

**Desarrollo de un plugin para la gestión de ambientación en escenarios de videojuegos
utilizando computación emocional**

Deisy Viviana Ruiz Ochoa

**Universidad del Valle
Escuela de Ingeniería en Sistemas y Computación
Ingeniería de Sistemas
Sede Tuluá
2025-1**

**Desarrollo de un plugin para la gestión de ambientación en escenarios de videojuegos
utilizando computación emocional**

Deisy Viviana Ruiz Ochoa
Código 202060202
`ruiz.deisy@correounivalle.edu.co`

Director
Miguel Ángel Askar Rodríguez

Universidad del Valle
Escuela de Ingeniería en Sistemas y Computación
Ingeniería de Sistemas
Sede Tuluá
2025-1

Trabajo de Grado presentado por
Deisy Viviana Ruiz Ochoa
Como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniería de Sistemas

Miguel Ángel Askar Rodríguez
Director

Jurado

Jurado

Agradezco profundamente a mis padres, cuyo apoyo incondicional y confianza constante han sido pilares fundamentales a lo largo de este proceso. Su compañía, consejos y ejemplo me han impulsado a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Expreso mi más sincero agradecimiento al profesor Miguel Askar, mi director, por su guía comprometida y su disposición constante para compartir sus conocimientos. De él aprendí no solo aspectos técnicos y metodológicos, sino también el valor de la honestidad y el pensamiento crítico. Su acompañamiento fue clave para alcanzar los objetivos de este proyecto. Agradezco igualmente al tiempo y a las experiencias vividas durante estos años universitarios. Cada desafío, cada acierto y cada obstáculo superado me formaron no solo como profesional, sino también como persona. Finalmente, agradezco a la Universidad del Valle por brindarme una educación integral, exigente y de calidad. Durante estos cinco años tuve la oportunidad de crecer, aprender y desarrollarme en un entorno que estimula la curiosidad, el pensamiento crítico y la pasión por el conocimiento.

Tabla de Contenido

1. Introducción	2
1.1. Formulación del problema	2
1.2. Descripción del problema	2
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Resultados esperados	4
1.5. Metodología	5
1.6. Información sobre los capítulos	6
2. Alcance del proyecto	7
2.1. Alcance	7
3. Marco referencial	9
3.1. Marco Teórico	9
3.1.1. Modelado de Emociones en Videojuegos	9
3.1.2. Interacción Emocional en Videojuegos	9
3.1.3. Ambientación Dinámica	10
3.1.4. Realidad Virtual y Emociones	10
3.1.5. Experiencia del Usuario y Emociones	10
3.2. Marco Conceptual	11
3.2.1. Ambientación en Videojuegos	11
3.2.2. Modelos Emocionales	11
3.2.3. Computación Emocional	11
3.2.4. Aplicaciones de la Computación Emocional en Videojuegos	12
3.2.5. Gestión de la Ambientación con Computación Emocional	12
3.2.6. Impacto de la Ambientación en la Experiencia del Usuario	12
3.2.7. Plugin para la Gestión de Ambientación en Videojuegos	13
4. Diseño del plugin y modelo emocional	14
4.1. Modelo emocional y su integración al sistema	14
4.2. Componentes del sistema	15
4.3. Flujo de funcionamiento del sistema	15
4.4. Diseño basado en emociones	17
4.5. Prototipo	19

5. Implementación del plugin	20
5.1. Entorno de desarrollo	20
5.2. Estructura del sistema	20
5.3. Lógica de transformación emocional	22
5.4. Gestión de perfiles emocionales	22
5.5. Activación de perfiles emocionales	23
5.6. Interfaz gráfica y control emocional	25
5.6.1. Elementos principales de la interfaz:	25
5.6.2. Justificación conceptual del diseño visual	27
5.6.3. Experiencia del usuario (UX)	27
5.7. Manejo de emociones secundarias	28
5.8. Guardado automático del estado	29
6. Pruebas	30
6.1. Diseño de la Evaluación	30
6.1.1. Objetivo de la evaluación	30
6.1.2. Instrumento de evaluación: Encuesta estructurada	30
6.1.3. Revisión y depuración del cuestionario	31
6.1.4. Contenido de la Encuesta	31
6.2. Ejecución y Resultados de las Pruebas	33
6.2.1. Pregunta 1: ¿Crees que los cambios de luz transmitieron emociones diferentes en cada espacio?	33
6.2.2. Pregunta 2: ¿Qué emoción predominante te transmitió cada espacio según su iluminación?	34
6.2.3. Pregunta 3: ¿Los cambios de luz te parecieron adecuados para comunicar una atmósfera emocional distinta en cada espacio?	35
6.2.4. Pregunta 4: ¿Qué tanto te ayudó la iluminación a imaginar o sentir una historia o atmósfera en el espacio?	36
6.2.5. Pregunta 5: ¿Cuál fue el espacio cuya iluminación te generó una mayor respuesta emocional?	36
6.2.6. Pregunta 6: En una escala del 1 al 5, ¿qué tan bien lograron los cambios de luz generar una atmósfera emocional diferente?	38
6.2.7. Pregunta 7: ¿Qué tan relevante te pareció el cambio de iluminación para modificar la percepción del mismo espacio?	39
6.2.8. Pregunta 8: ¿Tienes algún comentario sobre lo que sentiste o percibiste al ver el video?	40
6.3. Pruebas de Rendimiento	40
7. Conclusiones	42
7.1. Conclusiones	42
8. Trabajos futuros	44
8.1. Trabajos futuros	44
9. Bibliografía	46
Anexos	49

Lista de Figuras

4.1. Flujo general del funcionamiento del plugin	16
4.2. Diseño de la interfaz gráfica del plugin	19
5.1. Interfaz gráfica final del plugin	27
6.1. Resultados de la pregunta 1 de la encuesta	33
6.2. Resultados de la pregunta 2 de la encuesta	34
6.3. Resultados de la pregunta 3 de la encuesta	35
6.4. Resultados de la pregunta 4 de la encuesta	36
6.5. Resultados de la pregunta 5 de la encuesta	37
6.6. Resultados de la pregunta 6 de la encuesta	38
6.7. Resultados de la pregunta 7 de la encuesta	39

Lista de tablas

1.1.	Relación entre los objetivos específicos y los resultados esperados	4
1.2.	Estructura de capítulos	6
4.1.	Relación entre emociones y parámetros de iluminación en el plugin	18
5.1.	Descripción de clases y métodos principales del plugin	21
5.2.	Emociones secundarias y sus combinaciones en el modelo de Plutchik	28
6.1.	Resumen de reorganización y categorización de las preguntas de la encuesta	32

Resumen

Este proyecto de trabajo de grado tuvo como objetivo principal el desarrollo de un plugin innovador para la gestión emocional de la ambientación en escenarios de videojuegos, basado en los principios de la computación emocional. En los videojuegos contemporáneos, la ambientación cumple un papel fundamental no solo en la estética visual, sino en la construcción de la experiencia emocional del jugador, influyendo directamente en su inmersión, atención y toma de decisiones. Por esta razón, se propuso una herramienta capaz de modificar dinámicamente elementos ambientales (especialmente la iluminación) en función de las emociones del usuario, con el fin de crear experiencias más personalizadas, inmersivas y emocionalmente significativas.

Como parte del proceso, se construyó un prototipo funcional integrado al motor de videojuegos Unity, capaz de modificar los parámetros ambientales según las emociones predefinidas. La herramienta fue diseñada con un enfoque modular y ligero, de manera que pudiera integrarse fácilmente en distintos proyectos sin afectar el rendimiento del sistema.

La validación del sistema se realizó a través de una evaluación con usuarios, quienes visualizaron un video demostrativo con diferentes escenas y respondieron a una encuesta estructurada para medir su percepción emocional. Estas pruebas permitieron analizar la efectividad del sistema para inducir emociones, así como la adecuación percibida de los cambios ambientales. Los resultados mostraron que la mayoría de los usuarios fueron capaces de distinguir claramente entre distintas atmósferas emocionales basadas en la iluminación, y valoraron positivamente la relevancia de la ambientación como un factor clave en la percepción y la narrativa del entorno.

Desde el punto de vista técnico y conceptual, este trabajo aportó una solución práctica y flexible que puede ser utilizada por desarrolladores y diseñadores de videojuegos interesados en enriquecer la jugabilidad a través del manejo emocional del ambiente. Asimismo, demostró que la computación emocional no se limita a la interacción directa con el usuario, sino que puede integrarse en la estructura misma del diseño ambiental como un lenguaje expresivo no verbal.

En términos de conclusiones, la investigación confirmó que es posible gestionar y modular la experiencia emocional del jugador mediante iluminación controlada, sin necesidad de alterar la arquitectura del entorno ni introducir narrativa explícita. También evidenció que los usuarios interpretan de forma más consistente emociones básicas como la alegría y la tristeza, mientras que emociones más complejas requieren mayor contextualización. Finalmente, se concluyó que la iluminación puede funcionar como un canal narrativo autónomo, capaz de evocar estados afectivos y enriquecer la experiencia del jugador de manera significativa.

Se espera que los resultados de esta investigación contribuyan al avance del campo de la computación emocional aplicada a los videojuegos, y sirvan de base para futuros desarrollos que incorporen técnicas

más avanzadas como inteligencia artificial adaptativa, reconocimiento emocional en tiempo real, o incluso IA generativa para sugerencias automáticas de ambientación. Con ello, este trabajo no solo busca ampliar los horizontes del diseño emocional, sino también fortalecer el vínculo entre tecnología, emoción y entretenimiento en los entornos interactivos del futuro.

Palabras clave: *Video games, Game theory, Serious games, Ambient intelligence, Emotion recognition, Emotional responses, Affective computing, User experience, Quality of experience, Human computer interaction.*

Capítulo 1

Introducción

1.1. Formulación del problema

¿Cómo puede la computación emocional ser utilizada para gestionar la ambientación en escenarios de videojuegos con el fin de crear una experiencia de juego emocionalmente enriquecedora y adaptada a las emociones del jugador?

1.2. Descripción del problema

La industria de los videojuegos ha experimentado una evolución notable, pasando de simples formas de entretenimiento a experiencias complejas y sofisticadas. "Los videojuegos representan una forma emergente de narrativa que está transformando la forma en que contamos historias y cómo las experimentamos" [1].

En este contexto, la ambientación juega un papel fundamental al crear una atmósfera única y envolvente que transporta al jugador a mundos ficticios, estimulando sus emociones y aumentando su conexión con la historia y los personajes del juego. "La ambientación en los videojuegos no solo es decorativa, sino que es fundamental para la experiencia del jugador, ya que afecta directamente su inmersión y conexión emocional con el juego" [2].

Sin embargo, la gestión efectiva de la ambientación para lograr una experiencia inmersiva y emocionalmente impactante sigue siendo un desafío. La ambientación en los videojuegos abarca aspectos visuales, sonoros y narrativos, y su impacto en la experiencia del jugador es innegable. "La ambientación en los videojuegos puede influir significativamente en la experiencia del jugador, afectando su inmersión y conexión emocional con la historia y los personajes del juego" [3].

En este sentido, la computación emocional emerge como un campo prometedor que busca integrar la comprensión de las emociones humanas en los sistemas computacionales, con aplicaciones significativas en el diseño de videojuegos. "La computación emocional se enfoca en desarrollar sistemas que puedan percibir, interpretar y responder a las emociones humanas de manera inteligente" [4].

La computación emocional en videojuegos busca mejorar la experiencia del jugador al permitir que los juegos respondan de manera inteligente a sus emociones, creando así una experiencia más personalizada y envolvente. "La computación emocional en videojuegos puede llevar a experiencias de juego más inmersivas y emocionalmente impactantes al adaptar la experiencia de juego a las emociones del jugador" [5].

A pesar del potencial de la computación emocional en el diseño de videojuegos, existen desafíos y áreas de investigación abiertas. Por ejemplo, la manera en que los juegos pueden detectar y responder de manera efectiva a las emociones del jugador de forma no intrusiva y respetuosa, o cómo la ambientación puede adaptarse dinámicamente para mantener la inmersión y la conexión emocional a lo largo de la experiencia de juego, son aspectos que requieren un estudio más profundo.

Por lo tanto, este trabajo de investigación se enfoca en explorar cómo la computación emocional puede utilizarse para gestionar la ambientación en escenarios de videojuegos, con el objetivo de crear una experiencia de juego más inmersiva y emocionalmente impactante. Se busca identificar y abordar los desafíos existentes en este campo y proponer soluciones innovadoras que contribuyan al avance de la industria de los videojuegos y al enriquecimiento de la experiencia del jugador.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un plugin para el motor gráfico Unity enfocado en la gestión de la ambientación en escenarios de videojuegos utilizando computación emocional.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar los requisitos funcionales del plugin de gestión de la ambientación en escenarios de videojuegos en el motor gráfico Unity
2. Diseñar escenarios y algoritmos que permitan el cambio emocional en la ambientación del juego.
3. Implementar el plugin de ambientación de escenarios utilizando técnicas de computación emocional.
4. Evaluar el plugin en términos de la experiencia del usuario y el impacto del modelo emocional en el juego.

1.4. Resultados esperados

Objetivo específico	Resultado esperado
Identificar los requisitos funcionales del plugin de gestión de la ambientación en escenarios de videojuegos en el motor gráfico Unity.	Se espera una definición clara y detallada de los requisitos funcionales necesarios para el plugin.
Diseñar escenarios y algoritmos que permitan el cambio emocional en la ambientación del juego.	Escenarios interactivos que guíen las emociones del jugador. Algoritmos que modifiquen la ambientación del juego según las emociones esperadas. Prototipos de escenarios con cambios emocionales.
Implementar el plugin de ambientación de escenarios utilizando técnicas de computación emocional.	Un plugin funcional dentro del motor Unity. Técnicas de computación emocional para dirigir y guiar las emociones del jugador.
Evaluar el plugin en términos de la experiencia del usuario y el impacto del modelo emocional en el juego.	Datos cualitativos y cuantitativos sobre la experiencia del jugador. Impacto del modelo emocional en la inmersión y disfrute del juego.

Tabla 1.1: Relación entre los objetivos específicos y los resultados esperados

1.5. Metodología

Para el proyecto de desarrollo de un plugin para la gestión de ambientación en escenarios de videojuegos utilizando computación emocional, se empleó una metodología inductiva. Esta metodología fue adecuada dado que el área de computación emocional es una rama emergente con investigaciones previas limitadas, las cuales se tomaron como referencia o base. El proyecto se basó en estas investigaciones para construir modelos y estrategias específicos para el diseño e implementación del prototipo de simulación de ambientación en videojuegos.

Las fuentes de información utilizadas en este proyecto fueron tanto primarias como secundarias, incluyendo artículos científicos, libros y publicaciones en internet. Aunque no se pretendió replicar trabajos ya realizados, el objetivo fue llevar a cabo una investigación más completa en el contexto particular de la ambientación de videojuegos usando computación emocional.

