



**Universidad  
Europea**

**UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID**

**FACULTAD DE DISEÑO Y TECNOLOGÍAS CREATIVAS**

**GRADO EN DISEÑO DE VIDEOJUEGOS**

**PROYECTO FIN DE GRADO**

**ADAPTACIÓN DEL LENGUAJE VISUAL DEL CÓMIC AL  
VIDEOJUEGO**

**DANIEL LUQUE SIERRA**

**Dirigido por**

**JAVIER JIMÉNEZ ENCISO**

**CURSO 2024 - 25**

**TÍTULO:** ADAPTACIÓN DEL LENGUAJE VISUAL DEL CÓMIC AL VIDEOJUEGO

**AUTOR:** DANIEL LUQUE SIERRA

**TITULACIÓN:** GRADO EN DISEÑO DE VIDEOJUEGOS

**DIRECTOR/ES DEL PROYECTO:** JAVIER JIMÉNEZ ENCISO

**FECHA:** JULIO DE 2025



## RESUMEN

Este proyecto centra su objeto en la adaptación del lenguaje visual del cómic a un medio interactivo como lo es el videojuego, investigando cómo las limitaciones tradicionales del noveno arte pueden convertirse en recursos expresivos dentro de un entorno lúdico digital. El proyecto no busca superar dichas limitaciones, sino integrarlas activamente como parte del diseño estético, narrativo y mecánico del videojuego.

El desarrollo se realizó mediante un producto funcional en Unity, en el que se incorporaron elementos visuales y estructurales propios del cómic, entre los que se incluye dos estéticas generadas a partir de shaders que simulan una estética basada en referentes del cómic europeo y otra basada en la estética encontrada en alguno de los clásicos del cómic norteamericano; la ausencia total de sonido, sustituido por textos superpuestos y onomatopeyas; y la fragmentación narrativa mediante la captura automática de escenas durante el gameplay. Estas imágenes se organizan formando una historieta, generando así en cada partida un cómic personalizado y único, ya que la creación de los elementos clave del juego se realiza de forma aleatoria al comienzo de la partida.

Estas decisiones de diseño exploran nuevas formas de convergencia entre medios gráficos y digitales, y abren posibilidades expresivas en el ámbito del videojuego independiente y experimental. Los resultados muestran la posibilidad de una construcción de una narrativa visual interactiva que respeta la forma y estética del cómic y, al mismo tiempo, enriquece la experiencia del jugador al implicarle en la construcción de su propia historia.

**Palabras clave:** *Lenguaje visual, Cómic, Videojuego, Narrativa interactiva, Unity.*

## ABSTRACT

This project focuses on adapting the visual language of comics to an interactive medium, specifically, video games by exploring how the traditional limitations of the ninth art can be transformed into expressive tools within a digital play environment. Rather than overcoming these limitations, the project seeks to integrate them as core elements of the game's aesthetic, narrative, and mechanical design.

The development was carried out using a functional product built in Unity, incorporating visual and structural components characteristic of comics. These include two distinct shader-based aesthetics inspired by European and North American comic styles, the complete absence of sound replaced by overlaid texts and onomatopoeias, and narrative fragmentation through automatic scene capture during gameplay. The resulting images are arranged into a comic strip, creating a unique, personalized narrative with each playthrough, as the game's key elements are randomly generated at the start.

These design choices propose new forms of convergence between graphic and digital media, expanding expressive possibilities in the field of independent and experimental game development. The outcomes suggest the viability of constructing an interactive visual narrative that both preserves the formal qualities of comics and enhances player engagement through co-creation of the story.

**Keywords:** *Visual language, Comic, Video game, Interactive narrative, Unity.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, gracias por haberme brindado siempre la libertad de elegir mi propio camino y por facilitar todos los recursos necesarios para construirlo. Su confianza, una constante inquebrantable, ha sido la fuerza silenciosa que ha impulsado cada uno de mis pasos.

A mis amigos, gracias por cada risa compartida, cada palabra de aliento y por esa presencia tan valiosa en los momentos clave. Su compañía ha sido un recordatorio constante de que no estaba solo en este desafío.

A mi abuela, aunque la vida no ha permitido que presenciara este día, el amor que sembró ha sido, y sigue siendo, una inspiración inagotable.

A mi pareja, su presencia ha sido un auténtico refugio y la chispa que ha mantenido encendida la motivación, transformando los desafíos en oportunidades de crecimiento. Su amor incondicional, su infinita paciencia, su profunda comprensión y esa fe inquebrantable, incluso en los momentos en los que mi fe ya había desaparecido, han tejido una red de apoyo que ha hecho que este camino no solo sea más ligero, sino también inolvidable.

A todos, mi más profundo agradecimiento. Este trabajo también es vuestro.

## TABLA RESUMEN

	<b>DATOS</b>
<b>Nombre y apellidos:</b>	Daniel Luque Sierra
<b>Título del proyecto:</b>	Adaptación del lenguaje visual del cómic al videojuego
<b>Directores del proyecto:</b>	Javier Jiménez Enciso
<b>El proyecto se ha realizado en colaboración de una empresa o a petición de una empresa:</b>	NO
<b>El proyecto ha implementado un producto:</b> (esta entrada se puede marcar junto a la siguiente)	SI
<b>El proyecto ha consistido en el desarrollo de una investigación o innovación:</b> (esta entrada se puede marcar junto a la anterior)	NO
<b>Objetivo general del proyecto:</b>	Traducir los elementos clave que hacen propio al lenguaje visual del cómic a un videojuego

# Índice

RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
TABLA RESUMEN .....	8
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN .....	15
1.1 Contexto y justificación.....	15
1.2 Planteamiento del problema .....	16
1.3 Objetivos del proyecto.....	17
1.3.1 Objetivos específicos de investigación y diseño.....	17
1.3.2 Objetivos específicos de implementación técnica .....	18
1.3.3 Conclusión y aporte del proyecto.....	18
Capítulo 2. ANTECEDENTES .....	19
2.1 Contexto.....	19
2.2 Referentes.....	22
2.2.1 La técnica del Cel Shading como puente estilístico.....	25
2.2.2 La interfaz como narrativa gráfica.....	26
2.2.3 La narrativa interactiva y la viñeta cinematográfica .....	27
2.2.4 La onomatopeya como refuerzo estético .....	28
2.2.5 Diseño inclusivo, referentes de accesibilidad .....	28
Capítulo 3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	30
3.1 Planificación del proyecto.....	30
3.1.1 Cronograma General .....	30
3.1.2 Hito 1: Prototipo Vertical Slice .....	30
3.1.3 Hito 2: Fase de producción y contenido.....	31
3.1.4 Hito 3: Fase de post-producción, pulido y empaquetado .....	32
3.2 Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas.....	33
3.2.1 Arquitectura del sistema visual: Shaders de Post-Procesado .....	33
3.2.2 Sistema de narrativa generativa: El "Auto-Cómic".....	34
3.2.3 Diseño de la Experiencia No-Auditiva e Interfaz Diegética .....	34

3.2.4	Sistema de aleatoriedad y escalabilidad .....	35
3.2.5	Sistema de pistas y deducción visual.....	37
3.2.6	Sistemas de accesibilidad implementados.....	38
3.3	Recursos requeridos .....	39
3.4	Viabilidad e implementación .....	39
3.4.1	Análisis de costes.....	39
3.4.2	Análisis de beneficios y monetización.....	40
3.4.3	Análisis de riesgos.....	40
3.4.4	Implementación y sostenibilidad a futuro .....	41
3.5	Resultados del proyecto y análisis .....	41
3.5.1	Resultado del objetivo de investigación y diseño 1: Mecánica de "Narrativa generativa" .....	41
3.5.2	Resultado del objetivo de investigación y diseño 2: Síntesis de estéticas visuales 42	42
3.5.3	Resultado del objetivo de investigación y diseño 3: Validación de sustitutos gráficos del audio.....	42
3.5.4	Resultado del objetivo de investigación y diseño 4: Estructura narrativa no lineal 42	42
3.5.5	Resultado del objetivo de investigación y diseño 5: Integración funcional de la interfaz 43	43
3.5.6	Resultado del objetivo de accesibilidad .....	43
3.5.7	Resultados del Plan de Pruebas .....	43
Capítulo 4.	CONCLUSIONES .....	44
4.1	Conclusiones del trabajo.....	44
4.2	Conclusiones personales.....	45
Capítulo 5.	FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO .....	46
5.1	Desarrollo futuro del proyecto .....	46
5.2	Investigación .....	47
Capítulo 6.	REFERENCIAS.....	49
Capítulo 7.	ANEXOS .....	51
7.1	Anexo 1: Playtesting .....	51
7.1.1	Formulario .....	51

---

7.1.2	Metodología y perfil de los participantes.....	53
7.1.3	Resultados cuantitativos .....	54
7.1.4	Conclusiones del playtest y acciones de mejora .....	55
7.2	Test de rendimiento.....	56
7.2.1	Introducción y metodología .....	56
7.2.2	Pruebas realizadas y resultados .....	57
7.2.3	Análisis de los resultados .....	57
7.2.4	Conclusión del análisis.....	58
7.3	Validación visual de los modos de accesibilidad .....	58
7.3.1	Análisis para tritanopia.....	58
7.3.2	Análisis para protanopia y deuteranopia .....	58

## Índice de Figuras

Figura 1: Viñeta extraída de “The Long Tomorrow” (Moebius & O’Bannon, 1975) .....	22
Figura 2: Ilustración de Hellboy (Mike Mignola) .....	23
Figura 3: Viñeta extraída de Sin City (Miller, 1991).....	24
Figura 4: Captura extraída del videojuego Comix Zone, 1995 .....	25
Figura 5: Captura extraída del videojuego Jet Set Radio, 2000 .....	25
Figura 6: Captura extraída del videojuego The Legend Of Zelda: The Wind Waker, 2002 .....	26
Figura 7: Captura extraída de la interfaz de Persona 5, 2016.....	26
Figura 8: Captura extraída del videojuego The Walking Dead, 2012.....	27
Figura 9: Captura extraída del videojuego Max Payne, 2001 .....	28
Figura 10: Captura extraída del videojuego Ultimate Spider-Man, 2005 .....	28
Figura 11: Captura extraída del videojuego The Last Of Us Parte 2 en su modo de accesibilidad. .....	29
Figura 12: Comparativa de la visual del videojuego Overwatch al alternar entre su modo estándar y el modo de daltonismo.....	29
Figura 13: Captura extraída de planificación del proyecto referida al hito 1 .....	31
Figura 14: Captura extraída de planificación del proyecto referida al hito 1 .....	31
Figura 15: Captura extraída de planificación del proyecto referida al hito 2 .....	32
Figura 16: Captura extraída de planificación del proyecto referida al hito 3 .....	32
Figura 17: Comparativa de los dos estilos visuales principales aplicados a la misma escena mediante shaders de post-procesado.....	33
Figura 18: Implementación de la interfaz diegética y el sistema de onomatopeyas en la vista de primera persona.....	35
Figura 19: Diagrama de funcionamiento de creación de la partida basada en aleatoriedad.....	36
Figura 20: Diagrama de flujo del sistema de descubrimiento y conexión de pistas.....	38
Figura 21: Captura del cómic generado con los sucesos del playthrough.....	42
Figura 22: Gráfico sobre consumo de videojuegos y cómics de usuarios de playtesting. ....	54
Figura 23: Gráfico sobre los géneros más jugados entre los usuarios del playtesting. ....	54
Figura 24: (Izquierda) La paleta original azul/amarillo con simulación de tritanopia, mostrando bajo contraste. (Centro) La nueva paleta cian/ámbar en visión normal. (Derecha) La nueva paleta cian/ámbar con simulación de tritanopia, demostrando un alto contraste.....	58

---

Figura 25: (Izquierda) La paleta original azul/amarillo con simulación de deuteranopia, mostrando bajo contraste. (Centro) La nueva paleta azul oscuro/amarillo en visión normal. (Derecha) La nueva paleta azul oscuro/amarillo con simulación de deuteranopia, demostrando un mayor acercamiento a la visual buscada. .... 59

## Índice de Tablas

Tabla 1: Resultados cuantitativos del playtesting..... 55

Tabla 2 : Resultados cuantitativos de las pruebas de rendimiento en el equipo 1. .... 57

Tabla 3 : Resultados cuantitativos de las pruebas de rendimiento en el equipo 1. .... 57

## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto propone el desarrollo de un videojuego que adopta los elementos clave del cómic para reinterpretarlos dentro de una experiencia interactiva. A través de mecánicas como la generación automática de un cómic personalizado basado en la partida del jugador, uso de recursos gráficos como hilo narrativo y una dirección artística inspirada en grandes figuras del medio impreso, se busca crear una experiencia híbrida que ponga en valor la riqueza del lenguaje visual del cómic y demuestre su vigencia en otros formatos. El resultado es una propuesta que fusiona lo técnico y lo expresivo, desarrollada con el objetivo de explorar nuevas formas de fusión entre lo visual y lo narrativo, aportando un puente entre medios tradicionales e interactivos.

### 1.1 Contexto y justificación

Este proyecto surge de la necesidad de investigar nuevas formas de preservación y transformación del lenguaje visual del cómic, trasladándolo al ámbito interactivo del videojuego. En una época donde el número de lectores de cómic ha disminuido y el consumo de videojuegos no deja de crecer, se vuelve fundamental explorar cómo los códigos expresivos del cómic pueden encontrar nuevas vías de existencia y evolución en plataformas más actuales.

El cómic se define por su economía visual y por una narrativa secuencial que exige la participación activa del lector. Este concepto, definido por el pionero Will Eisner como “arte secuencial”, se basa en la capacidad del lector para interpretar elipsis temporales y espaciales y reconstruir la continuidad narrativa. Tal y como teorizó Scott McCloud, la magia del medio reside en el “cierre” (closure), el fenómeno por el cual el lector se convierte en cómplice activo que rellena mentalmente los vacíos entre viñetas. Este proceso de traducción entre medios puede enmarcarse en el concepto de “remediación” (Bolter y Grusin, 1999), según el cual un nuevo medio refacciona y mejora las características de uno anterior. La propuesta de este proyecto es, por tanto, llevar estas limitaciones al medio del videojuego, voluntariamente, como principio de diseño, para forzar una adaptación creativa que respete y resalte las cualidades propias del cómic.

