

TFG

FROZEN OUT (II):

DISEÑO DE INTERACCIÓN Y ANIMACIÓN DE CARACTERES DE UN PROTOTIPO DE VIDEOJUEGO CRÍTICO 3D.

Presentado por Adrián Reina Sáez

Tutor: Moisés Mañas Carbonell

Facultat de Belles Arts de Sant Carles

Grado en Diseño y Tecnologías Creativas

Curso 2019-2020



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES**

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Diseño y desarrollo en grupo de un prototipo jugable de videojuego crítico en 3D, enmarcado en la tipología de puzzle explorativo. La memoria abarca la narrativa interactiva (niveles, mapas, mecánicas, etc.), animación de caracteres (rigging), iluminación y desarrollo del shader del primer capítulo.

Introduciendo al jugador en una distopía poblada por polos y helados, el juego se articula alrededor del cambio climático. Mientras jugamos descubriremos que el gobierno está agotando los recursos naturales para su propio beneficio, provocando una crisis ecológica.

Palabras clave: Videojuegos, “Cambio climático”, Helados, Distopía, “Juegos Serios”.

ABSTRACT AND KEYWORDS

Groupal design and development of a 3D critical videogame playable prototype, classified as explorative puzzle. The report covers the interactive narrative (levels, maps, mechanics, etc.), character animation (rigging), lighting and shader development of the first chapter.

Introducing the to an ice cream and popsicle habitated dystopia, setting global warming as its main topic. Meanwhile we play we will discover government’s plan to waste natural resources on its own benefit, triggering an ecological crisis.

Keywords: Videogames, “Global Warming”, Ice Creams, Dystopia, “Serious Games”.

CONTRATO DE ORIGINALIDAD

Este Trabajo Fin de Grado ha sido realizado íntegramente por el alumno Adrián Reina Sáez. Este es el último trámite para la obtención del título de la promoción 2016/2020 del Grado en Diseño y Tecnologías Creativas de la Universidad Politécnica de Valencia.

El presente documento es original y no ha sido entregado como otro trabajo académico previo, y todo el material tomado de otras fuentes ha sido citado correctamente.

Firma:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Adrián', with a long horizontal flourish extending to the right.

Fecha:

21 de julio de 2020

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Tomás, Vicent y Pablo, los informáticos involucrados en este proyecto, por haber ayudado a dar vida a nuestro frigorífico. Hemos conseguido crear una atmósfera de trabajo positiva y amigable.

Gracias a Alejandro, el otro alumno de diseño de este proyecto, por acompañarme durante estos 4 años y tener ideas tan locas como un polo que habla.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
<i>1.1. Justificación</i>	<i>6</i>
<i>1.2. Objetivos</i>	<i>7</i>
<i>1.3. Metodología</i>	<i>8</i>
2. CONTEXTO DE LOS SERIOUS GAMES	10
3. DESARROLLO	12
<i>3.1. Briefing</i>	<i>12</i>
<i>3.2. Referentes profesionales / Casos de estudio</i>	<i>12</i>
3.2.1. Captain Toad (2014)	13
3.2.2. Zack and Wiki (2007)	13
3.2.3. A Short Hike (2019)	15
3.2.4. This War of Mine (2014)	16
<i>3.3. Preproducción</i>	<i>17</i>
3.3.1. Diseño de mecánicas	19
3.3.2. Diseño de nivel y mapa de nivel	22
<i>3.4. Producción</i>	<i>24</i>
3.4.1. Rigging	24
3.4.1.1. Esqueleto de Pol y similares	25
3.4.1.2. Esqueleto de Corte	28
3.4.1.3. Esqueleto de objetos	29
3.4.2. UV y texturas	30
3.4.3. Lighting y shader	31
3.4.4. Cámara y postprocesado de imagen	35
<i>3.5. Postproducción</i>	<i>36</i>
3.5.1. Testeo	36
3.5.2. Previsión de impacto	36
3.5.3. Difusión	37
<i>3.6. Resultado</i>	<i>37</i>
<i>3.7. Presupuesto</i>	<i>38</i>
4. CONCLUSIONES	38
5. BILIOGRAFÍA	40
6. ÍNDICE DE FIGURAS	42
7. ANEXOS	45

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

Frozen Out es un proyecto multidisciplinar integrado por alumnos de la Facultad de Bellas Artes de San Carlos y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Este videojuego se origina a partir de la tarea realizada durante las asignaturas de Desarrollo de Videojuegos (9 ECTS), del Grado en Diseño y Tecnologías Creativas, e Introducción a la Programación de Videojuegos (4,5 ECTS), del Grado en Ingeniería Informática, donde estudiantes de ambas carreras formaron grupos para llevar a cabo una demo de videojuego 3D. Tras esta etapa decidimos darle una vuelta a la muestra generada y ampliarla para crear un prototipo del primer nivel.