Este proyecto de grado tuvo un carácter investigativo en el área de Ciencias de la Computación, por lo que se estructuró en fases basadas en los objetivos específicos, sin seguir una metodología de desarrollo de software estricta.

Determinar el modelo emocional computacional para la ambientación en videojuegos:

Planificación: En esta etapa, se definieron los modelos emocionales a implementar y su impacto en la ambientación de los escenarios. Se establecieron los porcentajes de afectación de los elementos ambientales respecto a las emociones que se buscaron inducir en los jugadores. Esta fase tuvo una duración de 5 a 6 semanas.

Especificar la estrategia de evolución de la ambientación emocional en los videojuegos y los eventos que podrán tener lugar:

Diseño: Durante esta etapa, se definieron los escenarios y su influencia emocional sobre los jugadores. También se diseñaron los eventos que ocurrieron dentro de la ambientación, estableciendo sus valores de afectación sobre los elementos ambientales. Se determinaron los valores cuantitativos de los modelos emocionales definidos en la fase de planificación y cómo evolucionaron. Esta fase tuvo una duración de 3 a 4 semanas.

Crear un prototipo del plugin para la gestión de ambientación emocional en videojuegos:

Codificación: Se implementaron los modelos y escenarios establecidos en las fases anteriores, desarrollando el plugin que gestionó la evolución de las emociones y la ambientación en los videojuegos. Esta fase incluyó la implementación de eventos y su recopilación en un prototipo que se sometió a pruebas. La fase de codificación tuvo una duración de entre 11 y 12 semanas.

Realizar un análisis de las características y cambios emocionales inducidos por la ambientación:

Pruebas: Se verificó la funcionalidad del prototipo y se realizó un análisis detallado de las características emocionales. Se generó un documento con el estudio de los resultados de la simulación de ambientación emocional en videojuegos. Esta fase tuvo una duración de 2 a 3 semanas.

1.6. Información sobre los capítulos

En la siguiente tabla se muestra una corta descripción de cada capítulo del documento y se explica qué objetivos específicos aborda.

Capítulo	Descripción	Objetivo específico
Capítulo 2: Alcance de la propuesta	En este capítulo se presenta de manera general lo que se pretende lograr a través de la ejecución este proyecto	Ninguno
Capítulo 3: Marco referencial	Se presentan los conceptos básicos para que el lector alcance una comprensión satisfactoria del proyecto	Ninguno
Capítulo 4: Diseño	Se expone la selección y justificación de los modelos emocionales utilizados, así como el diseño conceptual del plugin, incluyendo los escenarios, eventos y parámetros ambientales considerados. También se define la arquitectura general del sistema.	1, 2
Capítulo 5: Implementación	Se describe el proceso de desarrollo del prototipo funcional del plugin, detallando la implementación de los algoritmos de computación emocional y la integración con el motor de videojuegos, así como las funcionalidades construidas para gestionar dinámicamente la ambientación.	3
Capítulo 6: Pruebas y comparaciones	En este capítulo se documentan las pruebas realizadas para evaluar el funcionamiento del plugin. Se analizan tanto los resultados cualitativos como cuantitativos obtenidos en relación con la experiencia emocional.	4
Capítulo 7: Conclusiones	Se presentan las conclusiones del proyecto	4
Capítulo 8: Trabajos Futuros	Se presentan las distintas posibilidades consideradas por el autor para la expansión de la investigación presentada en este trabajo.	4
Capítulo 9: Bibliografía	Se presentan las referencias y fuentes de información del proyecto	Ninguno

Tabla 1.2: Estructura de capítulos

Capítulo 2

Alcance del proyecto

2.1. Alcance

El desarrollo del proyecto requirió investigar las áreas de Computación Emocional, Inteligencia Artificial y Diseño de Experiencias en Videojuegos. La esencia del desarrollo se centró en la creación de un modelo emocional aplicable en la ambientación de escenarios virtuales, para así mejorar la inmersión y la experiencia del jugador.

El modelo emocional se basó en las ocho emociones principales postuladas por Plutchik: alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, asco, ira y anticipación [6]. Se eligió debido a su solidez teórica y amplia aceptación en el campo de la psicología y la emoción. El modelo de Plutchik se basó en décadas de investigación empírica sobre las emociones humanas. Esta teoría fue validada en diversas culturas, lo que proporcionó una base sólida para la aplicación en la investigación y el diseño de sistemas emocionales en videojuegos. Las ocho emociones principales de Plutchik abarcaron un amplio rango de estados emocionales que fueron relevantes para la experiencia del jugador.

Diversos estudios y aplicaciones demostraron que la modulación del entorno de los videojuegos según las emociones del jugador pudo enriquecer la experiencia de juego. Al ajustar variables como la iluminación, la música y los elementos visuales en respuesta a las emociones detectadas, se crearon experiencias inmersivas y adaptativas. Esto se alineó con la investigación que exploró cómo las emociones afectaron la percepción y el disfrute del juego. [7] [8]

El prototipo se desarrolló con el objetivo de permitir la configuración y gestión detallada de los escenarios del juego. La herramienta ajustó los parámetros del entorno del juego, para inducir las emociones deseadas y esperadas en cada escenario. Este enfoque buscó guiar el estado emocional previsto por el diseño del juego, mejorando así la inmersión y la experiencia general del usuario.

Para identificar los requisitos funcionales del plugin, se realizó una exhaustiva revisión de literatura sobre Computación Emocional, Inteligencia Artificial y Diseño de Experiencias en Videojuegos, junto con entrevistas y encuestas a desarrolladores y jugadores. Se analizaron herramientas y plugins existentes para identificar fortalezas y debilidades, elaborando un documento detallado de requisitos funcionales.

Se diseñaron escenarios y algoritmos que permitieron el cambio emocional en la ambientación del juego, se definió un modelo teórico que relacionó las emociones básicas con variables específicas del entorno del videojuego. Se desarrollaron algoritmos de ajuste ambiental, creando escenarios de prueba en Unity para

validar los cambios emocionales en la ambientación del juego mediante simulaciones.

La implementación del plugin de ambientación de escenarios se desarrolló para Unity utilizando técnicas de Computación Emocional para gestionar y ajustar las variables del entorno del juego. La definición del modelo emocional y su implementación fue el aspecto más extenso del proyecto, ya que involucró la identificación y relación de variables ambientales con las emociones del jugador. El prototipo se centró en un diseño minimalista para maximizar el uso de recursos computacionales en el procesamiento de las variables emocionales y de ambientación.

Para la evaluación del plugin en términos de la experiencia del jugador, se realizaron pruebas de usabilidad para recopilar datos sobre la percepción de los cambios en la ambientación y su impacto emocional. Se analizaron los datos para identificar patrones y correlaciones, ajustando el plugin según la retroalimentación y elaborando un informe detallado de los resultados y recomendaciones para futuras mejoras.

Este enfoque innovador de la creación de un plugin para Unity permitió gestionar y configurar los escenarios de videojuegos utilizando principios de computación emocional. La herramienta integró un modelo emocional basado en las ocho emociones principales de Plutchik para adaptar el entorno del juego y guiar al jugador hacia las emociones deseadas. Esto mejoró la inmersión y la experiencia del usuario al ajustar las condiciones del juego para inducir las respuestas emocionales esperadas, reflejando y optimizando la interacción emocional del jugador con el entorno del juego.

Capítulo 3

Marco referencial

En este capítulo se describen los conceptos y definiciones necesarias para el entendimiento de las estrategias a implementar en el desarrollo del proyecto.

3.1. Marco Teórico

La integración de la computación emocional en el diseño de videojuegos ha sido objeto de investigación en los últimos años, con un enfoque particular en la gestión de la ambientación para mejorar la experiencia del jugador. A continuación, se presentan algunas de las teorías y desarrollos más recientes en este campo:

3.1.1. Modelado de Emociones en Videojuegos

El modelado de emociones en videojuegos es un campo de estudio que busca integrar la comprensión de las emociones humanas en el diseño de videojuegos. [9] esta integración puede mejorar la experiencia del jugador al adaptar la jugabilidad y la narrativa del juego según el estado emocional del jugador. Por ejemplo, un juego podría aumentar la dificultad en momentos en que el jugador esté experimentando emociones positivas para mantener su interés, o disminuir la dificultad si el jugador está experimentando frustración. Este enfoque utiliza algoritmos de inteligencia artificial para simular las emociones y adaptar la experiencia de juego en tiempo real, lo que puede llevar a experiencias más personalizadas y envolventes para los jugadores [10].

3.1.2. Interacción Emocional en Videojuegos

La interacción emocional en los videojuegos se refiere a cómo los juegos pueden influir en las emociones del jugador y cómo el jugador puede influir en el juego a través de sus emociones. [11] investigando cómo diseñar interacciones que fomenten la empatía y la conexión emocional del jugador con el juego. Por ejemplo, un juego podría presentar dilemas morales que despierten emociones como la compasión o la culpa, lo que puede llevar a una mayor implicación emocional por parte del jugador. Estas interacciones pueden crear una experiencia más significativa y memorable para el jugador, aumentando su satisfacción con el juego. Recientemente, se han desarrollado NPCs con IA conversacional capaces de responder a emociones del jugador en tiempo real, lo que permite interacciones más ricas y personalizadas [12].

3.1.3. Ambientación Dinámica

La ambientación dinámica en los videojuegos se refiere a la capacidad del juego para adaptar su ambiente virtual según las emociones del jugador. [13] Una ambientación dinámica puede mejorar la inmersión y la satisfacción del jugador. Por ejemplo, un juego de terror podría aumentar la intensidad de los sustos si detecta que el jugador está experimentando miedo, o disminuir la intensidad si detecta que el jugador está demasiado asustado. Esta adaptación puede crear una experiencia más personalizada y emocionalmente impactante para el jugador, aumentando su conexión con el juego. Investigaciones recientes han explorado el uso de sensores fisiológicos y minería de datos afectivos para evaluar las emociones del jugador en tiempo real y adaptar dinámicamente los entornos de juego [14].

3.1.4. Realidad Virtual y Emociones

La realidad virtual (RV) es una tecnología que crea una experiencia inmersiva al colocar al usuario en un entorno virtual tridimensional. [15] han investigado cómo la RV puede influir en las emociones del jugador al crear una mayor sensación de presencia y realismo. Por ejemplo, un juego de exploración en RV podría hacer que el jugador se sienta como si realmente estuviera en un lugar exótico, lo que puede despertar emociones como la emoción o la asombro. Esta mayor inmersión puede aumentar la respuesta emocional del jugador y crear una experiencia más envolvente y memorable. En los últimos años, se han aplicado técnicas de IA para ajustar automáticamente la experiencia inmersiva en función de señales neuronales y de comportamiento del usuario [16].

3.1.5. Experiencia del Usuario y Emociones

La experiencia del usuario (UX) en videojuegos se refiere a cómo los jugadores interactúan con los videojuegos y cómo se ven afectadas sus emociones, percepciones y comportamientos durante la experiencia de juego. [17] han propuesto modelos para medir la experiencia emocional del jugador y su impacto en la jugabilidad. Por ejemplo, un juego que logre mantener al jugador emocionado y comprometido puede crear una experiencia más satisfactoria y gratificante. Entender y mejorar la experiencia del usuario emocionalmente puede ser clave para diseñar juegos que sean más atractivos y exitosos. Nuevos estudios han implementado sistemas empáticos de IA que detectan señales emocionales del jugador y sugieren estrategias de adaptación del juego para mantener el engagement y prevenir frustraciones [18].

La investigación reciente en computación emocional aplicada a videojuegos ha demostrado el potencial de mejorar la experiencia del jugador a través de la gestión inteligente de la ambientación y las interacciones emocionales. Estos estudios han proporcionado nuevas perspectivas y enfoques para diseñar juegos que sean más inmersivos, emocionantes y personalizados para cada jugador.

3.2. Marco Conceptual

3.2.1. Ambientación en Videojuegos

La ambientación en los videojuegos es un elemento crucial que contribuye significativamente a la experiencia del jugador y su inmersión en el mundo virtual. [19] La ambientación se refiere a la creación de entornos virtuales que sumergen al jugador en una experiencia sensorial y emocionalmente rica. Esta incluye aspectos visuales, sonoros y narrativos que crean la atmósfera y el entorno del juego. La ambientación puede influir en las emociones del jugador, su percepción del mundo virtual y su comportamiento dentro del juego [20]. Investigaciones recientes han demostrado que el uso de IA para adaptar la ambientación en tiempo real según las emociones del jugador mejora significativamente la inmersión y el compromiso emocional [21].

La ambientación puede incluir elementos como el diseño de niveles, la música, los efectos de sonido, la iluminación y los detalles visuales que hacen que el entorno se sienta vivo y coherente. Un ejemplo de esto es el uso de diferentes paletas de colores y estilos de iluminación para evocar diversas emociones y estados de ánimo en el jugador. Además, la narrativa y la historia del juego también juegan un papel importante en la ambientación, proporcionando contexto y profundidad a los entornos virtuales. Un diseño de ambientación efectivo puede transformar un simple escenario en un lugar lleno de significado y emoción, haciendo que los jugadores se sientan más inmersos y conectados con la experiencia del juego.

3.2.2. Modelos Emocionales

Los modelos emocionales proporcionan un marco para comprender cómo se experimentan y expresan las emociones. El modelo PANA de Russell, el modelo de Plutchik y el modelo de Paul Ekman son ejemplos de modelos que han sido utilizados en el diseño de juegos para evocar emociones específicas en los jugadores y crear experiencias emocionalmente ricas [22]. Recientes estudios han combinado estos modelos clásicos con técnicas de aprendizaje automático para interpretar señales fisiológicas durante el juego [23].

Estos modelos ayudan a identificar y categorizar las emociones humanas, permitiendo a los diseñadores de juegos crear experiencias que resonan emocionalmente con los jugadores. Por ejemplo, el modelo de Plutchik, que identifica ocho emociones básicas (alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, asco, ira y anticipación.), puede ser utilizado para diseñar escenarios y narrativas que evocan estas emociones de manera específica y controlada.

3.2.3. Computación Emocional

La computación emocional es un campo interdisciplinario que busca desarrollar sistemas capaces de percibir, interpretar y responder a las emociones humanas de manera inteligente. [24] La computación emocional se centra en la creación de interfaces y sistemas que pueden detectar y adaptarse a las emociones del usuario, con aplicaciones en áreas como la interacción humano-computadora y el entretenimiento digital, incluidos los videojuegos.

La computación emocional utiliza diversas técnicas y tecnologías para detectar las emociones de los usuarios, como el reconocimiento facial, el análisis de voz, la monitorización fisiológica y el análisis de patrones de comportamiento. Una vez detectadas, estas emociones pueden ser utilizadas para ajustar la experiencia del usuario en tiempo real, mejorando la interacción y la satisfacción. En el contexto de los videojuegos, la computación emocional puede permitir que los juegos respondan de manera dinámica a las emociones de los jugadores, ajustando la dificultad, el contenido y otros aspectos del juego para crear

una experiencia más personalizada y envolvente. Actualmente, se utilizan enfoques que integran análisis de voz, video y respuestas fisiológicas para inferir con precisión estados emocionales en tiempo real [25].