En ese proceso, se ha tomado como referencia la obra de figuras clave como Moebius (Jean Giraud), representativo de la línea clara franco-belga, y cuya capacidad de crear mundos sin referentes tangibles ha servido como guía para el diseño artístico del proyecto. Desde el cómic norteamericano, destacan influencias como Mike Mignola y Frank Miller, cuyos estilos marcados por el contraste, el uso de siluetas y el dramatismo visual han servido para definir un segundo estilo gráfico presente en el juego. Estas dos vertientes estilísticas se combinan en el proyecto para ofrecer variedad visual y profundidad estética, dando paso el uno al otro mediante una justificación en la narrativa y mecánicas.

También se han estudiado referentes interactivos como MadWorld, Comic Jumper o Comix Zone, donde ya se había explorado el uso del lenguaje visual del cómic en el videojuego, aunque desde una perspectiva más estética que estructural. En este caso, el proyecto plantea una

integración más profunda, como la inclusión de una mecánica que captura automáticamente imágenes del juego para componer un cómic personalizado al final de cada partida. Con esto, el jugador se convierte no solo en el protagonista de la historia, sino en el autor material de su propia crónica visual. Esta propuesta transforma la experiencia de juego, que es efímera, en un artefacto narrativo único y tangible, validando cada partida como una historia digna de ser contada y preservada.

Así, el proyecto se justifica como una propuesta creativa e investigativa que busca demostrar empíricamente como las “limitaciones” de un medio tradicional pueden convertirse en potentes herramientas de diseño en uno nuevo. Se trata de validar el cómic no como una reliquia, sino como una matriz de lenguaje visual perfectamente adaptable, capaz de reinventarse y sobrevivir en los nuevos formatos interactivos.

Adicionalmente, el proyecto se alinea con los principios del Objetivo de Desarrollo Sostenible 10 (Reducción de las desigualdades) de las Naciones Unidas. Este compromiso se materializa a través de un enfoque centrado en la accesibilidad, buscando garantizar que la experiencia interactiva pueda ser disfrutada por personas con diversas capacidades sensoriales. Al diseñar intencionadamente para la inclusión, el proyecto no solo explora una hibridación mediática, sino que también defiende un acceso más equitativo a la cultura digital.

## 1.2 Planteamiento del problema

La pregunta motriz que impulsa este proyecto es: ¿Cómo puede el lenguaje visual del cómic adaptarse al entorno interactivo del videojuego sin perder su esencia narrativa y expresiva, utilizando sus propias limitaciones como base para el diseño?

Este interrogante surge al observar el estado actual de la hibridación entre ambos medios. Si bien existen numerosos videojuegos que adoptan la estética del cómic a través de técnicas como el cel shading o el uso de onomatopeyas (como en MadWorld o Ultimate Spider Man), la mayoría de estos acercamientos son superficiales. Se centran en replicar el “aspecto” del cómic, pero raramente se atreven a trasladar su “gramática” fundamental, la composición de la página, el ritmo controlado por el lector y, sobre todo, el poder narrativo que reside en sus restricciones. Existe, por tanto, una brecha en la investigación práctica sobre cómo la estructura misma del cómic, y no solo su estilo, puede funcionar como una mecánica del juego.

Para abordar la cuestión principal de forma estructurada, el proyecto se desglosa en las siguientes sub-preguntas:

- ¿De qué manera se puede reinterpretar el “cierre” (closure) y el espacio entre viñetas (gutter) en un entorno dinámico para que el jugador participe activamente en la construcción del significado?
- ¿Son los recursos gráficos del cómic (onomatopeyas, líneas cinéticas) suficientes para sustituir por completo la función informativa y emocional del sonido en un videojuego?

- ¿Cómo puede la agencia del jugador coexistir con una narrativa fuertemente curada por el autor, replicando la experiencia de leer una obra con una visión artística definida?

Para dar respuesta a estas preguntas, se parte de una hipótesis de diseño contraria a la lógica habitual, en lugar de aprovechar todos los recursos tecnológicos del videojuego, se le imponen deliberadamente las restricciones del cómic. Se postula que esta limitación autoimpuesta no es un empobrecimiento, sino un catalizador creativo que forzará el desarrollo de soluciones de diseño innovadoras.

El proyecto, por tanto, no responde a una necesidad empresarial directa. Se enmarca en el ámbito de la investigación técnica con un fuerte componente de innovación en el diseño de medios interactivos. Su objetivo es ofrecer un caso de estudio práctico que contribuya al debate sobre la supervivencia y evolución de los lenguajes tradicionales en el ecosistema digital contemporáneo.

### **1.3 Objetivos del proyecto**

Como objetivo general se encuentra el desarrollo de un videojuego funcional en Unity que traslade el lenguaje visual y narrativo del cómic al entorno interactivo, incorporando sus códigos de estética, sus estructuras narrativas y sus restricciones como base de diseño.

#### **1.3.1 Objetivos específicos de investigación y diseño**

Estos objetivos se centran en las preguntas conceptuales y creativas que el proyecto busca responder:

- Diseñar una mecánica de “narrativa generativa” que, mediante la captura de imágenes de la partida, materialice la experiencia del jugador en un cómic personalizado, validando así un nuevo formato de autoría compartida.
- Sintetizar dos estéticas visuales diferenciadas, inspiradas en la línea clara europea (Moebius) y el alto contraste norteamericano (Mignola, Miller), y asegurar su cohesión a través de la narrativa y las mecánicas de juego.
- Validar la eficacia de las onomatopeyas y otros recursos gráficos como sustitutos funcionales y estéticos del audio, manteniendo la inmersión y el feedback al jugador en un medio tradicionalmente audiovisual.
- Explorar una estructura narrativa no lineal basada en la deducción visual, donde la progresión no es dictada por el tiempo o eventos fijos, sino por la capacidad del jugador para conectar las pistas presentadas, emulando el proceso de lectura activa de un cómic de misterio.
- Integrar elementos icónicos del cómic (bocadillos, líneas cinéticas, viñetas) no solo como decoración, sino como componentes funcionales de la interfaz de usuario que guíen al jugador y refuercen la inmersión.
- Implementar un menú de opciones de accesibilidad que ofrezca modos de color alternativos para distintos tipos de daltonismo, asegurando la legibilidad visual para todos los usuarios.

### **1.3.2 Objetivos específicos de implementación técnica**

Estos objetivos aseguran la viabilidad y calidad del proyecto como producto funcional:

- Desarrollar un sistema robusto para la captura y maquetación automática de imágenes en tiempo real, que genere un cómic digital legible al final o durante cada partida.
- Asegurar la legibilidad de la interfaz y la claridad del feedback al jugador mediante la realización de pruebas de usuario (playtesting) y la iteración sobre los resultados.
- Garantizar la estabilidad y el rendimiento del videojuego, manteniendo una frecuencia de actualización constante y adecuada para una experiencia de usuario fluida (mínimo 60 fotogramas por segundo).

### **1.3.3 Conclusión y aporte del proyecto**

El proyecto ofrece un enfoque innovador que permite al cómic adquirir una nueva dimensión interactiva sin perder sus rasgos fundamentales. Al convertir al jugador en protagonista y, simultáneamente, en lector-autor de una historia que ha vivido y generado, se fomenta un vínculo único con la obra. Además, este trabajo se postula como un caso de estudio práctico sobre como el lenguaje de un medio puede no solo sobrevivir en el entorno digital, sino evolucionar como una estructura flexible, capaz de hibridarse con nuevos formatos para conservar y expandir su identidad narrativa.

## Capítulo 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Contexto

Entender el contexto de la investigación llevada durante el proyecto es entender el cómic y sus características, ya que se trata de un medio en el que las palabras y la imagen coexisten y se complementan, tal y como indica Cohn: «Comics themselves are not a language, but comics are written in visual languages the same way that novels or magazines are written in English. This makes comics potentially written in both a visual language and a written language» (Cohn, 2012), lo que hace que, para poder interpretar el cómic, el lector no solo deba leer, sino también interpretar la peculiar manera en la que la secuencia narrativa es acortada mediante elipsis espaciales y temporales que se ven representadas en las viñetas (Velduque, 2011, p. 3), por tanto, el cómic ha tenido que adoptar numerosos elementos que ayudan a que este sea entendido por el consumidor de la forma en la que el creador quiere que sea entendido.

Para reforzar esta idea, se puede usar como caso de estudio a Will Eisner, una de las figuras más influyentes de la historia del cómic, el cual acuñó el término “arte secuencial” para describir la esencia de este lenguaje. Eisner (2008), lo definió como la disposición de imágenes y palabras en una secuencia intencionada, con el objetivo de narrar una historia o dramatizar una idea. Esta definición es clave, pues sitúa la secuencia como el pilar fundamental que el videojuego no solo hereda, sino que transforma, pasando de una sucesión de viñetas estáticas a una sucesión de acciones y eventos que ocurren a tiempo real.

El concepto de elipsis mencionado al principio es profundizado de forma brillante por Scott McCloud en su obra *Understanding Comics* (McCloud, 1993). McCloud postula que la verdadera magia del cómic reside en el “cierre” (closure), el fenómeno por el cual el lector participa activamente en la narrativa al completar mentalmente los momentos que ocurren en el espacio en blanco entre dos viñetas (la “calle” o gutter). Según McCloud, el lector no es un observador plano, sino un “cómplice silencioso” que construye el ritmo, el tiempo y el movimiento en su propia mente. Esta idea transforma la lectura de cómics en un acto participativo, una base que en el proyecto se llevará a su máxima expresión a través de su mecánica de investigación. Mientras el jugador participa activamente al controlar el movimiento del detective y sus acciones para recoger pistas, el “cierre” se produce cuando el personaje, sin la intervención del jugador, ordena estas pistas en un tablero y las une con hilos. Es en ese preciso momento, al observar cómo se revela la red de conexiones, cuando el jugador actúa como ese “cómplice silencioso”, llenando mentalmente el vacío entre las pruebas aisladas que encontró y la estructura coherente del caso que se presenta.

Este lenguaje visual del cómic está caracterizado por limitaciones, ya que el hecho de tener que transmitir más con menos obliga a buscar la clave para que el usuario pueda entenderlo, esto, puede hacer pensar que el videojuego es una contraposición del cómic, ya que el videojuego pese a tener limitaciones propias, al ser interactivo y ejecutado a tiempo real, hace que haya recursos de sobra para comunicarse con el consumidor y poder enseñar exactamente lo que queremos enseñar, sin embargo, tal y como enuncia Rojas Reyes: «En tal sentido, la forma

cómic quedó establecida como una secuencia articulada de cuadros (frames) visuales y escritos, constructora de mundos llenos, poblados y propios; mientras que el orden narrativo sería el encargado de enunciar el plano visual sobre el que está sostenido, lo que produciría una conjunción de lo visual/escrito, al modo de correlatos que se presuponen mutuamente» (Rojas, 2019), con esto, se puede establecer al videojuego como candidato de portar la forma cómic al tener la capacidad de mezclar lo visual y lo narrativo, de hecho, Jean-Christophe Menu, afirma estar a favor de la extrapolación del cómic a las 3 dimensiones (Menu, 2011). Sin embargo, partiendo de lo antes indicado, para poder extrapolar la forma del cómic al videojuego se ha de hacer de una forma fuera de lo común, es decir, añadiendo limitaciones que no tiene al proyecto, para que las formas de solventar estas limitaciones hagan que el lenguaje visual del cómic sean la característica principal del proyecto.

A esta filosofía de diseño se le suma una dimensión de diseño inclusivo, alineada con el ODS 10. Para ello, se ha investigado en profundidad el impacto del daltonismo (deficiencia en la visión del color) con el fin de ofrecer una solución visual robusta. El daltonismo no es la incapacidad de ver color, sino una alteración que dificulta la distinción entre ciertos tonos. Se clasifica principalmente según el tipo de cono, célula fotorreceptora de la retina, afectado:

- Dicromacia: Ausencia total de uno de los tres tipos de conos.
  - o Protanopia: Ausencia de los conos L, que perciben el color rojo.
  - o Deuteranopia: Ausencia de los conos M, que perciben el color verde.
  - o Tritanopia: Ausencia de los conos S, que perciben el color azul.
- Tricromacia anómala: Es la forma más extendida. La persona posee los tres tipos de conos, pero uno de ellos tiene un funcionamiento anómalo.

Este análisis teórico afecta directamente las decisiones de diseño del proyecto. La estética base azul-amarillo es funcional para los tipos más comunes (eje rojo-verde), pero para dar soporte a la tritanopia, se ha diseñado una paleta alternativa. Además, se ha diseñado una versión con una ligera alteración de los tonos principales para el caso de protanopia y deuteranopia. Por otro lado, la ausencia de audio convierte al proyecto en una obra nativamente accesible para la comunidad con discapacidad auditiva.

Partiendo de la base establecida, es importante primero detectar los elementos clave del lenguaje visual del cómic, analizar qué limitación están tratando de solventar y hacer que esta limitación ahora sea parte de las normas a la hora de desarrollar el proyecto, consiguiendo así un desarrollo en el que se ha tenido que adaptar totalmente las características del videojuego al lenguaje visual del cómic.

Al pensar en videojuegos y cómics, una de las primeras diferencias que se pasan por la cabeza de cualquiera es que uno tiene sonido y el otro tiene palabras, por lo que cogiendo lo antes establecido, es importante dar por sentado que en el desarrollo del proyecto no hay sonido que pueda ayudar al usuario a sentirse inmerso en el mundo creado, en lugar de eso, hay que usar uno de los elementos más famosos del lenguaje visual del cómic, las onomatopeyas y las cajas de texto, de hecho, estos elementos han ganado tanta popularidad, que ha hecho que lleguen

a distintos ámbitos, como en *Stripsody* (1966) la compositora y mezzosoprano Cathy Berberian trató de representar su técnica vocal mediante el uso clásico de las onomatopeyas de los cómics, con esto tenía la intención de representar la importancia del uso de las onomatopeyas en este arte, ya que lo comparaba con la banda sonora de una película. También podemos encontrar la curiosa forma de representar que se usó en *Tha-Choom!* (1998), donde se representaron las onomatopeyas en forma de partituras con notas que representaban el sonido que sucedía en la acción (Buj, 2018, p.50).

