción del jugador sin cambiar el funcionamiento de la simulación. Estos efectos pueden apoyar o servir como la simulación del espacio, imitando efectos de situaciones físicas reales. Por esto mismo, muchas veces para los jugadores, estos 2 bloques son indistinguibles. El autor describe a un juego sin pulido como funcional pero poco convincente y atractivo para los jugadores.

2.2.3. Pulido

Cabe destacar el bloque de pulido, dada su importancia en esta investigación. El pulido habla sobre el refinamiento de la retroalimentación, transformándola en algo placentero, coherente y significativo. Siendo el pulido uno de los bloques que facilitan la inmersión y el *feedback* inmediato según el autor, ambos elementos determinantes en las dimensiones del estado de *flow*[1]. Swink clasifica el pulido en 5 tipos: animación, efectos visuales, efectos de sonido, efectos de cámara y efectos táctiles. En ese sentido, para contextualizar esta investigación, se profundiza en aquellos tipos:

Animación La animación se aplica directamente sobre los objetos simulados dentro del juego. A vista del jugador, la animación puesta encima del objeto SON el objeto, transformando la percepción del jugador. Con eso en mente, cualquier efecto de animación, ya sea basado en los principios de la animación o no, va a dar resultados sobre la percepción del jugador sobre los objetos en cuestión. Ejemplo: El principio de *squash and stretch* [13] puede hacer que el objeto se sienta más elástico y dinámico.

Efectos visuales Los efectos visuales se diferencian de la animación en 2 maneras. Sirven como una corta indicación entre la interacción entre 2 objetos. Los efectos visuales son causados por otro objeto, pero no son objetos en sí mismos. Los efectos visuales incluyen ejemplos como partículas, trazados, chispas, polvo, etc.

Efectos de sonido Se refiere a cualquier sonido que apoye la interacción entre objetos, de forma similar a los efectos visuales, pero con audios. Un ejemplo puede ser el efecto de sonido de dos autos chocando.

Efectos de cámara La particularidad de estos efectos es que no son aplicados a ningún objeto o interacción, sino que se aplican a la cámara directamente. El ejemplo más claro y popular es el efecto de *screenshake*.

2.2.4. Experiencias del *Game Feel*

Según Swink, la experiencia del *Game Feel* está compuesta de varias experiencias, siendo el *Game Feel* como tal, la suma de todas ellas en conjunto. El autor define cinco experiencias comunes del *Game Feel* como:

- La placentera sensación de control
- El placer de aprender, practicar y masterizar una habilidad
- Extensión de los sentidos
- Extensión de la identidad
- Interacción con una realidad física única dentro del juego

2.3. Videojuegos de Ritmo

Para el análisis del género, se basa en la publicación de Williams, en la cual describe el género, lo analiza y da juegos clave durante su historia, además de definiciones dadas por diversos estudios[14].

2.3.1. Definición del género e historia

Los videojuegos de ritmo o también llamados juegos musicales, son juegos donde el jugador debe participar en la creación o la interpretación de una melodía o ritmo. Esto a menudo se expresa en forma de gráficos indicando una tecla a presionar en un tiempo preciso[15, 14]. PaRappa the Rapper es ampliamente conocido como el primer juego de ritmo de la historia[14], lanzado en 1996 para la consola PlayStation. Desarrollado por NanaOn-Sha y producido por Sony Computer Entertainment, introdujo una mecánica novedosa en la que el jugador debía seguir el compás de una canción mediante la pulsación de botones sincronizados con la música y la animación en pantalla. Su estilo visual distintivo y su énfasis en la sincronización marcaron el inicio del género como una categoría reconocible dentro del medio. Posteriormente, títulos como Dance Dance Revolution, desarrollado por Konami en 1998, expandieron el concepto hacia una experiencia física, utilizando periféricos especializados que permitían al jugador interactuar con el juego mediante movimientos corporales[14]. Este enfoque popularizó el género en las salas recreativas. En los años recientes, el auge de la realidad virtual y plataformas digitales han dado pie a una nueva generación de juegos de ritmo. Algunos buscan diferenciarse ofreciendo una experiencia nueva al mezclar el género con otros, como videojuegos plataformas en el caso de Geometry Dash y No Straight Roads. Otros mezclados con videojuegos del estilo *hack and slash* como Hi-Fi Rush. Y otros enfocados en nuevas tecnologías como la realidad virtual como Beat Saber[10].

2.3.2. Relevancia para el estudio del *flow* y *Game Feel*

Los videojuegos de ritmo constan de una base sólida para estudiarlos junto al estado de *flow*, *Game Feel* y retroalimentación audiovisual. Sus mismas características como la estructura rítmica, respuesta precisa ante estímulos temporales y sobre todo, su respuesta inmediata permiten analizar de manera controlada la relación entre

retroalimentación audiovisual, percepción de competencia, desafío y disfrute, todos ellos factores centrales en la teoría del *flow* propuesta por Csíkszentmihályi[1]. A su vez, el estudio utilizando este género posibilita comprender cómo la implementación de principios de *Game Feel* puede optimizar la respuesta emocional y motora del jugador, aumentando sus niveles de inmersión en consecuencia.

2.4. Retroalimentación basada en *Game Feel*

2.4.1. Concepto general retroalimentación

La retroalimentación según la Real Academia de Ingeniería se define como: “Proceso por el que se actúa sobre un sistema, dispositivo o máquina, a partir de observaciones de la/s salida/s del mismo, con el fin de conseguir un comportamiento previamente determinado”[16].

En el diseño de videojuegos, la retroalimentación constituye un principio esencial, pues permite al jugador percibir las consecuencias inmediatas de sus acciones y ajustar su comportamiento en función de ellas.

2.4.2. Definición retroalimentación audiovisual

A partir del concepto general, la retroalimentación audiovisual puede definirse como la respuesta perceptible del sistema mediante estímulos visuales y sonoros que comunican información al jugador. En el contexto de los videojuegos, la retroalimentación audiovisual constituye un elemento esencial dentro del ciclo de interacción jugador y sistema[2], ya que es el principal medio de comunicación entre el jugador y el sistema. Un ejemplo de retroalimentación audiovisual son las notificaciones, estas suelen contar con un elemento gráfico de UI y un sonido característico. Son comúnmente usadas para notificar logros, desbloqueo de objetos, o mensajes importantes.

2.4.3. Relación entre retroalimentación y *flow*

La retroalimentación es un pilar fundamental del estado de *flow*, según Csíkszentmihályi[1]. Uno de los nueve componentes del *flow* es la retroalimentación clara e inmediata, ya que el individuo necesita conocer en todo momento si sus acciones son

adecuadas para lograr el objetivo principal. Esta respuesta constante permite al jugador ajustar sus acciones, mantener la concentración y experimentar una sensación de control.

2.4.4. ¿Qué es retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel*?

Este es uno de los puntos más importantes de la investigación, por lo que se definirá y se presentarán ejemplos. La retroalimentación audiovisual constituye el conjunto de respuestas visuales y sonoras que comunican al jugador el estado del sistema interactivo, ya sea mediante cambios en la interfaz, recursos gráficos, y efectos sonoros. Su propósito fundamental es mantener al usuario en la comprensión de la situación. Por su parte, Swink define el *Game Feel* como la sensación de control, respuesta e inmersión que emerge de la interacción continua entre el jugador y el sistema[2]. Dentro de su modelo, uno de los bloques fundamentales llamado *pulido* corresponde al uso de efectos visuales, táctiles y auditivos que potencian la interacción y percepción de los objetos. De esta manera, puede entenderse que la retroalimentación audiovisual que contribuye a reforzar estos elementos del *Game Feel*, va a ser concretada dentro de esta investigación como retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel*.

En consecuencia, todas las retroalimentaciones audiovisuales que apoyen el *Game Feel* son formas de retroalimentación, pero no todas las retroalimentaciones audiovisuales generan una experiencia de *Game Feel*. La diferencia está en su función, mientras la retroalimentación audiovisual en general cumple un rol informativo, aquella relacionada con el *Game Feel* busca provocar una sensación o pulir una interacción. A partir de la definición de Swink, en esta investigación proponemos la siguiente clasificación:

Retroalimentación audiovisual que no apoya el *Game Feel*

- Mensajes de “saltar” en cinemáticas
- Notificaciones de logros
- Cambiar el color de una barra de vida

- Sonido de los menús
- Cambios en los textos de puntuación

Retroalimentación audiovisual que apoyan el *Game Feel*

- Temblor de la cámara al golpear un enemigo
- Destello visual al golpear una nota
- Efecto de sonido de autos chocando
- Efecto de sonido de las armas
- Animación exagerada al ser golpeado

2.5. Relación entre *Game Feel*, retroalimentación audiovisual y *flow*

Si bien entre los conceptos del estado de *flow* y *Game Feel* existe cierta distancia dado que provienen de disciplinas distintas, siendo el *flow* de psicología y *Game Feel* de diseño de videojuegos. La relación conceptual que se presenta dentro del libro de *Game Feel* es que un diseño basado en *Game Feel* mejora la percepción del control y la retroalimentación inmediata[2], dos elementos imprescindibles para lograr llegar al estado de *flow*[1]. El libro trata al estado de *flow* no como objeto principal de estudio, sino como una consecuencia emergente de las experiencias clave. Dentro de esta relación conceptual, la retroalimentación audiovisual funciona como un canal entre ambos conceptos, aplicando fundamentos del *Game Feel* a la retroalimentación para mejorar la inmersión del estado de *flow*.

3. Estado del arte

En este estado del arte se hará un análisis sobre los videojuegos de ritmo, investigaciones dedicadas a *flow* y *Game Feel*, y los métodos existentes para la estimación del estado de *flow*.

3.1. Ejemplos de juegos relevantes

Esta sección realizará una elección de ejemplares de videojuegos de ritmo, enfocándose en aquellos que cuenten con ejemplos de retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel*. Para esto, se mezclan 3 fuentes de información: Títulos actualmente populares según una base de datos pública que recopila datos sobre los juegos de Steam, llamada SteamDB[17], Títulos recopilados del libro 1001 videojuegos que debes jugar antes de morir[18], y la experiencia del autor.

3.1.1. Geometry Dash

Geometry Dash es a la fecha el juego del género ritmo que tiene la mayor cantidad de jugadores en línea en Steam, con 29,910 jugadores activos[17]. Es un videojuego independiente desarrollado por RobTop, en el cual, el objetivo principal del juego es completar los niveles compuestos por bloques, sierras y pinchos. Para ello, el jugador controla a un cubo que tiene la capacidad de saltar, y reaccionar a ciertos elementos dentro del nivel, los cuales tienen habilidades como transformarse en diversas naves, realizar saltos con distinta fuerza o cambiar la gravedad. Geometry Dash ha tenido un gran impacto en los videojuegos de ritmo, dada su simpleza, dificultad, personalización y sobre todo la posibilidad de los jugadores de crear niveles, extendiendo el juego mucho más allá de los niveles por defecto. Cada nivel de Geometry Dash,

ya sea hecho por la comunidad o por el desarrollador, está representado por una canción, y tienen efectos visuales que hacen que la música concuerde con el nivel. Esto último, los efectos visuales, lo hacen un título a destacar, dentro de Geometry Dash, existe una amplia diversidad de efectos de sonido y efectos visuales que suelen acompañar a la música otorgando una experiencia única. Estos efectos incluyen chispas al caminar, partículas de naves, efectos de sonido al morir, cambios en el color del fondo con respecto a la música y trazados de naves, por mencionar algunos.

3.1.2. Dance Dance Revolution (Franquicia)

Dance Dance Revolution es una serie pionera dentro del subgénero de simuladores de videojuegos de ritmo[18], es clasificado como un juego estilo Bemani o beatmania. Su primer lanzamiento, en forma de arcade, fue realizado en Japón en 1998. Los jugadores se colocan sobre una plataforma la cual es llamada “pista” y presionan con los pies las flechas puestas en forma de cruz sobre esta pista, siguiendo el ritmo de la música y el patrón visual que aparece en la pantalla. Según qué tan bien sigan el patrón, se les dará una puntuación mayor o menor. Si bien este juego se caracteriza por funcionar en un entorno físico gracias a su pista, de igual manera cuenta con elementos de retroalimentación audiovisual, ya sean en la pantalla del juego o en la máquina en sí misma. Algunos ejemplos son destellos en las flechas, sonidos de acierto, luces de la máquina que reaccionan a la música y efectos de zoom en las letras de puntuación al acertar una nota.

3.1.3. Beat Saber

Beat Saber es uno de los videojuegos más representativos dentro del ámbito de la realidad virtual, desarrollado por el estudio Beat Games y lanzado en 2018[10, 17]. En Beat Saber, el jugador se encuentra inmerso dentro de un entorno virtual con estética de neón. En él, cuenta con un sable en cada mano, donde tendrá que cortar bloques que vuelan al ritmo de la música. La propuesta de Beat Saber combina la tecnología VR con una fuerte sincronización audiovisual, generando una sensación de flujo con la canción. Los efectos de retroalimentación audiovisual como destellos luminosos, cambios en la iluminación del entorno, chispas al cortar una nota, y distintos efectos de sonido al utilizar el sable, refuerzan la percepción de estar en el espacio virtual y el impacto de cortar las notas.

3.2. *Flow* en diseño de videojuegos

El estudio de Jenova Chen, *Flow in Games* es presentado como un estudio que explora cómo diseñar videojuegos que inducen y mantienen el estado de *flow*. Para ello, realiza un análisis sobre el estudio de Csíkszentmihályi[1], y la aplica al diseño de videojuegos, encontrando tres elementos clave:

- Como premisa, el juego es intrínsecamente gratificante y el jugador está dispuesto a jugarlo.
- El juego ofrece la cantidad justa de desafíos para ajustarse a la habilidad del jugador, lo que le permite adentrarse profundamente en el juego.
- El jugador necesita sentir que tiene el control sobre el juego.

Se propone la premisa de que los juegos, por naturaleza, tienen el potencial de generar *flow*, pero no todos los logran mantener por igual, dada la falta de uno de estos componentes. Los juegos por lo general cuentan con una dificultad fija que no se adapta al jugador. Chen propone que los diseñadores pueden ajustar dinámicamente la dificultad del juego para mantener al jugador en el punto óptimo entre desafío y habilidad. Para ello, propone el concepto de *Dynamic Difficulty Adjustment* (DDA), un modelo de diseño interactivo en el que el juego se adapta en tiempo real al desempeño del jugador para mantener el *flow*. Con ese concepto desarrolla 2 prototipos, Traffic Light y FLOW. En ambos juegos según Chen fueron un éxito, extendiendo en uno de los casos, la vida de un juego de 1-2 minutos a 5-12 minutos[12].