3.2.4. Aplicaciones de la Computación Emocional en Videojuegos

En el diseño de videojuegos, la computación emocional ha encontrado diversas aplicaciones. [26] La integración de la computación emocional en los videojuegos puede mejorar la experiencia del jugador al adaptar dinámicamente la jugabilidad y la narrativa del juego a las emociones del jugador. Esta personalización puede conducir a experiencias de juego más inmersivas y emocionalmente impactantes.

Por ejemplo, un juego podría ajustar su música y efectos sonoros en respuesta al estado emocional del jugador, intensificando la música durante momentos de alta emoción o calmándola cuando el jugador necesita un respiro. Asimismo, los personajes del juego pueden responder emocionalmente al jugador, creando interacciones más naturales y significativas. La computación emocional también puede utilizarse para ajustar la dificultad del juego, aumentando el desafío cuando el jugador está relajado y reduciéndolo cuando está estresado. Estas capacidades permiten que los juegos ofrezcan experiencias más adaptativas y satisfactorias, aumentando la retención y el compromiso de los jugadores. Ejemplos recientes muestran el uso de reconocimiento de emociones en la voz para adaptar interacciones y evaluar la experiencia del jugador en juegos educativos y de entretenimiento [27].

3.2.5. Gestión de la Ambientación con Computación Emocional

La gestión de la ambientación en escenarios de videojuegos utilizando computación emocional implica el uso de modelos emocionales y técnicas computacionales para crear y gestionar la ambientación de manera que se eviten conflictos emocionales en el jugador, se aumente la inmersión y se mejore la experiencia de juego. Esto se logra mediante la adaptación dinámica de la ambientación en función de las emociones y acciones del jugador [28].

3.2.6. Impacto de la Ambientación en la Experiencia del Usuario

La ambientación en los videojuegos desempeña un papel crucial en la experiencia del usuario. [20] La ambientación contribuye significativamente a la inmersión del jugador y puede influir en sus emociones y comportamientos durante el juego. Una ambientación cuidadosamente diseñada puede crear una atmósfera que estimula las emociones del jugador y aumenta su conexión con la historia y los personajes del juego.

La inmersión es un estado en el que los jugadores se sienten completamente absorbidos por el mundo del juego, olvidando temporalmente la realidad externa. Una ambientación efectiva puede fomentar este estado al proporcionar un entorno coherente y creíble que responde adecuadamente a las acciones del jugador. Esto no solo mejora la inmersión, sino que también puede influir en las decisiones y comportamientos del jugador dentro del juego. Por ejemplo, una ambientación tensa y oscura puede hacer que los jugadores se sientan más cautelosos y estratégicos, mientras que un entorno alegre y colorido puede fomentar una actitud más relajada y exploratoria. En última instancia, la ambientación no solo enriquece la experiencia sensorial del jugador, sino que también puede tener un impacto profundo en su experiencia emocional y comportamental. Además, plataformas de realidad virtual han comenzado a utilizar algoritmos de reconocimiento emocional basados en señales cerebrales para personalizar el entorno en tiempo real [29].

3.2.7. Plugin para la Gestión de Ambientación en Videojuegos

El plugin que se desarrolló en este Trabajo de Grado tuvo como objetivo facilitar la gestión de la ambientación en escenarios de videojuegos utilizando computación emocional. Este plugin integró modelos emocionales y técnicas computacionales para adaptar la ambientación, de manera que se cree una experiencia de juego más inmersiva y emocionante para el jugador. El plugin se basó en los principios de la ambientación, los modelos emocionales y la computación emocional en los videojuegos, con el fin de mejorar la experiencia del jugador y aumentar su satisfacción con el juego.

Capítulo 4

Diseño del plugin y modelo emocional

Con el objetivo de definir las características funcionales y técnicas del plugin propuesto para la gestión de ambientación emocional en videojuegos, este capítulo presenta el diseño conceptual de los componentes principales del sistema, la integración del modelo emocional de Plutchik, y las decisiones que guían la implementación del prototipo.

4.1. Modelo emocional y su integración al sistema

La elección del modelo emocional de Plutchik para este trabajo de grado se fundamenta en diversas razones clave que responden tanto a consideraciones teóricas como prácticas. En primer lugar, este modelo propone una estructura sistemática y coherente para representar las emociones humanas, organizándolas en ocho emociones básicas dispuestas en pares opuestos, con distintos niveles de intensidad que permiten una gradación emocional [6]. Esta representación facilita su implementación en entornos computacionales, permitiendo una traducción efectiva de estados emocionales a parámetros que puedan ser utilizados por el sistema [30].

Otro aspecto relevante es que el modelo de Plutchik ha sido ampliamente adoptado y validado en el campo de la computación afectiva, lo que lo convierte en una referencia sólida y confiable para proyectos orientados al diseño de sistemas sensibles a las emociones humanas [31]. Su aceptación en la comunidad científica garantiza un respaldo empírico que fortalece la base metodológica del presente trabajo. Además, su capacidad para representar combinaciones emocionales complejas, a través de la noción de emociones secundarias derivadas de la interacción entre emociones básicas, permite una interpretación más rica y matizada del estado emocional del usuario [32].

Este enfoque dinámico resulta especialmente valioso en contextos como los videojuegos, donde las emociones del jugador fluctúan constantemente en respuesta a estímulos del entorno virtual. Al integrar el modelo de Plutchik, es posible adaptar la ambientación del juego en función del estado emocional, favoreciendo así una experiencia más inmersiva y personalizada. Esto no solo mejora la calidad de la interacción, sino que también refuerza la conexión emocional del jugador con el entorno virtual, potenciando el impacto narrativo y la satisfacción general del usuario [28] [5].

De esta forma, el modelo emocional de Plutchik ofrece una combinación ideal de solidez teórica, viabilidad práctica y adaptabilidad al contexto específico del desarrollo de videojuegos, lo cual lo convierte en una elección estratégica para sustentar el diseño e implementación de una herramienta basada en computación emocional.

4.2. Componentes del sistema

Con el fin de lograr una gestión eficiente y dinámica de la ambientación emocional, el sistema propuesto ha sido diseñado como un conjunto modular de componentes interdependientes. Cada módulo cumple una función específica dentro del flujo operativo del plugin, permitiendo desde la interacción con el usuario hasta la transformación de la selección de emociones en parámetros visuales del entorno. Esta estructura modular favorece tanto la escalabilidad como la reutilización del sistema.

A continuación, se describen los principales módulos funcionales que conforman el sistema:

- **Interfaz de Usuario (UI):** construida como un Canvas en Unity, con la posibilidad de mostrarse u ocultarse. Permite seleccionar una emoción y su intensidad a través de controles interactivos.
- **Gestor de Escenarios:** permite guardar el estado actual de ambientación para reutilizarlo, cargar configuraciones previas, y aplicarlas en cualquier momento del desarrollo del juego.
- **Motor de Ambientación:** responsable de transformar las combinaciones emoción-intensidad en parámetros de iluminación, como color e intensidad. Las configuraciones están predefinidas según una tabla de relaciones emocionales-ambientales. (*Ver tabla 4.1*)

4.3. Flujo de funcionamiento del sistema

El flujo de trabajo dentro del sistema sigue los siguientes pasos:

1. El usuario accede al plugin desde la interfaz integrada en Unity.
2. Selecciona una emoción ajustando la intensidad utilizando un control deslizante.
3. El sistema traduce la selección a un conjunto de parámetros de iluminación preconfigurados.
4. Se aplican los cambios a la escena en tiempo real.
5. El usuario puede guardar esta configuración para reutilizarla en futuros escenarios o momentos del juego.

La Figura 4.1 presenta el flujo general del funcionamiento del plugin, desde la entrada del usuario hasta la aplicación de la ambientación emocional en la escena:

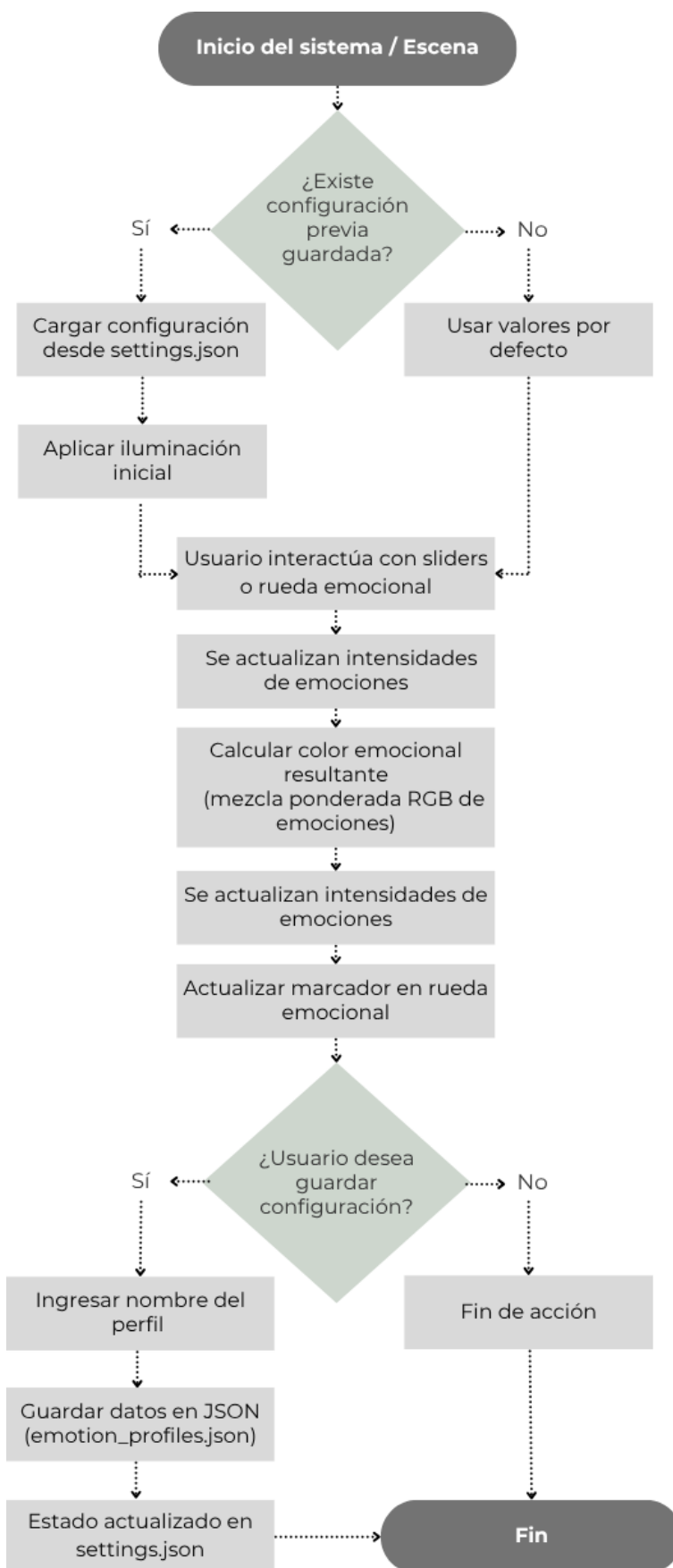


Figura 4.1: Flujo general del funcionamiento del plugin

4.4. Diseño basado en emociones

Cada emoción activa transformaciones visuales a partir de la codificación de colores, inspiradas en investigaciones que relacionan la percepción de color con estados afectivos en el usuario [13] [19]. Por ejemplo, colores cálidos como el dorado (alegría) generan una percepción de bienestar, mientras que los tonos oscuros azulados (miedo, tristeza) provocan sensaciones de tensión o introspección. Esta estrategia de codificación permite estimular respuestas emocionales en los jugadores, contribuyendo a la atmósfera narrativa y a la inmersión [33] [34]. A continuación, se describen algunos ejemplos de diseño emocional:

- **Alegría:** iluminación cálida con tonalidades doradas (RGB: 1.0, 0.84, 0.6), alta intensidad lumínica. Genera una atmósfera positiva y estimulante.
- **Miedo:** tonalidades azul oscuro (RGB: 0.3, 0.3, 0.6), baja intensidad. Produce un ambiente tenso y contenido.
- **Tristeza:** colores fríos azulados (RGB: 0.2, 0.4, 0.8), luz tenue. Refuerza sensaciones de quietud y melancolía.
- **Ira:** iluminación intensa en tonos rojos (RGB: 1.0, 0.2, 0.2). La intensidad elevada transmite una carga emocional fuerte, asociada a la agresividad.

Estas configuraciones buscan inducir estados emocionales coherentes con la narrativa del juego o reflejar el estado emocional del jugador, dependiendo del enfoque del desarrollo.

A continuación, se presenta la tabla que establece la relación entre las emociones y los parámetros de iluminación gestionados por el plugin:

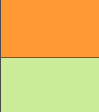
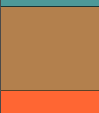
Emoción	Tipo	Color RGB (normalizado)	Color	Descripción de la ambientación
Alegría	Primaria	(1.0, 0.84, 0.6)		Iluminación cálida con tonalidades doradas, alta intensidad. Genera una atmósfera positiva.
Confianza	Primaria	(0.6, 1.0, 0.6)		Luz suave en tonos verdes claros. Produce sensación de estabilidad y armonía.
Miedo	Primaria	(0.3, 0.3, 0.6)		Iluminación tenue con predominancia azul oscuro. Genera un ambiente de tensión.
Sorpresa	Primaria	(1.0, 1.0, 0.6)		Luz amarilla clara con alta visibilidad. Sugiere atención y alerta repentina.
Tristeza	Primaria	(0.2, 0.4, 0.8)		Colores fríos azulados. Transmite una sensación de melancolía.
Asco	Primaria	(0.4, 0.8, 0.4)		Iluminación verdosa tenue. Crea una atmósfera incómoda o desagradable.
Ira	Primaria	(1.0, 0.2, 0.2)		Luz roja intensa con alta saturación. Transmite agresividad y energía.
Anticipación	Primaria	(1.0, 0.6, 0.2)		Tonos anaranjados cálidos. Genera expectativa y dinamismo.
Amor	Secundaria	(0.8, 0.92, 0.6)		Mezcla de alegría y confianza. Luz suave que sugiere afecto.
Sumisión	Secundaria	(0.45, 0.65, 0.6)		Combinación de confianza y miedo. Luz azul verdosa atenuada.
Susto	Secundaria	(0.65, 0.65, 0.6)		Combinación de miedo y sorpresa. Luz neutra y repentina.
Decepción	Secundaria	(0.6, 0.7, 0.7)		Tonalidades grises azuladas. Representa pérdida o desánimo.
Remordimiento	Secundaria	(0.3, 0.6, 0.6)		Azul verdoso apagado. Genera reflexión y carga emocional.
Desprecio	Secundaria	(0.7, 0.5, 0.3)		Tonos marrón rojizos. Induce rechazo o juicio.
Agresión	Secundaria	(1.0, 0.4, 0.2)		Rojos anaranjados vibrantes. Sugiere intensidad emocional extrema.
Optimismo	Secundaria	(1.0, 0.72, 0.4)		Luz cálida y brillante. Estimula entusiasmo y esperanza.