Volviendo a las cajas de texto antes mencionadas, estas poseen una forma que ayudan al consumidor a entender las propiedades y características del texto que está leyendo (Guzmán, 2011, p. 4):

- Las formas circulares y ovaladas unidas por un rabillo indican algo que dice.
- La unión a base de pequeños círculos separados entre si indican un pensamiento.
- Las formas en estrella acabadas en pico indicarán gritos
- Las formas irregulares pueden ser usadas para indicar miedo

Por supuesto, en las cajas de texto también se incluyen los textos que pertenecen al narrador, sin embargo, es importante hacer una mención especial a estos, ya que en los videojuegos, el narrador a veces tiene un papel importante a la hora de guiar o tutorizar al usuario, por lo que es un elemento a considerar, en el cómic, también goza de gran importancia, ya que ayuda a situar al lector y no perderse entre las elipsis espaciales y temporales tan frecuentes en este medio, por tanto, se le reserva un cuadro de forma rectangular para las anotaciones que pertenecen al narrador (Cuñarro & Finol, 2013). Además, el narrador también puede ser usado como narrador en primera persona, lo que une al consumidor con el protagonista, ampliando la inmersión y hace que la experiencia se sienta de forma más intensa (De La Fuente Soler, 2011).

Es importante recordar que el cómic tiene tanto el componente narrativo como el visual, por lo que es importante crear una visual que recuerde a un cómic, es decir, uso de formas, colores y líneas que hagan que el consumidor sienta que es un estilo propio del octavo arte, además de usar elementos visuales que son parte del lenguaje visual del cómic y que actúan como ayuda para la comprensión de movimiento.

Por último, es importante entender el motivo de buscar recrear esta forma compleja del cómic en un producto más complejo y con menos limitaciones, esto, se debe a que en los últimos años se ha visto una reducción en la cantidad de lectores en comparación con el aumento de personas que consumen videojuegos, por tanto, este proyecto trata de plantear que hay formas alternativas de hacer que el lenguaje visual del cómic, el cual se ha ido formando durante años, no muera con el tiempo, si no que se reinvente, tal y como explica Piscitelli: «Por eso insistimos en que más que de muerte o fin, debemos hablar de reinención de la lectura. Solo que esta vez los lectores serán cada vez más escritores y que su paleta no estará compuesta solo de texto sino también de imágenes, sonidos y objetos». (Piscitelli, 2009).

## 2.2 Referentes

Pese a que existe una gran cantidad de proyectos previos que han servido como referentes para el desarrollo de este proyecto, debe ser Sable (2021) el que encabece la lista, sin embargo, no fue por el increíble mundo que presentó, ni por la libertad que ofrece al jugador de verse inmerso en la exploración de un desierto presentado como nunca antes habíamos visto, si no, por su estilo artístico o mejor dicho, por facilitar el descubrimiento de un célebre ilustrador que sirvió como guía en la dirección artística de Sable, Jean Giroud, o como más se le conoce, Moebius.

Jean Giroud, fue un ilustrador y escritor francés que bajo el seudónimo de Moebius se convirtió en uno de los más grandes artistas de la historia del cómic europeo, además, ocupa un hueco importante en grandes películas de ciencia ficción como Alien, ya que trabajó también haciendo diseños conceptuales en la industria del séptimo arte. Sigue el estilo de la línea clara, o ligne claire, un estilo de historieta franco-belga, un estilo en el que la definición de la línea y los colores planos sirven como características principales, sin embargo, la obra de Moebius deja un espacio entre aquellas con las que teóricamente comparte estilo, esto se debe a la narrativa que introducía en sus obras, y al hecho de tal y como él indicó en la entrevista realizada por Dominique Mirambeau, “Tienes verdaderamente la impresión de perder la razón cuando empiezas a dibujar cosas que no tienen ninguna referencia conocida.”, (Giraud, 1993), esto habla mucho de su obra y explica la implicación que tuvo en el mundo del cine, ya que poseía una capacidad de creatividad e imaginación que le impulsaban a crear obras únicas.

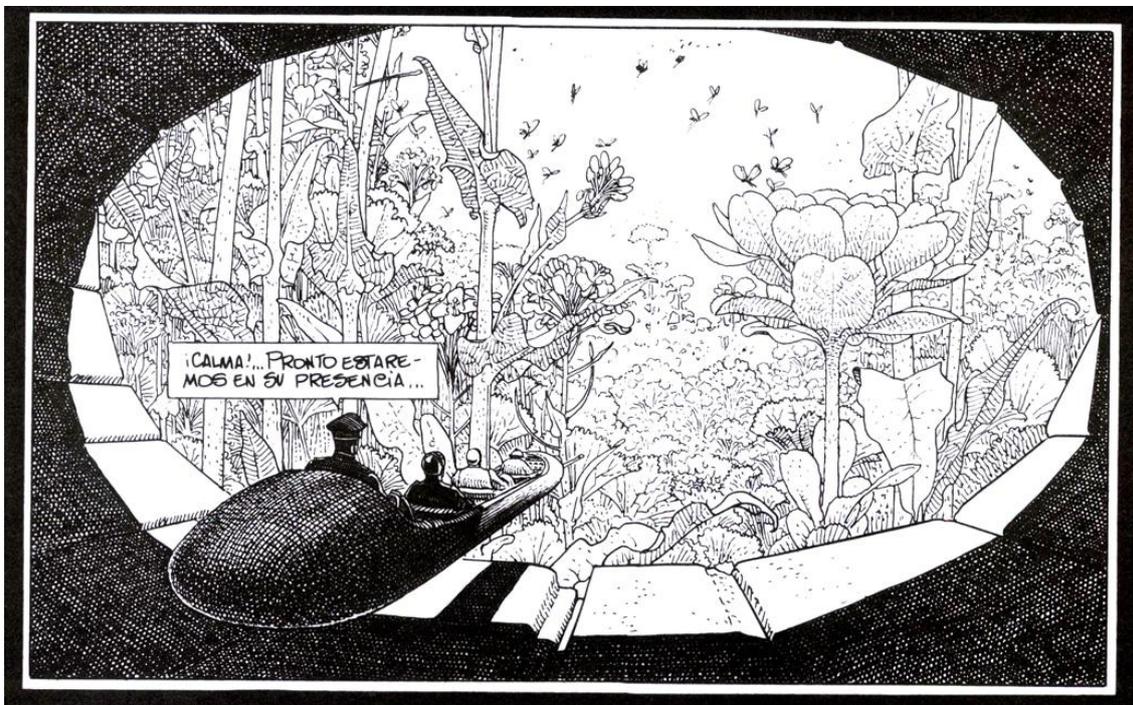


Figura 1: Viñeta extraída de “The Long Tomorrow” (Moebius & O’Bannon, 1975)

En concreto, para este proyecto se ha utilizado como referencia las obras de Moebius en blanco y negro para uno de los dos estilos visuales en el proyecto, no solo porque sea un estilo visual del mundo del cómic, sino porque aprovechando que hay dos estilos visuales distintos en el juego, se va a usar dos vertientes distintas del cómic, la europea, en la que se utiliza a Moebius como referente artístico, y la vertiente norteamericana.

Pasando a la vertiente más famosa del cómic, la norteamericana, se encuentran gran cantidad de artistas que han servido como referentes del cómic. Encabeza la lista, el que ha sido el más importante a la hora de elaborar el segundo estilo visual del proyecto, Mike Mignola, un artista de cómics estadounidense que ganó gran fama tras su increíble trabajo en Hellboy, en la compañía Dark Horse Comics. Este artista cuenta con un estilo muy característico que sirvió como un soplo de aire fresco, ya que rompió con el estilo visual de sus predecesores, trayendo un estilo simple de colores planos, en la que quita detalle a los personajes, pero les dota de gran personalidad mediante la silueta y la forma estilizada de los cuerpos, un estilo en el que pese al característico color rojo de Hellboy, protagonista del cómic, existe un predominio del azul y el amarillo, llenando las viñetas de contraste.



*Figura 2: Ilustración de Hellboy (Mike Mignola)*

Por supuesto, es imposible solo encontrar un referente en una industria tan grande como la es la del cómic norteamericano, y para el desarrollo del estilo visual se ha tomado como referente al gran artista Frank Miller, conocido por su trabajo con DC, pero, sobre todo, por su trabajo en el cómic Sin City, donde encontramos la máxima expresión de su arte, mostrando la oscuridad de las personas en su obra y jugando siempre con grandes contrastes en los colores.



Figura 3: Viñeta extraída de Sin City (Miller, 1991)

Saltando del papel a la pantalla, siendo el cómic un medio con tantos años, es obvio que ya ha inspirado previamente a otros videojuegos de los cuales se puede extraer un gran aprendizaje.

Tras acabar de pasar por Sin City y Frank Miller, encontramos una inspiración clara en MadWolrd (2009), un videojuego estrenado en Wii y desarrollado por PlatinumGames, cuenta con una visual impactante en la que todo el juego se desarrolla en blanco y negro, salvo cuando aparece la sangre, lo que es de forma frecuente, ya que se trata de un juego frenético y violento en el que la sangre cobra gran valor. Implementa también elementos interesantes que utilizan el lenguaje visual del cómic, como las cajas de texto, en este caso le dan un uso interesante, el cual es comunicarse con el jugador haciendo que este se sienta parte del cómic, de hecho, es algo que se implementa en este proyecto para comunicar al jugador elementos importantes y tutorizar sin sacar de la inmersión del juego.

Algo similar utiliza Comic Jumper (2010), sin embargo, también implementa otro elemento, usar la viñeta como vehículo narrativo, algo que en el proyecto es uno de los elementos principales, sin embargo, en el proyecto se utiliza de otra forma, ya que mientras el jugador juega, el juego va realizando capturas de pantalla que ordena y usa para montar un cómic, haciendo que el jugador se vea inmerso en la historia y la sienta como única y suya. Esta mecánica también se inspira en Comix Zone (1995), uno de los juegos más antiguos cuando hablamos de adaptaciones del lenguaje del cómic, durante este juego se usaba un efecto de salto entre viñetas para introducir puntos del juego al jugador y provocar que este se sintiera inmerso. Además, usaba los bocadillos de texto para realizar indicaciones al jugador y que así este sintiera que el protagonista del juego y él estaban conectados.



Figura 4: Captura extraída del videojuego Comix Zone, 1995

### 2.2.1 La técnica del Cel Shading como puente estilístico

Más allá de la inspiración directa en artistas concretos, una de las revoluciones técnicas que permitió a los videojuegos adoptar una estética de dibujo animado o cómic de forma masiva fue el cel shading. Se trata de un tipo de renderizado no fotorrealista que imita el estilo de la animación tradicional (cel) al utilizar colores planos, pocas sombras y contornos muy marcados.

- Jet Set Radio (2000): Este título de Sega es ampliamente reconocido por ser uno de los primeros en popularizar el cel shading como dirección artística. Su estética, inspirada en el grafiti y la cultura pop urbana, demostró que un videojuego podía percibirse como una ilustración interactiva, sentando un precedente para futuros desarrollos.



Figura 5: Captura extraída del videojuego Jet Set Radio, 2000

- The Legend Of Zelda, The Wind Waker (2002): Aunque su estilo fue polémico en su lanzamiento, hoy es aclamado por su atemporalidad. El juego utiliza el *cel shading* para crear un mundo expresivo y lleno de personalidad, donde elementos como el humo o las explosiones se representan como trazos dibujados, un claro guiño al lenguaje visual del cómic y la animación.



Figura 6: Captura extraída del videojuego The Legend Of Zelda: The Wind Waker, 2002

## 2.2.2 La interfaz como narrativa gráfica

La influencia del cómic no se limita al mundo del juego, sino que se puede impregnar cada aspecto de la experiencia, incluida la interfaz de usuario.

- Persona 5 (2016): Este videojuego perteneciente al género JRPG es una clase magistral de diseño de interfaces. Los menús e interfaces abandonan su función puramente utilitaria para convertirse en composiciones dinámicas que explotan con la energía de una página de manga. Transiciones, tipografías y retratos de personajes se integran en un todo estilístico que refuerza la identidad del juego y convierte la navegación por los menús en una extensión de la experiencia y estética.

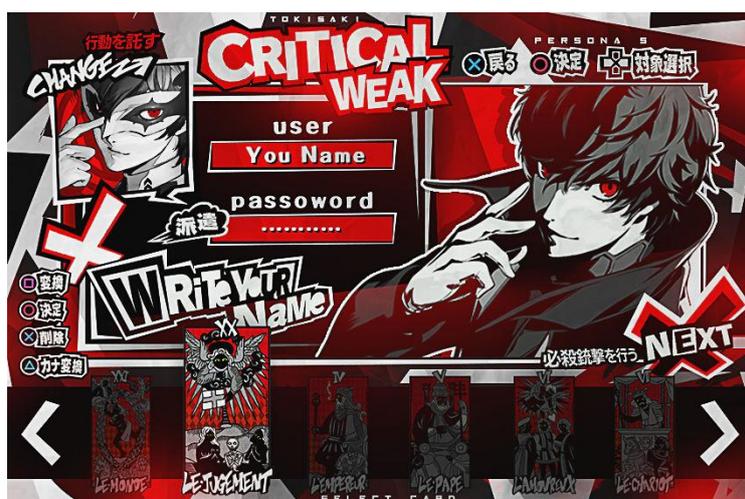


Figura 7: Captura extraída de la interfaz de Persona 5, 2016

### 2.2.3 La narrativa interactiva y la viñeta cinematámica

La evolución de la aventura gráfica ha producido híbridos que fusionan el lenguaje del cómic con el cinematográfico, situando al jugador en el centro del proceso narrativo.

- *The walking dead* (2012): Creado por Telltale Games. Basado directamente en el cómic de Robert Kirkman, este juego no solo replica su estilo visual de líneas gruesas y colores desaturados, sino que traduce el ritmo del cómic a su estructura jugable. Las decisiones del jugador crean pausas llenas de tensión, análogas al suspense generado entre viñetas. El concepto de “cierre” de McCloud se vuelve interactivo, es el jugador quien, con su elección, cierra el arco de una escena y determina el avance de la historia.



Figura 8: Captura extraída del videojuego *The Walking Dead*, 2012

- *Max Payne* (2001): Mucho antes de que el modelo Telltale se popularizara, el estudio Remedy Entertainment ya había asentado un precedente con su aclamado *Max Payne*. Este videojuego es un referente ineludible por su innovador método narrativo, en lugar de cinemáticas de video tradicionales, la historia se desarrolla a través de escenas de novela gráfica. Estas secuencias están compuestas por imágenes estáticas con filtros que imitan el granulado de papel, dispuestas en la pantalla como viñetas de cómic y acompañadas por la voz en off del protagonista y bocadillos del diálogo. Este enfoque no solo era una solución estética, sino que sumergía al jugador directamente en la estética del cine negro y los cómics de Frank Miller. *Max Payne* obliga al jugador a practicar el “cierre” de McCloud entre las viñetas narrativas para construir la secuencia de eventos, para luego devolverle el control en frenéticas secuencias de acción en tercera persona. Esta clara separación entre la narración en formato cómic y la jugabilidad interactiva lo convierte en caso de estudio fundamental sobre la hibridación de ambos lenguajes.