3.3. Dificultad y *flow* en juegos de ritmo

Una investigación llevada a cabo en la Universidad de Ámsterdam buscaba encontrar la relación de la dificultad del jugador, la dificultad del juego y el estado de *flow*. Para ello, realizaron un experimento en el que los participantes jugaron al juego Beat Saber bajo tres condiciones distintas, en una la dificultad era inferior a su nivel de habilidad, otra en la que se ajustaba a su nivel, y una tercera en la que era superior. Los resultados mostraron que los jugadores que enfrentaron niveles fáciles o ajustados a su habilidad experimentaron mayores niveles de *flow* en comparación con aquellos que jugaron en condiciones demasiado difíciles. También se encontró una relación entre el rendimiento de los jugadores con respecto a su nivel de *flow*[10].

3.4. Efectos del *juiciness* en un RPG de acción

El término *juiciness* se ha utilizado ampliamente para describir la retroalimentación positiva (tanto visual como auditiva). Sin embargo, pocas investigaciones empíricas han analizado cómo el *juiciness* impacta concretamente en los jugadores. En este estudio ($N = 3018$), se comparan cuatro versiones idénticas de un juego de rol de acción con distintas cantidades de *juiciness*: (1) ninguna; (2) media; (3) alta; y (4) extrema. Se encuentra que tanto las cantidades nula como extrema de *juiciness* provocan una disminución significativa del tiempo de juego, de la experiencia del jugador, de la motivación intrínseca y del desempeño en comparación con las cantidades media y alta. Hasta donde se tiene conocimiento, este es el estudio más grande realizado hasta la fecha sobre *juiciness*. Sus resultados tienen implicaciones para diseñadores, desarrolladores e investigadores[19].

3.5. Métodos de estimación del *flow*

Dado que el *flow* es una experiencia interna y dinámica, su medición no puede ser realizada de forma directa y precisa con instrumentos físicos. Aun así, es posible realizar su evaluación, aunque depende de indicadores psicológicos que en ciertas instancias pueden ser imprecisos o depender del contexto del participante. Más aún, es un área menos desarrollada en idiomas como el español, contando con un número limitado de herramientas localizadas. Por esto mismo se propone utilizar como método principal el más común y validado, encuestas de auto-reporte, junto a métricas de juego con el fin de precisar lo más posible la medición del estado de *flow*.

3.5.1. Escala de estado de flujo

Para esta investigación, uno de los elementos más importantes a elegir es la forma de estimar el nivel de *flow* de los participantes. Actualmente existen una gran variedad de escalas que varían en idiomas, contextos y objetivos. En este caso, se utilizará la Escala de estado de flujo, desarrollada por García Calvo[5]. Esta es una versión en español de *Flow State Scale* (FSS)[4] originalmente adaptada para deportistas, sin embargo, el autor hace hincapié en que puede ser usada en otros medios mediante una adaptación de sus preguntas, por lo que optará por modificar el contexto de las preguntas de deporte a videojuegos. Si bien existen otras escalas

traducidas, como *Dispositional Flow Scale* (DFS)[8] y *Flow State Scale-2* (FSS-2)[7], las razones de la elección en específico de esta escala fueron: (1) La poca variedad de escalas del estado de *flow* traducidas y validadas al español (2) Según una revisión bibliográfica[9], muchas escalas de *flow*, no han sido correctamente validadas en el contexto de videojuegos, incluyendo a DSF y cuestionando la validez de FSS-2 (3) Existen problemas culturales, de tiempo, validación y/o de traducción al plantear traducir alguna otra opción existente enfocada a videojuegos para este estudio, como *Video Game Dispositional Flow Scale* (VGDFS)[9].

El cuestionario completo, con sus 36 ítems agrupados por dimensión y las adaptaciones realizadas, se presenta en el Apéndice B.

3.5.2. Métricas de juego

Existen varios estudios que demuestran que el rendimiento del jugador está relacionado con el estado de *flow*, presentando que cuanto mayor sea el estado de *flow*, el jugador tiene un rendimiento general mejor[10, 20, 21]. Esta relación permite utilizar las métricas de juego como un sistema complementario para medir el estado de *flow*. Las estadísticas que se van a utilizar para medir el rendimiento del usuario serán las siguientes:

Puntaje general Mide el rendimiento global del jugador en la partida. Diversos estudios demuestran que, a mayor estado de *flow*, el rendimiento del jugador mejora notablemente. Por lo tanto, un puntaje alto es un buen indicador general de inmersión.

Combo Cuenta la racha máxima de aciertos seguidos sin equivocarse. Lograr una racha larga exige al jugador una concentración en la tarea, un requisito esencial del *flow*.

Distribución de tipos de notas Si el jugador consigue muchos “Perfectos” y “Buenos”, significa que su habilidad está a la par con la exigencia del juego, logrando el “equilibrio entre desafío y habilidad”.

Diferencia del tiempo de pulsación Mide la diferencia exacta en milisegundos entre el momento ideal de la nota y cuando el jugador presiona el botón. Si los tiempos son muy precisos, el jugador está reflejando la fusión entre acción y conciencia.

4. Marco metodológico

4.1. Metodología de desarrollo

4.1.1. Metodología Kanban

La metodología seleccionada para la gestión del proyecto y desarrollo del prototipo fue Kanban, un enfoque ágil que visualiza el trabajo, limita el trabajo en curso y maximiza la eficiencia del flujo[22]. Su modelo de flujo continuo permite adaptarse dinámicamente a los cambios sin depender de *sprints* fijos, lo cual resulta útil en un proyecto de investigación donde los requerimientos pueden ajustarse durante el desarrollo.

Para limitar la carga cognitiva, Kanban utiliza el concepto de *Work In Progress* (WIP), que restringe la cantidad de tareas simultáneas de un individuo y asegura que se finalicen actividades antes de comenzar nuevas[23].

Reglas adaptadas a la investigación

Se presentan las adaptaciones realizadas a la metodología Kanban para el contexto de la investigación:

Backlog Al tratarse de una metodología ágil, las tareas se generan a partir de los requerimientos registrados en el *backlog*. Para este proyecto, el *backlog* contempló los siguientes requerimientos generales: diseño jugable, recursos audiovisuales, prototipo de juego, prototipo con integración de *Game Feel*, pruebas A/B en usuarios, análisis estadístico comparativo y documentación de memoria.

Columnas Dado el contexto de desarrollo e investigación, se propuso el siguiente flujo de trabajo:

- *Backlog* (Lista de requerimientos generales y específicos)
- Por realizar (Tareas a realizar alineadas con los requerimientos)
- En desarrollo (Tareas siendo actualmente desarrolladas)
- Por validar (Validación realizada por el/la líder del equipo)
- Por documentar (Documentar el proceso correspondiente en la investigación)
- Listo (Finalizado)

WIP Se estableció un límite de 2 tareas simultáneas para minimizar el cambio de contexto y asegurar la finalización de actividades.

Políticas Se establecieron ciclos de revisión y asignación de tareas con una duración máxima de dos semanas, flexibilizando si se agotaba el trabajo, existían tiempos de entrega o surgían bloqueos en el desarrollo. Para garantizar el avance completo del proyecto, una tarea solo se consideraba terminada una vez que había sido validada. Asimismo, se utilizó un sistema de etiquetas para identificar y priorizar visualmente las actividades urgentes.

Trello

La herramienta seleccionada para aplicar la metodología fue Trello[24], la cual es una plataforma de gestión de proyectos que usa el paradigma de tableros, listas y tarjetas. Su estructura permite organizar y visualizar tareas de manera idéntica a un tablero Kanban físico.

La elección de esta herramienta se justificó al contar con experiencia previa en su utilización, permitiendo ahorrar tiempo en aprendizaje. Además de contar con una versión gratuita robusta, permitió acceder a todas las funcionalidades requeridas.

El detalle de las tareas realizadas durante la ejecución del proyecto, organizadas según la metodología descrita, se puede revisar en el Apéndice E.

4.1.2. Motores gráficos

Un motor de videojuego es un *framework* que proporciona herramientas para el desarrollo de videojuegos[25], incluyendo renderizado 2D/3D, simulación de físicas y gestión de código, sonido y modelos. Su uso está ampliamente extendido en la

industria debido a que permiten la reutilización de código y no se limitan a un género específico, lo que los convierte en una solución versátil y eficiente.

Unity

Unity es un motor de videojuegos popular que permite la importación de múltiples formatos, la creación de escenas mediante su editor y la programación en C-Sharp, además de contar con una tienda de *assets* comunitarios[26]. Se eligió por la experiencia personal previa con la herramienta y la amplia documentación disponible, factores clave para optimizar el tiempo de desarrollo.

4.2. Diseño Experimental

Para validar la hipótesis planteada, se diseñó un experimento controlado aleatorizado. Este método consistió en dividir aleatoriamente a la muestra en dos grupos independientes, donde cada grupo fue expuesto a la condición experimental. Este enfoque permitió comparar el efecto de una variable independiente, como el *Game Feel*, sobre otra variable dependiente, como el *flow*.

4.2.1. Participantes

Se reclutó una muestra de 54 estudiantes universitarios de entre 18 y 35 años. El reclutamiento se realizó de manera presencial, tanto reclutando personas de manera individual, como a grupos de personas dentro de clases de laboratorio. La determinación del tamaño de muestra se fundamentó previamente un análisis de potencia con el objetivo de asegurar la validez estadística al analizar las diferencias en el estado de *flow* entre grupos independientes, según la exposición a la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel*. Considerando un nivel de significancia bilateral de $\alpha = 0,05$ y una potencia estadística de 0.80, se estableció que una muestra mínima de 50 participantes era suficiente para detectar un tamaño del efecto de magnitud grande ($d \geq 0,81$)[27], criterio cumplido por la muestra reclutada. A continuación se muestran los criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión Personas con visión normal o corregida y capacidad motora para utilizar un teclado estándar.

Criterios de exclusión Personas con epilepsia fotosensible, o que no posean las capacidades motoras para utilizar un teclado estándar.

4.2.2. Especificaciones del prototipo

El prototipo contó con una arquitectura modular que permitió alternar entre dos condiciones experimentales.

Condición A (Control) El videojuego presentaba la mecánica base de ritmo funcional, pero con la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* minimizada, animaciones rígidas, sin *screenshake*, sin partículas.

Condición B (Experimental) El videojuego presentaba la misma canción y patrón de notas, pero con todos los módulos de retroalimentación audiovisual activados.

Además, para asegurar que la salida de datos fuera fácil de analizar, el prototipo contó con un sistema que resumía todas las métricas clave y las compactaba en un archivo. Este archivo permitió identificar la sesión del usuario y hacerla introducíble a través del cuestionario, facilitando el procesamiento y organización entre usuario/datos.

4.2.3. Procedimiento de la Prueba

Las pruebas se aplicaron de manera presencial, contando como elementos mínimos con un lugar cerrado donde jugar, audífonos y un computador con conexión a internet. El procedimiento siguió el siguiente protocolo para asegurar la reproducibilidad de los resultados:

1. Bienvenida y consentimiento: Se explicó el objetivo académico, sin revelar detalles sobre los grupos ni el prototipo, y se firmó el consentimiento informado (ver Apéndice C).
2. Sesión de Juego: El usuario jugó tres niveles completos bajo la condición asignada, A o B. Si el usuario lo deseaba, era libre de seguir jugando.
3. Métricas: El sistema registró automáticamente las métricas de juego establecidas, entregando el código de las métricas al finalizar la sesión.
4. Medición: Se respondió la Escala de estado de flujo, e inmediatamente al finalizar, el usuario ingresó el archivo de la sesión en el cuestionario.

4.2.4. Análisis de Datos

Para el análisis de datos de ambos grupos y sus correlaciones, se utilizó el software estadístico Jamovi[28]. Para realizar gráficos se utilizó Python. Finalizando con una comparación del *flow* reportado final entre ambas muestras.

4.3. Carta Gantt

La carta Gantt comprendió el desarrollo del proyecto desde 03-03-2026 hasta el 29-05-2026. El detalle de cada etapa, con sus fechas de inicio y fin, se presenta en el Apéndice D.

5. Desarrollo del prototipo

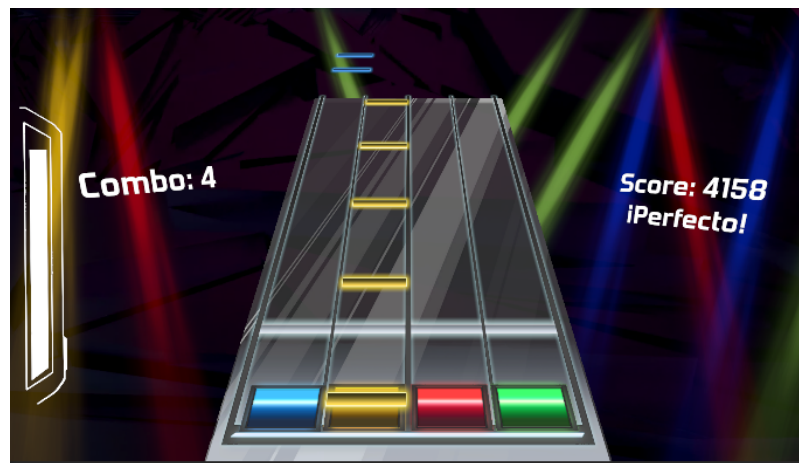


Figura 5.1: Rhythm Mania

En este capítulo se explicará el proceso de construcción del prototipo, indagando en las herramientas usadas, herramientas construidas, decisiones de diseño y partes importantes de la implementación técnica de Unity. El código fuente y a la sección de descarga del prototipo se encuentra disponible en el Apéndice A. Para facilitar la lectura, se utilizarán muestras de pseudocódigo en la medida de lo necesario, las cuales se presentan de forma consolidada en el Apéndice F. Capturas del prototipo en sus distintas escenas se presentan en el Apéndice H.