El producto se define como juego narrativo enmarcado en los géneros puzzle y explorativo. Por otro lado, *Frozen Out* se incluye en la tipología de *serious game* o juego serio, videojuegos que no poseen el entretenimiento como su principal propósito, si no que buscan otros fines como educar al jugador en caso de juegos lectivos o ayudar a un paciente con interactivos dedicados a la rehabilitación de problemas motores u otras cuestiones médicas. En específico, este proyecto posee como meta representar la crisis climática actual realizando un paralelismo entre el mundo real y una sociedad distópica de polos, donde se ven obligados a trabajar extrayendo hielo para mantener su ciudad a flote en un universo donde las temperaturas están en constante aumento, amenazando las reservas naturales de este material y, por lo tanto, la existencia de los habitantes. Por otro lado, también representa la tiranía de un estado autoritario, los helados cremosos, refugiados en su mayoría en el interior de la nevera, obligan a los polos de hielo a extraer los recursos necesarios para mantener en funcionamiento el frigorífico.

Esta memoria contiene el proceso de diseño de interacción, centrándose en el diseño de mecánicas, el mapa de nivel en cuestión desde el punto de vista de la narrativa interactiva. Además, incluye el proceso de adaptación y acondicionamiento de los modelos generados para su correcta animación, aplicando técnicas de *rigging*¹, y renderizado (UV²) en el motor gráfico. Finalmente, se tratará el desarrollo de la iluminación y *shader*³, así como la cámara y los efectos de postprocesado, que dotan de cohesión al apartado artístico diseñado para esta propuesta. Todo esto, es llevado a cabo mediante la aplicación de los conocimientos y destrezas adquiridos en las asignaturas del Grado en Diseño y Tecnologías Creativas, especialmente en aquellas orientadas a videojuegos e interactividad.

1. Se conoce como rigging al proceso de generar un sistema de control para animar de forma sencilla y eficiente un modelo 3D.

2. Imagen 2D susceptible de ser proyectada sobre un modelo 3D.

3. Programa informático dedicado al cálculo gráfico y simula el tratamiento de la luz.

A continuación, listo al resto de estudiantes que han participado en este trabajo, junto con el nombre de sus memorias para una mejor navegación entre ellas:

- **Alejandro Jiménez Carrasco:** *“FROZEN OUT (I): Diseño y desarrollo artístico de un prototipo videojuego crítico 3D”*. Alumno de Diseño y Tecnologías Creativas.
- **Tomás Ruíz Martín:** *“Videojuego ‘Frozen Out’. Programación, desarrollo e integración de mecánicas”*. Alumno de Ingeniería Informática.
- **Vicent Pla Madrid:** *“‘Frozen Out’, videojuego de aventura gráfica 3D. Diseño y uso de los diálogos”*. Alumno de Ingeniería Informática.
- **Pablo López Orrios:** *“Desarrollo de un videojuego con Unity: implementación de la inteligencia artificial y funciones back-end”*. Alumno de Ingeniería Informática.

1.2. OBJETIVOS

Nuestro objetivo principal como grupo es realizar un prototipo jugable del primer nivel de un videojuego crítico 3D perteneciente al género puzzle-explorativo. Otros objetivos generales son:

- Crear una experiencia basada en la jugabilidad y la narrativa, cuya temática principal sea el cambio climático.
- Utilizar el género de los videojuegos como medio de expresión de fines éticos y persuasivos.
- Aplicar los conocimientos adquiridos durante el grado, y en particular aquellas materias relacionadas con los videojuegos y las narrativas interactivas.
- Aplicar una metodología empresarial que nos permita medir la viabilidad del producto.

Por otro lado, los objetivos específicos a tratar en este documento son:

- Idear y diseñar un sistema de mecánicas, escenarios, niveles y objetivos que reflejen el concepto del juego desde el ámbito narrativo.
- Comprobar los modelos 3D generados para su correcta animación y renderizado en el proyecto final.
- Crear un *shader* y sistema de tratamiento de luz que permita potenciar el apartado artístico diseñado para el videojuego.
- Idear y crear un sistema que permita simular nieve con volumen y que reaccione ante la posición y el movimiento de los personajes en la escena.