Tabla 4.1: Relación entre emociones y parámetros de iluminación en el plugin

4.5. Prototipo

El prototipo fue diseñado completamente para Unity utilizando C#. El diseño de la interfaz prioriza la simplicidad y la accesibilidad. La UI se divide en tres secciones principales:

- **Selector emocional:** nombres representativos para elegir entre las ocho emociones.
- **Control de intensidad:** selector tipo “slider” para ajustar entre baja, media y alta intensidad.
- **Panel de acciones:** incluye un campo de texto donde el usuario puede ingresar el nombre de la configuración actual y un botón para guardarla, facilitando su identificación y reutilización posterior.

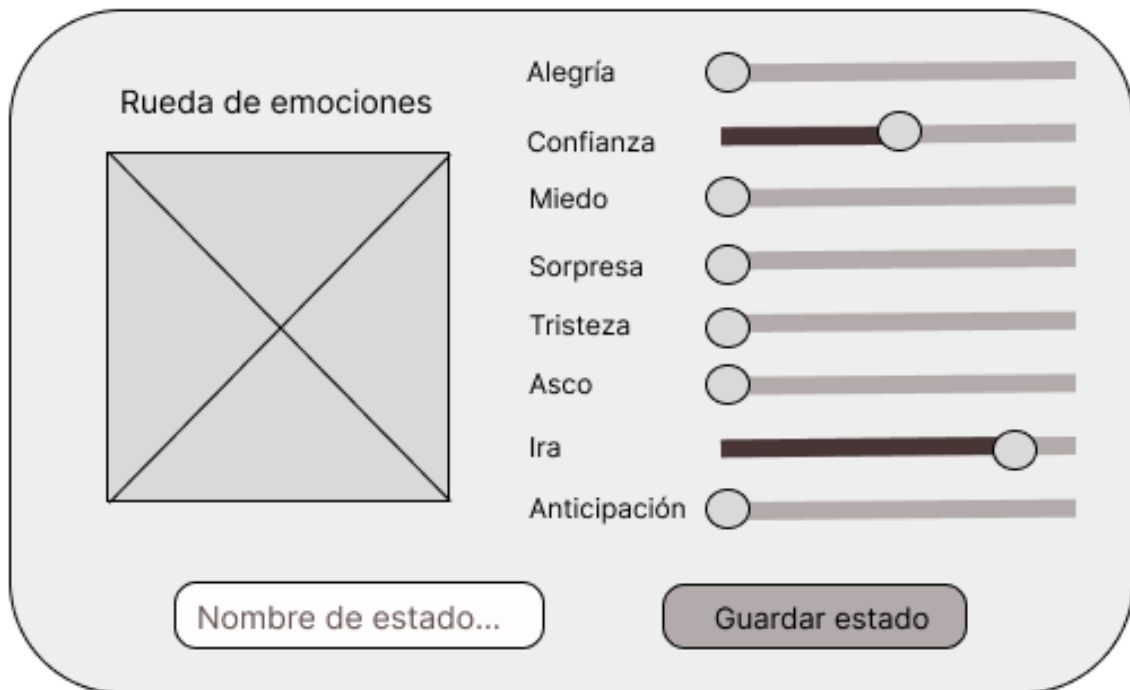


Figura 4.2: Diseño de la interfaz gráfica del plugin

Capítulo 5

Implementación del plugin

Este capítulo describe el proceso de implementación del plugin desarrollado para gestionar la ambientación emocional en escenarios de videojuegos. Se detallan el entorno técnico, la estructura del sistema, la lógica funcional, las decisiones de implementación, y los métodos de validación utilizados. Este proceso responde a la necesidad de integrar técnicas de computación emocional en el diseño de experiencias inmersivas [4] [5].

5.1. Entorno de desarrollo

El desarrollo del plugin se realizó en el motor gráfico Unity, versión 2022.3.4f1, utilizando el lenguaje de programación C#. Se utilizó Visual Studio como entorno de codificación. Durante el inicio del desarrollo, se presentó un error de compatibilidad entre la versión de Visual Studio 2022 y Unity 2021, el cual fue resuelto al actualizar el proyecto a la versión correcta de Unity.

El desarrollo y pruebas se llevaron a cabo en un equipo con las siguientes especificaciones:

- **Procesador:** AMD Ryzen 5 4600G, 3,70 GHz
- **Memoria:** 16GB
- **SDD:** 1TB
- **Sistema Operativo:** Windows 10
- **Software:** Unity 2022.3.4f1, Visual Studio 2022

5.2. Estructura del sistema

El plugin se estructuró en torno a un único controlador principal denominado `LightingController`, el cual concentra la lógica del sistema. Este enfoque centralizado simplifica el mantenimiento y escalabilidad del código. El sistema se compone de los siguientes elementos funcionales:

- **Controlador principal (`LightingController.cs`):** gestiona la entrada del usuario (sliders y clics en la rueda emocional), la lógica de mezcla de colores según las emociones seleccionadas, la persistencia de datos y la interacción con los objetos de iluminación.

- **Interfaz de usuario (Canvas):** implementada como un panel dentro de Unity, contiene los controles de entrada (sliders para cada emoción, botón de acción, campo de texto para nombre del perfil), así como la rueda emocional personalizada (plutchikWheel) y el marcador visual (emotionMarker).
- **Objetos de iluminación (EmotionalLight):** cualquier objeto de la escena que implemente el componente EmotionalLight puede recibir y reflejar el color emocional calculado.
- **Archivos de configuración (settings.json, emotion_profiles.json):** utilizados para guardar y recuperar configuraciones específicas de ambientación.

Este diseño se enfoca en la modularidad y claridad del flujo emocional-visual, lo cual responde a buenas prácticas de usabilidad en videojuegos [11], orientado a componentes y funciones específicas, permite que el plugin sea integrable en diferentes proyectos de Unity sin necesidad de modificaciones significativas. Además, se mantiene la separación entre lógica de negocio (cálculo emocional), vista (interfaz gráfica) y almacenamiento (persistencia JSON), lo cual se alinea con principios de arquitectura limpia.

A continuación, se presenta un resumen de las principales clases y métodos utilizados en la implementación del sistema:

Clase / Método	Descripción funcional
LightingController	Clase principal del sistema. Controla los sliders emocionales, la lógica de mezcla de colores, la interfaz gráfica, el guardado y carga de perfiles, y la aplicación de los efectos de iluminación en la escena.
ApplyEmotionalLighting()	Calcula el color emocional final combinando las emociones activas según su intensidad. Aplica este color a todos los objetos tipo EmotionalLight en la escena.
SaveToJson()	Guarda la configuración emocional actual (valores de sliders, color de luz, posición del marcador) en un archivo settings.json .
LoadFromJson()	Carga automáticamente la última configuración guardada desde settings.json al iniciar la escena.
SaveProfile()	Permite guardar un nuevo perfil emocional personalizado, con nombre asignado por el usuario, en el archivo emotion_profiles.json .
ActivateProfile(nombre)	Carga un perfil previamente guardado y aplica todos sus valores (emociones, color, marcador).
SetEmotion(emocion)	Establece una emoción primaria o secundaria y ajusta automáticamente los sliders correspondientes. También actualiza el marcador en la rueda emocional.
UpdateEmotionMarker(color)	Determina la emoción más cercana al color actual y reposiciona el marcador sobre la rueda emocional.

Tabla 5.1: Descripción de clases y métodos principales del plugin

5.3. Lógica de transformación emocional

El sistema permite que el usuario ajuste la intensidad de ocho emociones primarias: alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, asco, ira y anticipación, siguiendo el modelo propuesto por Plutchik. Cada emoción está asociada a un color específico en formato RGB normalizado. Estas asociaciones se definen en un diccionario (`Dictionary<string, Color>`) que actúa como base para los cálculos de mezcla.

Cuando el usuario modifica los sliders, el sistema calcula el color final como una combinación ponderada de los colores emocionales según la intensidad ingresada. Este cálculo considera solo aquellas emociones con valor superior a cero, lo que permite representar combinaciones múltiples o emociones dominantes.

El algoritmo general es:

Algorithm 1 Aplicación de iluminación emocional

```

1: Inicializar colorFinal  $\leftarrow$  Color.black
2: Inicializar totalPeso  $\leftarrow$  0
3: for all emociones en emotionColors do
4:   Obtener intensidad desde el slider correspondiente
5:   if intensidad > 0 then
6:     colorFinal  $\leftarrow$  colorFinal + (colorEmocion  $\times$  intensidad)
7:     totalPeso  $\leftarrow$  totalPeso + intensidad
8:   end if
9: end for
10: if totalPeso > 0 then
11:   colorFinal  $\leftarrow$  colorFinal / totalPeso
12: end if
13: for all luces en escena con componente EmotionalLight do
14:   Asignar colorFinal a la luz
15: end for
16: Actualizar el marcador de emoción con colorFinal
17: Guardar estado en archivo settings.json

```

Este enfoque permite generar una iluminación dinámica coherente con los estados emocionales seleccionados, potenciando la inmersión y la narrativa [7] [34].

5.4. Gestión de perfiles emocionales

Uno de los aspectos más útiles del plugin es la posibilidad de guardar configuraciones personalizadas en perfiles emocionales. Esta función permite al desarrollador registrar combinaciones específicas de emociones, colores e intensidades con un nombre definido por el usuario a través de un campo de texto y presionar un botón para almacenarla. Internamente, los perfiles son objetos serializados a formato JSON, y se guardan en una ruta persistente (`Application.persistentDataPath`).

Cada perfil (`EmotionProfile`) incluye:

- El nombre del perfil.
- Los valores de los ocho sliders emocionales.

- Los valores RGB del color final calculado.
- La posición del marcador en la rueda emocional.

Un ejemplo de cómo se representa un perfil emocional en formato JSON es el siguiente:

```
{  
  "name": "misterio_sutil",  
  "alegria": 0.0,  
  "miedo": 0.5,  
  "sorpresa": 0.4,  
  "tristeza": 0.2,  
  "ira": 0.1,  
  "asco": 0.0,  
  "desprecio": 0.0,  
  "confianza": 0.3,  
  "lightR": 0.65,  
  "lightG": 0.42,  
  "lightB": 0.78,  
  "markerX": 73.2,  
  "markerY": -149.5  
}
```

Los perfiles emocionales definidos por el usuario se almacenan en un archivo denominado `emotion_profiles.json`, el cual se guarda automáticamente en la ruta persistente del sistema proporcionada por Unity, accesible mediante la propiedad (`Application.persistentDataPath`). Esta ubicación garantiza que los datos se conserven entre sesiones y sean accesibles independientemente del sistema operativo, lo que mejora significativamente la portabilidad del plugin entre distintos entornos de desarrollo o ejecución.

El uso del formato JSON responde a criterios de legibilidad, flexibilidad y compatibilidad. Este formato estructurado y ampliamente adoptado facilita tanto la manipulación automática de los datos por parte del sistema como la edición manual en caso de ser necesario, lo que representa una ventaja importante durante la fase de depuración o ajuste fino de los perfiles emocionales. Además, esta arquitectura de almacenamiento permite implementar funcionalidades adicionales como la carga dinámica de perfiles, su edición desde la interfaz del plugin, la eliminación de perfiles obsoletos o incluso su exportación e importación entre diferentes proyectos. De esta forma, se asegura que el sistema pueda adaptarse de manera eficiente a las necesidades tanto del desarrollador como del motor emocional del juego, fomentando la reutilización y la escalabilidad de las configuraciones emocionales definidas.

5.5. Activación de perfiles emocionales

Una de las funcionalidades más relevantes del plugin es su capacidad de integrarse directamente con la lógica interna del juego mediante la activación programada de perfiles emocionales. Esto permite que los desarrolladores modifiquen la ambientación emocional del entorno en tiempo real y en respuesta a eventos del juego, como la entrada del jugador a una zona específica, la finalización de una misión, o el desencadenamiento de una escena narrativa.

Esta característica convierte al plugin no solo en una herramienta de configuración estática, sino también en un sistema dinámico de ambientación emocional adaptable al gameplay, alineándose con los principios de diseño inmersivo y emocional [34] [5].

Ejemplo de uso en un evento del juego

A continuación se presenta un ejemplo práctico de cómo un desarrollador puede utilizar el plugin para cambiar la ambientación emocional cuando un personaje atraviesa un punto específico del escenario. Este tipo de eventos puede usarse para reforzar el tono emocional de una narrativa o para crear transiciones afectivas entre distintas áreas del juego.

```
using UnityEngine;

public class DoorTrigger : MonoBehaviour
{
    public LightingController lightingController;

    private void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player"))
        {
            lightingController.ActivateProfile("tristeza");
        }
    }
}
```

En este ejemplo, el script DoorTrigger se asigna a un objeto con colisionador en la escena (por ejemplo, una puerta o entrada). Cuando el jugador (identificado mediante la etiqueta "Player") entra en contacto con este objeto, se ejecuta el método ActivateProfile(nombrePerfil) del controlador de iluminación (lightingController), pasando como parámetro el nombre del perfil emocional previamente guardado (en este caso, "tristeza").

La funcionalidad ActivateProfile(nombrePerfil) se encarga de buscar en el archivo emotion_profiles.json el perfil con el nombre proporcionado, cargar sus valores y aplicarlos a la interfaz y a la escena. A continuación, se describe el flujo general del algoritmo:

Algorithm 2 Activación de perfil emocional

Require: nombrePerfil: cadena con el nombre del perfil a activar

- 1: Cargar el archivo emotion_profiles.json
 - 2: Buscar en la lista el perfil con nombre igual a nombrePerfil
 - 3: **if** perfil encontrado **then**
 - 4: **for all** emociones primarias **do**
 - 5: Asignar valor del perfil a cada slider correspondiente
 - 6: **end for**
 - 7: Establecer el color de iluminación desde los valores RGB del perfil
 - 8: Posicionar el marcador emocional en la rueda (X, Y)
 - 9: Aplicar color a objetos con componente EmotionalLight
 - 10: **else**
 - 11: Mostrar mensaje de error: "Perfil no encontrado"
 - 12: **end if**
-

Este algoritmo refleja el funcionamiento interno del método `ActivateProfile()` implementado en el script `LightingController`. Asegura que la carga sea segura (verifica existencia del perfil), visualmente coherente (ajusta sliders y marcador), y funcional (aplica la iluminación directamente). Su simplicidad y modularidad permiten al desarrollador invocarlo en cualquier momento del juego sin necesidad de modificar la interfaz.

Integración con la narrativa y la experiencia emocional

Este tipo de integración permite que la ambientación emocional acompañe y refuerce el desarrollo narrativo. Por ejemplo:

- Al ingresar a una zona de ruinas o cementerio, puede activarse un perfil con tonalidades frías y azuladas para inducir tristeza o melancolía.
- Al completar un objetivo importante, puede activarse un perfil de “alegría” para elevar el ánimo del jugador.
- En situaciones de peligro, puede aplicarse automáticamente un perfil de “miedo” con colores oscuros e iluminación tenue.