5.1. Diseño del juego

El prototipo a desarrollar llamado *Rhythm Mania* corresponderá a un videojuego de ritmo del subgénero *Vertical Scrolling Rhythm Game* e implementado en 2D. Dentro de este subgénero, las notas se representan mediante cuadrados o círculos en carriles visuales fijos y el jugador debe ejecutar entradas discretas en sincronía con la música. Esta estructura visual es una de las formas más populares y reconocibles del género. Facilita que el jugador comprenda rápidamente la relación entre estímulo visual, tiempo de entrada y acción requerida[14].

La elección de este formato se justifica porque ofrece una base mecánica y visual más acotada que otras variantes del género. Al trabajar con carriles, una cantidad acotada de botones y eventos claramente delimitados, el diseño del prototipo resulta más simple de implementar, controlar y explicar a los participantes, manteniendo el foco de la investigación en la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* y no en la complejidad del dispositivo de entrada o de las mecánicas del videojuego[14].

5.1.1. Mecánicas principales

En esta sección se detallan las mecánicas principales implementadas en el prototipo. Los elementos del juego se ilustran en el Apéndice G.

Notas

Las notas son el elemento central del juego y corresponden a objetos visuales, representados en este caso mediante un *sprite* cuadrado, que descienden por los carriles al compás de la canción. El jugador debe golpear cada nota en el momento preciso para que se registre como un acierto.

Carriles

Los carriles son zonas verticales fijas por las cuales las notas descienden hasta una posición de destino, donde se sincronizan con un *beat* de la canción. El prototipo utiliza cuatro carriles fijos, configuración común en videojuegos del género, lo que facilita el aprendizaje rápido de nuevos usuarios y mantiene el diseño acotado.

Controles

El prototipo define zonas de notas en la parte inferior de cada carril, las cuales se activan al pulsar las teclas asignadas. Se utilizaron las teclas A, S, K y L como controles principales, dispuestas de forma análoga a la distribución de los carriles. Adicionalmente, se habilitaron las teclas V, B, N, M y las flechas direccionales del teclado como alternativas de accesibilidad.

Clasificación y Precisión

Al golpear una nota, el prototipo calcula la diferencia en milisegundos entre la pulsación del jugador y el tiempo ideal de la nota. Según esta diferencia, el golpe se clasifica en tres categorías: Perfecto (hasta 55 ms de diferencia), Bueno (hasta 110 ms) y Fallo (superior a 110 ms). El pseudocódigo completo del procesamiento de notas se presenta en el Apéndice F.

Puntaje

El sistema de puntaje asigna un valor base a cada clasificación: 500 puntos para Perfecto, 250 para Bueno y 0 para Fallo. Para recompensar la precisión, a este valor se le resta la diferencia en milisegundos entre el golpe del jugador y el tiempo ideal de la nota, con un puntaje mínimo de 0 para evitar valores negativos. De esta forma, un golpe más preciso otorga una mayor puntuación. Los detalles de implementación se encuentran en el Apéndice F.

Combos

El sistema de combos registra la cantidad de notas consecutivas golpeadas sin obtener un Fallo. Cada vez que el jugador obtiene un Perfecto o un Bueno, el contador de combo aumenta en uno; al obtener un Fallo, el contador vuelve a cero. En el prototipo, los combos cumplen una función puramente estética, sirviendo como indicador visual de desempeño para el jugador sin afectar directamente la puntuación. La lógica de combos se detalla en el Apéndice F.

5.2. Retroalimentación audiovisual

5.2.1. Selección de retroalimentaciones audiovisuales para el prototipo

Dados los videojuegos mencionados tanto en la evolución del género, los ejemplos destacados anteriormente y el género seleccionado, se determinó una lista inicial de retroalimentaciones audiovisuales basadas en *Game Feel* que servirán como guía en el prototipo de videojuego de ritmo. Estas retroalimentaciones fueron elegidas considerando su aporte a la sensación sensorial del *Game Feel*, el estilo del juego y su potencial para ser implementadas de manera modular. La selección incluye efectos visuales, efectos de animación, efectos de cámara y efectos sonoros:

- Efecto de *squash and stretch* al cambiar el puntaje y combo
- Chispas y/o partículas al acertar una nota
- Efectos de luces que indican aciertos o errores
- Pulsos lumínicos en sincronía con el tempo de la canción
- Efectos de sonido al acertar o fallar una nota
- Efecto de *screenshake* leve al fallar una nota
- Resalte de carril al pulsar un botón

5.2.2. Sistema modular de retroalimentación audiovisual

La activación de las retroalimentaciones audiovisuales se controla mediante *GameSettings*, un *ScriptableObject* de configuración del proyecto. Este *asset* expone un booleano *Using Game Feel* que actúa como configuración global de todos los efectos de *Game Feel*. En tiempo de ejecución, los activadores de retroalimentación consultan el valor de *Using Game Feel* antes de ejecutar sus efectos. Cuando el *flag* es *true*, los efectos se disparan con normalidad; cuando es *false*, las llamadas a los emisores se descartan sin alterar la lógica del *gameplay*. Para el experimento se compilaron dos *builds* independientes: uno con *Using Game Feel* activado (con retroalimentación activada) y otro con el *flag* desactivado (con retroalimentación desactivada). El pseudocódigo del sistema modular de retroalimentación audiovisual se presenta en el Apéndice F.

5.3. Niveles

A continuación se presentan los detalles de la construcción de niveles, el diseño jugable y la estructura de datos utilizada para representarlos.

5.3.1. Estructura

Para la construcción de los niveles, se requiere una estructura de datos capaz de almacenar toda la información asociada a una canción, incluyendo sus metadatos, el audio y las notas que componen el nivel. En el prototipo se utilizan *ScriptableObjects* de Unity, un tipo de contenedor de datos serializables que permite almacenar y organizar los niveles como archivos independientes dentro del proyecto, se presenta la estructura general de los niveles, cuyo pseudocódigo detallado se encuentran en el Apéndice F.

5.3.2. Creador de niveles

Para el prototipo se diseñó una herramienta interna de creación de niveles. Dado que su implementación no forma parte del producto jugable, se entregarán detalles generales sobre su funcionamiento.

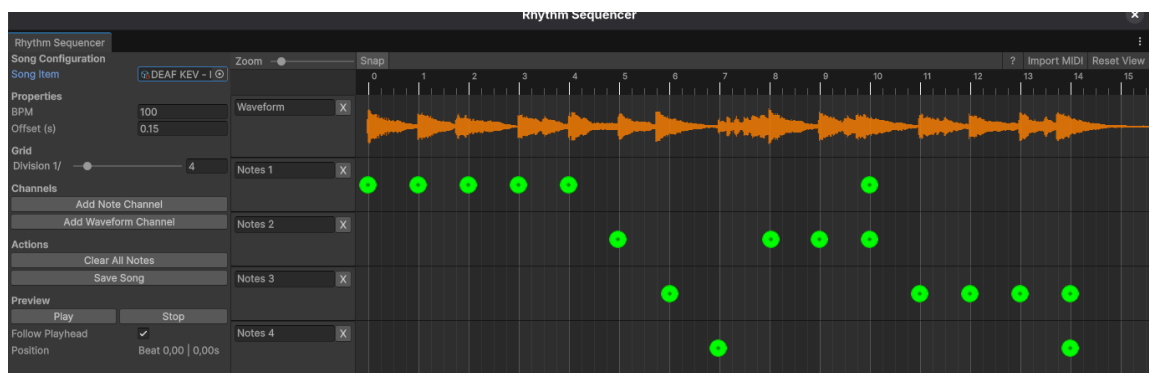


Figura 5.2: Rhythm Sequencer (2026)

La herramienta se basa en el BPM de la canción y un sistema de *tracks* o canales. El primer *track* es configurable, pero típicamente se utiliza como visualizador de la forma de onda del audio, lo que facilita la alineación temporal de las notas durante la construcción del nivel.

Los canales siguientes corresponden a los carriles de notas. El sistema subdivide la canción en compases de 4/4, la distancia de los compases depende del BPM configurado. Al colocar una nota, la herramienta ajusta automáticamente su posición al compás más cercano, garantizando la sincronía entre las notas y el tempo de la canción.

5.4. Recursos de terceros utilizados

Para acelerar el tiempo de desarrollo y asegurar la calidad del prototipo, se utilizaron recursos externos ya existentes en lugar de crearlos desde cero. A continuación se describen los principales recursos empleados.

5.4.1. FEEL

FEEL es un paquete de la Unity Assets Store desarrollado por MoreMountains. Este paquete se especializa en la integración de efectos de retroalimentación a acciones. Se eligió por su alto repertorio de efectos, coincidiendo con los requerimientos del proyecto.

5.4.2. Recursos 2D

Uno de los elementos definidos en el diseño del videojuego dentro del *Ten Page* es la estética visual de estilo *neon* o electrónica. Se realizó una búsqueda de *assets* ya creados para reducir los tiempos de desarrollo, y en este contexto se seleccionaron los *assets* 2D del paquete *Rhythm Game Template* de TakaBro.

5.4.3. Música

Para el diseño de niveles, se utilizan patrones que se alinean con el ritmo de la canción o con las melodías que se repiten a lo largo de ella. Por esta razón, se buscan canciones con un BPM fijo, que calcen con la estética del videojuego y tengan alta repetición en cuanto a sus melodías, características que coinciden con la

música electrónica, la cual además es ampliamente utilizada en los videojuegos de este género.

Para la elección de las canciones del videojuego se priorizaron canciones libres de copyright. Las canciones elegidas y su BPM son los siguientes:

- Invincible - DEAF KEV: 100 BPM
- Sky High x Feel Good Mashup - Elektronomia, Syn Cole: 128 BPM
- Let's Go! - Lensko: 128 BPM

5.4.4. Sistema de Guardado

El sistema de guardado permite exportar los datos de cada partida para su uso en la encuesta y en el tablero de puntuaciones. Se utilizó el paquete *Game Save System*, desarrollado por Alexander Correa y disponible en GitHub, que simplifica el almacenamiento de datos en Unity.

5.5. Sistema de recolección de datos

El sistema de guardado registra las métricas de rendimiento de cada partida y las serializa en un archivo .sav mediante el paquete *Game Save System*. Los datos se almacenan en formato JSON. La estructura registrada para cada participante incluye:

- playerName: Nombre del jugador.
- gameFeelActive: Booleano que indica si la retroalimentación está activada o desactivada.
- levels: Arreglo de niveles jugados, donde cada nivel contiene:
 - levelIndex: Índice del nivel.
 - tries: Arreglo de intentos, donde cada intento registra:
 - score: Puntuación obtenida.
 - maxCombo: Combo máximo.
 - hits: Arreglo de aciertos, donde cada acierto registra:

- ◇ hitType: Clasificación (Perfecto, Bueno o Fallo).
- ◇ differenceMs: Diferencia en milisegundos entre la pulsación del jugador y el tiempo justo de la nota.

Al finalizar la partida, el archivo .sav se exporta y el participante lo sube a Google Drive. El enlace compartido se ingresa como código final en el cuestionario de Google Forms, estableciendo la asociación entre las respuestas de la Escala de estado de flujo modificada (EEFM) y los datos de *gameplay* del jugador. Finalmente para las pruebas se recupera cada archivo mediante un programa en Python, que traduce la información del contenido JSON y el cuestionario a un .csv que puede ser utilizado por los programas de análisis de datos.

6. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados del experimento, para el prepruebas, pruebas y presentación de datos se utilizó la guía de *A simple guide to the use of Student's t-test, Mann-Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal-Wallis test in biostatistics*[27]. Como herramienta principal para las pruebas estadísticas se utilizó Jamovi, un software estadístico de código abierto que utiliza el entorno R[29][28][30]. Este permite realizar pruebas paramétricas y no paramétricas de forma visual e interactiva. A continuación se exponen los resultados del experimento.

6.1. Prepruebas

6.1.1. Limpieza de datos

Durante la revisión de inconsistencias se identificó un único registro de baja confiabilidad, caracterizado por una varianza nula (0) en las respuestas de la Escala de estado de flujo modificada (EEFM). Este caso se descartó de las pruebas por suponer una respuesta de baja calidad, con este descarte la cantidad de respuestas baja a 53.

6.1.2. Prueba de Fiabilidad

Al ser realizadas modificaciones en la escala original, se debe utilizar un método para verificar su consistencia nuevamente. Para verificar la consistencia interna de la Escala de estado de flujo modificada (EEFM), cuyos cambios fueron aplicados para contextualizar la encuesta a videojuegos, se realizó una prueba de fiabilidad utilizando el Alfa de Cronbach[31], en esta prueba, un alfa más alto indica una mayor consistencia interna de las preguntas. Los resultados indicaron un nivel de fiabilidad

excelente, obteniendo un Alfa de Cronbach de $\alpha = [0,922]$ para la evaluación de las 36 preguntas del cuestionario, por lo cual se mantiene consistente para el contexto del estudio.

6.1.3. Normalidad

Como requisito previo a la aplicación de la prueba, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk[27]. La normalidad se analiza a través del valor de p , si ($p > 0,05$) los datos siguen una distribución normal, en caso contrario, se rechaza la normalidad. A continuación se presentan los resultados para las dimensiones de la Escala de estado de flujo modificada (EEFM) y para las métricas de juego:

	Grupo	N	Shapiro-Wilk	
			W	p
Challenge Skill Balance	1	27.00	0.85	.001
Challenge Skill Balance	-1	27.00	0.89	.009
Action Awareness Merging	1	27.00	0.93	.077
Action Awareness Merging	-1	27.00	0.94	.134
Clear Goals	1	27.00	0.88	.004
Clear Goals	-1	27.00	0.82	.001
Unambiguous Feedback	1	27.00	0.90	.013
Unambiguous Feedback	-1	27.00	0.92	.048
Concentration On Task	1	27.00	0.83	.001
Concentration On Task	-1	27.00	0.83	.001
Sense Of Control	1	27.00	0.92	.045
Sense Of Control	-1	27.00	0.92	.049
Loss Of Self Consciousness	1	27.00	0.83	.001
Loss Of Self Consciousness	-1	27.00	0.91	.018
Time Transformation	1	27.00	0.92	.046
Time Transformation	-1	27.00	0.95	.185
Autotelic Experience	1	27.00	0.92	.046
Autotelic Experience	-1	27.00	0.85	.001
Total <i>Flow</i>	1	27.00	0.97	.623
Total <i>Flow</i>	-1	27.00	0.95	.268

Tabla 6.1: Normalidad EEFM

**Nota.* Grupo 1 retroalimentación activada. Grupo -1: retroalimentación desactivada.

	Grupo	N	Shapiro-Wilk	
			W	p
Avg Score Per Try	1	27.00	0.93	.076
Avg Score Per Try	-1	27.00	0.93	.067
Max Combo	1	27.00	0.96	.320
Max Combo	-1	27.00	0.78	.001
Perfect Hits	1	27.00	0.93	.091
Perfect Hits	-1	27.00	0.94	.132
Good Hits	1	27.00	0.89	.008
Good Hits	-1	27.00	0.96	.438
Miss Hits	1	27.00	0.83	.001
Miss Hits	-1	27.00	0.92	.046
Accuracy	1	27.00	0.73	.001
Accuracy	-1	27.00	0.95	.277
Avg Abs Diff Ms	1	27.00	0.71	.001
Avg Abs Diff Ms	-1	27.00	0.95	.223

Tabla 6.2: Normalidad métricas de juego

**Nota.* Grupo 1 retroalimentación activada. Grupo -1: retroalimentación desactivada.

Como se observa en ambas tablas, ciertas variables no satisfacen el supuesto de normalidad ($p < 0,05$), lo cual condiciona la selección de la prueba estadística apropiada. Las estadísticas descriptivas detalladas (media, mediana, error estándar y desviación estándar) para todas las variables se presentan en el Apéndice I.