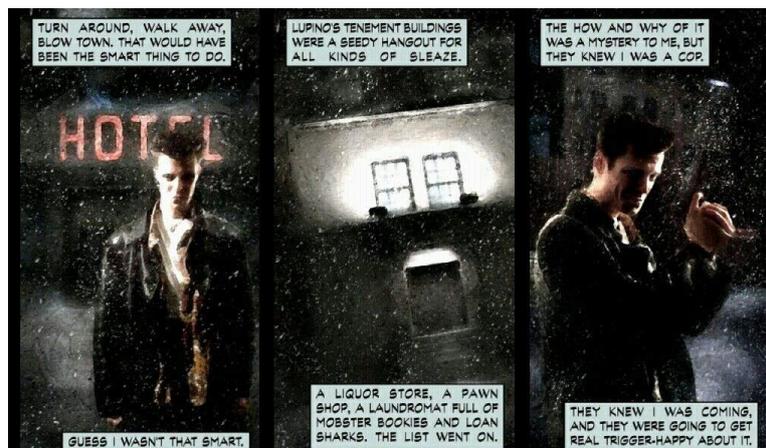


Figura 9: Captura extraída del videojuego Max Payne, 2001

#### 2.2.4 La onomatopeya como refuerzo estético

Finalmente, es importante señalar que la onomatopeya no funciona únicamente como sustituto del sonido, sino que puede actuar como refuerzo estético que subraya el origen estilístico de la obra, incluso cuando los efectos de sonido están presentes.

- Ultimate Spider-Man (2005): Este juego es un ejemplo paradigmático de “cómic jugable”. Durante el combate, aparecen onomatopeyas en pantalla, sincronizadas con la acción y el sonido. Además, utiliza de forma frecuente viñetas en pantalla partida durante las cinemáticas, una técnica puramente comiquera para mostrar acciones y reacciones simultáneas, enriqueciendo el lenguaje visual del juego.



Figura 10: Captura extraída del videojuego Ultimate Spider-Man, 2005

#### 2.2.5 Diseño inclusivo, referentes de accesibilidad

La implementación de opciones de accesibilidad es una práctica cada vez más consolidada, y el análisis de referentes clave ha informado las decisiones de diseño de este proyecto.

- Enfoque holístico (The Last of Us Part II): Es un estándar de oro, ofreciendo no solo filtros, sino un modo de alto contraste que resalta elementos interactivos y personajes.



Figura 11: Captura extraída del videojuego *The Last Of Us Parte 2* en su modo de accesibilidad.

- Filtros específicos (Forza Horizon, Overwatch 2): Ofrecen filtros específicos para deuteranopia, protanopia y tritanopia que ajustan los colores de la interfaz, un enfoque similar al adoptado en este proyecto.



Figura 12: Comparativa de la visual del videojuego *Overwatch* al alternar entre su modo estándar y el modo de daltonismo.

- Diseño inclusivo desde la base (Celeste): Su "Modo Ayuda" (Assist Mode) permite ajustar la dificultad, defendiendo la filosofía de que el desafío no debe ser una barrera para disfrutar del arte.

El estudio de estos referentes valida la estrategia de ofrecer al jugador un menú de opciones que le permita configurar la experiencia visual.

## Capítulo 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 3.1 Planificación del proyecto

Para la gestión del proyecto se ha adoptado un enfoque híbrido basado en principios de la metodología Agile, adaptado a un desarrollo individual. El trabajo se ha estructurado en tres grandes hitos (Milestones) que marcan las fases clave del desarrollo, desde el prototipo inicial hasta la versión final. Cada hito contenía una serie de tareas específicas gestionadas mediante un tablero en la herramienta HacknPlan, lo que permitió un seguimiento flexible y una repriorización de tareas según las necesidades de cada momento.

#### 3.1.1 Cronograma General

La distribución temporal se asignó de la siguiente manera:

- Hito 1 (Semanas 1-9): Fase de Pre-producción y Prototipado.
- Hito 2 (Semanas 10-16): Fase de Producción y Desarrollo de Contenido.
- Hito 3 (Semanas 17-20): Fase de Post-producción, Pulido y Testeo.

A continuación, se describen los objetivos y entregables de cada uno de los tres hitos definidos.

#### 3.1.2 Hito 1: Prototipo Vertical Slice

El objetivo de este primer hito era desarrollar un vertical slice del juego. Es decir, una versión temprana pero completamente funcional que contuviera todas las mecánicas y sistemas clave para validar la experiencia de juego principal. Los entregables de este hito fueron:

- Mecánicas del jugador: Movimiento, interacción con objetos y sistema de deducción.
- Animaciones básicas del personaje principal para garantizar la fluidez de la jugabilidad.
- Implementación final de los dos *shaders* de post-procesado que definen las estéticas del juego.
- Sistema funcional de creación de partida con componentes de aleatoriedad en la disposición de pistas.
- Lógica y comportamiento base de los enemigos.
- Un nivel de prueba completamente montado y jugable.
- Prototipos funcionales del menú principal y el menú de pausa.
- Primera versión del sistema de generación de cómics a partir de capturas.

Fase	Tareas	Tipo	Estimacion
Hito 1	Shader 1 "Moebius Shader Black And White"	Arte	6,00 h
Hito 1	Shader 2 "NorthAmerican Comic Style Shader"	Arte	2,00 h
Hito 1	Fullscreenshader "Outline con cambio de color"	Arte	2,00 h
Hito 1	Creación del repositorio	Reposi...	1,00 h
Hito 1	Configuración del repositorio, gitignore y commit 1	Reposi...	1,00 h
Hito 1	Diseño general del videojuego	Diseño	4,00 h
Hito 1	Diseño de la narrativa del juego	Diseño	4,00 h
Hito 1	Diseño de transición entre estilos visuales	Diseño	1,00 h
Hito 1	Aplicación de transición entre estilos en el shader	Arte	2,00 h
Hito 1	Configuración de la transición en el videojuego	Progra...	2,00 h
Hito 1	Controlador básico del personaje y la cámara	Progra...	2,00 h
Hito 1	Configuración del sistema de input	Progra...	1,00 h
Hito 1	Prototipo menú principal	Progra...	1,00 h
Hito 1	Prototipo menú de pausa	Progra...	0,50 h
Hito 1	Sistema de cambio de elementos UI según estilo visual	Progra...	2,00 h
Hito 1	Controlador de reloj con cambio de sentido según estilo visual	Progra...	1,00 h
Hito 1	Modelo 3D reloj	Arte	1,50 h
Hito 1	Diseño de sistema de creación del cómic a partir de capturas de pantalla	Diseño	2,00 h
Hito 1	Prototipo básico del sistema de capturas de pantalla y clasificación	Progra...	2,00 h
Hito 1	Sistema de solicitud de captura de pantalla según zonas del escenario	Progra...	1,00 h
Hito 1	Sistema de creación de cómic mediante capturas de pantalla	Progra...	2,00 h
Hito 1	Sistema de limitación del cómic mediante sistema de guardado	Progra...	1,00 h
Hito 1	Prototipo de cómic	Progra...	2,00 h
Hito 1	Prototipo del sistema de guardado	Progra...	2,00 h
Hito 1	Ajustes en la carga de escenas en cuanto a estilo visual	Progra...	0,50 h
Hito 1	Implementación de mecánica de consulta de reloj	Progra...	1,00 h
Hito 1	Diseño del personaje principal	Diseño	1,00 h
Hito 1	Efecto vibración para feedback mediante agujas del reloj	Arte	0,50 h
Hito 1	Modelado 3D mano y brazo, con rig	Arte	6,00 h
Hito 1	Animación consulta del reloj	Arte	1,00 h
Hito 1	Modelado 3D revolver	Arte	6,00 h
Hito 1	Sistema de disparo	Progra...	2,00 h
Hito 1	Efectos de cámara al apuntar	Progra...	1,00 h
Hito 1	Animación de apuntado	Arte	2,00 h
Hito 1	Animación de comprobación de munición	Arte	2,00 h
Hito 1	Animación de recarga	Arte	2,00 h
Hito 1	Animación idle	Arte	1,00 h
Hito 1	Animación de correr	Arte	2,00 h
Hito 1	Implementación de mecánicas basadas en animaciones del jugador	Progra...	4,00 h
Hito 1	Moodboard escenarios	Diseño	2,00 h
Hito 1	Modelado de piezas del escenario #1	Arte	18,00 h
Hito 1	Modelado de prop del escenario #1	Arte	8,00 h

Figura 13: Captura extraída de planificación del proyecto referida al hito 1

Hito 1	Diseño de sistema de onomatopeyas y cuadros de texto	Diseño	2,00 h
Hito 1	Sistema de onomatopeyas y cuadros de texto	Progra...	2,00 h
Hito 1	Paquete de onomatopeyas #1	Arte	4,00 h
Hito 1	Diseño de enemigos	Diseño	4,00 h
Hito 1	Moodboard enemigos	Arte	2,00 h
Hito 1	Programación comportamiento de enemigos	Progra...	4,00 h
Hito 1	Fuente de texto custom	Arte	1,50 h
Hito 1	Diseño de sistema de creación de partida aleatoria	Diseño	2,00 h
Hito 1	Modelado de páginas con Uvs preparadas para carga de capturas de pantalla	Arte	1,00 h
Hito 1	Animación página	Arte	1,00 h
Hito 1	Montaje definitivo de cómic con implementación de mecánicas	Arte	5,00 h
Hito 1	Sistema de creación de la partida basado en aleatoriedad	Progra...	4,00 h
Hito 1	Sistema de patrulla aleatoria de los enemigos	Progra...	3,00 h
Hito 1	Diseño de sistema de guardado avanzado	Progra...	2,00 h
Hito 1	Sistema de guardado definitivo	Progra...	4,00 h
Hito 1	Sistema de interacción con objetos	Progra...	2,00 h
Hito 1	Diseño del nivel tutorial	Diseño	2,00 h
Hito 1	Montaje del nivel tutorial	Progra...	4,00 h
Hito 1	Implementación de mecánica de ocultarse	Progra...	2,00 h

Figura 14: Captura extraída de planificación del proyecto referida al hito 1

### 3.1.3 Hito 2: Fase de producción y contenido

Una vez validado el bucle de juego principal, el segundo hito se centró en la creación de los contenidos y en la finalización de los sistemas secundarios. Los entregables fueron:

- Arte final: Modelado y texturizado de todos los personajes, enemigos y elementos de los escenarios (props).
- Diseño de niveles: Construcción de los escenarios definitivos del juego.

- Implementación de la narrativa: Desarrollo de los casos de investigación, sistema de diálogos y eventos de la historia.
- Sistemas de juego secundarios: Implementación del inventario, el tablero de investigación y el guardado/carga de partida.
- Primera fase de testeo interno para la detección temprana de errores.

Hito 2	Modelado de escenarios #2	Arte	20,00 h
Hito 2	Modelado de props #2	Arte	10,00 h
Hito 2	Modelado de enemigo base	Arte	4,00 h
Hito 2	Retopología de enemigo base	Arte	2,00 h
Hito 2	Rig de enemigo base	Arte	4,00 h
Hito 2	Animaciones enemigo base	Arte	6,00 h
Hito 2	Modelado de elementos distintivos entre enemigos	Arte	4,00 h
Hito 2	Configuración de elementos distintivos entre enemigos en Unity	Progra...	2,00 h
Hito 2	Montaje de escenario del juego completo base	Progra...	15,00 h
Hito 2	Iluminación de escenarios	Arte	5,00 h
Hito 2	Sistema de optimización de iluminación del juego	Progra...	3,00 h
Hito 2	Sistema de guardado de partidas antiguas y cómics antiguos	Progra...	5,00 h
Hito 2	Arte UI definitivo del menú principal y menú de pausa	Arte	4,00 h
Hito 2	Paquete VFX estilo cómic	Arte	10,00 h
Hito 2	Modelado de objetos interactivables	Arte	10,00 h
Hito 2	Controlador de finales del juego	Progra...	4,00 h
Hito 2	Motion lines	Arte	4,00 h
Hito 2	Playtesting y análisis de bugs y balanceo	Testing	5,00 h
Hito 2	Resolución de bugs	Progra...	8,00 h

Figura 15: Captura extraída de planificación del proyecto referida al hito 2

### 3.1.4 Hito 3: Fase de post-producción, pulido y empaquetado

El último hito se dedicó a pulir la experiencia de juego, optimizar el rendimiento y preparar una versión final y estable. Las tareas se centraron en:

- Diseño de interfaz (UI/UX): Creación de los menús y la interfaz de usuario definitivos.
- Efectos visuales (VFX) y Sonido: Integración de efectos de partículas, iluminación avanzada y las onomatopeyas dinámicas finales.
- Optimización: Revisión del rendimiento general del juego para asegurar una tasa de frames estable.
- Testeo exhaustivo y corrección de errores (Bug-fixing): Segunda fase de QA (Quality Assurance) para identificar y solucionar los errores restantes.
- Cambios y mejoras que han surgido del playtesting.
- Creación de una versión ejecutable (build) final y estable del proyecto.

Hito 3	Modelado de props #3	Progra...	10,00 h
Hito 3	Logo	Arte	2,00 h
Hito 3	Arte cuadros escenario	Arte	15,00 h
Hito 3	Portada cómic versión color	Arte	5,00 h
Hito 3	Portada cómic versión blanco y negro	Arte	5,00 h
Hito 3	Recursos gráficos para Itchio	Arte	5,00 h
Hito 3	Playtesting y análisis de bugs	Testing	5,00 h
Hito 3	Resolución de bugs	Progra...	8,00 h
Hito 3	Cambios y mejoras del playtesting	Progra...	25,00 h

Figura 16: Captura extraída de planificación del proyecto referida al hito 3

Cabe recalcar, que estos hitos solo se componen de la parte técnica del proyecto, no se contempla en ellos la investigación ligada al proyecto, ya que esta se trabaja y mejora durante todo el proceso de desarrollo.

## 3.2 Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas

La solución desarrollada es un prototipo de videojuego en primera persona que remedia la gramática del cómic en un entorno interactivo. A continuación, se describen los sistemas y desarrollos clave implementados en el motor Unity para dar vida a la propuesta.

### 3.2.1 Arquitectura del sistema visual: Shaders de Post-Procesado

El pilar estético del proyecto son los dos estilos visuales que se pueden alternar en tiempo real. Para lograrlo, se implementaron dos shaders de post-procesado personalizados utilizando la herramienta Shader Graph en Unity.