Este modelo de interacción emocional-contextual convierte al plugin en un componente clave del diseño de experiencia (UX) dentro del videojuego, al permitir que el entorno responda emocionalmente al comportamiento del jugador o a la evolución del juego.

El método `ActivateProfile(string nombrePerfil)` puede ser invocado desde cualquier script del juego que tenga una referencia al `LightingController`, lo cual ofrece flexibilidad total al diseñador o programador para definir en qué momentos se desea cambiar la ambientación emocional.

En conjunto, esta funcionalidad responde a las necesidades contemporáneas del diseño emocional en videojuegos, donde el entorno debe adaptarse no solo a reglas lógicas, sino también a los estados afectivos deseados, promoviendo una experiencia más envolvente, coherente y significativa para el jugador [2] [7].

5.6. Interfaz gráfica y control emocional

La interfaz gráfica del plugin fue diseñada con un enfoque minimalista, funcional e intuitivo, considerando las necesidades tanto de diseñadores técnicos como de usuarios menos familiarizados con programación. Esta interfaz está integrada directamente dentro del editor de Unity como un Canvas, lo que permite su visualización en modo de ejecución y facilita la interacción en tiempo real con los elementos del escenario.

La estructura y disposición de la interfaz obedecen a principios de usabilidad, carga cognitiva reducida y retroalimentación visual inmediata, elementos esenciales en herramientas de apoyo creativo. La interfaz fue organizada en bloques funcionales que agrupan elementos relacionados por su propósito.

5.6.1. Elementos principales de la interfaz:

- **Sliders para emociones primarias:**

Se presenta un conjunto de ocho controles deslizantes, uno por cada emoción primaria del modelo de Plutchik (alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, asco, ira y anticipación). Cada slider permite al usuario ajustar la intensidad de la emoción correspondiente en un rango de 0 a 1, permitiendo

así una personalización precisa del estado emocional deseado.

Estos sliders están dispuestos verticalmente, agrupados y etiquetados de forma clara. Su modificación en tiempo real activa inmediatamente la recálculo del color emocional, fomentando la experimentación y el diseño iterativo.

- **Campo de texto y botón “Guardar perfil”:**

Esta sección permite al usuario escribir un nombre personalizado para la configuración emocional actual y guardarla como un perfil utilizando el método `SaveProfile()`. El perfil incluye intensidades, color generado y posición del marcador, lo cual facilita su reutilización posterior. Esta funcionalidad fomenta la iteración creativa y la documentación de decisiones emocionales en el diseño de niveles o escenas.

- **Imagen interactiva de la rueda emocional de Plutchik:**

Uno de los elementos más distintivos de la interfaz es la inclusión de una representación visual circular del modelo emocional de Plutchik. Esta rueda permite al usuario seleccionar emociones directamente mediante clics, sin necesidad de manipular los sliders manualmente. La acción de clic activa el método `SetEmotion()`, que ajusta los sliders y reposiciona el marcador según la emoción seleccionada.

Esta forma de navegación visual convierte el proceso de diseño emocional en una experiencia más accesible e intuitiva, facilitando la comprensión conceptual de la relación entre emociones y su representación visual.

- **Marcador visual (`emotionMarker`):**

El marcador actúa como un puntero dinámico que se posiciona automáticamente sobre la rueda emocional, señalando la emoción dominante resultante del cálculo. El sistema también puede actualizar este marcador de forma automática mediante el método `UpdateEmotionMarker()`, cuando se modifica una combinación emocional compleja, ayudando así a mantener una coherencia entre lo numérico y lo visual.

A continuación, se presenta la interfaz gráfica final del plugin desarrollada en Unity. Esta interfaz, basada en un diseño minimalista y funcional, integra controles intuitivos que permiten la gestión emocional mediante sliders, selección visual en la rueda emocional de Plutchik y creación de perfiles personalizados. La imagen muestra cómo se representa visualmente la emoción dominante mediante el marcador dinámico (`emotionMarker`), facilitando así una interacción directa y comprensible con el espacio emocional. Esta implementación refuerza la conexión entre el usuario y el modelo emocional, consolidando una experiencia coherente con los fundamentos del modelo circuplejo de Russell [35] y la teoría de la afectividad de Plutchik.



Figura 5.1: Interfaz gráfica final del plugin

5.6.2. Justificación conceptual del diseño visual

El uso de la rueda emocional como interfaz no solo aporta funcionalidad, sino que responde a principios psicológicos y teóricos sobre cómo se conceptualizan las emociones humanas. Esta representación está inspirada tanto en el modelo circumplejo de Russell [35] como en la estructura circular de Plutchik, que permiten mapear emociones en un espacio bidimensional según su intensidad y relación afectiva.

Incorporar este tipo de visualización no es únicamente una mejora estética, sino una herramienta cognitiva que reduce la carga mental del usuario al ofrecer un marco visual intuitivo [5] [1], el diseño emocional eficaz en videojuegos no depende exclusivamente del contenido narrativo, sino también de las herramientas que permiten moldear y modular dicho contenido con intención emocional.

5.6.3. Experiencia del usuario (UX)

La interfaz está diseñada para **proporcionar retroalimentación inmediata** cualquier cambio en los sliders o en la rueda genera efectos visibles en la escena, fortaleciendo el ciclo de acción-reacción que caracteriza una buena experiencia de usuario. Además, se prioriza la consistencia visual, el uso de colores coherentes con las emociones, y la legibilidad de todos los elementos interactivos.

Este diseño no solo permite al usuario configurar emociones, sino que también invita a explorar y experimentar, lo cual es esencial para el diseño de ambientaciones complejas en videojuegos que busquen modular la experiencia del jugador mediante cambios ambientales sutiles pero significativos [36] [33].

5.7. Manejo de emociones secundarias

Además de las emociones primarias, el plugin contempla un conjunto de emociones secundarias, las cuales se derivan de la combinación de dos emociones básicas, conforme al modelo propuesto por Plutchik (1980). Estas emociones complejas surgen de la interacción entre emociones primarias adyacentes en la rueda emocional, como lo son “amor” (alegría + confianza) o “remordimiento” (tristeza + asco). La inclusión de estas emociones tiene como propósito ampliar la expresividad del sistema y permitir una representación emocional más rica, coherente con el diseño narrativo contemporáneo en videojuegos [1]

A continuación, se presenta una tabla con las emociones secundarias actualmente implementadas y sus respectivas combinaciones:

Emoción secundaria	Combinación de emociones primarias
Amor	Alegría + Confianza
Sumisión	Confianza + Miedo
Susto	Miedo + Sorpresa
Decepción	Sorpresa + Tristeza
Remordimiento	Tristeza + Asco
Desprecio	Asco + Ira
Agresión	Ira + Anticipación
Optimismo	Anticipación + Alegría

Tabla 5.2: Emociones secundarias y sus combinaciones en el modelo de Plutchik

A nivel de implementación, las emociones secundarias se gestionan mediante un diccionario de tipo (`Dictionary<string, string[ ]>`), donde la clave representa la emoción secundaria y el valor es un arreglo de cadenas que contiene las dos emociones primarias que la conforman. Por ejemplo:

```
{ "amor", new string[] { "alegría", "confianza" } }
```

Este enfoque permite mantener la simplicidad del sistema, evitando la necesidad de agregar más controles o sliders a la interfaz. Cuando el usuario selecciona una emoción secundaria, el sistema realiza automáticamente los siguientes pasos:

1. **Ajuste de sliders:** Se asigna un valor intermedio (generalmente 0.5) a cada una de las emociones primarias que componen la emoción secundaria. Esto simula una mezcla proporcional de ambas emociones y activa visualmente los sliders correspondientes en la interfaz.
2. **Cálculo de color resultante:** A través del método `ApplyEmotionalLighting()`, se calcula el color final como una combinación ponderada de los colores asociados a las emociones primarias activadas. Este color se aplica de inmediato a los objetos `EmotionalLight` en la escena, generando una ambientación coherente con la emoción secundaria seleccionada.
3. **Actualización del marcador emocional:** El sistema posiciona el marcador (`emotionMarker`) en una coordenada específica definida para cada emoción secundaria en el diccionario `emotionRanges`. Si la emoción secundaria no tiene una coordenada propia, se calcula el promedio de las coordenadas de sus emociones primarias para determinar su ubicación aproximada en la rueda.
4. **Reflejo visual inmediato:** La interfaz se actualiza en tiempo real, permitiendo al usuario observar cómo la combinación emocional afecta la ambientación del escenario. Esto apoya tanto la validación de la configuración como su ajuste fino posterior si se desea guardar como un nuevo perfil.

Este mecanismo no solo incrementa la capacidad expresiva del plugin, sino que también potencia su utilidad como herramienta de diseño emocional, especialmente en contextos donde se desea modular la atmósfera según eventos narrativos, perfiles de jugador o decisiones dentro del juego. La posibilidad de trabajar con emociones complejas responde a recomendaciones del diseño emocional avanzado en juegos digitales [3] [2].

Por último, es importante resaltar que este sistema permite ampliar fácilmente el conjunto de emociones secundarias simplemente añadiendo nuevas entradas al diccionario correspondiente, sin modificar la estructura base del código ni la interfaz. Esta escalabilidad garantiza que el plugin pueda adaptarse a distintas necesidades creativas o contextos de diseño en proyectos futuros.

5.8. Guardado automático del estado

Uno de los componentes clave del plugin es su capacidad para preservar el estado emocional actual del sistema mediante un mecanismo de guardado automático. Esta funcionalidad fue diseñada con el propósito de garantizar continuidad, consistencia y eficiencia durante el desarrollo y las pruebas de ambientaciones emocionales en escenarios interactivos.

Cada vez que el usuario aplica una nueva configuración emocional —ya sea ajustando sliders manualmente, seleccionando emociones en la rueda de Plutchik o cargando un perfil previamente guardado—, el sistema ejecuta el método `SaveToJson()`, que serializa todos los datos relevantes y los almacena automáticamente en un archivo JSON persistente llamado `settings.json`. Este archivo se guarda en el directorio proporcionado por Unity a través de (`Application.persistentDataPath`), lo que asegura compatibilidad entre diferentes sistemas operativos y sesiones de ejecución.

El archivo `settings.json` incluye la siguiente información estructurada:

- **Intensidad de las emociones primarias:** los valores de cada uno de los sliders (alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, asco, ira y anticipación).
- **Color emocional aplicado:** los valores normalizados del color RGB final que se aplicó a los objetos `EmotionalLight`.
- **Posición del marcador emocional:** coordenadas X e Y del marcador visual dentro de la rueda emocional (`emotionMarker`), que representan gráficamente la emoción dominante o combinada.

Al iniciar una nueva sesión o volver a cargar una escena, el método `LoadFromJson()` es llamado automáticamente desde el evento `Start()`, lo cual permite restaurar de inmediato la ambientación emocional previamente establecida. Esto evita que el usuario deba repetir manualmente la configuración anterior y proporciona una experiencia de trabajo fluida, especialmente útil durante iteraciones de prueba o en proyectos de diseño narrativo emocional prolongado.

Desde el punto de vista del diseño de sistemas, este enfoque responde a principios de persistencia de estado y mejora la ergonomía del flujo de trabajo, características que son especialmente valiosas en herramientas creativas. Al garantizar que los cambios emocionales se mantengan entre sesiones, el plugin no solo respeta las decisiones del diseñador, sino que también favorece la coherencia emocional entre diferentes instancias del juego, incluso en fases tempranas del desarrollo [37].

Capítulo 6

Pruebas

6.1. Diseño de la Evaluación

El proceso de pruebas fue concebido como una etapa crucial para validar tanto el correcto funcionamiento del sistema como su impacto en la experiencia subjetiva de los usuarios. Dado que el propósito principal de la herramienta es gestionar la ambientación de espacios virtuales utilizando principios de Computación Emocional, era fundamental evaluar no solo aspectos técnicos, sino también cómo los cambios ambientales (específicamente en la iluminación) influían en la percepción emocional de los usuarios.

6.1.1. Objetivo de la evaluación

Esta fase tuvo dos objetivos fundamentales:

1. **Evaluar la efectividad funcional** del sistema al generar cambios en la ambientación de los espacios según parámetros emocionales definidos.
2. **Explorar la percepción emocional y la experiencia del usuario** ante dichos cambios, considerando el impacto que estos generan en la inmersión, la evocación emocional y la interpretación subjetiva de los entornos.

6.1.2. Instrumento de evaluación: Encuesta estructurada

Para cumplir con estos objetivos se diseñó un instrumento de recolección de datos basado en una encuesta estructurada, que fue aplicada después de que los usuarios visualizaran un video demostrativo. Este video ilustraba el funcionamiento del sistema mediante la presentación de seis espacios virtuales distintos, cada uno con una configuración de iluminación diferente orientada a evocar una emoción específica (como alegría, miedo, tristeza, etc).

La encuesta fue diseñada con base en los principios de evaluación de la experiencia de usuario (UX) y estudios previos sobre la relación entre iluminación y emociones, y constaba de preguntas tanto cuantitativas como cualitativas. Las preguntas cerradas permitían obtener métricas comparables sobre las percepciones, mientras que la pregunta abierta buscaba recoger impresiones más subjetivas, matices personales y comentarios espontáneos sobre la experiencia.

6.1.3. Revisión y depuración del cuestionario

Durante la fase inicial de diseño del instrumento, se elaboró una lista preliminar de preguntas orientadas a evaluar distintos aspectos del sistema, incluyendo:

- La fidelidad de los cambios visuales generados por la herramienta.
- La claridad de la relación entre ambiente y emoción.
- La facilidad de interpretación del video como medio evaluativo.

Sin embargo, tras realizar un análisis con base en los objetivos del proyecto, se decidió eliminar las preguntas más orientadas a comprobar el funcionamiento técnico del sistema porque no aportaban de forma directa a la evaluación emocional del usuario. Dado que se optó por presentar la herramienta mediante un video, y no a través de una experiencia interactiva directa, se priorizó la percepción emocional generada en el espectador por sobre la validación técnica del uso del sistema.

6.1.4. Contenido de la Encuesta

La versión inicial de la encuesta constaba de nueve preguntas, las cuales fueron posteriormente reorganizadas para alinearse mejor con los objetivos de evaluación emocional del proyecto. A continuación, se presenta una tabla que resume el contenido original de cada pregunta, si fue conservada o eliminada, y su categoría temática en la versión final del cuestionario.