6.2. Elección de tipo de prueba

Dado que se comparan dos grupos independientes y no pareados sobre variables numéricas, y considerando que no todos los datos satisfacen el supuesto de normalidad, se descarta el uso de la prueba t de Student. Siguiendo la guía citada[27], se selecciona la prueba U de Mann-Whitney para la prueba comparativa.

6.3. Pruebas Comparativas

Con base en los resultados de las prepruebas, se aplica la prueba U de Mann-Whitney tanto a las métricas de juego como a las dimensiones de la Escala de estado de flujo modificada (EEFM). Para determinar si cualquier variable existe una correlación significativa con respecto a la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel*, debe cumplirse que su valor de p sea menor a 0,05, o sea ($p < 0,05$).

6.3.1. Pruebas EEFM

		Estadística	p
Challenge Skill Balance	Mann-Whitney U	237.00	.020
Action Awareness Merging	Mann-Whitney U	285.50	.121
Clear Goals	Mann-Whitney U	317.50	.272
Unambiguous Feedback	Mann-Whitney U	250.50	.036
Concentration On Task	Mann-Whitney U	324.50	.693
Sense Of Control	Mann-Whitney U	240.50	.024
Loss Of Self Consciousness	Mann-Whitney U	262.00	.056
Time Transformation	Mann-Whitney U	345.50	.464
Autotelic Experience	Mann-Whitney U	308.50	.782
Total <i>Flow</i>	Mann-Whitney U	256.00	.046

Tabla 6.3: Prueba U de Mann-Whitney para EEFM

*Nota. $H_a : \mu_1 > \mu_{-1}$

Para la prueba de la EEFM se planteó una hipótesis direccional dada su naturaleza: el grupo con retroalimentación activada (grupo 1) presentaría puntuaciones de *flow* superiores al grupo sin retroalimentación (grupo -1), es decir, $H_a : \mu_1 > \mu_{-1}$. Para ello, se agruparon los valores de la encuesta agrupados según su área dentro del estado de *flow*. Alcanzan la significancia estadística ($p < 0,05$) las siguientes dimensiones: *Challenge Skill Balance* ($U = 237,00$, $p = ,020$), *Unambiguous Feedback* ($U = 250,50$, $p = ,036$), *Sense Of Control* ($U = 240,50$, $p = ,024$) y *Total Flow* ($U = 256,00$, $p = ,046$)[27].

6.3.2. Pruebas Métricas de juego

		Estadística	p
Avg Score Per Try	Mann-Whitney U	309.00	.463
Max Combo	Mann-Whitney U	198.00	.007
Perfect Hits	Mann-Whitney U	251.00	.077
Good Hits	Mann-Whitney U	350.00	.993
Miss Hits	Mann-Whitney U	208.50	.012
Accuracy	Mann-Whitney U	190.00	.004
Avg Abs Diff Ms	Mann-Whitney U	215.00	.015

Tabla 6.4: Prueba U de Mann-Whitney para métricas de juego

*Nota. $H_a : \mu_1 \neq \mu_{-1}$

Para las métricas de juego se planteó una hipótesis bidireccional: los dos grupos presentarían diferencias significativas, es decir, $H_a : \mu_1 \neq \mu_{-1}$. Esta formulación se justifica dado que ciertas métricas se esperan superiores en el grupo con retroalimentación activada (e.g., puntaje, *accuracy*) mientras que otras se esperan inferiores (e.g., diferencia en el tiempo de pulsación en ms, donde un valor menor indica mayor precisión). Alcanzan la significancia estadística ($p < 0,05$) las siguientes métricas: *Max Combo* ($U = 198,00$, $p = ,007$), *Miss Hits* ($U = 208,50$, $p = ,012$), *Accuracy* ($U = 190,00$, $p = ,004$) y *Avg Abs Diff Ms* ($U = 215,00$, $p = ,015$)[27].

7. Discusión

7.1. Interpretación de los resultados

La hipótesis planteada sostenía que los jugadores expuestos a retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* presentarían mejoras significativas en sus evaluaciones de estado de *flow* y métricas de juego. Los resultados del experimento A/B confirman esta hipótesis, se observaron mejoras significativas en el *flow* total y en varias de sus dimensiones, así como en las métricas de desempeño. Esto sugiere que los elementos de *Game Feel* no solo modifican la estética y responsividad del juego, sino que pueden influir en la experiencia de *flow*. Los gráficos de dispersión individuales de cada dimensión del EEFM y de las métricas de juego se encuentran disponibles en el Anexo J, en las secciones J.1 y J.2 respectivamente.

7.1.1. EEFM

El cuestionario EEFM mostró diferencias significativas a favor del grupo con retroalimentación activada en las dimensiones de *Challenge Skill Balance*, *Unambiguous Feedback*, *Sense of Control* y en el puntaje de *Total Flow*. Se presenta una interpretación de cada dimensión:

Challenge Skill Balance La retroalimentación audiovisual puede hacer que el desafío se sienta más ajustado a la habilidad del jugador, al otorgar una retroalimentación, el jugador puede entender mejor qué se necesita conseguir, cómo y las capacidades que necesita. Reforzando la sensación de “equilibrio” que Csíkszentmihályi[1] describe como condición del *flow*.

Unambiguous Feedback Es coherente con la definición de *Game Feel*[2], ya que refuerza la claridad de la respuesta del sistema ante cada acción del jugador.

Sense Of Control Efectos visuales/sonoros bien sincronizados aumentan la sensación de que el *input* del jugador tiene peso e impacto.

Total Flow Confirma la dirección general del estudio, el grupo con retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* reportó más *flow* global.

Las dimensiones restantes no alcanzaron significancia estadística. Una posible explicación es que la duración del experimento fue insuficiente para que dimensiones como *Loss of Self-Consciousness* y *Time Transformation* emergieran con fuerza, ya que estas suelen requerir sesiones de inmersión más prolongadas. Otras dimensiones, como *Clear Goals* o *Concentration on Task*, podrían presentar un techo debido a la naturaleza del género. Los videojuegos de ritmo poseen *inputs*, metas y estructuras predecibles que ya orientan fuertemente al jugador, limitando el margen de mejora atribuible a la retroalimentación audiovisual.

7.1.2. Métricas de juego

Para las métricas se planteó una hipótesis bidireccional, de modo que las diferencias significativas se interpretan en función de la dirección esperada del efecto. Las métricas que alcanzaron significancia fueron *accuracy*, *max combo*, *miss hits* y *avg_abs_diff_ms*. *Accuracy* corresponde a la proporción de aciertos sobre el total de golpes (Golpes Perfectos + Golpes Buenos)/Golpes Totales, donde valores más altos indican mayor precisión. *Avg_abs_diff_ms* mide el promedio de la diferencia en milisegundos entre cada *input* y el instante óptimo de la nota, donde valores menores reflejan mayor sincronización. *Max Combo* registra la mayor secuencia consecutiva de aciertos, y *Miss Hits* cuenta las notas no presionadas correctamente. Los gráficos de dispersión individuales de cada métrica se encuentran disponibles en el Anexo J, sección J.2.

Las métricas objetivas refuerzan la interpretación del cuestionario. El grupo con retroalimentación activada obtuvo mayor *accuracy*, *max combo*, menor cantidad de *misses* y diferencia en el tiempo de pulsación. Esto indica que los jugadores no solo reportaron mayor *flow* subjetivo, también tuvieron una mayor precisión.

8. Conclusión

8.1. Conclusión

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar cómo influye la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* en la inducción del estado de *flow* en un videojuego de ritmo. Para ello se desarrolló un prototipo modular en Unity y se aplicó un experimento A/B, midiendo el estado de *flow* mediante la *Flow State Scale* al español, contextualizándola y registrando métricas de desempeño en el juego.

En relación con los objetivos específicos, se identificó una lista de efectos de retroalimentación que se pudieran aplicar al género de ritmo. Se seleccionó utilizar el cuestionario *Flow State Scale* al español, se adaptó y finalmente se verificó su fiabilidad, adicionalmente se aplicaron métricas de juego. Se desarrolló un videojuego de ritmo en Unity, el cual implementaba un sistema de retroalimentación audiovisual modular que permite su activación y desactivación. Finalmente, se realizó un experimento A/B al cual se le aplicó una prueba U de Mann-Whitney para determinar si la retroalimentación activada tiene efecto en el estado de *flow*.

Los resultados permiten aceptar la hipótesis, los jugadores expuestos a retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* presentaron mayores niveles de *flow* total y mejor desempeño en el juego. La retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* se asoció con mayores puntuaciones en *Challenge-Skill Balance*, *Unambiguous Feedback*, *Sense of Control* y *Total Flow*. Asimismo, el grupo con *feedback* mejoró en *accuracy*, *max combo*, *misses* y diferencias en ms promedio. No obstante, no todas las dimensiones de la Escala de estado de flujo modificada (EEFM) mostraron diferencias significativas, lo que sugiere que el efecto de la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* puede ser selectivo y depender de la naturaleza

de cada dimensión. En este sentido, mejorar el impacto de dimensiones específicas parece inducir mayores niveles generales de *flow*.

8.2. Limitaciones y Trabajo futuro

Si bien la muestra actual alcanza el objetivo propuesto, se considera que ampliarla puede mejorar la veracidad de los resultados. Por otro lado, al inicio del experimento algunas personas confundieron la finalidad del instrumento *Flow State Scale* con la de evaluar la calidad del videojuego en vez de ser una encuesta con respecto a cómo sienten el juego, por lo que se propone añadir un apartado para aclarar la finalidad del cuestionario. Asimismo, aumentar el tiempo de las pruebas podría demostrar si la retroalimentación audiovisual tiene efecto en las dimensiones que anteriormente no tuvieron la suficiente potencia estadística, y al mismo tiempo explorar si los usuarios tienen sesiones más largas de forma autónoma. Un posible trabajo futuro es aislar los efectos en componentes específicos (sonidos, animación, partículas, vibración) para determinar cuáles aportan más al estado de *flow* o si tienen mayor efecto en ciertas dimensiones. Por otro lado, aunque durante el experimento ningún participante presentó daltonismo, para futuros trabajos es vital considerar a las personas con problemas de discapacidad visual, ya sea agregando métodos de ajuste, como modos de accesibilidad para daltonismo, o bien considerándolos como un factor de exclusión. Finalmente, se considera que experimentar en otros géneros puede determinar si la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* tiene un efecto constante en distintos géneros o si depende de las características del género.

Bibliografía

- [1] Mihaly Csikszentmihalyi. *Flow : the psychology of optimal experience*. Harper Perennial, New York, 1990.
- [2] Steve Swink. *Game Feel : a game designer's guide to virtual sensation*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1st edition.. edition, 2008.
- [3] Nicolae Berbece. Game feel: Improving death animations. Conference presentation at the Game Developers Conference (GDC), 2015. Available at: <https://youtu.be/pmSAG51BybY?si=27CAQaQNWPYIeSgv> [Accessed 26 Sep. 2025].
- [4] Susan A Jackson and Herbert W Marsh. Development and validation of a scale to measure optimal experience: The flow state scale. *Journal of sport and exercise psychology*, 18(1):17–35, 1996.
- [5] Tomás García Calvo, Ruth Jiménez Castuera, Francisco Javier Santos-Rosa Ruano, Raúl Reina Vaíllo, and Eduardo Cervelló Gimeno. Psychometric properties of the spanish version of the flow state scale. *The Spanish Journal of Psychology*, 11(2):660–669, 2008.
- [6] Susan A Jackson and Robert C Eklund. Assessing flow in physical activity: The flow state scale–2 and dispositional flow scale–2. *Journal of sport and exercise psychology*, 24(2):133–150, 2002.
- [7] Laura Moral-Bofill, Andrés Lópezdelallave, M^a Carmen Pérez-Llantada, and Francisco Pablo Holgado-Tello. Adaptation to spanish and psychometric study of the flow state scale-2 in the field of musical performers. *PloS one*, 15(4):e0231054, 2020.

- [8] Sergi Rufi, Federico Javaloy, Joan M Batista-Foguet, Antonio Solanas, and Darío Páez. Flow dimensions on daily activities with the spanish version of the flow scale (dfs). *The Spanish journal of psychology*, 17:E30, 2014.
- [9] Xiaowei Cai, Javier Cebollada, and Mónica Cortiñas. Self-report measure of dispositional flow experience in the video game context: Conceptualisation and scale development. *International Journal of Human-Computer Studies*, 159:102746, 2022.
- [10] Jeroen S Lemmens and Constantin Freiherr von Münchhausen. Let the beat flow: How game difficulty in virtual reality affects flow. *Acta psychologica*, 232:103812, 2023.
- [11] Joshua D Sites and Robert F Potter. Everything merges with the game: A generative music system embedded in a videogame increases flow. *Game Studies*, 18(2), 2018.
- [12] Jenova Chen. Flow in games (and everything else). *Communications of the ACM*, 50(4):31–34, 2007.
- [13] F. Thomas and O. Johnston. *Disney Animation: The Illusion of Life*. Abbeville Press, 1981.
- [14] Lyall Williams. Music videogames: the inception, progression and future of the music videogame. In *Proceedings of the Audio Mostly Conference-a Conference on Sound in Games*, pages 5–8, 2006.
- [15] Atsushi Takada, Daichi Yamazaki, Yudai Yoshida, Nyamkhuu Ganbat, Takayuki Shimotomai, Naoki Hamada, Likun Liu, Taiga Yamamoto, and Daisuke Sakurai. Genélive! generating rhythm actions in love live! In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, volume 37, pages 5266–5275, 2023.
- [16] Real Academia de Ingeniería. Diccionario español de ingeniería, 2014. Available at: <https://diccionario.raing.es/es> [Accessed 29 Oct. 2025].
- [17] xPaw. Steamdb. Available at: <https://steamdb.info/> [Accessed 28 Oct. 2025].
- [18] Tony Mott. 1001 games you must play before you die. *London: Universe*, 2010.
- [19] Dominic Kao. The effects of juiciness in an action rpg. *Entertainment Computing*, 34:100359, 2020.