1.3. METODOLOGÍA

Para una correcta organización del trabajo a realizar, y dada la naturaleza de grupo interdisciplinar, se procedió a una jerarquización de las tareas en función de su importancia, colocando aquellas primordiales para el funcionamiento (diseño, conceptualización, implementación de mecánicas, etc) en las primeras etapas y posponiendo aquellas más secundarias (postprocesado de imagen, *shader* gráfico, etc). Posteriormente se volcó el resultado en un cronograma, para permitirnos llevar un mejor control sobre las tareas a realizar y el tiempo disponible para ellas.



Fig. 1. Primer cronograma.

Observando el cronograma podemos ver una división en tres etapas, en lo que a esta memoria compete encontramos: una centrada en el rediseño de la jugabilidad y el diseño del mapa del nivel; una fase dedicada al desarrollo, donde se procede con la aplicación de técnicas de *rigging* a todos los personajes para su correcta animación y la generación de mapas de UV para la correcta renderización de los elementos; y un período dedicado al acabado, que recoge el desarrollo del *shader* junto con la iluminación, comenzada durante la fase previa, y el tratado de las cámaras y el postprocesado de imagen. Debido a problemas surgidos durante la realización y complicaciones técnicas, se realizó un segundo cronograma, el cual abarca las últimas semanas de trabajo.



Fig. 2. Segundo cronograma.

PROGRAMA	UTILIDAD	VERSIÓN	WEB
	Despliegue y tratamiento de UVs.	Blender 2.8.	https://www.blender.org/download/releases/2-80
	Creación de <i>rigs</i> para los modelados 3D.	Maya 2019.	https://www.autodesk.com/education/free-software/maya
	Motor de juego.	Unity 2019.3.0f6.	https://unity3d.com/es/get-unity/download/archive
	Control de versiones.	Extensión para Unity.	https://unity.github.com/
	Canal de comunicación.	Discord para Windows.	https://discord.com/new/download
 Google Drive	Gestión de archivos.	Navegador.	https://www.google.es/drive/apps.html
	Control de trabajo.	Navegador.	https://trello.com/home

Fig. 3. Tabla con los programas utilizados durante el desarrollo de este proyecto, su uso, versión utilizada y enlace web.

A nivel individual, ante cada una de las problemáticas sucedidas durante el proceso de diseño y desarrollo, se ha procedido a su abordaje en tres pasos: una búsqueda de información, para recabar diferentes posibilidades y formas de actuar; una fase de testeo o experimentación, donde se ponían en práctica las habilidades y técnicas adquiridas durante el grado y la fase previa para decantarse por la opción más viable; y una última de realización, donde se procede a la elaboración del elemento final. Esta metodología no es lineal, si no que permite el movimiento libre entre cada una de las etapas.

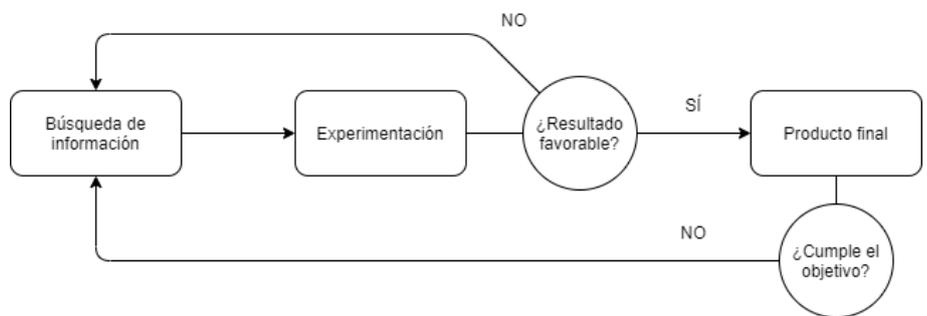


Fig. 4. Diagrama de los tres pasos seguidos para la resolución de objetivos.

2. CONTEXTO DE LOS SERIOUS GAMES

En años recientes, la industria del videojuego ha crecido de forma abrumadora si la comparamos con otras ramas del entretenimiento. Los datos registrados en 2019 denotan una facturación de alrededor de 1479 millones de euros anuales en España según AEVI⁴ (Asociación Española de Videojuegos), superando las ganancias conjuntas tanto de la industria musical como del cine.

El concepto *serious game* fué acuñado en el libro *Serious Games* (Clark C. Abt, 1970) y ha tenido diferentes definiciones desde entonces, no obstante en este proyecto hacemos referencia a juegos que no poseen el entretenimiento o el disfrute como su principal objetivo.