Pregunta original	Contenido resumido	Estado final	Categoría temática
Pregunta 1	¿Qué tan emocional te pareció el cambio de iluminación entre los espacios?	Eliminada	No aporta significativamente a los objetivos
Pregunta 2	¿Crees que los cambios de luz transmitieron emociones diferentes en cada espacio?	Conservada	Percepción emocional general
Pregunta 3	¿Qué emoción te transmitió más cada ambiente según su iluminación?	Conservada	Identificación emocional específica por espacio
Pregunta 4	¿Los cambios de luz te parecieron adecuados para comunicar una atmósfera emocional distinta?	Conservada	Percepción emocional general
Pregunta 5	¿Qué tanto te ayudó la iluminación a imaginar o sentir una historia o atmósfera?	Conservada	Participación imaginativa e inmersión
Pregunta 6	¿Cuál fue el espacio cuya iluminación te generó una mayor respuesta emocional?	Conservada	Evaluación de impacto emocional por espacio
Pregunta 7	En una escala del 1 al 5, ¿qué tan bien lograron los cambios de luz generar una atmósfera emocional?	Conservada	Valoración cuantitativa de la efectividad emocional
Pregunta 8	¿Qué tan relevante te pareció el cambio de iluminación para modificar la percepción del espacio?	Conservada	Valoración cuantitativa de la efectividad emocional
Pregunta 9	¿Tienes algún comentario sobre lo que sentiste o percibiste al ver el video?	Conservada	Observaciones cualitativas del usuario

Tabla 6.1: Resumen de reorganización y categorización de las preguntas de la encuesta

Las preguntas fueron formuladas utilizando escalas del 1 al 5 y selección múltiple, lo que permitió obtener datos objetivos sobre tendencias y preferencias. Adicionalmente, la pregunta abierta del final ofreció una ventana para captar respuestas emocionales espontáneas, reflexiones subjetivas y posibles recomendaciones.

La encuesta fue aplicada individualmente después de que cada participante observó el video demostrativo, el cual tenía una duración aproximada de 41 segundos. Antes de iniciar, se brindó una breve introducción sobre el propósito de la prueba y se solicitó a los participantes que se enfocaran en lo que sentían, percibían o imaginaban a partir de los cambios de iluminación mostrados en cada escena. Se evitó proporcionar pistas emocionales para no sesgar las respuestas.

6.2. Ejecución y Resultados de las Pruebas

Una vez finalizado el desarrollo del prototipo, se aplicó la encuesta diseñada a un grupo de 16 participantes, quienes visualizaron previamente un video demostrativo con seis espacios virtuales diferentes. Cada espacio fue ambientado mediante iluminación diseñada para evocar una emoción específica. A continuación, se detallan los resultados y análisis de cada pregunta de la encuesta.

6.2.1. Pregunta 1: ¿Crees que los cambios de luz transmitieron emociones diferentes en cada espacio?

Esta primera pregunta fue clave para evaluar si los participantes podían reconocer diferencias emocionales entre los espacios únicamente mediante la iluminación. Los resultados mostraron que el 50 % de los encuestados respondió “Sí, claramente”, mientras que un 43,75 % respondió “Sí, pero de forma sutil”. Solo un pequeño porcentaje (6,25 %) manifestó dudas o inseguridad al respecto, seleccionando “No estoy seguro/a”.

1. ¿Crees que los cambios de luz transmitieron emociones diferentes en cada espacio?

16 respuestas

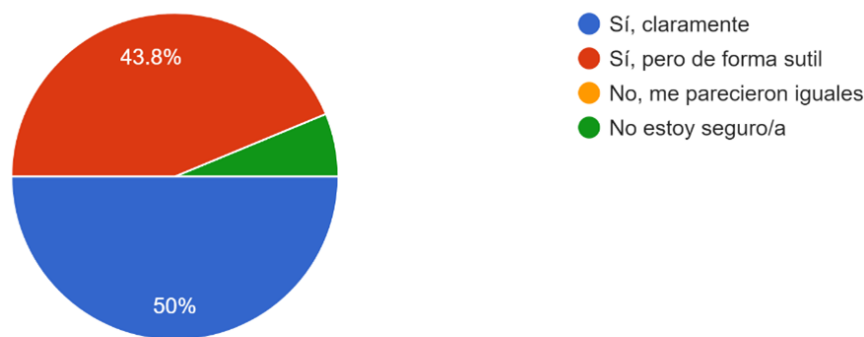


Figura 6.1: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta

Estos datos sugieren que el sistema logró generar atmósferas lumínicas suficientemente distintas como para ser interpretadas emocionalmente de forma diferenciada. La percepción clara o sutil depende en gran parte de factores individuales como la sensibilidad emocional, la experiencia previa con medios audiovisuales y la capacidad de lectura afectiva de estímulos visuales. Además, estos resultados validan una hipótesis central del proyecto: que la modificación controlada de la iluminación puede evocar distintas emociones en un mismo espacio estructural, sin necesidad de cambiar el contenido visual base.

De acuerdo con estudios en psicología del color y percepción emocional, los seres humanos están condicionados a responder afectivamente ante ciertos patrones de luz, como la intensidad, la temperatura cromática y la dinámica de cambio [38] [39]. Estos patrones pueden modular de forma efectiva el estado emocional del espectador o inducir asociaciones afectivas diferenciadas entre entornos. La mayoría de los participantes identificó con claridad cambios emocionales entre los espacios iluminados, lo que confirma que la herramienta logra cumplir su objetivo de diferenciar emocionalmente los ambientes virtuales mediante iluminación.

6.2.2. Pregunta 2: ¿Qué emoción predominante te transmitió cada espacio según su iluminación?

En esta pregunta se solicitó a los participantes seleccionar una emoción dominante para cada uno de los seis espacios mostrados. El objetivo fue identificar la capacidad del sistema para inducir emociones específicas mediante la iluminación, en lugar de simplemente evocar una respuesta emocional general.

Los resultados revelaron patrones significativos:

- El **Espacio 1** fue mayoritariamente asociado con alegría (11 menciones), seguido por optimismo.
- El **Espacio 2** mostró una respuesta notablemente unánime: tristeza fue mencionada por el 75 % de los encuestados.
- Los **Espacios 3 a 6** presentaron respuestas más dispersas. Aunque optimismo fue frecuente en varios, también se identificaron emociones como amor, ira y miedo, sin un claro consenso.

Este comportamiento evidencia que la claridad emocional fue más alta en las emociones básicas (alegría y tristeza), mientras que las emociones secundarias o más abstractas (como amor, optimismo o ira) resultaron más difíciles de consensuar entre los participantes.

2. ¿Qué emoción predominante te transmitió cada espacio según su iluminación?

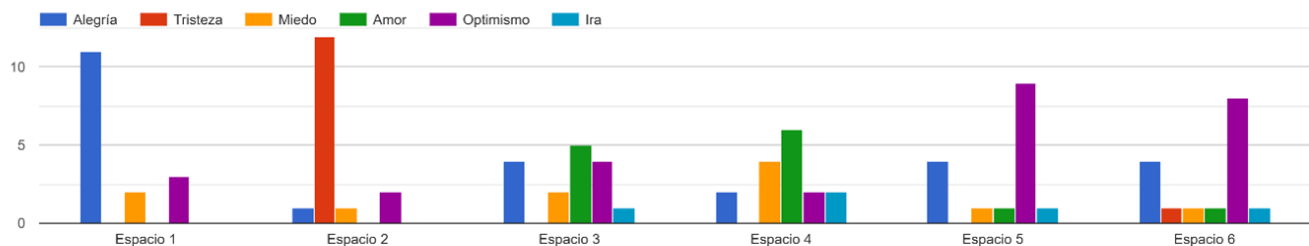


Figura 6.2: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta

La teoría de las emociones básicas de Paul Ekman [40] sostiene que ciertas emociones son universales y fácilmente reconocibles, incluso en contextos mínimos o no verbales. En contraste, emociones más complejas o matizadas son culturalmente moduladas y altamente dependientes del contexto [41]. Esto se alinea con los resultados observados: las emociones con una base fisiológica clara (tristeza y alegría) fueron más identificables, mientras que otras más subjetivas o ambiguas mostraron variabilidad.

Adicionalmente, estudios sobre iluminación emocional [42] [43] indican que la temperatura del color y la saturación influyen en la asociación con emociones específicas. Por ejemplo, luces cálidas y brillantes tienden a asociarse con alegría, mientras que luces frías y atenuadas con tristeza o calma.

El sistema es efectivo al comunicar emociones básicas a través de la iluminación, pero las emociones más complejas requieren contextualización adicional (como narrativa, música o interacción) para ser identificadas de forma uniforme por distintos usuarios.

6.2.3. Pregunta 3: ¿Los cambios de luz te parecieron adecuados para comunicar una atmósfera emocional distinta en cada espacio?

Esta pregunta se enfocó en evaluar la adecuación percibida entre el tipo de iluminación y la emoción esperada en cada ambiente. El 56,25 % de los encuestados consideró que los cambios fueron “muy adecuados”, mientras que el 31,25 % los consideró “algo adecuados”. Solo un 12,5 % respondió que fueron “poco” o “nada” adecuados.

3. ¿Los cambios de luz te parecieron adecuados para comunicar una atmósfera emocional distinta en cada espacio?

16 respuestas

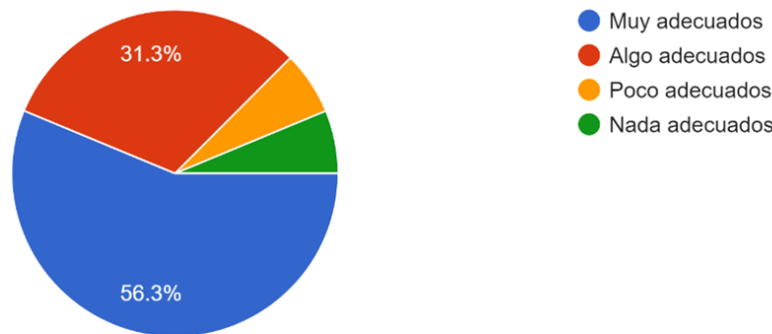


Figura 6.3: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta

Esto demuestra una alta percepción de coherencia entre los elementos visuales utilizados y el objetivo emocional del sistema. La iluminación fue reconocida como un recurso expresivo con propósito claro y no como una decoración visual aleatoria o decorativa.

Es probable que los espacios donde las emociones fueron mejor identificadas (como el Espacio 1 o el Espacio 2) hayan contribuido significativamente a esta evaluación positiva. Cuando hay coherencia entre estímulo e interpretación, los usuarios tienden a evaluar más favorablemente la adecuación del diseño. Esto también puede estar relacionado con el uso de contrastes marcados o dinámicas de luz progresivas, que facilitan la lectura emocional del entorno.

En diseño emocional, la congruencia entre estímulo y expectativa del usuario es un factor determinante para la percepción de calidad emocional [44]. Si un entorno transmite una emoción de forma clara, el usuario evalúa la experiencia como más auténtica y efectiva.

Los participantes percibieron los cambios de iluminación como apropiados para comunicar atmósferas emocionales diferenciadas, lo cual valida el diseño visual del sistema como herramienta emocional efectiva.

6.2.4. Pregunta 4: ¿Qué tanto te ayudó la iluminación a imaginar o sentir una historia o atmósfera en el espacio?

Esta pregunta evalúa no solo la percepción emocional, sino también la capacidad narrativa de la iluminación, es decir, si los cambios lumínicos fueron lo suficientemente evocadores como para inducir al espectador a construir una historia o imaginar una atmósfera más allá de lo visual. El 50 % de los participantes respondió “Mucho”, mientras que el 37,5 % indicó “Algo”. Solo un 12,5 % manifestó que la iluminación les ayudó “poco”.

4. ¿Qué tanto te ayudó la iluminación a imaginar o sentir una historia o atmósfera en el espacio?

16 respuestas

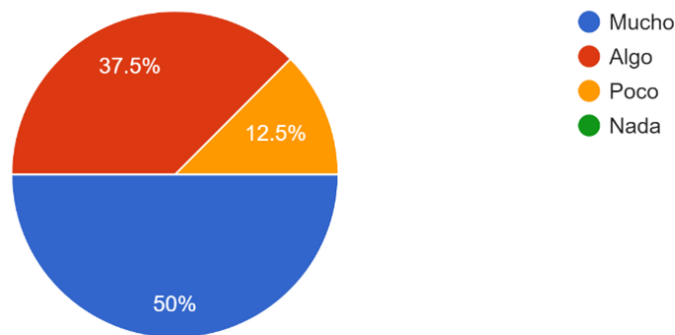


Figura 6.4: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta

Estos resultados revelan que la luz, más allá de su función perceptual, funcionó como un gatillo narrativo o emocional, que permitió a los participantes imaginar situaciones, sensaciones o tramas implícitas. Este tipo de experiencia es especialmente valioso en videojuegos y entornos virtuales inmersivos, donde el diseño ambiental debe facilitar la inmersión emocional y la conexión con el entorno.

En diseño de experiencia, la iluminación se considera un elemento clave para la creación de atmósferas afectivas que guían la interpretación emocional del espacio [45] [46]. La capacidad de una iluminación para sugerir historias o sentimientos está estrechamente ligada a su intensidad, dinámica y coloración, como señalan estudios en diseño escénico y cinematografía emocional.

La mayoría de los participantes encontró que la iluminación contribuyó significativamente a imaginar atmósferas o historias, lo cual evidencia que el sistema no solo comunica emoción, sino que también promueve la inmersión y evocación narrativa, un elemento crucial en el diseño emocional de experiencias digitales.

6.2.5. Pregunta 5: ¿Cuál fue el espacio cuya iluminación te generó una mayor respuesta emocional?

Esta pregunta buscaba identificar cuál de los seis espacios virtuales provocó una respuesta emocional más intensa en los participantes, independientemente de la emoción experimentada. Los resultados mostraron que:

- El Espacio 4 fue el más seleccionado, con un 31,25 % de las respuestas.
- Le siguió el Espacio 2, con un 25 %.
- Los Espacios 1, 3 y 6 obtuvieron 12,5 % cada uno.
- El Espacio 5 fue el menos mencionado, con un 6,25 %.

5. ¿Cuál fue el espacio cuya iluminación te generó una mayor respuesta emocional?

16 respuestas

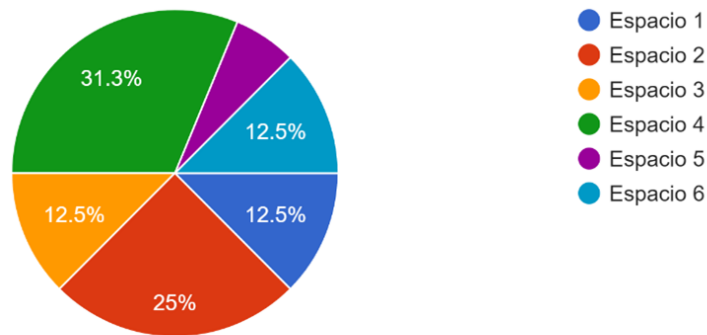


Figura 6.5: Resultados de la pregunta 5 de la encuesta

Este comportamiento sugiere que ciertos ambientes lumínicos fueron percibidos como más impactantes emocionalmente, bien sea por su intensidad, contraste, colorimetría, o combinación de estos elementos. En particular, el Espacio 4 (que fue asociado con emociones como amor, miedo, optimismo e incluso ira) parece haber provocado reacciones más complejas o intensas. Por su parte, el Espacio 2 destacó por su claridad al transmitir tristeza, una emoción que tiende a tener un fuerte impacto afectivo.