- [20] Di Zhang, Qi Wu, Xinhui Huang, and Boning Zhang. Decoding the flow experience in video games: An analysis of physiological and performance metrics. In *International Forum on Digital TV and Wireless Multimedia Communications*, pages 82–95. Springer, 2023.
- [21] Seung-A Annie Jin. “toward integrative models of flow”: Effects of performance, skill, challenge, playfulness, and presence on flow in video games. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 56(2):169–186, 2012.
- [22] Martin Darío Arango Serna, Luis Felipe Campuzano Zapata, and Julián Andrés Zapata Cortes. Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando kanban. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27):221–233, 2015.
- [23] David J Anderson. *Kanban: successful evolutionary change for your technology business*. Blue hole press, 2010.
- [24] Rafael Soler-Muñoz and JR Hernandez-Carrion. Aplicación de metodologías adaptativas en el trabajo de final de grado. uso de agile y kanban sobre trello. com. *Actas de las IV Jornadas sobre Sistemas de Votación Electrónica 2018*, 57.
- [25] David Vallejo Fernandez, Cleto Martin Angelina, et al. *Creación de Videojuegos en Español: Arquitectura del Motor de Videojuegos*. Cursos en Español, 2019.
- [26] Marc Lidon. *Unity 3D*. Marcombo, 2025.
- [27] D. Chicco, A. Sichenze, and G. Jurman. A simple guide to the use of student’s t-test, mann-whitney u test, chi-squared test, and kruskal-wallis test in biostatistics. *BioData Mining*, 18(1):56, 2025.
- [28] The jamovi project. jamovi, 2025.
- [29] R Core Team. *R: A Language and environment for statistical computing*, 2025. R packages retrieved from CRAN snapshot 2025-05-25.
- [30] William Revelle. *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research [R package]*, 2025.
- [31] K. S. Taber. The use of cronbach’s alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48:1273–1296, 2018.

A. Links relacionados

El presente apéndice contiene los enlaces a los recursos digitales utilizados y generados durante el desarrollo de la investigación:

Repositorio del código del prototipo <https://github.com/AlextintorDev/Rhythm-Mania>

Descarga del videojuego [https://github.com/AlextintorDev/Rhythm-Mania/
releases](https://github.com/AlextintorDev/Rhythm-Mania/releases)

Game Save System <https://github.com/AlextintorDev/GameSaveSystem-For-Unity>

FEEL (MoreMountains) <https://feel.moremountains.com/>

Rhythm Game Template (TakaBro) <https://takabro.itch.io/rhythm-game-temp>

Jamovi <https://www.jamovi.org>

SteamDB <https://steamdb.info>

B. Cuestionario *Flow State Scale* adaptado

El presente apéndice contiene el cuestionario *Flow State Scale* (FSS) al español [5], adaptado al contexto de videojuegos para este estudio. El instrumento consta de 36 ítems distribuidos en 9 dimensiones del estado de *flow* (4 ítems por dimensión). Cada ítem se responde mediante una escala de Likert de 5 puntos, donde 1 indica *totalmente en desacuerdo* y 5 indica *totalmente de acuerdo*.

Se realizaron ajustes mínimos para contextualizar el cuestionario al proyecto, específicamente cambiando *practicando* por *jugando* en los ítems 22 y 26.

ÍTEM	PREGUNTA	DIMENSIÓN
Equilibrio entre desafío y habilidad (A-C)		
1	Sabía que mi capacidad me permitiría hacer frente al desafío que se me planteaba.	A-C
10	Mi habilidad estaba al mismo nivel de lo que me exigía la situación.	A-C
19	Sentía que era lo suficientemente bueno para hacer frente a la dificultad de la situación.	A-C
28	Las dificultades y mis habilidades para superarlas, estaban a un mismo nivel.	A-C
Fusión entre acción y conciencia (A-A)		
2	Hice los gestos correctos sin pensar, de forma automática.	A-A

ÍTEM	PREGUNTA	DIMENSIÓN
11	Parecía que las cosas estaban sucediendo automáticamente.	A-A
20	Ejecutaba automáticamente.	A-A
29	Hacía las cosas espontánea y automáticamente.	A-A
Metas claras (C-G)		
3	Conocía claramente lo que quería hacer.	C-G
12	Estaba seguro de lo que quería hacer.	C-G
21	Sabía lo que quería conseguir.	C-G
30	Mis objetivos estaban claramente definidos.	C-G
Retroalimentación inmediata (C-F)		
4	Tenía realmente claro que lo estaba haciendo bien.	C-F
13	Sabía lo bien que lo estaba haciendo.	C-F
22	Tenía buenos pensamientos acerca de lo bien que lo estaba haciendo mientras estaba jugando**.	C-F
31	Estaba seguro de que en ese momento, lo estaba haciendo muy bien.	C-F
Concentración en la tarea (C-T)		
5	Mi atención estaba completamente centrada en lo que estaba haciendo.	C-T
14	No me costaba mantener mi mente en lo que estaba sucediendo.	C-T
23	Tenía una total concentración.	C-T
32	Estaba totalmente centrado en lo que estaba haciendo.	C-T
Sensación de control (S-C)		
6	Sentía un control total de lo que estaba haciendo.	S-C
15	Sentía que podía controlar lo que estaba haciendo.	S-C
24	Tenía un sentimiento de control total.	S-C
33	Sentía un control total de mi cuerpo.	S-C
Pérdida de autoconciencia (L-S)		
7	No me importaba lo que los otros podían haber estado pensando de mí.	L-S
16	No estaba preocupado por mi ejecución.	L-S

ÍTEM	PREGUNTA	DIMENSIÓN
25	No estaba preocupado por la imagen que daba a los demás.	L-S
34	No me preocupaba lo que otros pudieran estar pensando de mí.	L-S
Transformación de la percepción del tiempo (D-T)		
8	El tiempo parecía diferente a otras veces (ni lento, ni rápido).	D-T
17	El paso del tiempo parecía ser diferente al normal.	D-T
26	Sentía como si el tiempo se parase mientras estaba jugando**.	D-T
35	A veces parecía que las cosas estaban sucediendo como a cámara lenta.	D-T
Experiencia autotélica (A-E)		
9	Realmente me divertía lo que estaba haciendo.	A-E
18	Me gustaba lo que estaba experimentando en ese momento y me gustaría sentirlo de nuevo.	A-E
27	La experiencia me dejó un buen sabor de boca (buena impresión).	A-E
36	Encontré la experiencia muy valiosa y reconfortante.	A-E

Tabla B.1: Cuestionario *Flow State Scale* al español, adaptado al contexto de videojuegos.

C. Consentimiento informado

El presente apéndice contiene el texto del consentimiento informado entregado a cada participante antes de su participación en el experimento. También se incluye el texto del documento de revocación. El documento fue implementado mediante un formulario de Google Forms, solicitando la siguiente información:

Nombre completo _____

RUT _____

Nacionalidad _____

C.1. Consentimiento

- Válido desde: 20/03/2026 Hasta: 30/12/2026

Título del proyecto *Uso de retroalimentación audiovisual basada en Game Feel para inducir el estado de flow en un videojuego de ritmo*

Descripción del estudio y objetivos Este estudio busca evaluar cómo influye la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* en la inducción del estado de *flow* (un estado de concentración máxima y disfrute) dentro de un videojuego de ritmo. Para ello, se utilizará un prototipo experimental con arquitectura modular que permita comparar dos condiciones. El objetivo principal es determinar si estos elementos sensoriales por sí mismos pueden potenciar la inmersión del jugador.

Beneficios Los resultados de esta investigación proporcionarán evidencia empírica y un modelo práctico para diseñadores de videojuegos, permitiéndoles fundamentar decisiones de diseño que optimicen la experiencia del usuario. Los participantes, por su parte, contribuyen al desarrollo de nuevas metodologías de diseño para productos comerciales, educativos o de ludificación.

Beneficio adicional Dependiendo de la disponibilidad de stock, los participantes podrán recibir una colación (un jugo y/o snack) como agradecimiento por su tiempo.

Procedimientos Podrán participar estudiantes universitarios de entre 18 y 35 años que posean visión normal (o corregida) y capacidad motora para utilizar un teclado estándar. Debido a la naturaleza del prototipo, se excluye a personas con epilepsia fotosensible.

La participación consta de las siguientes etapas:

1. **Tutorial:** Se le explicará al usuario de manera general el juego; si lo desea, puede jugar un nivel de práctica.
2. **Sesión de Juego:** Se jugarán tres niveles completos de un videojuego de ritmo. A cada participante se le asignará aleatoriamente una de dos versiones.
3. **Cuestionario:** Al finalizar, se deberá contestar una encuesta de la Escala de estado de flujo (FSS), la cual evaluará su experiencia subjetiva durante el juego.

Riesgos y molestias Los riesgos asociados a esta participación son mínimos. Debido a que el videojuego de ritmo utiliza estímulos visuales intensos, tales como destellos lumínicos, efectos de neón, partículas y movimientos de cámara, existe un riesgo para personas con epilepsia fotosensible, por lo cual estas han sido excluidas previamente. Algunos participantes podrían experimentar fatiga visual leve o una frustración momentánea derivada del desafío rítmico del prototipo. En caso de presentar cualquier incomodidad física o emocional, el participante puede suspender la actividad en cualquier momento.

Costos Participar en este estudio no implica ningún costo para usted. No se le cobrará por participar ni deberá realizar gastos asociados.

Compensaciones No se ofrecerán compensaciones monetarias.

Confidencialidad Toda la información será tratada de forma confidencial. Solo el equipo investigador tendrá acceso a los datos. Los datos serán almacenados en Google Forms y eliminados hasta dos años después de su almacenamiento.

Destino del material obtenido Los datos serán usados exclusivamente en el presente estudio. Luego del análisis, serán eliminados de forma segura al finalizar el proyecto.

Comunicación de resultados Los resultados de análisis de los datos obtenidos por este estudio no serán comunicados. Serán utilizados de manera personal para el desarrollo de la investigación.

Declaraciones

- He recibido una explicación clara sobre el propósito de esta investigación, la cual consiste en evaluar cómo la retroalimentación audiovisual basada en *Game Feel* influye en la inducción del estado de *flow* en un videojuego de ritmo.
- He sido informado/a sobre las eventuales molestias, incomodidades y riesgos de mi participación en la investigación.
- He sido también informado/a que los procedimientos que se realicen no implican un costo que yo deba asumir, es decir, mi participación en el procedimiento no involucra un costo económico alguno para mí.
- Estoy en pleno conocimiento de que la información obtenida será manejada de manera absolutamente confidencial. Esto significa que solo el equipo investigador tendrá acceso a mis datos y nadie más. En caso de que la información obtenida del estudio sea publicada, esta se mantendrá anónima. Ello significa que no aparecerá ningún dato con el que puedan identificarme en libros, revistas u otros medios de divulgación derivados de la investigación ya descrita.
- Sé que la **decisión** de participar en esta investigación es **absolutamente voluntaria**. Si no deseo participar en ella, o una vez iniciada la investigación no

deseo seguir colaborando, puedo retirarme sin tener que dar ninguna explicación. Para ello, solo debo informar de mi decisión al investigador responsable.

- Adicionalmente, el investigador responsable, Alexander Renato Correa Ortega, ha manifestado su voluntad de aclarar cualquier duda que me surja, antes, durante y después de mi participación en la actividad.

Comunicación con el investigador

Investigador responsable Alexander Renato Correa Ortega

Correo `acorreaa21@alumnos.utalca.cl`

Teléfono +56 9 3733 1530

C.2. Revocación

Al firmar este documento de manera libre y voluntaria, se revoca el consentimiento anteriormente firmado del proyecto *Uso de retroalimentación audiovisual basada en Game Feel para inducir el estado de flow en un videojuego de ritmo*.

D. Detalle de la Carta Gantt

El presente apéndice detalla las etapas del desarrollo del proyecto, junto con sus fechas de inicio y fin. La planificación completa abarca desde el 03-03-2026 hasta el 29-05-2026.

Etapas	Fecha de inicio	Fecha de fin
Diseño conceptual de mecánicas	03-03-2026	06-03-2026
Búsqueda, creación e integración de recursos audiovisuales	03-03-2026	20-03-2026
Desarrollo del videojuego base y mecánicas rítmicas	17-03-2026	27-03-2026
Implementación de arquitectura modular y <i>Game Feel</i>	24-03-2026	17-04-2026
Desarrollo e integración del sistema de registro de métricas	14-04-2026	24-04-2026
Pruebas piloto y ajustes finales	21-04-2026	30-04-2026
Ejecución de pruebas en usuarios	05-05-2026	15-05-2026
Análisis comparativo de datos	12-05-2026	20-05-2026
Redacción de resultados y discusión	05-05-2026	25-05-2026
Integración final	26-05-2026	29-05-2026

Tabla D.1: Detalle de etapas de la Carta Gantt del proyecto.

E. Kanban

Si bien la idea de Kanban es ser una metodología ágil y, por lo tanto, no todos los proyectos van a utilizar las mismas tareas, se adjuntan a continuación todas las tareas del presente proyecto en caso de ser de utilidad para la reproducibilidad de la investigación. El tablero utilizado se presenta en la Figura E.1.