- Estilo "Línea Clara" (Moebius): Este efecto se consigue mediante la combinación de dos técnicas. Primero, un algoritmo de detección de bordes basado en Sobel se aplica sobre el buffer de profundidad y las normales de la escena para dibujar las líneas negras características. Segundo, se aplica un efecto de posterización al color de la escena, reduciendo la paleta de tonos para generar colores planos y definidos.
- Estilo "Alto Contraste" (Mignola/Miller): Este shader desatura la imagen y aumenta drásticamente el contraste. Utiliza el canal de luminancia de cada píxel para decidir si este será blanco o negro puro, ignorando los tonos intermedios. Además, se apoya en un diseño de iluminación en tiempo real muy cuidado, con luces duras (hard lights) para generar sombras profundas y siluetas marcadas.

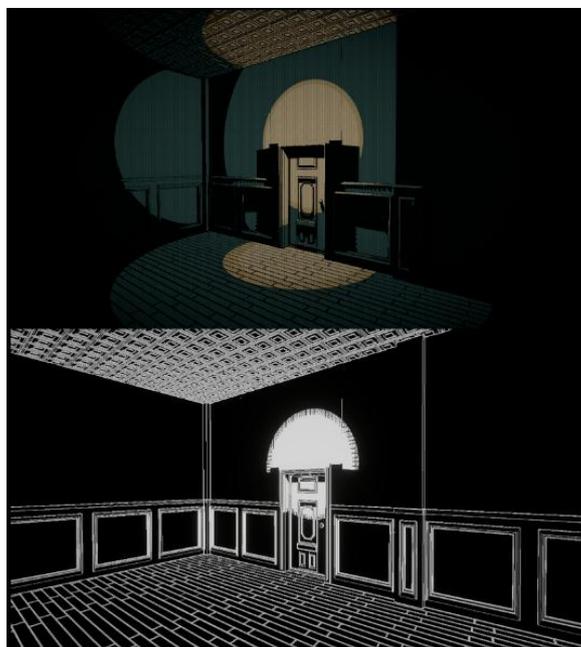


Figura 17: Comparativa de los dos estilos visuales principales aplicados a la misma escena mediante shaders de post-procesado.

### 3.2.2 Sistema de narrativa generativa: El "Auto-Cómic"

La mecánica más innovadora del proyecto es la generación de un cómic a partir de la partida. El algoritmo implementado sigue estos pasos:

1. **Captura Automática Condicional:** Un sistema captura la vista del jugador a intervalos regulares, pero solo si se cumplen dos condiciones simultáneamente: ha pasado un tiempo mínimo (cooldown) y el jugador ha realizado una "acción significativa" (superar un umbral de movimiento o de rotación de la cámara). Esta lógica asegura que las viñetas reflejen momentos de exploración activa, evitando la redundancia.
2. **Captura por Eventos Disparadores (Triggers):** En paralelo, eventos narrativos clave (encontrar una pista, un enemigo aparece, usar un objeto) activan una captura de forma prioritaria, asegurando que los hitos de la historia queden siempre registrados.
3. **Maquetación en Tiempo Real:** El sistema tiene una serie de plantillas de páginas de cómic predefinidas. A medida que se guardan las capturas, estas se asignan a los huecos (viñetas) de la plantilla. La clasificación por etiquetas podría usarse en futuras versiones para seleccionar una maquetación de página más adecuada al ritmo de la acción.
4. **Generación Final:** Al tener las imágenes suficientes para componer la página, se van formando estas, habilitando así la lectura del cómic.

### 3.2.3 Diseño de la Experiencia No-Auditiva e Interfaz Diegética

Para cumplir con la restricción de eliminar el audio, la comunicación de información al jugador se realiza a través de dos sistemas puramente visuales.

- **Sistema de Onomatopeyas Dinámicas:** Se ha creado un sistema que instancia objetos de texto 3D en el espacio del mundo. Estos objetos se activan con eventos de colisión (ej. un disparo genera un "BANG!") o eventos de animación. Las onomatopeyas tienen un tamaño y una rotación que pueden variar para dar más énfasis al evento.
- **Interfaz Diegética (HUD Cero):** Se ha eliminado por completo el Head-Up Display (HUD) tradicional. Toda la información crítica para el jugador está integrada en el mundo del juego (interfaz diegética). Por ejemplo, la munición restante no se muestra con un número en la esquina, sino que el jugador debe observar la animación del personaje revisando el tambor del revólver para saber cuántas balas le quedan. Esto fuerza al jugador a prestar atención al personaje y al entorno, reforzando la inmersión.



*Figura 18: Implementación de la interfaz diegética y el sistema de onomatopeyas en la vista de primera persona.*

### **3.2.4 Sistema de aleatoriedad y escalabilidad**

Para aumentar la rejugabilidad y la sensación de una experiencia única, se han implementado varios componentes de aleatoriedad controlada.

- **Lógica de Partida:** Al iniciar una nueva partida, un script gestor asigna de forma aleatoria la ubicación de las pistas clave y la identidad del culpable a partir de una lista de posibilidades predefinidas.
- **Construcción de la Estructura de Pistas:** Una vez definidos estos parámetros, el script que maneja el funcionamiento de la partida define un método para crear las pistas relacionadas con el caso construido. Esta función carga desde los recursos del proyecto los datos de las pistas correspondientes a los personajes y elementos de la partida actual, y establece las conexiones lógicas entre ellos (ej. el culpable se conecta con el arma y con la víctima). Este proceso asegura que cada caso generado, aunque aleatorio, tenga siempre una estructura lógica y resoluble.

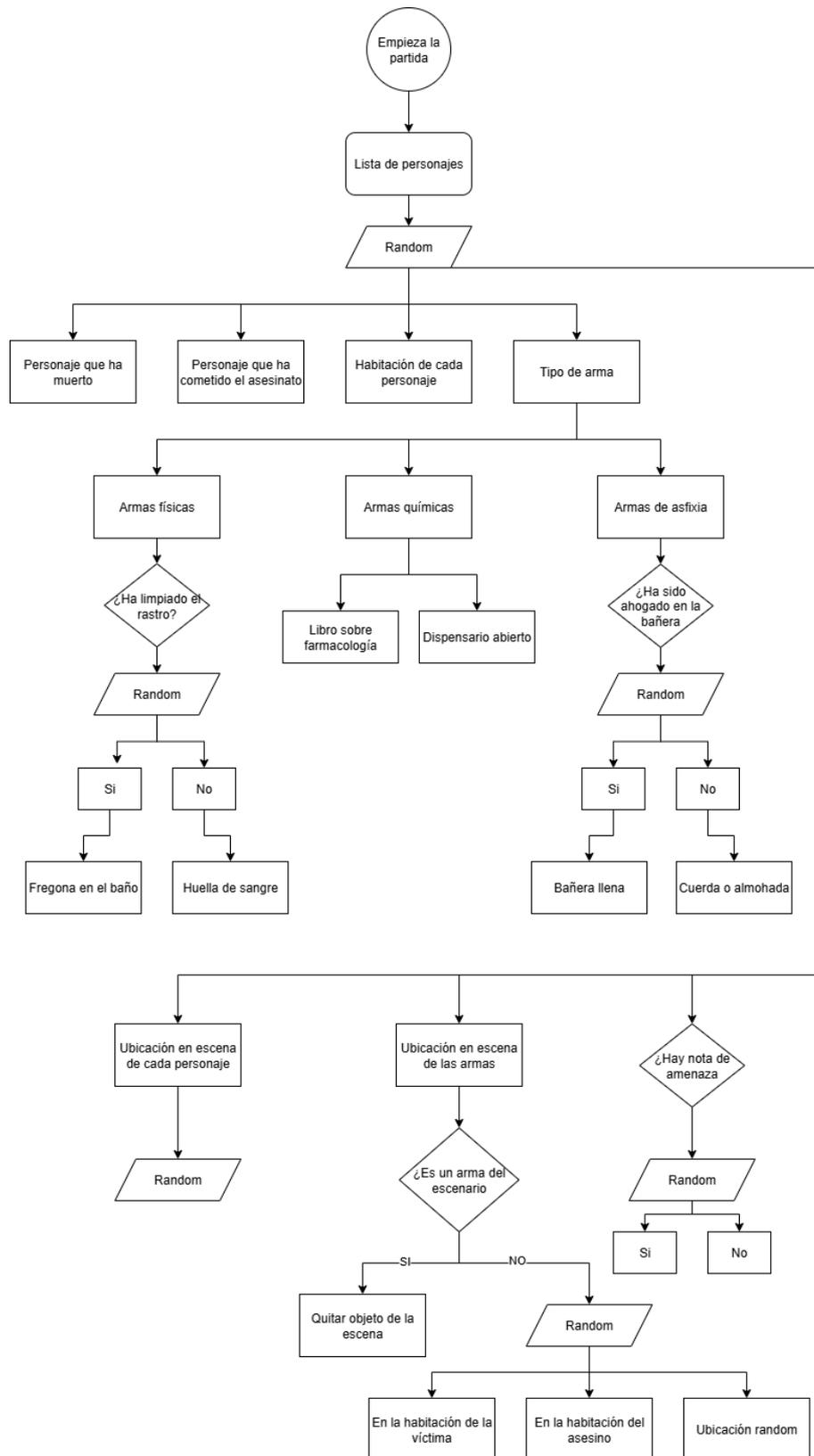


Figura 19: Diagrama de funcionamiento de creación de la partida basada en aleatoriedad

### 3.2.5 Sistema de pistas y deducción visual

El bucle de juego principal gira en torno a un sistema de descubrimiento y conexión de pistas, diseñado para que el jugador "piense" como un detective. La arquitectura se basa en una serie de clases interconectadas:

- Estructura de datos: El núcleo del sistema es un ScriptableObject llamado ClueSO, que define cada pista como un objeto de datos independiente con su título, descripción, tipo, imagen y una lista de pistas con las que puede conectarse. Este enfoque data-oriented permite una enorme flexibilidad y facilidad para añadir nuevas pistas. Lo que hace que una expansión en el juego no solo no rompería la estructura, sino que sería fácilmente expandible.
- El tablero de investigación: El progreso del jugador se visualiza en un tablero de investigación físico en el mundo del juego. El ClueBoardManager es una clase gestora que se encarga de instanciar las pistas encontradas en el tablero. Utiliza un algoritmo de posicionamiento que organiza las pistas de forma automática, agrupando a los personajes en la parte superior y el resto de las pruebas debajo, para mantener siempre una estructura clara y legible.
- El flujo de descubrimiento: Cuando el jugador encuentra una pista en el mundo e interactúa con ella, se desencadena el siguiente proceso:
  1. Se invoca al método RegisterClue en la clase CaseData, que actúa como la base de datos de la partida actual.
  2. El sistema añade la pista a la lista de "pistas descubiertas" y notifica al ClueBoardManager.
  3. El ClueBoardManager instancia la pista en el tablero, aplicando su imagen correspondiente a un modelo 3D.
  4. Inmediatamente después, el sistema revisa las conexiones predefinidas para la pista recién encontrada. Si esta se conecta con otra pista que ya estaba en el tablero, el ClueBoardManager es invocado de nuevo para dibujar una línea (un hilo) entre ambas. Este es el principal mecanismo de feedback que permite al jugador visualizar sus progresos y las relaciones lógicas que va descubriendo.

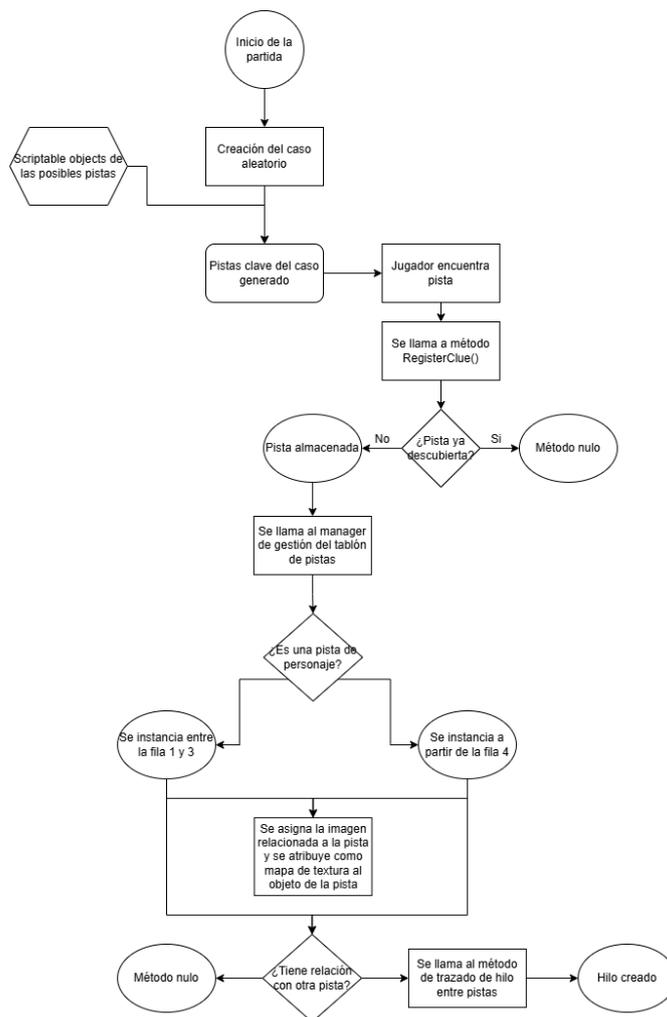


Figura 20: Diagrama de flujo del sistema de descubrimiento y conexión de pistas.

### 3.2.6 Sistemas de accesibilidad implementados

Para materializar los principios de diseño inclusivo descritos en el capítulo 2, se ha implementado un menú de opciones de accesibilidad que permite al jugador adaptar la experiencia visual a sus necesidades.

- Menú de opciones de accesibilidad: Dentro del menú de configuración, el jugador puede seleccionar entre diferentes modos de color. Este sistema funciona aplicando un material de post-procesado global que remapea los colores base de la escena en tiempo real.
- Modos de color implementados:
  1. Modo predeterminado: Utiliza las estéticas base (Blanco/Negro y Azul/Amarillo).
  2. Modo para tritanopia: Sustituye la paleta Azul/Amarillo por una de alto contraste basada en Cian Oscuro y Ámbar.

3. Modo para daltonismo (Rojo-Verde): Se aplica un filtro de corrección de color sobre la paleta Cian/Ámbar para mejorar la fidelidad cromática para usuarios con protanopia y deuteranopia.