El potencial del videojuego como medio de aprendizaje o facilitador de actividades se basa en dos características básicas de éste:

4. AEVI. *El videojuego facturó 1.479 millones de euros, con una base superior a los 15 millones de usuarios, en 2019 - Asociación Española de Videojuegos*. (14, abril, 2020). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <http://www.aevi.org.es/anuario-aevi-2019/>

- La capacidad de inmersión: los juegos tienen el poder de involucrarte en situaciones ficticias y entrenarte a responder ante ellas antes de que sucedan. En la charla TED *Life lessons...from video games: Karl Kapp at TEDxNavesink*⁵ (TEDx Talks, 2014), se expone que los videojuegos nos enseñan a conducir en el océano y pensar en lo imposible (Karl Kapp, 2014).
- La gamificación: permite generar motivación a realizar tareas convencionales y aburridas, gracias a su fórmulas basadas en retos y recompensas. Consiguiendo de esta forma que, por ejemplo, pacientes con dificultades motoras realicen sus ejercicios diarios siendo ajenos de que realmente se están ejercitando. Este mismo esquema también funciona con otro tipo de enfermedades, como el alzheimer, donde las actividades de movimiento se pueden cambiar por tareas para ejercitar la mente y ralentizar el avance de la afección. Un ejemplo de esto es *Neuro-TAR*⁶ (Miguel Albero, Hermenegildo Gil, Jose Antonio Gil, María Carmen Juan, Jose Antonio Lozano, 2013 -2014), un proyecto realizado por investigadores del Instituto de Automática e Informática Industrial de la Universitat Politècnica de València que busca ayudar en la rehabilitación de problemas motores.

El contexto económico e industrial de los *serious games* es muy diverso, ya que podemos ver este tipo de experiencias en diversos campos como la educación, la medicina, la publicidad o el activismo entre otros. Su producción responde generalmente a una necesidad concreta, ya sea por parte de empresas o instituciones públicas. Su utilidad está fuertemente ligada a sus objetivos, de este modo, un juego educativo busca el aprendizaje de conocimientos por parte del jugador. Por esta razón, es poco frecuente la realización de estos productos para comprenderse de forma aislada.

La *German Games Industry Association*⁷ (game), hizo publico el 7 de julio de 2020 un informe que augura un aumento del 19% anual en el mercado de los serious games, estimándose un valor de 9.200 millones de dólares americanos para 2023. Felix Falk, el director de game, defiende que los *serious*

5. Kapp, K. TEDx Talks. (13, junio, 2014). *Life lessons...from video games: Karl Kapp at TEDxNavesink* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=dq5mh8-zP4g>

6. Albero Gil, M., Gil Gómez, H., Gil Gómez, J. *Neuro-TAR (Technologies for Active Rehabilitation): Nueva tecnología para el tratamiento neurorrehabilitador de los problemas motores*. (2013). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.ai2.upv.es/neuro-tar-technologies-for-active-rehabilitation-nueva-tecnologia-para-el-tratamiento-neurorrehabilitador-de-los-problemas-motores/>

7. game. *Enormous potential for serious games: sales revenue expected to grow by 19 per cent annually - game*. (7, julio, 2020). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.game.de/en/enormous-potential-for-serious-games-sales-revenue-expected-to-grow-by-19-percent-annually/>

games potencian enormemente diferentes áreas, poniendo de ejemplo la educación y la sanidad. En el artículo se muestra una encuesta realizada a encargados de recursos humanos de diferentes empresas alemanas, teniendo como objetivo recabar información sobre el uso de los *serious games* en la formación de empleados y su repercusión, dando como resultado un 98% de ellos a favor, afirmando ver un aumento en la motivación de la plantilla.

3. DESARROLLO

3.1. BRIEFING

El proyecto surge de un autoencargo grupal centrado en el prototipado de un videojuego crítico en 3D. El eje central del juego gira en torno a la crisis climática, empleando recursos interactivos y narrativos del medio en cuestión. El público objetivo o target abarca tanto a personas interesadas en los videojuegos como a aquellas interesadas en la temática. El juego debe ser adecuado para su consumo a partir de los siete años, obteniendo una clasificación PEGI 7⁸.

La materialización del producto depende de la construcción del prototipo jugable del primer nivel del videojuego, así como la ideación, conceptualización e implementación tanto del apartado de interacción como artístico. En adición a esto, se presenta también una estrategia ideada para su comercialización.

La fecha límite se establece en el término del mes de junio, volcando el producto del desarrollo tanto en un ejecutable como en esta memoria de TFG.