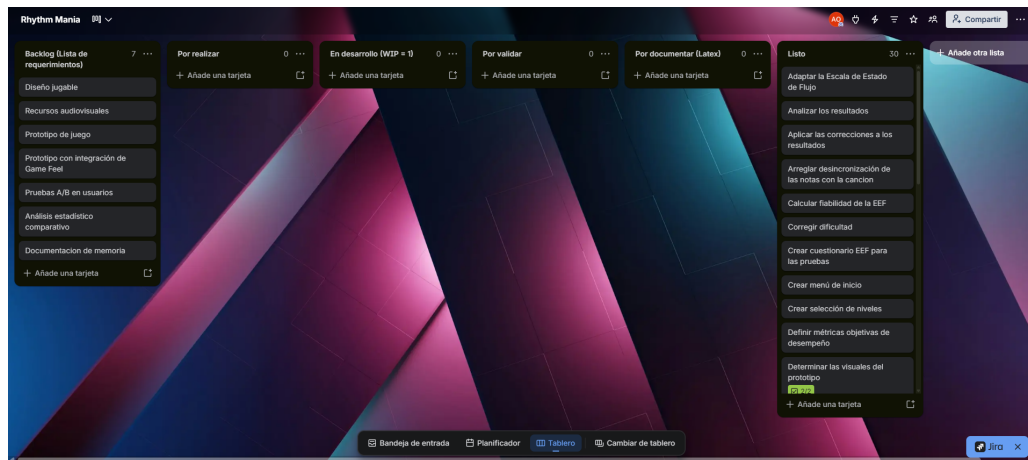


Figura E.1: Tablero Kanban utilizado en el proyecto.

Lista de tareas:

- Adaptar la Escala de Estado de Flujo
- Analizar los resultados

- Aplicar las correcciones a los resultados
- Arreglar desincronización de las notas con la canción
- Calcular fiabilidad de la EEF
- Corregir dificultad
- Crear cuestionario EEF para las pruebas
- Crear menú de inicio
- Crear selección de niveles
- Definir métricas objetivas de desempeño
- Determinar las visuales del prototipo
- Diseñar las mecánicas básicas de juego (controles, género, mecánicas)
- Elegir el software de análisis
- Elegir los valores exactos de activación de beats (milisegundos y clasificación)
- Estudiar como realizar el análisis de pruebas T
- Exportación de resultados
- Exportar los resultados
- Generar gráficos de resultados
- Implementar motor de sincronización de audio e inputs
- Implementar retroalimentaciones en el videojuego
- Implementar sistema de retroalimentación
- Integrar HUD
- Integrar los assets visuales
- Integrar Sprites

- Programar las bases mecánicas del prototipo (generación de niveles, activación de beats)
- Programar sistema de recolección de métricas
- Programar ventanas de precisión de golpeo
- Realizar descriptivas
- Realizar las pruebas con usuarios
- Terminar de definir retroalimentaciones a utilizar

F. Pseudocódigo del prototipo

El presente apéndice contiene el pseudocódigo consolidado de las principales mecánicas y sistemas implementados en el prototipo *Rhythm Mania*, incluyendo la clasificación de notas, el sistema de puntaje, el sistema de combos, el sistema modular de retroalimentación y la estructura de datos de los niveles.

F.1. Clasificación y Precisión

```
//Pseudocódigo de ejemplo
ProcessNote(int differenceMS)
{
    if(differenceMS < 55)
        //Clasificación Perfecto
    else if(differenceMS < 110)
        //Clasificación Bueno
    else
        //Fallo
}
```

F.2. Puntaje

```
//Pseudocódigo de ejemplo
ProcessNote(int differenceMS)
{
    int score
```

```
    if(differenceMS < 50)
        //Clasificación Perfecto
        score = 500
    else if(differenceMS < 115)
        //Clasificación Bueno
        score = 250
    else
        //Fallo
        score = 0

    //Se elige el mínimo entre el cálculo del puntaje y 0
    score = Min(0, score - differenceMS)
}
```

F.3. Combos

```
//Pseudocódigo de ejemplo
int combo
ProcessNote(int differenceMS)
{
    if(differenceMS < 50)
        //Clasificación Perfecto
        combo = combo + 1
    else if(differenceMS < 115)
        //Clasificación Bueno
        combo = combo + 1
    else
        //Fallo
        combo = 0
}
```

F.4. Sistema modular de retroalimentación

```
//Pseudocódigo de ejemplo
```

```

ProcessNote(int differenceMS)
{
    if(differenceMS < 55)
        //Clasificación Perfecto
        //NUEVO: Añadir partículas si es Perfecto
        Particles()
}

Particles()
{
    //Si está activado el Game Feel, invocar las partículas
    if(GameSettings.UsingGameFeel == True)
        //Invocar partículas
        Particles.Spawn()
}

```

F.5. Estructura de datos de los niveles

```

// Estructura de un nivel (canción)
class SongItem
{
    string songName;           // Nombre de la canción
    string songCode;           // Código identificador de la canción
    AudioClip clip;            // Audio de la canción
    float bpm;                 // Pulsos por minuto (tempo)
    float firstBeatOffset;     // Segundos de desfase del primer beat

    List<ChannelData> channels; // Lista de carriles
}

// Estructura de los carriles
class ChannelData
{

```

```

    string channelName; // Nombre del canal, utilizado en el
                        // creador de niveles
    List<Notes> notes; // Lista de notas del carril
}

// Estructura de las notas
class Notes
{
    float beat;          // Posición de la nota en beats respecto al
                        // BPM de la canción. Ej: beat 2 suena
                        // siempre en el segundo beat de la canción
    float timeInSeconds; // Tiempo de la nota en segundos reales
                        // respecto al inicio de la canción
}

```

La figura F.1 muestra la estructura de carpetas utilizada para organizar los archivos de los niveles en el proyecto de Unity.

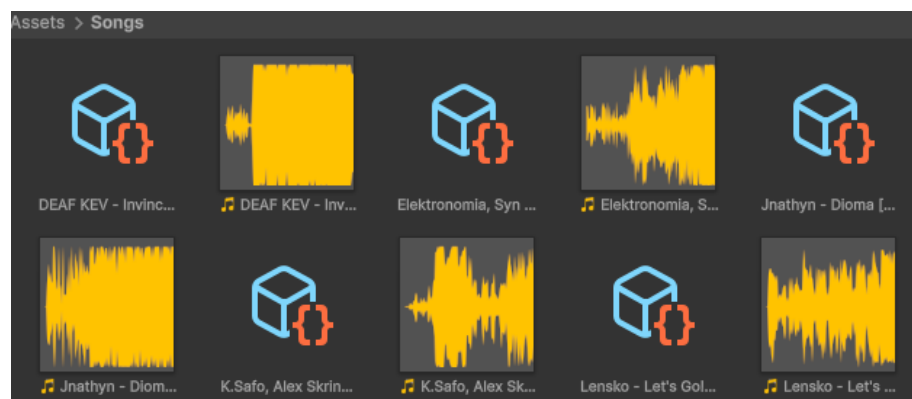


Figura F.1: Estructura de carpetas de los niveles en el proyecto Unity.

G. Elementos del juego

El presente apéndice ilustra los elementos principales del prototipo *Rhythm Mania*, incluyendo las notas, los carriles y la zona de controles, los cuales conforman la base mecánica del videojuego.

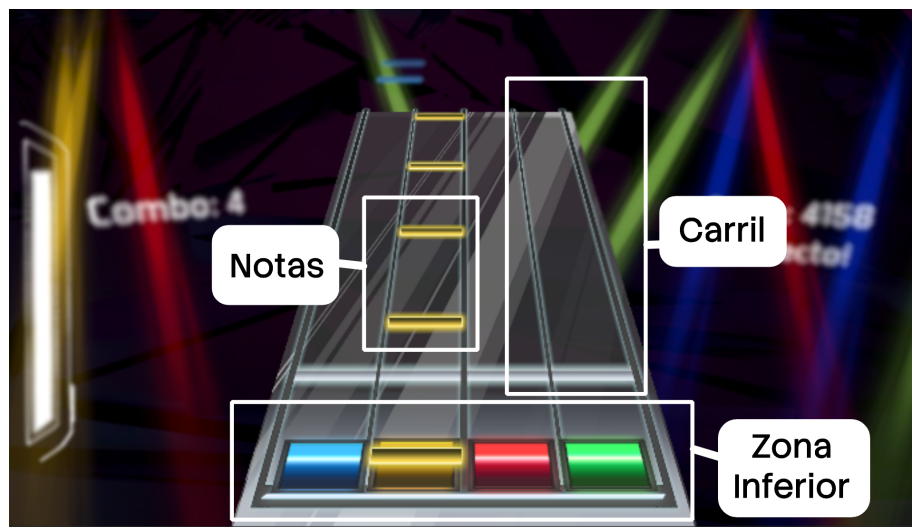


Figura G.1: Elementos del juego - Rhythm Mania.

H. Capturas del prototipo

El presente apéndice contiene capturas del prototipo *Rhythm Mania* y sus distintas escenas, mostrando el estado visual y funcional del videojuego desarrollado para este estudio. El link de descarga del prototipo se encuentra en A.

H.1. Menú principal

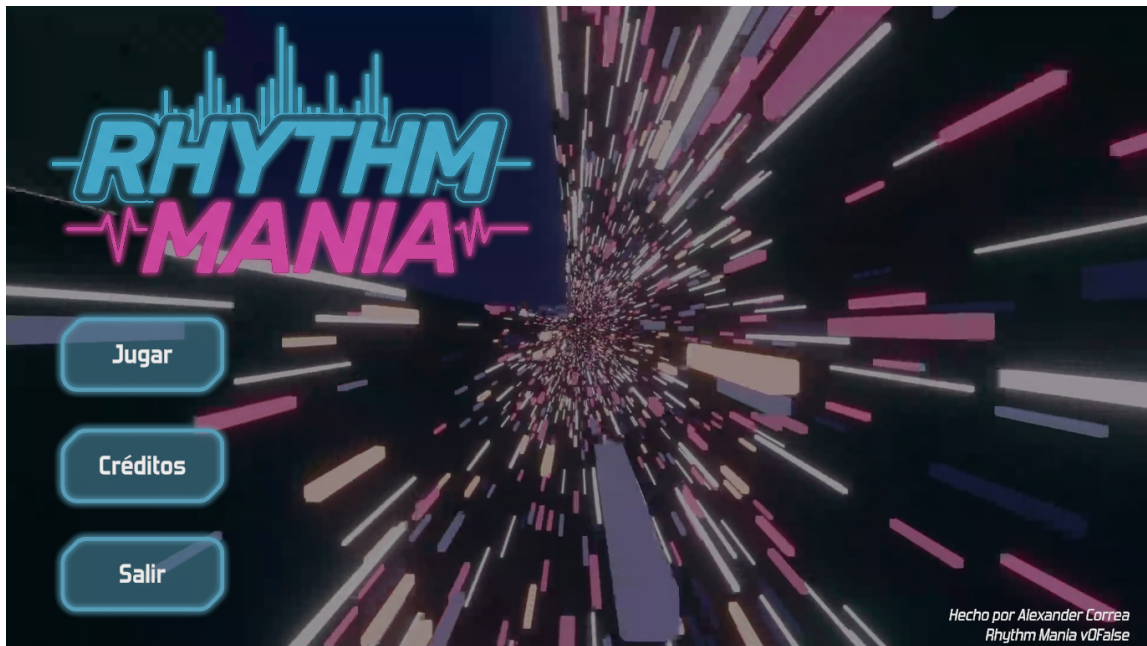


Figura H.1: Escena del menú principal del prototipo.

H.2. Selección de niveles

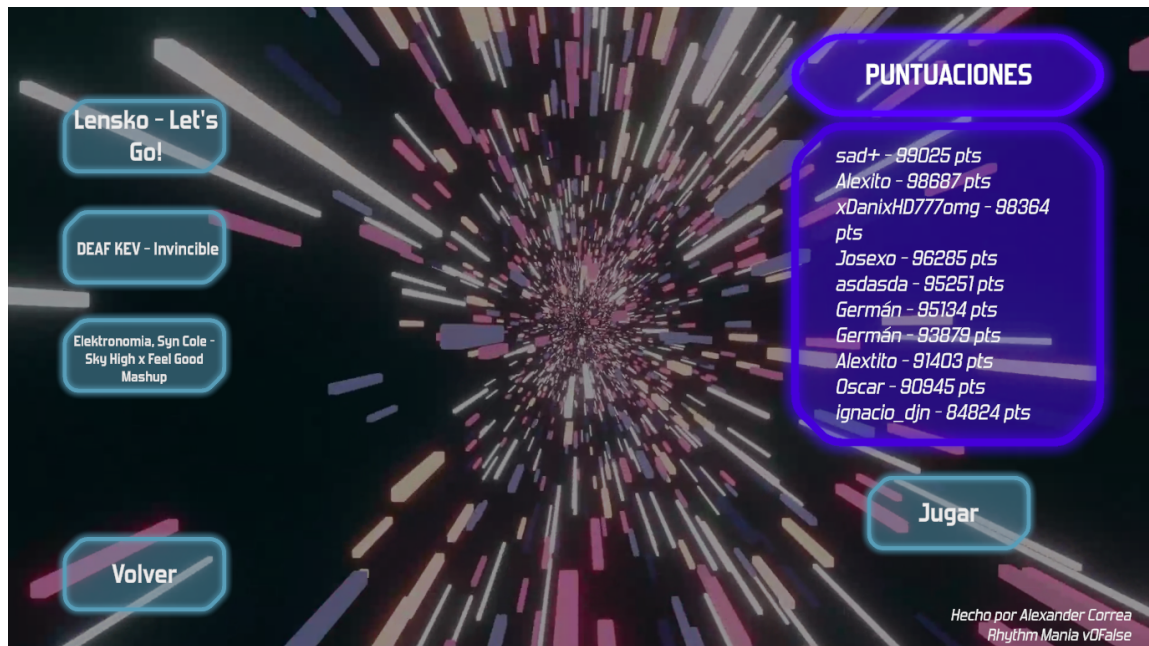


Figura H.2: Escena de selección de niveles del prototipo.

H.3. Introducción al nivel



Figura H.3: Escena de introducción de los niveles.