### 3.3 Recursos requeridos

Recursos de software:

- Motor de videojuego: Unity2022.3.61f1.
- Entorno de desarrollo integrado (IDE): Visual Studio 2022.
- Software de modelado y animación 3D: Blender.
- Software de edición gráfica 2D: Photoshop 2025.

Herramientas de gestión del proyecto:

- Gestión de tareas y planificación (Sprints): HacknPlan.
- Control de versiones (Repositorio): GitLab.
- Cliente para el control de versiones: SourceTree.
- Almacenamiento y documentación: Google Drive.
- Planificación general: Microsoft Excel.

Recursos de apoyo y aprendizaje:

- Asesoramiento y tutoría: Supervisión continua por parte del director del TFG.
- Conocimientos adquiridos durante el grado.
- Base de datos y bibliografía: Artículos académicos, libros y ponencias.
- Documentación técnica oficial.
- Recursos online como foros, documentación o proyectos de otros desarrolladores.

### 3.4 Viabilidad e implementación

En este apartado se realiza un análisis de la viabilidad económica del proyecto, detallando la estructura de costes y los potenciales beneficios. Asimismo, se evalúan los riesgos asociados a una posible comercialización y se describe un plan de implementación y sostenibilidad a futuro.

#### 3.4.1 Análisis de costes

El desarrollo del prototipo se ha caracterizado por una inversión económica directa prácticamente nula.

- Costes de software y herramientas: El proyecto se ha desarrollado utilizando herramientas de software con licencias de carácter libre o educativo. El motor de juego utilizado fue Unity (licencia Personal), el modelado 3D se realizó con Blender, y la edición de texturas con la licencia de estudiante de Photoshop. Esto ha eliminado la barrera económica de las licencias de software profesional.
- Coste de oportunidad (tiempo): El principal recurso invertido ha sido el tiempo de desarrollo. Aunque no se cuantifica monetariamente en el marco de este proyecto

académico, representa el coste de oportunidad más significativo, abarcando una gran cantidad de horas dedicadas a la investigación, diseño, programación y creación de arte.

- Costes futuros de comercialización: El único coste financiero directo previsto es la tarifa de publicación en la plataforma Steam, que asciende a 87€ (aproximadamente 100\$). Este coste es recuperable por el desarrollador una vez que el juego genera un umbral mínimo de ingresos.

### 3.4.2 Análisis de beneficios y monetización

Más allá del valor académico y formativo intrínseco del proyecto, existen varias vías de beneficio potencial.

- Beneficio académico y profesional: El principal beneficio obtenido es la creación de un producto tangible y funcional que sirve como "carta de presentación" (portfolio piece). Demuestra de forma práctica la adquisición de competencias en diseño de videojuegos, programación en Unity, desarrollo de shaders y narrativa interactiva.
- Potencial de monetización: Si se avanza en el desarrollo hasta alcanzar una calidad de producto comercial, la principal vía de monetización sería la venta directa a través de plataformas como Steam. Se establecería un precio de venta al público competitivo para el mercado indie de duración corta, estimado entre 4,99€ y 9,99€.
- Cálculo del punto de equilibrio (Break-Even Point): Considerando la tarifa de Steam (87€) y su comisión estándar del 30% sobre los ingresos brutos, el punto de equilibrio se puede calcular. Con un precio medio de 7,50€, el ingreso neto por copia vendida sería de 5,25€. Por tanto, se necesitarían vender aproximadamente 17 copias ( $87/5,25€ \approx 16,57$ ) para recuperar la inversión inicial. Cualquier venta posterior generaría beneficio neto.

### 3.4.3 Análisis de riesgos

La comercialización del producto, aunque viable, implicaría asumir ciertos riesgos:

- Riesgo de mercado: El mercado de videojuegos indie en Steam está altamente saturado. Existe el riesgo de que el juego tenga una visibilidad muy baja y no alcance el umbral mínimo de ventas para ser rentable.
- Riesgo de recepción: Las críticas negativas por parte de los jugadores o la prensa especializada podrían impactar directamente en la percepción del producto y sus ventas.
- Riesgo técnico: Un lanzamiento público exigiría un soporte post-lanzamiento para corregir bugs no detectados, lo que implicaría una inversión de tiempo adicional.

#### 3.4.4 Implementación y sostenibilidad a futuro

El plan de implementación para una posible comercialización seguiría estos pasos: crear una página de producto atractiva en Steam, desarrollar material promocional (tráiler, capturas de pantalla) y realizar una campaña de marketing de bajo coste a través de redes sociales y foros especializados.

La sostenibilidad del proyecto a largo plazo dependería de la recepción inicial. Un lanzamiento exitoso, incluso a pequeña escala, permitiría reinvertir los beneficios en:

- Desarrollo de nuevo contenido: Creación de nuevos casos, escenarios o mecánicas para mantener el interés de la comunidad.
- Port a otras plataformas: Explorar la posibilidad de adaptar el juego a consolas como Nintendo Switch, un mercado muy receptivo a los videojuegos indie innovadores.
- Construcción de comunidad: Mantener una comunicación activa con los jugadores para recoger feedback y construir una base de seguidores leales.

En conclusión, la relación coste/beneficio del proyecto es muy favorable. Permite finalizar un prototipo completo sin riesgo económico, y ofrece una vía de comercialización con una inversión inicial mínima y un punto de equilibrio muy bajo, lo que garantiza una alta viabilidad y un potencial de sostenibilidad a futuro.

### 3.5 Resultados del proyecto y análisis

En este apartado se presentan los resultados concretos obtenidos durante el desarrollo del proyecto. La evaluación de dichos resultados se realiza en correspondencia directa con los objetivos específicos establecidos en el capítulo 1.3, seguida de un análisis de las pruebas realizadas y de las desviaciones respecto al plan inicial.

A continuación, se desglosa el resultado obtenido para cada uno de los objetivos específicos planteados.

#### 3.5.1 Resultado del objetivo de investigación y diseño 1: Mecánica de "Narrativa generativa"

Se ha implementado con éxito el sistema de generación automática de cómics. El motor del juego es capaz de capturar momentos clave de la partida (interacciones, diálogos, resolución de puzzles) y maquetarlos en tiempo real en una página de cómic digital. El resultado es un artefacto narrativo único y personalizado que el jugador puede visualizar al final de la partida, cumpliendo el objetivo de materializar la experiencia de juego y validar un formato innovador de autoría compartida. La aleatoriedad controlada en la disposición de las pistas asegura que cada cómic generado sea diferente, incluso al rejugar el mismo caso.



Figura 21: Captura del cómic generado con los sucesos del playthrough.

### 3.5.2 Resultado del objetivo de investigación y diseño 2: Síntesis de estéticas visuales

Se han desarrollado y aplicado dos *shaders* de post-procesado distintos que emulan eficazmente las dos vertientes artísticas de referencia. El primer estilo, inspirado en Moebius, utiliza una línea clara y colores planos, mientras que el segundo, basado en Mignola/Miller, aplica un alto contraste y resalta las siluetas. El sistema permite alternar entre ambos estilos de forma dinámica, vinculando el cambio visual a eventos de la narrativa. Este logro técnico confirma que es posible fusionar estéticas dispares de manera coherente, utilizando la narrativa como nexo de unión.

### 3.5.3 Resultado del objetivo de investigación y diseño 3: Validación de sustitutos gráficos del audio

El proyecto ha operado bajo la restricción de una ausencia total de audio, sustituyéndolo por recursos visuales. Se implementaron onomatopeyas dinámicas para representar impactos y sonidos ambientales, así como líneas cinéticas para expresar movimiento y velocidad. Las pruebas con usuarios (detalladas más adelante) indicaron que estos sustitutos fueron efectivos no solo para transmitir información crítica (ej. la proximidad de un peligro), sino también para mantener la inmersión y reforzar la identidad estética del juego, validando la hipótesis de que es posible crear una experiencia de juego satisfactoria sin depender del canal auditivo.

### 3.5.4 Resultado del objetivo de investigación y diseño 4: Estructura narrativa no lineal

Se ha diseñado con éxito una estructura narrativa basada en la deducción visual. A diferencia de un progreso lineal, el jugador avanza al recolectar pistas en el orden que prefiera y conectarlas en el tablero de investigación. Este resultado demuestra que es posible replicar el proceso cognitivo de la lectura de un cómic de misterio en un entorno interactivo, donde la progresión depende de la comprensión del jugador y no de una secuencia de eventos predefinida.

### **3.5.5 Resultado del objetivo de investigación y diseño 5: Integración funcional de la interfaz**

Se han integrado elementos icónicos del cómic como componentes funcionales de la UI. Los diálogos se presentan en bocadillos de texto cuya forma varía según la entonación (grito, susurro), y las notificaciones del sistema o tutoriales aparecen en cajas de texto similares a las del narrador en un cómic. Este enfoque ha demostrado ser intuitivo y ha contribuido a reforzar la inmersión, haciendo que la interfaz no sea una capa superpuesta, sino una parte integral del mundo diegético.

### **3.5.6 Resultado del objetivo de accesibilidad**

Se ha implementado con éxito un menú de opciones con modos de color específicos para los principales tipos de daltonismo (tritanopia y un modo combinado para protanopia/deuteranopia). Las simulaciones y pruebas preliminares demuestran que estos modos mejoran drásticamente la legibilidad y/o fidelidad cromática para los perfiles de visión correspondientes, cumpliendo así el objetivo de hacer el proyecto más inclusivo, tal y como se puede observar en el anexo 3.

### **3.5.7 Resultados del Plan de Pruebas**

Para asegurar la calidad y funcionalidad del prototipo, se ejecutó un plan de pruebas que cubrió tres áreas principales.

- **Pruebas de Funcionalidad:** Se verificó que todas las mecánicas principales operaran según lo diseñado. El sistema de captura de imágenes, la generación del cómic, la transición entre shaders y las interacciones con las pistas funcionaron sin errores críticos en el 100% de las pruebas realizadas.
- **Pruebas de Rendimiento:** El objetivo técnico era garantizar una experiencia de juego fluida, manteniendo una tasa de refresco estable y superior a los 60 fotogramas por segundo (FPS). Para validar este ambicioso objetivo, se realizaron pruebas exhaustivas en dos perfiles de hardware distintos: un equipo de sobremesa de gama media-alta (Ryzen 7 7700X, RX 9070 XT) y un portátil de gama media (i7 9ª Gen, RTX 2060). Los resultados superaron holgadamente las expectativas en ambos sistemas. Incluso en el equipo portátil, en los escenarios de mayor carga, el rendimiento promedio se mantuvo por encima de los 100 FPS, validando la excelente optimización y escalabilidad del prototipo. El análisis completo y los datos detallados de estas pruebas se pueden consultar en el Anexo 2.
- **Pruebas de Usuario (Playtesting):** Tras realizar dos sesiones de playtesting y aplicar cambios y mejoras en respuesta al feedback obtenido, se ha conseguido un producto con el que poder garantizar la inmersión del usuario en el mundo de un cómic en el que los elementos propios de este sirven como herramienta para que el jugador reciba el feedback necesario para poder disfrutar y entender el videojuego en su totalidad.

## Capítulo 4. CONCLUSIONES

### 4.1 Conclusiones del trabajo

Este trabajo ha tenido como objetivo principal explorar de forma práctica y conceptual cómo el lenguaje visual del cómic puede ser traducido a un medio interactivo como el videojuego. Sin embargo, esta traducción, no se vería representada como un simple recurso estético o accesorio, sino como un sistema que se integra de forma total en el diseño de mecánicas, estética y narrativa. Con esta hipótesis, se desarrolló un producto funcional en Unity.

El desarrollo del prototipo ha permitido dar respuestas concretas a las preguntas de investigación planteadas. Se ha demostrado que el “cierre” (closure) y el espacio entre viñetas (gutter) pueden ser reinterpretadas en un entorno interactivo mediante mecánicas de deducción visual. El jugador no solo avanza, sino que participa en la construcción del significado al conectar las pistas que el juego le presenta de forma fragmentada, asumiendo el rol cognitivo similar al del lector de cómics.

Respecto a la sustitución del audio, se ha validado que los recursos gráficos icónicos del cómic son una alternativa viable y potente. La onomatopeya, más que un simple sustituto, se reveló como una herramienta de diseño que obliga al jugador a entrar en un “modo de lectura” visual, centrando su atención en la imagen de una forma que el sonido ambiental a menudo no consigue. Comunica información crítica y estados emocionales de manera efectiva, demostrando que la inmersión no depende exclusivamente del realismo audiovisual.

En lo que respecta a la fusión entre la agencia del jugador y la narrativa curada, el proyecto propone una solución. La aleatoriedad controlada en la disposición de elementos narrativos y definición de las características del caso a investigar ofrece variedad en cada partida, satisfaciendo la necesidad de exploración del jugador. Sin embargo, el hallazgo principal reside en la mecánica de creación del cómic, la cual genera un bucle de “jugabilidad performativa, el jugador, consciente de que sus actos son registrados visualmente, tiende a autorregular sus acciones. Prioriza aquellas que son más “legibles” estéticamente, es decir, más claras y espectaculares, convirtiéndose en el director de su propia historia y alineando su libertad creativa con la visión del diseñador.

Los hallazgos principales derivados de estos resultados son múltiples. Primero, la implementación de dos estéticas mediante shaders personalizados no solo fue un logro técnico, sino la confirmación de que un videojuego puede albergar múltiples lenguajes artísticos sin quebrar la coherencia, siempre que dicha dualidad esté justificada narrativa o mecánicamente. Segundo, el aporte más innovador, el sistema de generación de cómics, se consolidó como una mecánica de finalización que transforma la experiencia efímera del juego en un artefacto permanente y personal. Esto establece un puente entre el acto de jugar y el de crear, dotando al jugador de un trofeo narrativo que encapsula su recorrido único.

Es fundamental, no obstante, enmarcar estos hallazgos dentro de las limitaciones inherentes al proyecto. Al ser un proyecto académico, su alcance es acotado y las conclusiones se derivan de un caso de estudio único, aplicado a un género específico como es la investigación detectivesca. Del mismo modo, la evaluación de la experiencia del usuario se ha realizado a pequeña escala y el estudio se ha centrado en la gramática del cómic clásico, sin explorar las posibilidades de los cómics experimentales más modernos.