La respuesta emocional a un espacio no solo depende de la emoción que pretende transmitir, sino también de cómo esa emoción resuena con la experiencia personal del usuario. Un ambiente que evoca tristeza puede ser más potente emocionalmente para algunos individuos que uno que evoca alegría, dependiendo del contexto psicológico y emocional en que se encuentren.

la experiencia emocional no surge exclusivamente del estímulo externo, sino de una construcción subjetiva que depende de las experiencias previas, el contexto psicológico y la interpretación conceptual que hace cada individuo. Por ello, un mismo entorno diseñado para evocar tristeza puede provocar respuestas más intensas o distintas según la historia emocional del observador. [47]

La iluminación del Espacio 4 fue la que generó mayor impacto emocional entre los usuarios, lo cual podría deberse a su carácter más complejo o ambiguo. Esto refuerza la idea de que la iluminación no solo comunica emociones específicas, sino que también puede provocar experiencias emocionales intensas y multifacéticas.

6.2.6. Pregunta 6: En una escala del 1 al 5, ¿qué tan bien lograron los cambios de luz generar una atmósfera emocional diferente?

Esta pregunta solicitó a los participantes una valoración cuantitativa del **grado de efectividad emocional** de los cambios de luz entre los espacios. Los resultados fueron los siguientes:

- 43,75 % calificaron con un 4.
- 31,25 % asignaron la nota máxima (5).
- 18,75 % respondieron con un 3.
- Solo un 6,25 % otorgó un 2.
- Ningún participante seleccionó la calificación mínima (1).

6. En una escala del 1 al 5, ¿Qué tan bien lograron los cambios de luz generar una atmósfera emocional diferente?

16 respuestas

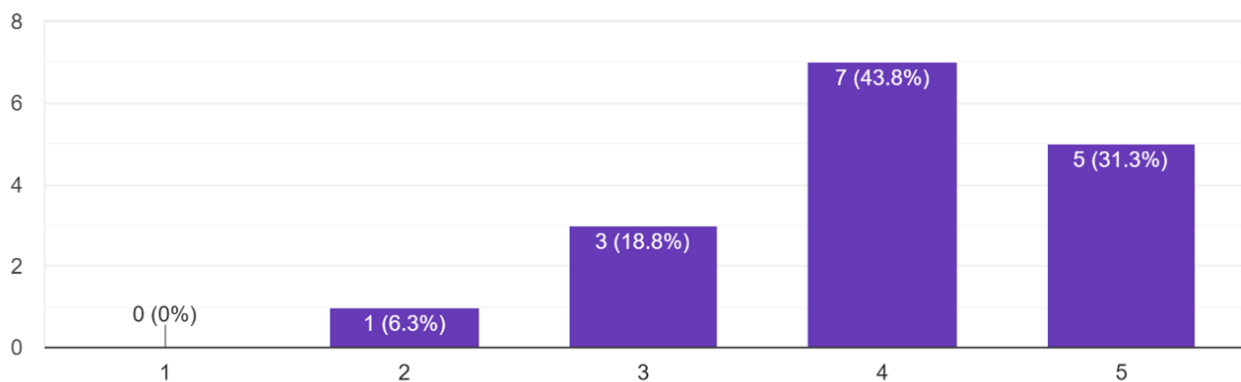


Figura 6.6: Resultados de la pregunta 6 de la encuesta

Estos resultados indican una valoración altamente positiva, con el 75 % de los participantes ubicando su respuesta en la parte alta de la escala (4 o 5). La percepción general fue que los cambios de luz lograron cumplir el objetivo de generar atmósferas emocionales diferenciadas entre los distintos entornos.

Es importante notar que las puntuaciones intermedias (especialmente el 3) podrían interpretarse no como insatisfacción, sino como una percepción de que algunos ambientes fueron más exitosos que otros. Este tipo de respuesta puede reflejar variaciones naturales en la claridad emocional de los espacios o diferencias en la sensibilidad del observador.

La mayoría de los participantes reconoció que los cambios de luz fueron eficaces para generar atmósferas distintas, lo que valida el diseño emocional del sistema desde un enfoque cuantitativo.

6.2.7. Pregunta 7: ¿Qué tan relevante te pareció el cambio de iluminación para modificar la percepción del mismo espacio?

Esta pregunta se enfocó en medir el grado en que los participantes perciben la influencia de la iluminación sobre la experiencia espacial, es decir, si la luz fue vista como un elemento capaz de transformar el ambiente sin modificar su estructura.

Las respuestas fueron las siguientes:

- 50 % seleccionaron la calificación máxima (5).
- 31,25 % optaron por un 4.
- El 12,5 % eligió 3, y un 6,25 % marcó 2.
- Nadie seleccionó la puntuación mínima (1).

7. En una escala del 1 al 5, ¿Qué tan relevante te pareció el cambio de iluminación para modificar la percepción del mismo espacio?

16 respuestas

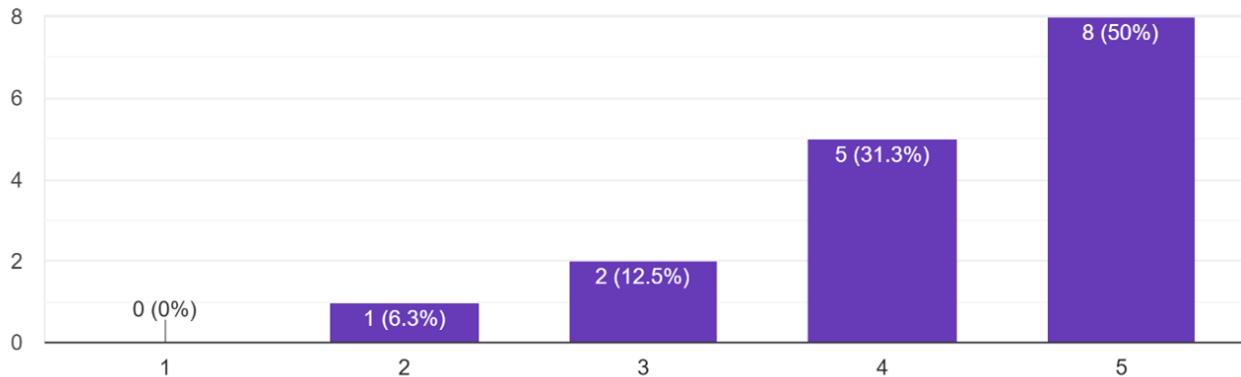


Figura 6.7: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta

Esto indica que el 81,25 % de los participantes percibió la iluminación como un elemento altamente relevante para modificar la percepción espacial, incluso cuando la arquitectura o distribución del espacio permanecía constante.

La percepción del espacio está fuertemente influenciada por la luz, tal como lo demuestran estudios en arquitectura emocional y diseño escénico. La iluminación no solo define volúmenes y límites, sino que también activa juicios afectivos sobre los espacios [45] [46]. Además, la luz puede alterar la percepción de profundidad, amplitud, textura e incluso seguridad, lo que explica su enorme poder transformador.

La iluminación fue percibida como un recurso altamente eficaz para modificar la experiencia emocional y perceptual de un mismo entorno, confirmando su papel central en la narrativa espacial del sistema.

6.2.8. Pregunta 8: ¿Tienes algún comentario sobre lo que sentiste o percibiste al ver el video?

Esta fue una pregunta de respuesta abierta, cuyo objetivo era captar impresiones subjetivas, matices emocionales y reacciones espontáneas de los participantes. Si bien la tasa de respuesta fue baja, al menos un comentario resultó especialmente relevante: “La iluminación es clave para la percepción de emociones y ligar sentimientos a un espacio o momento vivido en una situación.” Este tipo de afirmación, aunque breve, ofrece una validación cualitativa de los objetivos del sistema. No solo reconoce la iluminación como un recurso estético, sino como un elemento esencial en la construcción emocional de los espacios. La ausencia de comentarios negativos también sugiere que la experiencia general fue positiva o satisfactoria para la mayoría de los usuarios.

La baja participación en esta sección puede deberse a la naturaleza no verbal del estímulo (un video sin narrativa textual) o a la brevedad del instrumento. Sin embargo, los comentarios recibidos coinciden con las conclusiones de las preguntas cerradas, ofreciendo un respaldo cualitativo coherente.

Los comentarios abiertos refuerzan la percepción de la iluminación como un canal emocional clave, confirmando que el sistema logró conectar afectivamente con los usuarios, al menos en los aspectos visuales evaluados.

6.3. Pruebas de Rendimiento

Con el propósito de evaluar de manera objetiva el impacto que podría generar el plugin de gestión emocional en el rendimiento general del motor de juego, se diseñó una serie de pruebas orientadas a medir su comportamiento bajo diferentes niveles de carga computacional. Estas pruebas buscaban responder a la pregunta de si el incremento en la cantidad de luces emocionales activas simultáneamente podría ocasionar caídas en la tasa de fotogramas, ralentizaciones o degradaciones en la experiencia visual.

El procedimiento consistió en utilizar un mismo escenario de referencia, manteniendo constante tanto la configuración gráfica como el hardware empleado. Sobre este escenario, se ejecutaron cinco pruebas independientes, variando únicamente el número de luces emocionales 5, 10, 20, 50 y 100. En cada caso, las luces fueron distribuidas de manera que cubrieran diferentes áreas del entorno, simulando una posible aplicación real dentro de un videojuego.

Los resultados fueron consistentes en todos los escenarios: incluso al alcanzar el máximo nivel de carga con 100 luces emocionales activas simultáneamente, el rendimiento del motor Unity no presentó variaciones significativas en comparación con escenarios de menor cantidad de luces. Más allá de la complejidad que implica para el motor procesar un número tan elevado de elementos lumínicos, el comportamiento se mantuvo estable y sin pérdidas perceptibles en la fluidez o en la calidad visual. Esto permite concluir que el plugin es óptimo en su desempeño, capaz de operar en condiciones de alta demanda sin generar un impacto apreciable en la experiencia del usuario.

Esta ausencia de impacto significativo en el rendimiento se explica principalmente porque el plugin no ejecuta procesos paralelos que compitan directamente con el motor gráfico durante el renderizado. En cambio, su funcionamiento se limita a la gestión y configuración de parámetros lumínicos sin añadir carga de procesamiento en tiempo real que afecte la tasa de fotogramas. Por lo tanto, el motor gráfico puede manejar la carga lumínica adicional sin degradar el rendimiento general del sistema.

Las pruebas realizadas confirman que la incorporación de un número elevado de luces emocionales no compromete la estabilidad ni el rendimiento general del sistema. Esto respalda la viabilidad de la herramienta para ser utilizada en entornos de mayor complejidad visual, sin que la calidad de la experiencia de usuario se vea afectada.

En los Anexos se incluyen los videos de cada escenario de prueba como evidencia visual directa de los resultados obtenidos.

Capítulo 7

Conclusiones

7.1. Conclusiones

A partir del diseño, implementación y validación de una herramienta para la gestión emocional de entornos virtuales mediante iluminación, este trabajo de grado permitió comprobar que los entornos virtuales pueden ser emocionalmente modulables a través de parámetros ambientales, sin necesidad de modificar su estructura física o narrativa. En particular, se demostró que la iluminación, cuando es cuidadosamente diseñada, tiene el potencial de evocar emociones específicas y modificar la percepción del usuario sobre un espacio, lo que confirma su valor como un componente activo en la construcción de experiencias inmersivas.

El proceso de desarrollo fue abordado desde una perspectiva estructurada, comenzando con una etapa de diseño conceptual simple, en la cual se definieron las emociones base a transmitir, inspiradas en el modelo de Plutchik (alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, asco, ira y anticipación). A partir de estas emociones se asociaron colores, intensidades, direcciones y tipos de luz con características emocionales. Esta decisión no solo facilitó el desarrollo técnico posterior, sino que también permitió mantener una línea estética coherente y una lógica perceptual fácil de traducir en código.

Posteriormente, en la fase de construcción funcional, se implementó la herramienta en el motor Unity, integrando controladores de iluminación que permiten modificar dinámicamente los parámetros de un entorno. Se priorizó un diseño ligero y minimalista, enfocado en la eficiencia de ejecución y la claridad de uso, evitando el sobrecargado visual o el uso de efectos que pudieran interferir con la percepción emocional pura del entorno. La elección de este enfoque fue clave, pues permitió garantizar que cualquier respuesta emocional del usuario se originara en la iluminación y no en otros elementos distractores.

La herramienta fue sometida a una evaluación empírica con usuarios mediante una encuesta aplicada después de visualizar un video demostrativo de seis espacios iluminados con configuraciones distintas. Esta estrategia metodológica permitió controlar el estímulo presentado y recoger datos cuantitativos y cualitativos sobre la percepción emocional inducida. Los resultados mostraron que los usuarios fueron capaces de distinguir claramente entre diferentes atmósferas emocionales, incluso en ausencia de contenido narrativo, auditivo o interactivo. El 93,75 % de los participantes percibió diferencias emocionales claras o sutiles entre los espacios, y el 87,5 % consideró que los cambios de iluminación fueron adecuados o muy adecuados para comunicar atmósferas distintas.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la efectividad diferencial según el tipo de emoción. Emociones básicas como la alegría y la tristeza fueron fácilmente identificadas por la mayoría de los usuarios.

Esto puede explicarse desde la psicología de la percepción, la cual ha establecido que emociones primarias tienen correlatos sensoriales universales, como colores cálidos y brillantes para la alegría, o fríos y atenuados para la tristeza. Por otro lado, emociones como el amor, el optimismo o la ira fueron más ambiguas en su identificación, lo que evidencia la necesidad de enriquecer el contexto perceptual para este tipo de emociones. Este hallazgo coincide con teorías como la de Barrett [47], que propone que las emociones no son fijas ni universales, sino que se construyen en función del contexto, la experiencia pasada y el conocimiento conceptual de cada persona.

Asimismo, se identificó que la iluminación fue percibida no solo como una fuente de emoción, sino también como una herramienta narrativa. El 87,5 % de los participantes manifestó que la luz les ayudó a imaginar una atmósfera o historia. Este resultado valida el potencial de la herramienta como soporte para experiencias inmersivas sin necesidad de guión, texto o interacción explícita. La luz se convierte así en un lenguaje no verbal que guía la experiencia del usuario, un enfoque de diseño cada vez más relevante en videojuegos.

Otra conclusión destacable es la alta valoración de la iluminación como modulador del espacio. La mayoría de usuarios indicó que los mismos entornos fueron percibidos como distintos gracias a la iluminación, lo que confirma que este recurso puede modificar radicalmente la experiencia sin alterar los modelos 3D ni el contenido visual del juego. Esto tiene implicaciones importantes para el diseño de videojuegos, ya que permite ahorrar recursos y reutilizar escenarios sin sacrificar variedad emocional.