H.4. Escena de juego

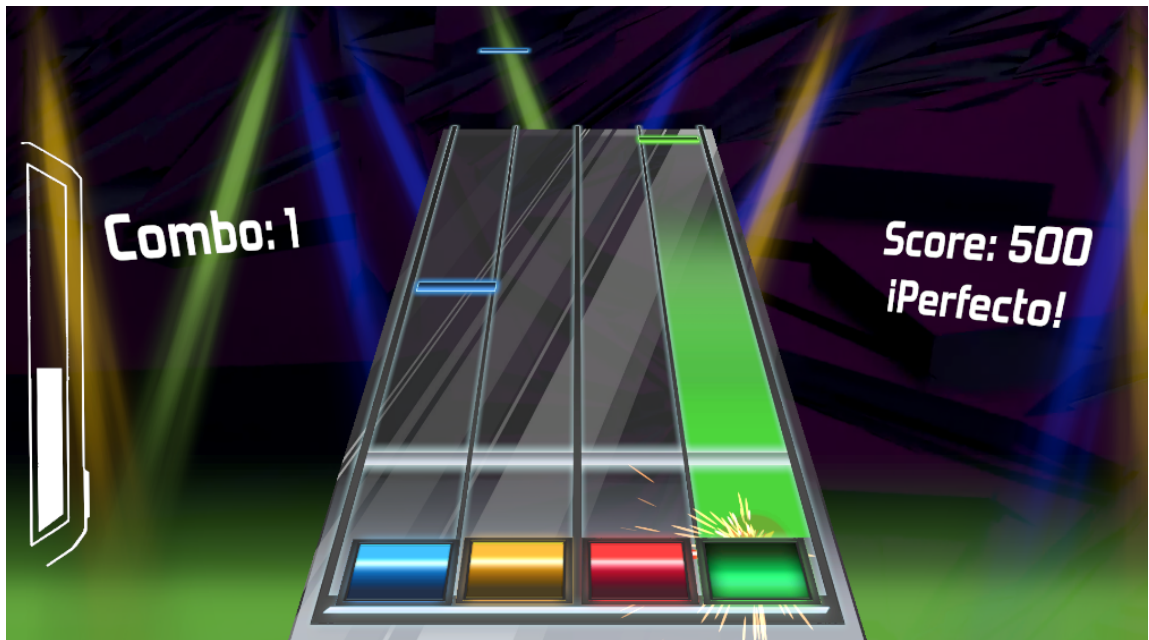


Figura H.4: Escena de jugabilidad del prototipo con retroalimentación audiovisual activada.

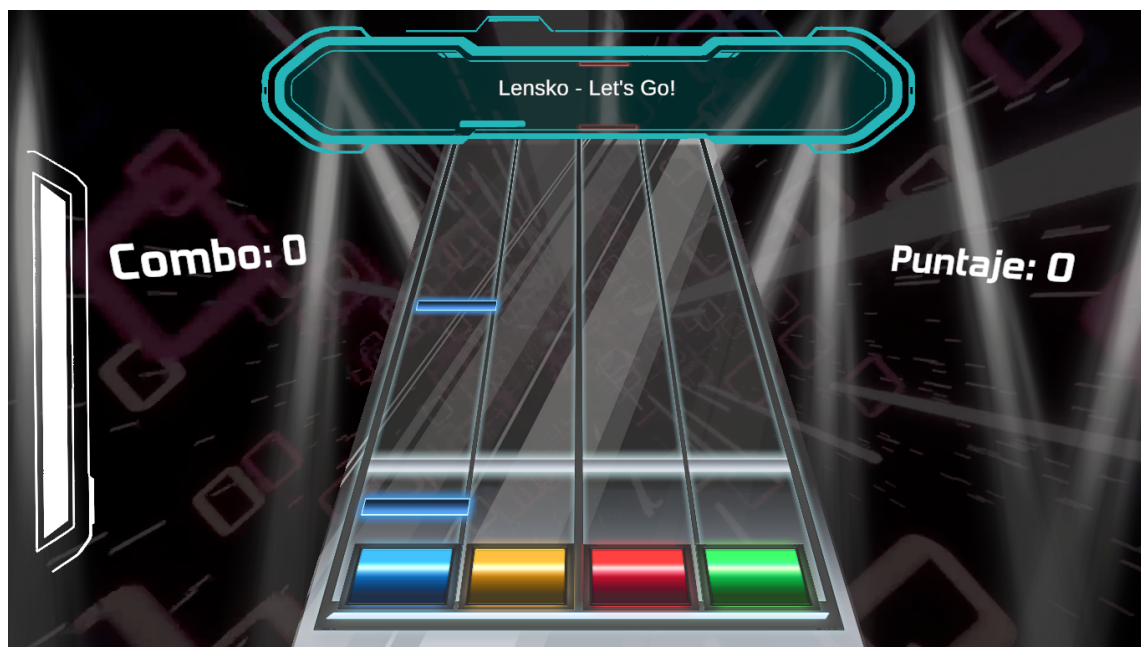


Figura H.5: Escena de jugabilidad del prototipo sin retroalimentación audiovisual.

H.5. Fin de partida



Figura H.6: Escena de fin de partida mostrada al completar o fallar una canción.

H.6. Créditos

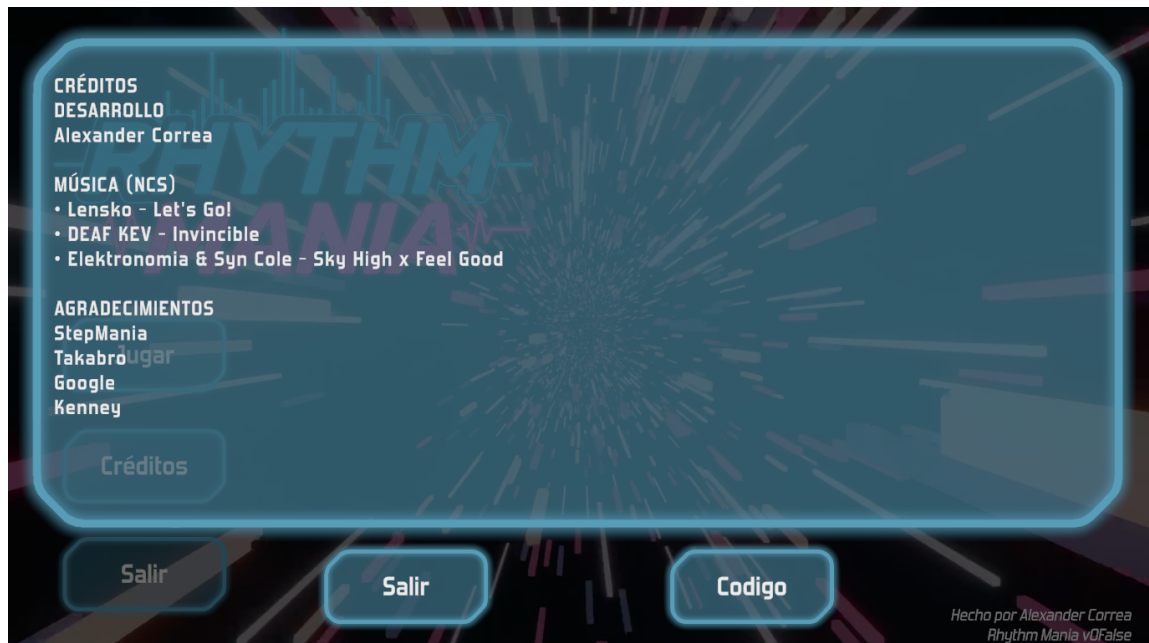


Figura H.7: Escena de créditos del prototipo.

I. Estadísticas descriptivas

El presente apéndice contiene las estadísticas descriptivas detalladas, desglosadas por grupo experimental. Se incluyen medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (error estándar, desviación estándar), tanto para las dimensiones de la Escala de estado de flujo modificada (EEFM) como para las métricas de juego.

I.1. Cuestionario EEFM

Tabla I.1: Descriptivas EEFM

	Grupo	Media	EE	Mediana	DE
Challenge Skill Balance	1	4.48	0.11	4.63	0.57
Challenge Skill Balance	-1	3.93	0.19	4.25	0.99
Action Awareness Merging	1	4.13	0.12	4.00	0.59
Action Awareness Merging	-1	3.93	0.12	4.00	0.62
Clear Goals	1	4.65	0.07	4.75	0.35
Clear Goals	-1	4.52	0.11	4.50	0.55
Unambiguous Feedback	1	4.47	0.09	4.50	0.47
Unambiguous Feedback	-1	4.11	0.13	4.25	0.69
Concentration On Task	1	4.44	0.11	4.50	0.57
Concentration On Task	-1	4.50	0.11	4.50	0.55
Sense Of Control	1	4.32	0.10	4.25	0.53
Sense Of Control	-1	3.92	0.15	3.75	0.77
Loss Of Self Consciousness	1	4.35	0.14	4.50	0.70
Loss Of Self Consciousness	-1	3.94	0.18	4.25	0.92
Time Transformation	1	3.96	0.12	4.13	0.62
Time Transformation	-1	3.91	0.15	4.00	0.80
Autotelic Experience	1	4.37	0.11	4.38	0.54
Autotelic Experience	-1	4.45	0.11	4.75	0.60
Total <i>Flow</i>	1	4.35	0.07	4.36	0.34
Total <i>Flow</i>	-1	4.13	0.10	4.11	0.51

*Nota. Grupo 1: retroalimentación activada. Grupo -1: retroalimentación desactivada. EE = Error estándar. DE = Desviación estándar.

I.2. Métricas de juego

Tabla I.2: Descriptivas métricas de juego

	Grupo	Media	EE	Mediana	DE
Avg Score Per Try	1	60879.45	5085.59	69543.19	25931.53
Avg Score Per Try	-1	56066.53	4458.14	61225.67	23165.16
Max Combo	1	98.54	11.01	98.50	56.14
Max Combo	-1	58.26	8.43	45.00	43.82
Perfect Hits	1	540.92	51.49	538.00	262.56
Perfect Hits	-1	461.52	41.54	434.00	215.85
Good Hits	1	153.92	22.33	131.00	113.87
Good Hits	-1	139.33	14.56	121.00	75.66
Miss Hits	1	67.12	11.60	46.00	59.14
Miss Hits	-1	119.93	16.18	112.00	84.05
Accuracy	1	0.89	0.02	0.93	0.11
Accuracy	-1	0.83	0.02	0.81	0.10
Avg Abs Diff Ms	1	57663.47	6138.80	52003.30	31301.85
Avg Abs Diff Ms	-1	68371.59	4307.91	68987.92	22384.57

*Nota. Grupo 1: retroalimentación activada. Grupo -1: retroalimentación desactivada. EE = Error estándar. DE = Desviación estándar.

J. Gráficos

El presente apéndice contiene los gráficos de dispersión de cada dimensión de la Escala de estado de flujo modificada (EEFM) y de las métricas de juego, mostrando la distribución individual de las puntuaciones por condición experimental.

J.1. EEFM

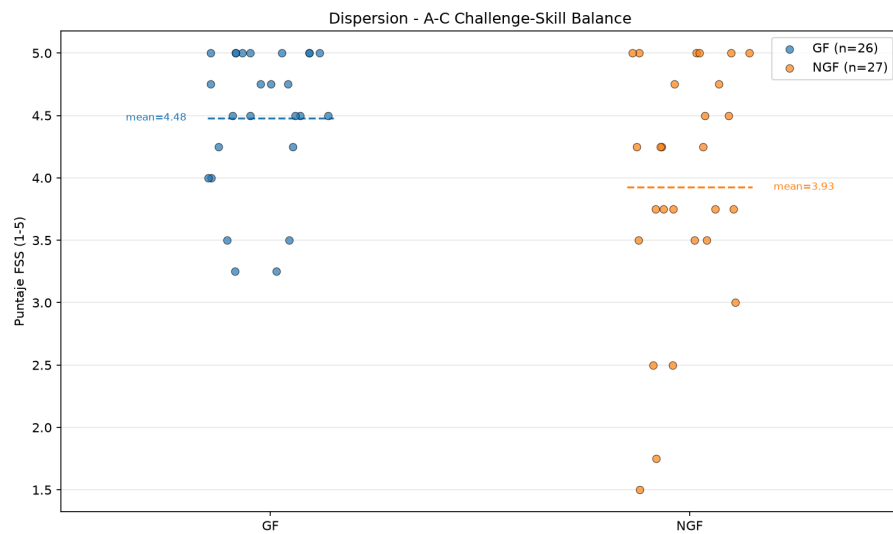
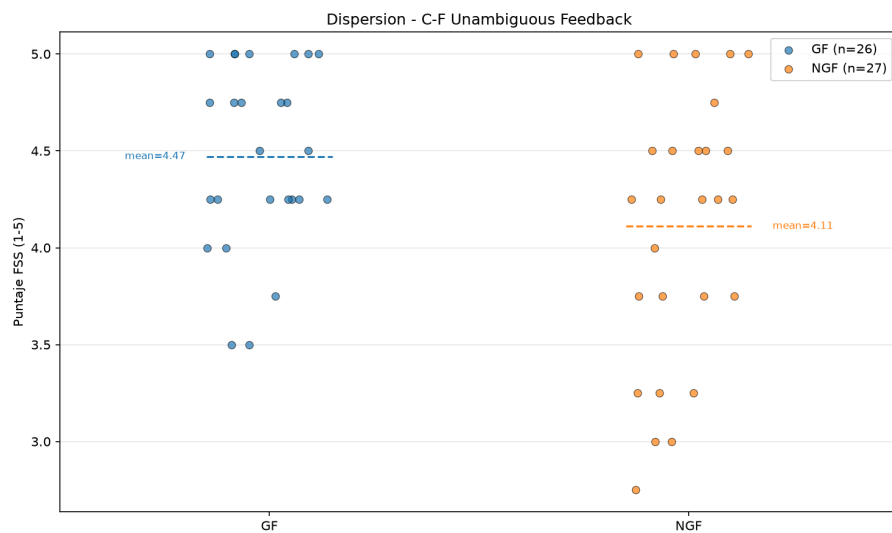
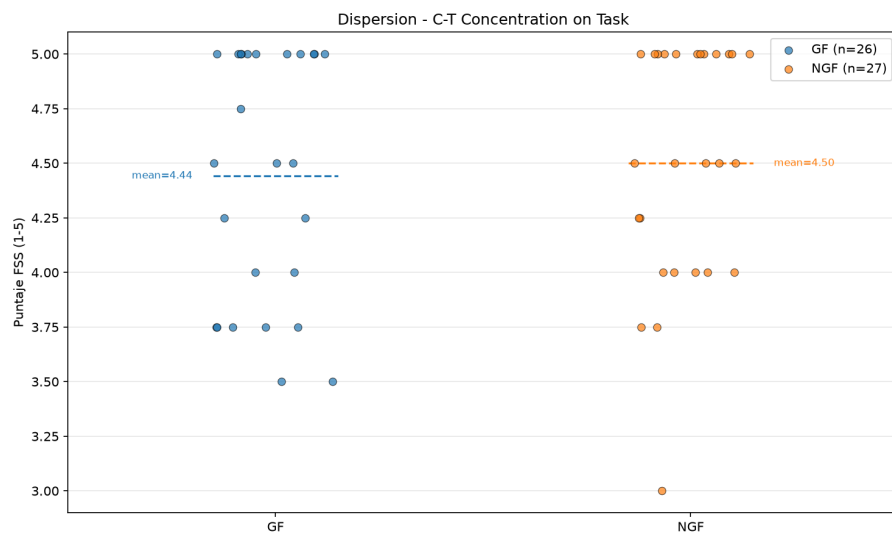


Figura J.1: Dispersión de *Challenge Skill Balance* por condición experimental.