En definitiva, y a pesar de dichas limitaciones, los resultados demuestran de forma concluyente que el lenguaje del cómic ofrece un terreno fértil para la innovación de la interactividad. El proyecto cumple con su objetivo general y se consolida como una prueba de concepto validada, demostrando que es viable construir una experiencia jugable que incorpore de forma integral la gramática del cómic, y no solo su apariencia. El trabajo aporta así una contribución tangible al diálogo sobre la remediación y evolución de los medios en la era digital.

## **4.2 Conclusiones personales**

A nivel personal, este proyecto ha representado una experiencia profundamente enriquecedora, tanto desde el punto de vista creativo como técnico. La posibilidad de desarrollar un videojuego experimental me ha permitido aplicar y consolidar conocimientos en diseño, programación, arte e implementación de shaders personalizados. En particular, el reto de crear los shaders me obligó a profundizar en la programación gráfica para lograr la estética deseada, convirtiéndose en uno de los aprendizajes técnicos más significativos. Al mismo tiempo, ha sido una oportunidad para explorar la narrativa visual y proponer una mirada distinta sobre la forma en que se puede construir una experiencia interactiva.

Uno de los aspectos más valiosos del proceso fue poder trabajar a partir de un medio que siempre me ha resultado cercano e inspirado como lo es el cómic. No solo ha sido una simple fuente de referencia estética, sino también una motivación constante a lo largo del desarrollo. El proyecto me ha permitido rendir homenaje a ese lenguaje que ha formado parte de mi imaginario durante tanto tiempo, y al mismo tiempo reimaginarlo desde una perspectiva interactiva. Ver la mecánica de generación de cómics durante los playtestings, materializando la teoría en un resultado tangible y personal para el jugador, fue la confirmación de que este homenaje podía ser, a la vez, una verdadera innovación. En este sentido, considero que la propuesta también aporta una pequeña contribución a la reflexión sobre cómo los medios escritos pueden adaptarse, transformarse y seguir vivos en otros formatos, sin perder su esencia. Lejos de quedar relegado por la interactividad, el cómic demuestra que su estructura puede ser un punto de partida fértil para nuevas formas de creación digital.

Además, este trabajo ha reforzado mi motivación por seguir investigando en lenguajes híbridos y propuestas alternativas dentro del videojuego. Me ha confirmado que es posible encontrar un equilibrio entre lo técnico y lo expresivo, entre el diseño funcional y la exploración estética. En definitiva, este proyecto no solo ha supuesto un reto académico, sino también un punto de inflexión en mi forma de pensar y crear, que me impulsa a seguir desarrollando ideas que conecten lo visual, lo narrativo y lo interactivo.

## Capítulo 5. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

El presente proyecto ofrece distintas vías en las que trabajar tras el desarrollo, tanto desde el punto de vista del propio desarrollo del producto en sí, como desde la perspectiva que gira en torno a la investigación del proyecto y cómo se trata de resolver el problema que se plantea.

A continuación, se detallan ambas líneas de proyección.

### 5.1 Desarrollo futuro del proyecto

Las futuras iteraciones del prototipo se centrarían en profundizar en la relación entre el jugador y la narrativa, así como en su viabilidad como producto completo.

- Implementación de la "Reescritura temporal interactiva": La línea de mejora más ambiciosa consiste en evolucionar el cómic generado de un artefacto pasivo a una mecánica central. Se habilitaría la posibilidad de que el jugador "entre" en una viñeta pasada para tomar una decisión diferente, creando así ramificaciones narrativas. Esto no solo aumentaría radicalmente la agencia del jugador, sino que exploraría de forma práctica la creación de líneas temporales alternativas, un concepto muy presente en el cómic de superhéroes y ciencia ficción.
- Sistema de maquetación dinámica de viñetas: Se podría evolucionar el sistema de generación de cómics para que la composición de la página (layout) no sea fija, sino dinámica. El sistema podría analizar el contenido de las capturas (ej. una conversación, una persecución, un descubrimiento clave) y seleccionar una maquetación de viñetas apropiada para el ritmo de esa escena. Una escena de acción podría generar viñetas pequeñas y anguladas, mientras que un momento de reflexión podría representarse con una única viñeta grande a modo de splash page. Esto aumentaría enormemente la expresividad narrativa del cómic final.
- Expansión de contenido para la variabilidad narrativa: Se trabajaría en una expansión significativa del contenido jugable, incluyendo nuevos casos, escenarios y personajes. El objetivo no sería solo aumentar la duración del juego, sino enriquecer la diversidad de las imágenes capturadas. Una mayor variedad de situaciones y estéticas repercutiría directamente en la riqueza y rejugabilidad del cómic final, haciendo que cada artefacto generado sea aún más único.
- Validación de mercado y estudio de recepción: A corto plazo, se prepararía el proyecto para su publicación en plataformas de distribución digital como Steam o itch.io. Este lanzamiento no se plantearía únicamente con un fin comercial, sino como una herramienta de investigación a gran escala. Analizar las métricas de juego, leer las reseñas de los usuarios y observar cómo el público general interactúa con las mecánicas permitiría obtener datos masivos sobre la recepción de este lenguaje híbrido.

- Herramientas de Personalización y Funcionalidades Sociales: Para reforzar el vínculo del jugador con su rol de protagonista, se añadiría un sistema de personalización del avatar del detective. Además, se implementaría una función para exportar el cómic generado en formatos estándar (PDF, JPG) y compartirlo fácilmente en redes sociales. Esta funcionalidad no solo empodera al jugador para que comparta su historia única, sino que también actuaría como una potente herramienta de marketing orgánico para el juego.
- Ampliación a Nuevas Plataformas y Mejoras de Accesibilidad: Se exploraría activamente la adaptación (porting) del juego a otras plataformas donde las narrativas visuales tienen una gran acogida, como Nintendo Switch y tabletas (iOS/Android). Paralelamente, se desarrollaría un plan de accesibilidad que incluyera opciones como un modo de alto contraste, tamaño de texto personalizable y la reasignación de controles, con el fin de asegurar que la experiencia pueda ser disfrutada por el mayor número de personas posible.

## 5.2 Investigación

Desde una perspectiva académica, este trabajo sirve como punto de partida para investigaciones más específicas y profundas.

- Análisis profundo de la elipsis temporal interactiva: Una de las líneas más prometedoras es investigar cómo se pueden remediar los distintos tipos de transiciones entre viñetas definidos por Scott McCloud (momento a momento, acción a acción, etc.). El sistema de cómic generado permitiría experimentar con elipsis temporales y espaciales abruptas, para luego estudiar mediante pruebas de usuario (UX) hasta qué punto el jugador es capaz de mantener la coherencia narrativa sin sentirse desorientado, y qué recursos visuales son más efectivos para facilitar este "cierre" cognitivo.
- Estudio cuantitativo y cualitativo de la experiencia de usuario: Se podría diseñar un estudio formal para medir el impacto de estas mecánicas en el jugador. Se analizarían métricas como el tiempo de reacción ante onomatopeyas vs sonidos, el seguimiento de la mirada (eye-tracking) para ver dónde se centra la atención, y se realizarían entrevistas en profundidad para evaluar cualitativamente la "jugabilidad performativa" y el grado de autoría que percibe el jugador.
- Análisis comparativo y taxonomía de medios híbridos: Utilizando el concepto de "remediación" como marco teórico, se propone realizar un análisis comparativo de este proyecto con otros medios híbridos (novelas visuales, cómics interactivos, motion comics). El objetivo sería identificar patrones, estrategias recurrentes y diferencias clave para proponer una taxonomía más detallada de las narrativas visuales interactivas, enriqueciendo el marco teórico actual.

- 
- Exploración en tecnologías inmersivas (VR/AR): Finalmente, sería de gran interés investigar cómo estas mecánicas de "gramática comiquera" se comportan en entornos de Realidad Virtual. ¿Cómo se traduce el concepto de "viñeta" cuando el usuario está dentro de un espacio 360º? ¿Puede un entorno de VR convertirse en una "página de cómic transitable"? Esta línea exploraría la siguiente frontera de la inmersión narrativa.

## Capítulo 6. REFERENCIAS

- Bolter, J. D., & Grusin, R. (1999). *Remediation: Understanding New Media*. The MIT Press.
- Buj Corral, M. (2018). Sinestias en la notación gráfica: lenguajes visuales para la representación del sonido. *Cuadernos De Música, Artes Visuales Y Artes Escénicas*, 14(1), 45–64.
- Cohn, N. (2012). Comics, linguistics and visual language: The past and the future of a field. En F. Bramlett (Ed.), *Linguistics and the study of comics* (pp. 92-118). Palgrave Macmillan.
- Cuñarro, L., & Finol, J. E. (2013). Semiótica del cómic: códigos y convenciones. *Signa: Revista de la Asociación Española de Semiótica*, (22), 267-290.
- CyberConnect2. (2010). *Comic Jumper: The Adventures of Captain Smiley* [Videojuego]. Microsoft Game Studios.
- De la Fuente Soler, M. (2011). La memoria en viñetas: historia y tendencias del cómic autobiográfico. *Signa: Revista de la Asociación Española de Semiótica*, (20), 259-276.
- Eisner, W. (2008). *Comics and Sequential Art: Principles and Practices from the Legendary Cartoonist*. W. W. Norton & Company.
- Giraud, J. (1993). Entrevista con Jean Giraud Moebius. En D. Mirambeau (Entrevistador), *ArtFutura*.
- Groensteen, T. (2007). *The System of Comics*. University Press of Mississippi.
- Guzmán López, M. (2011). El cómic como recurso didáctico. *Pedagogía Magna*.
- McCloud, S. (1993). *Understanding Comics: The Invisible Art*. Kitchen Sink Press.
- Menu, J. (2011). *La bande dessinée et son double. Langage et marges de la bande dessinée: perspectives pratiques, théoriques et éditoriales*. L'Association.
- Nintendo EAD. (2002). *The Legend of Zelda: The Wind Waker* [Videojuego]. Nintendo.
- Piscitelli, A. (2009, 25 de abril). La cultura de los poslectores. *Revista Ñ*. <https://www.filosofitis.com.ar/2009/04/27/la-cultura-de-los-poslectores/>
- PlatinumGames. (2009). *MadWorld* [Videojuego]. Sega.
- P-Studio. (2016). *Persona 5* [Videojuego]. Atlus.
- Remedy Entertainment. (2001). *Max Payne* [Videojuego]. Gathering of Developers.
- Rojas Reyes, C., & Calle, G. (2019). La forma cómic. *Tsantsa. Revista De Investigaciones artísticas*, (6), 69–84.
- Sega AM3. (1995). *Comix Zone* [Videojuego]. Sega.
- Shedworks. (2021). *Sable* [Videojuego]. Raw Fury.
- Smilebit. (2000). *Jet Set Radio* [Videojuego]. Sega.
- Telltale Games. (2012). *The Walking Dead: Season One* [Videojuego]. Telltale Games.

- Treyarch. (2005). *Ultimate Spider-Man* [Videojuego]. Activision.
- Velduque Ballarín, M. J. (2011). El arte del cómic. *Revista de Claseshistoria*, (198).

## Capítulo 7. ANEXOS

### 7.1 Anexo 1: Playtesting

#### 7.1.1 Formulario

¡Hola! Muchas gracias por participar en la prueba de este prototipo de videojuego, desarrollado como parte de un Trabajo de Fin de Grado. Tu opinión es fundamental para evaluar el resultado de la investigación.

Tardarás aproximadamente 10-15 minutos en completarlo. Por favor, responde con la mayor sinceridad posible.

He leído la información y acepto participar en esta prueba de forma voluntaria

#### 1. ¿Con qué frecuencia juegas a videojuegos?

(Escala de 1 a 5, donde 1 es "Casi nunca" y 5 es "A diario") 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Respuesta:

#### 2. ¿Qué géneros de videojuegos sueles jugar más? (Puedes marcar varios)

Aventura / Puzzle / Point & Click

Acción / Shooter en primera persona (FPS)

Rol (RPG)

Estrategia

Otros:

#### 3. ¿Con qué frecuencia lees cómics o novelas gráficas?

(Escala de 1 a 5, donde 1 es "Casi nunca" y 5 es "Soy un lector/a ávido/a") 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Respuesta:

#### 4. Si tuvieras que describir tu experiencia de juego en tres palabras, ¿cuáles serían?

Respuesta:

#### 5. En una escala del 1 (nada) al 5 (muchísimo), ¿hasta qué punto sentiste que estabas "dentro de un cómic"?

1 - 2 - 3 - 4 - 5

Respuesta:

#### ¿Por qué?

Respuesta:

**6. El juego alterna entre dos estilos visuales. ¿Notaste claramente el cambio entre ellos?**

Sí

No

**7. ¿Cuál de los dos estilos visuales te ha gustado más y por qué?**

Respuesta:

**8. En una escala del 1 (nada) al 5 (muchísimo), ¿echaste de menos tener música o efectos de sonido tradicionales?**

1 - 2 - 3 - 4 - 5

Respuesta:

**9. ¿Fueron las onomatopeyas ("BANG", "CRACK!") y otros efectos visuales suficientes para entender lo que ocurría en el juego (disparos, impactos, etc.)?**

(Escala de 1 a 5, donde 1 es "Nada efectivos" y 5 es "Muy efectivos") 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Respuesta

**¿Hubo alguna situación en la que te sintieras perdido/a por la falta de sonido?**

Respuesta:

**10. El juego no tiene un HUD tradicional (indicadores en pantalla). ¿Te resultó intuitivo usar las animaciones y elementos del juego para obtener la información?**

(Escala de 1 a 5, donde 1 es "Nada intuitivo" y 5 es "Muy intuitivo") 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Respuesta:

**11. ¿Te sentiste desorientado/a en algún momento por no tener un mapa o un indicador de objetivo en pantalla? Explica brevemente tu experiencia.**

Respuesta:

**12. En una escala del 1 (nada satisfactorio) al 5 (muy satisfactorio), ¿cómo de gratificante fue encontrar una pista y verla aparecer en el tablero de investigación?**

1 - 2 - 3 - 4 - 5

Respuesta:

**13. Cuando un "hilo" conectaba dos pistas en el tablero, ¿entendiste que habías hecho un progreso importante en el caso?**

Sí, fue muy claro.

Más o menos, lo intuí.

No, no entendí lo que significaba.

**14. ¿Qué pensaste o sentiste al ver la página de cómic que se generó con las acciones de tu partida?**

Respuesta:

**15. El saber que el juego estaba creando un cómic con tus acciones, ¿hizo que jugaras de una forma diferente (por ejemplo, intentando hacer acciones más "espectaculares" o "cinemáticas")?**

Sí, totalmente.

Un poco, lo tuve en cuenta.

No, jugué como siempre.