Desde una perspectiva técnica, el desarrollo de esta herramienta demostró que es posible construir una solución modular y adaptable dentro de un motor comercial como Unity. La arquitectura desarrollada permite escalar el sistema, incorporando nuevas emociones, transiciones programadas o incluso interfaces para ser manipuladas en tiempo real por el juego o por el usuario. Este enfoque abre el camino a una integración más profunda con técnicas de inteligencia artificial afectiva, donde la iluminación podría adaptarse automáticamente según el estado emocional detectado en el jugador, a través de sensores o comportamiento de juego.

En el aspecto investigativo, el desarrollo de este trabajo de grado permitió integrar conocimientos de computación emocional, diseño de experiencia de usuario, percepción visual y teoría del color, para construir un sistema funcional y evaluable. Además, evidenció la importancia de diseñar experiencias digitales no solo desde la funcionalidad o la jugabilidad, sino desde su capacidad emocional y simbólica.

Finalmente, puede concluirse que el objetivo general de este trabajo de grado fue cumplido con éxito. Se diseñó, construyó y validó una herramienta funcional capaz de gestionar ambientes emocionales en entornos virtuales mediante iluminación, y se demostró empíricamente que esta herramienta tiene efectos claros sobre la percepción y la experiencia del usuario. Además, se generó nuevo conocimiento aplicable a otros campos del diseño emocional, como la realidad virtual, la educación inmersiva o la arquitectura sensorial.

En definitiva, este trabajo de grado demuestra que la ambientación emocional en videojuegos puede ir más allá del diseño gráfico o la narrativa explícita, y que elementos como la luz pueden convertirse en los verdaderos protagonistas de la experiencia emocional interactiva.

Capítulo 8

Trabajos futuros

8.1. Trabajos futuros

El desarrollo de esta herramienta marca un primer paso en la integración de la computación emocional con la ambientación dinámica en entornos virtuales. Sin embargo, el alcance de este trabajo de grado abre una serie de líneas de trabajo que podrían enriquecer y expandir significativamente la propuesta.

1. Una primera línea de evolución consiste en incorporar **sonido o música emocional** como complemento de la iluminación. Estudios en neurociencia afectiva y diseño multisensorial han demostrado que la combinación de estímulos auditivos y visuales puede potenciar la evocación emocional y mejorar la inmersión del usuario. Así, futuras versiones de la herramienta podrían incluir la posibilidad de seleccionar paisajes sonoros acordes a cada emoción, o permitir una sincronización dinámica entre música e iluminación.
2. Llevar la herramienta hacia **entornos interactivos en tiempo real**, donde el jugador no sea un espectador pasivo, como ocurrió en las pruebas con video, sino un agente activo dentro del escenario. Esto permitiría evaluar cómo la ambientación emocional afecta la toma de decisiones, la navegación y el involucramiento en tareas lúdicas o narrativas, profundizando así en el diseño emocional centrado en el jugador.
3. Se propone desarrollar una **versión de la herramienta compatible con sistemas de reconocimiento emocional en tiempo real**, a través de tecnologías como visión por computadora, análisis facial o sensores biométricos. De este modo, sería posible adaptar dinámicamente la ambientación del juego al estado emocional actual del usuario, generando experiencias personalizadas, sensibles y adaptativas.
4. Una propuesta con alto potencial innovador es la creación de una **herramienta que, mediante inteligencia artificial generativa, sugiera automáticamente cambios en la escena** a partir del análisis visual de su composición. Esta IA podría analizar una imagen estática del entorno virtual (o incluso una captura en tiempo real) y, con base en la emoción objetivo definida por el diseñador, generar recomendaciones sobre ajustes en la iluminación, colorimetría, distribución espacial o atmósfera. Este tipo de solución podría entrenarse con conjuntos de datos etiquetados emocionalmente o emplear modelos de difusión generativa para proponer estilos visuales emocionales coherentes. La implementación de una IA de este tipo tendría aplicaciones en diseño de videojuegos, escenografía virtual, educación artística y creación de contenido automatizado.
5. Aplicar la herramienta a **otros contextos más allá del entretenimiento**, como la educación inmersiva, la terapia emocional, la meditación guiada o la estimulación cognitiva. Por ejemplo,

la ambientación emocional podría utilizarse para facilitar el aprendizaje en entornos virtuales al modular el estado de ánimo del usuario, o para inducir estados de calma o activación en sesiones de realidad virtual terapéutica.

6. Otro trabajo futuro relevante sería el desarrollo de un **editor visual avanzado**, que permita al diseñador ver en tiempo real los efectos emocionales de las configuraciones que va aplicando a cada entorno, con retroalimentación visual y, eventualmente, con predicciones emocionales automáticas. Esta herramienta serviría como puente entre la teoría del diseño emocional y la práctica creativa, facilitando la creación de ambientes ricos y expresivos sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.

En resumen, este trabajo de grado sienta las bases para una línea de investigación interdisciplinaria que une la inteligencia artificial, el diseño emocional, la experiencia de usuario y la interacción hombre-máquina, y que puede ser ampliada en múltiples direcciones tanto tecnológicas como sociales, artísticas y educativas.

Capítulo 9

Bibliografía

- [1] H. Jenkins, “Game design as narrative architecture,” in *First Person: New Media as Story, Performance, and Game* (P. Harrigan and N. Wardrip-Fruin, eds.), pp. 118–130, MIT Press, 2004.
- [2] J. H. Murray, *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*. MIT Press, 1997.
- [3] J. Juul, *Half-Real: Video Games between Real Rules and Fictional Worlds*. MIT Press, 2005.
- [4] R. W. Picard, “Affective computing,” Tech. Rep. Technical Report No. 321, MIT Media Lab Perceptual Computing Section, 1997.
- [5] G. Calleja, *In-Game: From Immersion to Incorporation*. MIT Press, 2011.
- [6] R. Plutchik, *Emotion: A psychoevolutionary synthesis*. Harper & Row, 1980.
- [7] C. Klimmt, D. Hefner, and P. Vorderer, *The Role of Emotions in Video Game Enjoyment*. Routledge, 2009.
- [8] P. Vorderer, C. Klimmt, and U. Ritterfeld, *Enjoyment: At the Heart of Media Entertainment*. Lawrence Erlbaum Associates, 2004.
- [9] G. Calleja, “Digital games as designed experience: Reframing the concept of immersion,” in *Proceedings of DiGRA 2011 Conference: Think Design Play*, 2011.
- [10] L. Croissant, N. M. B. Russell, M. J. Black, and R. Schaefer, “Chain-of-emotion: An emotionally coherent architecture for llm-based agents,” *arXiv preprint arXiv:2309.05076*, 2023.
- [11] K. Isbister and N. Schaffer, *Game usability: Advancing the player experience*. Morgan Kaufmann, 2008.
- [12] Y. Jiang, “Emotional simulation in game ai and its impact on player experience,” *International Journal of Game Theory and Design*, 2024.
- [13] L. E. e. a. Nacke, “Affective ludology, flow and immersion in a first-person shooter: Measurement of player experience,” *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, vol. 2, no. 1, pp. 61–82, 2010.
- [14] C. Liu, M. Tapia, and K. Wu, “Mobile game evaluation method based on data mining of affective time series,” *Sensors*, vol. 23, no. 9, p. 2756, 2023.
- [15] M. Slater and M. V. Sanchez-Vives, “Enhancing our lives with immersive virtual reality,” *Frontiers in Robotics and AI*, vol. 3, p. 74, 2016.

- [16] C. Rodríguez and A. Méndez, “Adaptive virtual environments using eeg and ai: Enhancing emotional immersion,” *Electronics*, vol. 11, no. 2043, 2022.
- [17] L. e. a. Nacke, “Player experience and deceptive expectations in a serious game context,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2011.
- [18] S. Habibi, M. S. Goodman, and L. Zhang, “Empathetic ai for serious games: Detecting and regulating emotions in real-time,” *arXiv preprint arXiv:2302.09070*, 2023.
- [19] D. e. a. Gómez-Aguilar, “The importance of setting in video games: A systematic literature review,” *Entertainment Computing*, vol. 34, p. 100369, 2020.
- [20] E. Brown and P. Cairns, “A grounded investigation of game immersion,” in *Proceedings of the Third International Conference on Entertainment Computing*, 2004.
- [21] G. Santiago, J. Aguilar, and R. García, “Emotion-recognition system for smart environments using acoustic information,” *Information*, vol. 15, no. 11, p. 677, 2024.
- [22] R. S. Lazarus and B. N. Lazarus, *Passion and reason: Making sense of our emotions*. Oxford University Press, 2014.
- [23] A. N. Specified, “Predicting game-induced emotions using eeg, data mining and machine learning,” *Bulletin of the National Research Centre*, vol. 48, p. 57, 2024.
- [24] J. e. a. Velasquez, “Emotion recognition systems in hci: A systematic review,” *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 10, no. 2, pp. 145–159, 2019.
- [25] P. Kozlov, A. Akram, and P. Shamoï, “Fuzzy approach for audio-video emotion recognition in computer games for children,” *arXiv preprint arXiv:2309.00138*, 2023.
- [26] H. e. a. Zheng, “Emotion recognition for digital games: A systematic review,” *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, vol. 10, no. 4, pp. 381–395, 2018.
- [27] L. Matsouliadis, E. Siamtanidou, N. Vryzas, and C. Dimoulas, “Speech emotion recognition and serious games: An entertaining approach for crowdsourcing annotated samples,” *Information*, vol. 16, no. 3, p. 238, 2025.
- [28] K. Isbister and J. Höysniemi, “Evaluating affective interactions with games,” *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction*, vol. 11, no. 1, pp. 1–155, 2017.
- [29] S. H. Mousavi, M. Besenzoni, D. Andreoletti, A. Peternier, and S. Giordano, “The magic xroom: A flexible vr platform for controlled emotion elicitation and recognition,” *arXiv preprint arXiv:2407.09110*, 2025.
- [30] S. Poria, E. Cambria, R. Bajpai, and A. Hussain, “A review of affective computing: From unimodal analysis to multimodal fusion,” *Information Fusion*, vol. 37, pp. 98–125, 2017.
- [31] E. Cambria, B. Schuller, Y. Xia, and C. Havasi, “New avenues in opinion mining and sentiment analysis,” *IEEE Intelligent Systems*, vol. 28, no. 2, pp. 15–21, 2012.
- [32] G. N. Yannakakis and J. Hallam, “Real-time game adaptation for optimizing player satisfaction,” *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, vol. 1, no. 2, pp. 121–133, 2009.

- [33] C. Phillips, “The emotional impact of ‘the last of us’: Analyzing the role of narrative and gameplay,” *Games and Culture*, vol. 9, no. 6, pp. 466–478, 2014.
- [34] S. Geiger and M. Schader, “Journey: A game of emotional experience,” *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, vol. 6, no. 2, pp. 181–197, 2014.
- [35] J. A. Russell, “A circumplex model of affect,” *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 39, no. 6, pp. 1161–1178, 1980.
- [36] L. E. Nacke, M. N. Grimshaw, and C. A. Lindley, “More than a feeling: Measurement of sonic user experience and psychophysiology in a first person shooter game,” *Interacting with Computers*, 2010.
- [37] G. N. Yannakakis and J. Hallam, “Towards optimizing entertainment in computer games,” *Applied Artificial Intelligence*, vol. 21, no. 10, pp. 933–971, 2007.
- [38] R. Küller, S. Ballal, T. Laike, B. Mikellides, and G. Tonello, “The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments,” *Ergonomics*, vol. 49, no. 14, pp. 1496–1507, 2006.
- [39] M. Bar and M. Neta, “Humans prefer curved visual objects,” *Psychological Science*, vol. 17, no. 8, p. 645–648, 2006.
- [40] P. Ekman, “An argument for basic emotions,” *Cognition and Emotion*, vol. 6, no. 3-4, pp. 169–200, 1992.
- [41] J. A. Russell, “Core affect and the psychological construction of emotion,” *Psychological Review*, vol. 110, no. 1, pp. 145–172, 2003.
- [42] N. Kaya and H. H. Epps, “Relationship between color and emotion: A study of college students,” *College Student Journal*, vol. 38, no. 3, pp. 396–405, 2004.
- [43] L. Nummenmaa, R. Hari, J. K. Hietanen, and E. Glerean, “Maps of subjective feelings,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 111, no. 2, p. 684–689, 2014.
- [44] P. M. A. Desmet, *Designing Emotions*. Delft University of Technology, 2002.
- [45] J. E. Flynn, T. J. Spencer, O. Martyniuk, and C. Hendrick, *Interrelationship between lighting, the spatial experience, and task performance*, vol. 3. Lighting Design + Application, 1973.
- [46] J. Gage, *Color and meaning: Art, science, and symbolism*. University of California Press, 2003.
- [47] L. F. Barrett, “Solving the emotion paradox: Categorization and the experience of emotion,” *Personality and Social Psychology Review*, vol. 10, no. 1, pp. 20–46, 2006.

Anexos

Debido a la extensión y naturaleza de los anexos, estos se encuentran disponibles de forma digital y pueden ser consultados en los siguientes enlaces:

- **Repositorio del Proyecto (Unity):** Contiene el código fuente del plugin desarrollado en Unity para la gestión de ambientación en videojuegos mediante técnicas de computación emocional. Incluye escenas de prueba, scripts, assets y documentación técnica.
Enlace: <https://github.com/dayzi999/ProyectoUnity>
- **Tablero de Trello (Gestión del Proyecto):** Muestra la planificación, seguimiento y gestión de tareas del proyecto bajo la metodología XP (Extreme Programming) utilizando el modelo Kanban. Permite evidenciar el avance semanal, las iteraciones y la asignación de actividades.
Enlace: <https://trello.com/b/I2of9nU4/trabajo-de-grado>
- **Encuesta Aplicada:** Formulario aplicado a los usuarios para identificar la percepción sobre la ambientación emocional.
Enlace: <https://forms.gle/encuesta>
- **Evidencias de pruebas de rendimiento y video de demostración:** Carpeta que contiene las evidencias documentales de las pruebas de rendimiento realizadas al prototipo, así como el video que muestra la demostración funcional del proyecto.
Enlace: <https://drive.google.com/drive/evidenciasTG>

A continuación se describen los contenidos que se encuentran en los anexos digitales:

- **Prototipo funcional en Unity:** Incluye el plugin desarrollado junto con su código fuente y escenas de prueba. Estas permiten evaluar los cambios en la ambientación emocional en distintos escenarios, facilitando la validación del modelo implementado.
- **Documentación técnica:** Describe detalladamente la estructura del proyecto, las clases principales, el flujo de ejecución del sistema, así como recomendaciones para su mantenimiento, ampliación o integración con otros proyectos en Unity.
- **Manual de usuario:** Presenta una guía práctica y detallada para la instalación, configuración y utilización del prototipo. Explica cómo cargar escenarios, ajustar variables emocionales y visualizar resultados, pensado especialmente para usuarios sin conocimientos técnicos avanzados.

Para facilitar su consulta, todos los anexos también se encuentran organizados en una carpeta de documentación, disponible en el repositorio de GitHub mencionado anteriormente.