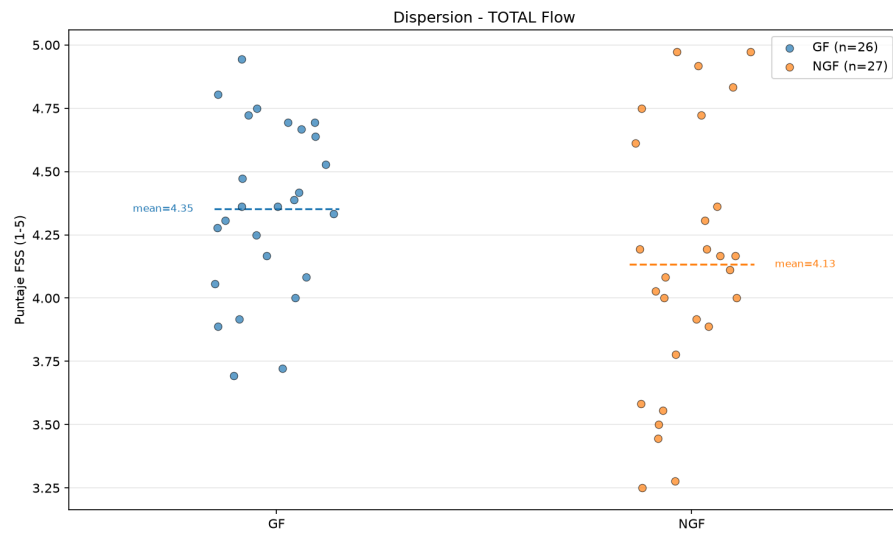


Figura J.10: Dispersión de *Total Flow* por condición experimental.

J.2. Métricas de juego

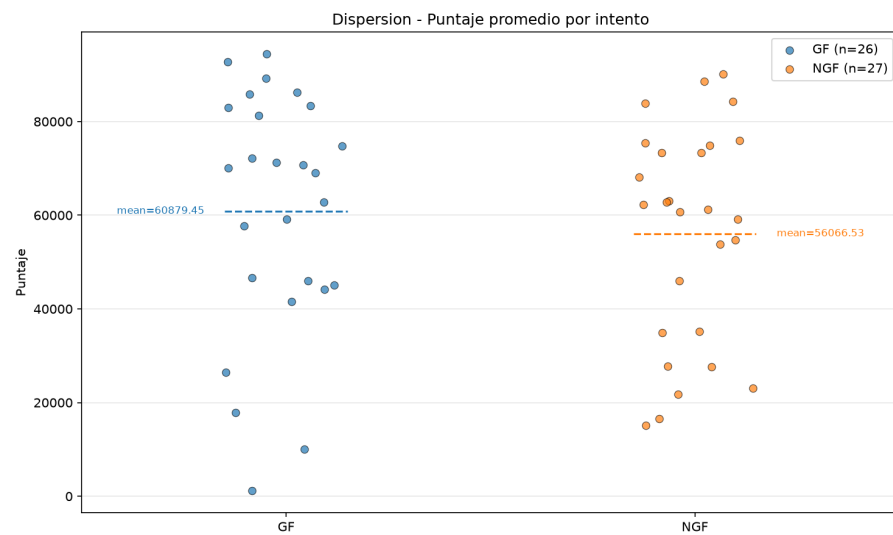


Figura J.11: Dispersión del puntaje promedio por intento por condición experimental.

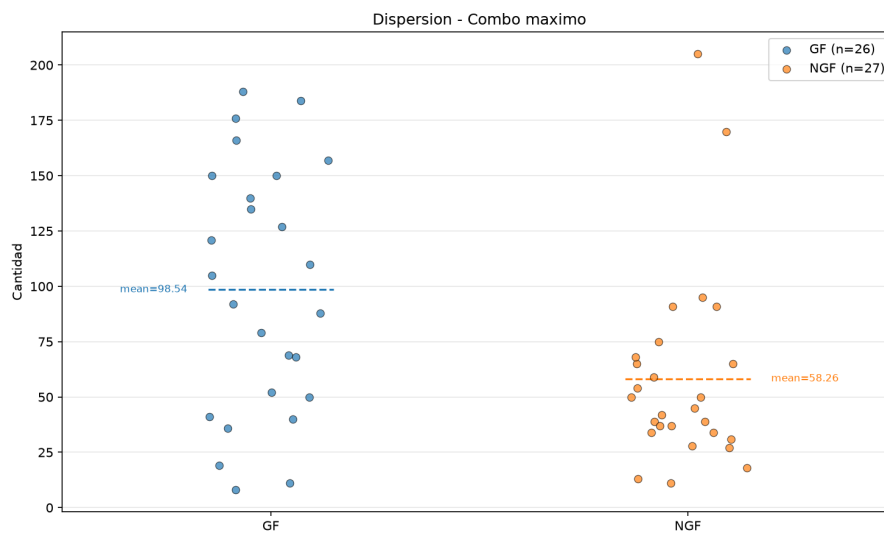


Figura J.12: Dispersión del combo máximo por condición experimental.

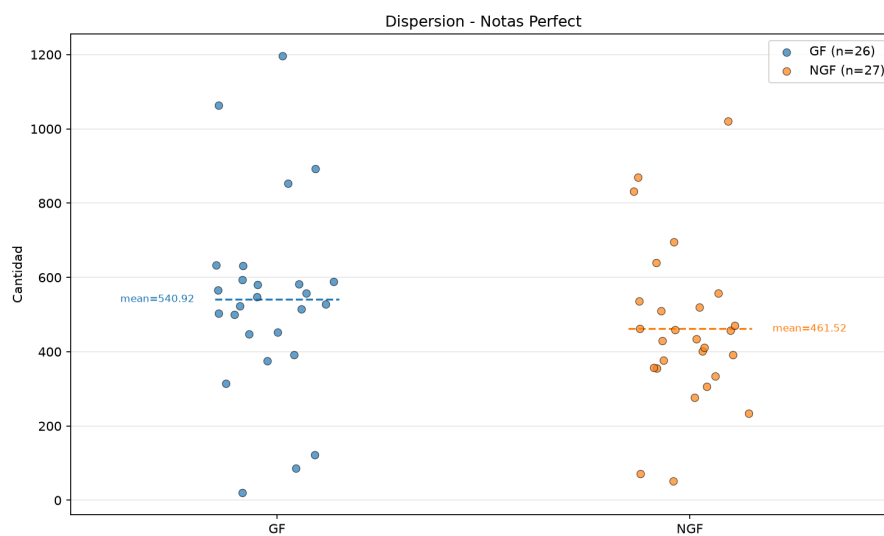


Figura J.13: Dispersión de la cantidad de golpes perfectos por condición experimental.

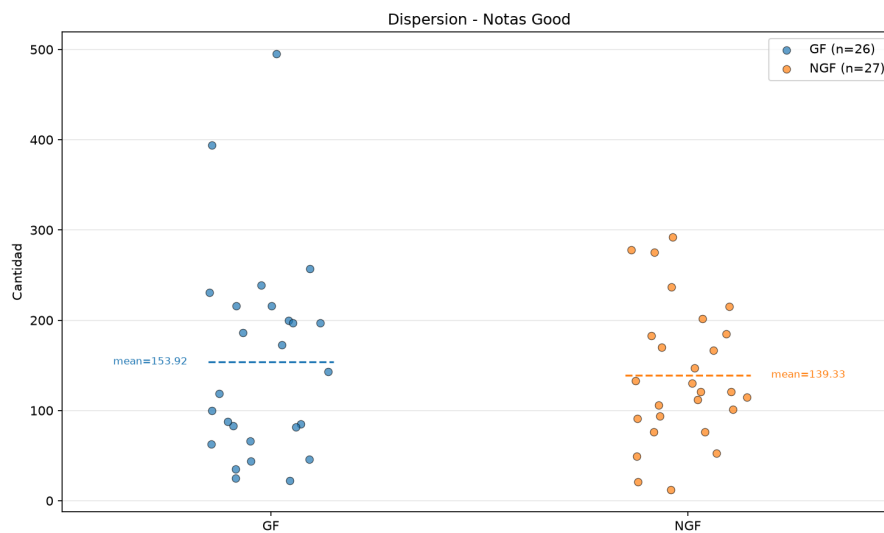


Figura J.14: Dispersión de la cantidad de golpes buenos por condición experimental.

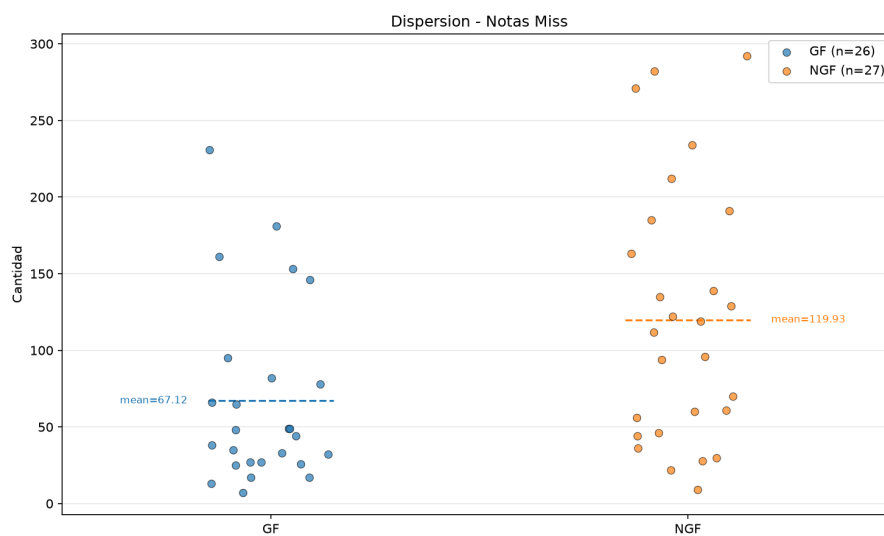


Figura J.15: Dispersión de la cantidad de *misses* por condición experimental.

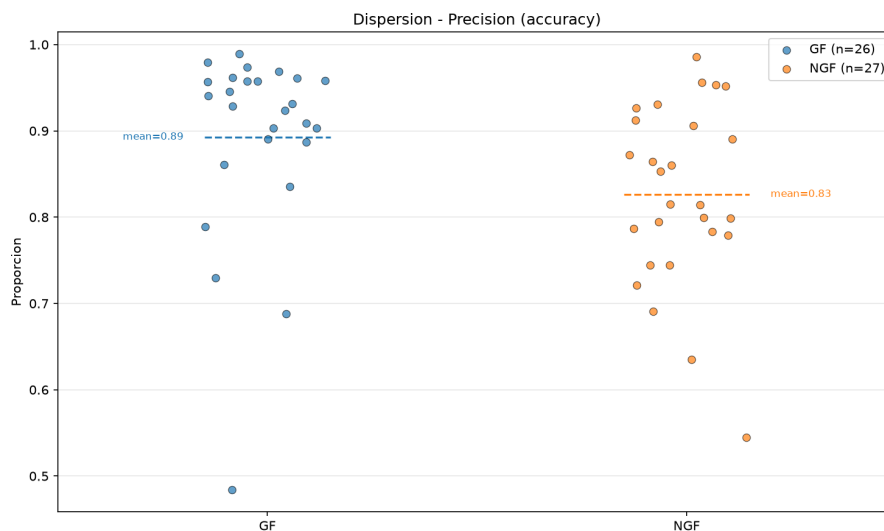


Figura J.16: Dispersión de *accuracy* por condición experimental.

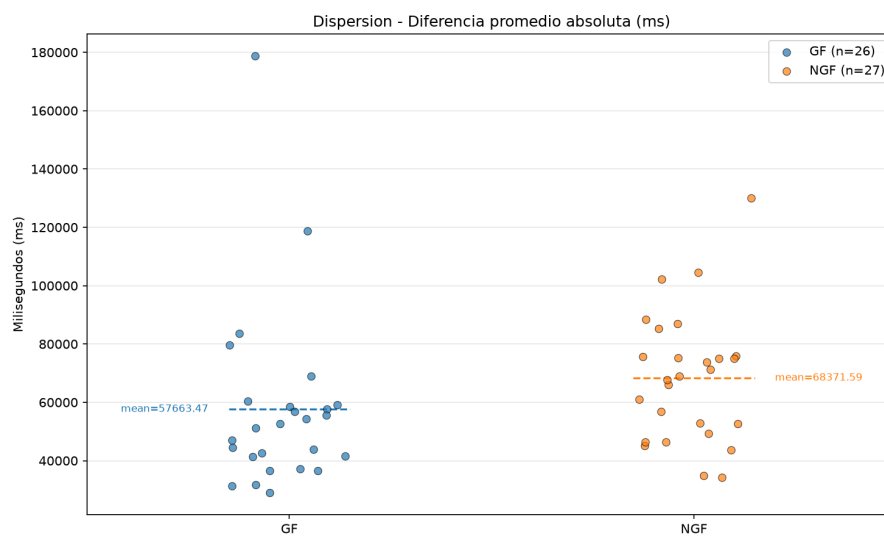


Figura J.17: Dispersión de la diferencia en el tiempo de pulsación por condición experimental.