**16. En una escala del 1 (nada) al 5 (muchísimo), ¿hasta qué punto el cómic final te hizo sentir que esa historia era realmente "tuya"?**

1 - 2 - 3 - 4 - 5

Respuesta:

**17. En general, ¿cuál fue la parte que más te gustó del juego?**

Respuesta:

**18. ¿Y la parte que te resultó más frustrante o confusa?**

Respuesta:

**19. ¿Tienes alguna otra sugerencia o comentario para mejorar la experiencia?**

Respuesta:

### **7.1.2 Metodología y perfil de los participantes**

El objetivo de este estudio fue recopilar datos cuantitativos y cualitativos sobre la experiencia de usuario del prototipo, con el fin de validar las hipótesis de diseño relacionadas con la estética, la jugabilidad y las mecánicas de inmersión.

Se realizó un playtest con un total de 12 participantes entre las fechas 9 y 14 de julio de 2025.

El análisis de los datos demográficos arrojó el siguiente perfil:

- El 95% de los participantes se identifican como jugadores de videojuegos habituales (puntuación de 4 o 5 sobre 5).
- El 15% de los participantes se identifican como lectores de cómics ocasionales o habituales (puntuación de 3 o más sobre 5).
- Los géneros de videojuego preferidos fueron Aventura y FPS.

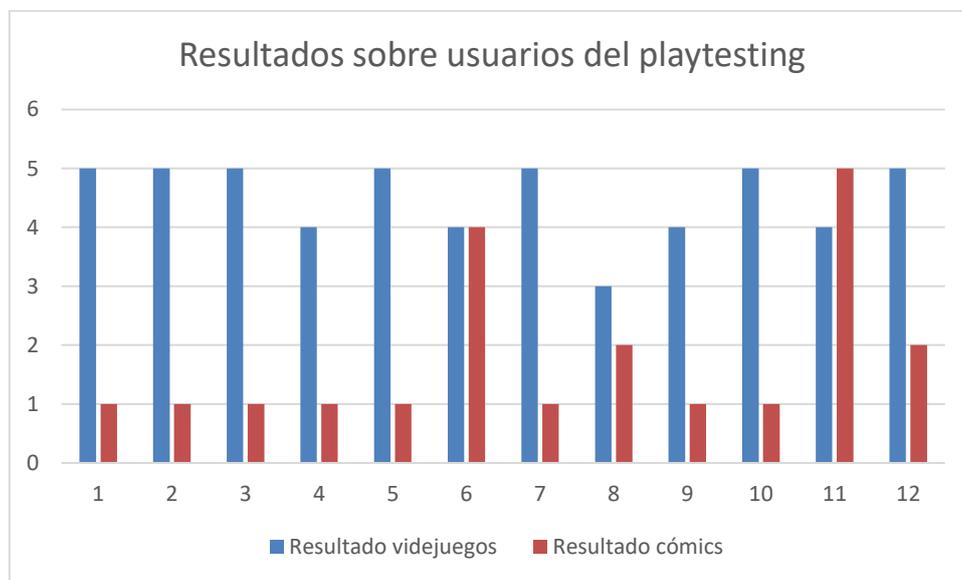


Figura 22: Gráfico sobre consumo de videojuegos y cómics de usuarios de playtesting.

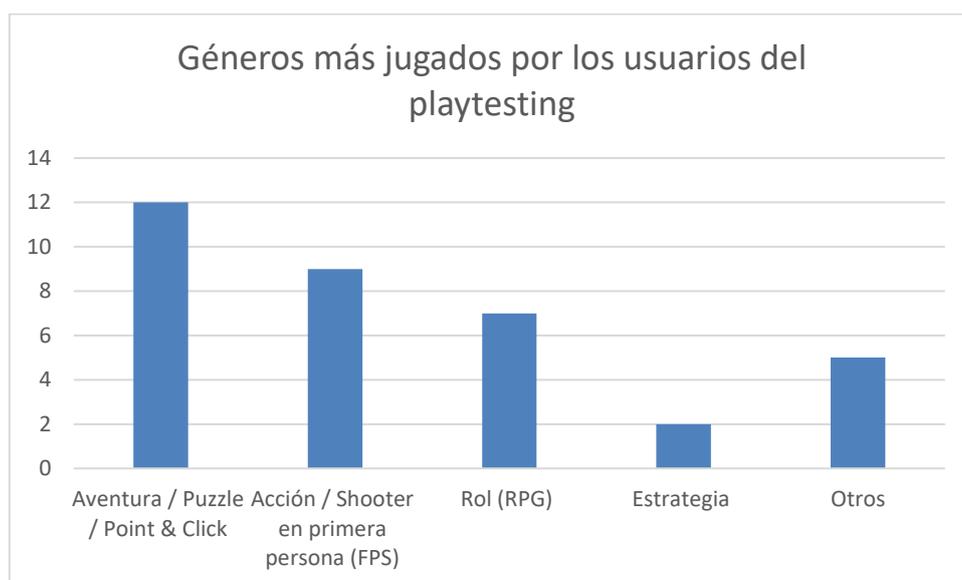


Figura 23: Gráfico sobre los géneros más jugados entre los usuarios del playtesting.

### 7.1.3 Resultados cuantitativos

Para las preguntas con escala numérica (1-5), se han calculado la media (para ver la tendencia general), la mediana (el valor central) y la desviación estándar (para medir si las opiniones fueron similares o muy dispersas).

Pregunta	Media	Mediana	Desviación estandar
Pregunta 5	4,5	4,5	0,52
Pregunta 8	3	3	1,28
Pregunta 9	4,42	4,5	0,67
Pregunta 10	3,42	3	0,51
Pregunta 12	3,33	3	0,49
Pregunta 16	4	4	0,6

Tabla 1: Resultados cuantitativos del playtesting.

#### 7.1.4 Conclusiones del playtest y acciones de mejora

Tras el análisis de los resultados cuantitativos y de las respuestas abiertas sobre los temas más importantes del proyecto se concluye en lo siguiente:

- La mayoría de los usuarios se han sentido inmersos en un cómic y han disfrutado de los elementos propios de este como lo son las onomatopeyas y bocadillos de texto.
- Sobre la ausencia de sonido, se percibe que algunos usuarios aseguran estar demasiado acostumbrados al sonido en los videojuegos, sin embargo, no lo reciben como algo negativo. Además, en el segundo tramo de playtesting, en el cual el comportamiento del enemigo había cambiado, se encuentra que la ausencia del sonido aumenta la tensión.
- Al preguntar a los usuarios por su estilo de color favorito, muchos puntualizaban echar de menos el estilo a color en los testeos previos al cambio de comportamiento del enemigo, sin embargo, tras el cambio, se observa una respuesta positiva de los jugadores que ahora perciben el cambio de color como una mecánica y no algo simplemente estético.
- En la primera fase de testeo se observa un feedback negativo en cuanto a saber qué hacer durante el playthrough, sin embargo, se observa una mejora en este sentido tras los cambios y mejoras.
- El sentimiento de autoría del cómic generado es positivo, ya que la media de los resultados se sitúa en 4 sobre 5, además, en el feedback de los usuarios se percibe este elemento como algo muy interesante y que aporta valor al producto final.
- En general, la mayoría de usuarios parecen disfrutar de la experiencia y aseguran que se trata de un proyecto original y con un gran potencial.

Las respuestas de los usuarios se tradujeron en tareas de cara a obtener mejores resultados durante la segunda fase de testeo:

- Se decidió realizar un cambio importante en los enemigos, pasar de un simple comportamiento de patrullas, a un enemigo que te persigue solo cuando no miras hacia este.
- Incorporación de zonas seguras en las habitaciones.
- Mayor tutorización del usuario.
- Aumento del feedback sobre interacción con entorno.
- Mecánica de correr.

- Cambio de color ligado a enemigo nuevo.
- Arreglo de bugs.

## 7.2 Test de rendimiento

### 7.2.1 Introducción y metodología

El objetivo de este análisis es cuantificar el rendimiento del prototipo, evaluar la escalabilidad del motor en hardware de diferentes perfiles, identificar posibles cuellos de botella y validar el cumplimiento del objetivo de rendimiento (mínimo de 60 FPS estables) para definir unos requisitos de sistema.

Entorno de pruebas: Todas las pruebas se han realizado en dos equipos con perfiles de hardware representativos:

- Equipo de Pruebas 1 (Gama Media-Alta - Sobremesa):
  - o CPU: AMD Ryzen 7 7700X
  - o GPU: AMD Radeon RX 9070 XT
  - o Memoria RAM: 32 GB DDR5
  - o Sistema Operativo: Windows 11 Pro
- Equipo de Pruebas 2 (Gama Media - Portátil):
  - o CPU: Intel Core i7-9750H
  - o GPU: NVIDIA GeForce RTX 2060 (versión para portátil)
  - o Memoria RAM: 16 GB DDR4
  - o Sistema Operativo: Windows 10 Home

Herramienta de medición:

MSI Afterburner con RivaTuner Statistics Server (RTSS): Para la monitorización y registro de datos en la build ejecutable.

Escenarios de pruebas: Se han definido cuatro escenarios de prueba distintos para aislar el rendimiento de cada componente visual y de la carga de juego:

1. Test 1 - Modo Color (Exploración): Partida con el shader "Línea Clara" activo, sin enemigos.
2. Test 2 - Transición de Shaders: Medición del rendimiento durante el cambio dinámico entre estilos.
3. Test 3 - Modo B/N (Exploración): Partida con el shader "Alto Contraste" activo, sin enemigos.

4. Test 4 - Modo B/N (Acción): Partida con el shader "Alto Contraste" y presencia de enemigos e interacciones.

### 7.2.2 Pruebas realizadas y resultados

Escenario de pruebas	Average FPS	Minimum FPS	1% Low FPS	0.1% Low FPS
Test 1	621.8	324.3	287.6	231.9
Test 2	644.8	444.6	363.6	233.2
Test 3	479.5	271.8	257.9	186.9
Test 4	375.0	216.6	205.8	149.6

Tabla 2 : Resultados cuantitativos de las pruebas de rendimiento en el equipo 1.

Escenario de pruebas	Average FPS	Minimum FPS	1% Low FPS	0.1% Low FPS
Test 1	160.7	131.3	91.6	63.2
Test 2	163.1	157.8	97.9	64.3
Test 3	127.1	104.7	85.6	81.2
Test 4	116.8	101.8	81.7	64.5

Tabla 3 : Resultados cuantitativos de las pruebas de rendimiento en el equipo 1.

### 7.2.3 Análisis de los resultados

El análisis comparativo de los datos permite extraer varias conclusiones clave:

- Comparativa de estilos visuales: De forma consistente en ambos equipos, el modo de color es notablemente más eficiente que el modo blanco y negro. La diferencia de rendimiento es de aproximadamente un 26-30% a favor del modo color, lo que sugiere que el cálculo y pintado de sombras con estilo crosshatching es más exigente en ambas arquitecturas de GPU probadas.
- Análisis de escalabilidad: El proyecto demuestra una buena escalabilidad al ser probado en dos perfiles de hardware muy distintos, un sobremesa moderno de gama media-alta y un portátil de gama media con varios años de antigüedad. Como era de esperar, existe una diferencia de rendimiento significativa entre ambos. Sin embargo, el hallazgo más importante es que incluso en el equipo portátil, el rendimiento en el escenario más exigente (Test 4) se mantiene en un promedio de 116.8 FPS, y el 0.1% Low (las peores caídas) no baja de 64.5 FPS.
- Eficiencia de la transición: Los datos del test 2 confirman en ambos equipos que el cambio dinámico de shaders es una operación instantánea y altamente optimizada que no produce ninguna penalización en el rendimiento.

- Conformidad y requisitos del sistema: El objetivo de mantener un rendimiento estable por encima de los 60 FPS se cumple con creces en ambas configuraciones. Los resultados validan que el hardware del Equipo 2 (portátil de gama media) es una base perfectamente sólida para establecer los requisitos mínimos o recomendados del juego, garantizando una experiencia de alta calidad (1080p a 60 FPS o más) a un amplio espectro de jugadores.

#### 7.2.4 Conclusión del análisis

En conclusión, el prototipo demuestra un rendimiento robusto y una escalabilidad buena, funcionando de manera óptima tanto en un equipo de sobremesa de gama media-alta como en un portátil de gama media. El análisis confirma la viabilidad técnica del proyecto para un posible lanzamiento comercial y valida que las decisiones de diseño no han supuesto un coste de rendimiento prohibitivo, cumpliendo los objetivos de rendimiento en un rango de hardware representativo del mercado actual.

### 7.3 Validación visual de los modos de accesibilidad

Este anexo presenta la evidencia visual que valida la implementación de los modos de color para los principales tipos de daltonismo, demostrando la eficacia de las soluciones adoptadas.

#### 7.3.1 Análisis para tritanopia

La paleta de color base "Azul y Amarillo" fue identificada como un potencial problema de accesibilidad para la tritanopia. La siguiente comparativa visual demuestra el problema y la eficacia de la solución de reemplazo de paleta.



*Figura 24: (Izquierda) La paleta original azul/amarillo con simulación de tritanopia, mostrando bajo contraste. (Centro) La nueva paleta cian/ámbar en visión normal. (Derecha) La nueva paleta cian/ámbar con simulación de tritanopia, demostrando un alto contraste.*

La figura demuestra que la paleta original (panel izquierdo) pierde el contraste de luminancia bajo la simulación de tritanopia. La paleta corregida (panel derecho), en cambio, mantiene una clara distinción entre el fondo y las luces. Aunque el matiz del ámbar se percibe como rosa, su alto brillo se conserva, garantizando que la información de juego se transmite con claridad.

#### 7.3.2 Análisis para protanopia y deuteranopia

Para los tipos de daltonismo más comunes, la paleta base es funcionalmente legible, pero el filtro de corrección opcional busca mejorar la fidelidad cromática.



*Figura 25: (Izquierda) La paleta original azul/amarillo con simulación de deuteranopia, mostrando bajo contraste. (Centro) La nueva paleta azul oscuro/amarillo en visión normal. (Derecha) La nueva paleta azul oscuro/amarillo con simulación de deuteranopia, demostrando un mayor acercamiento a la visual buscada.*

La figura ilustra que, sin corrección (panel izquierdo), un usuario con deuteranopia percibe los colores de forma apagada. Al activar el filtro (panel derecho), se aplica una transformación que resulta en una imagen con tonos más vibrantes y una diferenciación cromática más rica, mejorando significativamente la experiencia estética y la fidelidad a la visión artística original.