3.2. REFERENTES PROFESIONALES / CASOS DE ESTUDIO

A la hora de diseñar un sistema narrativo interactivo en el ámbito del entretenimiento, es importante realizar una búsqueda de referentes y analizarlos poniendo el foco en el aspecto lúdico de la interacción, para descubrir soluciones que jamás se habrían descubierto por cuenta propia o prevenir errores antes de cometerlos. A continuación, se exponen diversos videojuegos que han sido referencias en diseño de interacción para el desarrollo de *Frozen Out*:

8. La *Pan European Game Information* determina que un videojuego es apto para mayores de 7 años cuando éste posee sonidos o imágenes que puedan atemorizar a personas menores a esta edad. Además solo puede contener violencia implícita, no detallada o no realista.

3.2.1. CAPTAIN TOAD (2014)

TÍTULO	DISEÑADOR	ESTUDIO	PUBLISHERS	PLATAFORMAS	AÑO
Captain Toad: Treasure Tracker		Nintendo EAD, 1-UP Studio Inc.	Nintendo	Wii U, Nintendo Switch, 3DS	2014 (Wii U), 2018 (Switch y 3DS)



Fig. 5. Tabla informativa del título *Captain Toad: Treasure Tracker*.

Fig. 6. Captura de imagen del videojuego *Captain Toad: Treasure Tracker*.

*Captain Toad*⁹ es un videojuego perteneciente al género puzzle. En él, nos situamos en la piel de Toad, quién debe recuperar las estrellas de oro que se encuentra al final de cada nivel. Para ello disponemos del desplazamiento sobre los ejes X y Z, el eje Y sólo es accesible a través de rampas, escaleras, cañones o partes móviles (elementos que conectan niveles inferiores con superiores y viceversa). La característica más llamativa de este título es el tratamiento del espacio como un puzzle en el sentido literal de la palabra. Nuestro objetivo es llevar al protagonista del punto A al punto B pero, para ello, deberemos tratar el nivel como un cubo de rubik, con partes interactuables que igual se desplazan o accionan otros elementos. Ésto lleva a una fase de exploración del mapa no solo como Toad, el aventurero que se desplaza por tierra, arranca nabos y lidia con enemigos, sino como un ser omnisciente que debe rotar el mapa e intentar resolver el cubo que tiene entre sus manos. Si bien no a nivel literal, de este título extraemos ese concepto de tratar al entorno como un enigma que debemos desentrañar, que debemos explorar todos los elementos para posteriormente descubrir sus conexiones y solucionar el enigma planteado.

3.2.2. ZACK AND WIKI (2007)

TÍTULO	DISEÑADOR	ESTUDIO	PUBLISHERS	PLATAFORMAS	AÑO
Zack and Wiki: Quest for Barbaros' Treasure	Haruki Suetsugu	Capcom	Capcom	Wii	2007

Fig. 7. Tabla informativa del videojuego *Zack and Wiki: Quest for Barbaros' Treasure*.

9. Nintendo. *Captain Toad: Treasure Tracker for Nintendo Switch - Nintendo Game Details*. (13, julio, 2018). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.nintendo.com/games/detail/captain-toad-treasure-tracker-switch/packattack04082>. (10, agosto, 2017). *Captain Toad: Treasure Tracker - Full Game Walkthrough* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9rLt-A-FU-w>



Fig. 8. Captura de imagen del videojuego *Zack and Wiki: Quest for Barbaros' Treasure*.

*Zack and Wiki*¹⁰ se enmarca en los géneros puzzle y aventura. Nos presenta a un joven aspirante a pirata llamado Zack y a su mono acompañante Wiki quienes, tras un encuentro con el legendario pirata Barbaros, deciden emprender una búsqueda para encontrar las partes de su esqueleto, que fueron diseminadas a lo largo del mundo. El videojuego se articula a través de diferentes mundos temáticos con niveles que podremos completar en el orden que deseemos, desbloqueando más en el proceso. Al superar un número definido de fases, obtendremos acceso al jefe final de la zona, el cual liberará el siguiente mundo tras finalizarlo. El objetivo principal en cada una de las fases, es acceder al cofre del tesoro, el cual alberga una parte del esqueleto de Barbaros y representa el final de la zona. Explota al completo las capacidades de la plataforma donde fue liberado, basando su jugabilidad en el sensor infrarrojos y en la captura de movimiento. El primero se ve reflejado en la naturaleza *point-and-click*¹¹, siendo gracias al puntero que podremos marcar los lugares a donde queremos desplazarnos y los objetos con los que interactuamos. Cuando clicamos sobre un elemento compatible, entraremos en una interfaz en primera persona donde deberemos utilizar las herramientas a nuestra disposición como si realmente las estuviéramos cogiendo con nuestras manos. Por ejemplo, si tenemos a nuestra disposición un paraguas, y necesitamos abrirlo para sobrevivir a una caída, es importante agarrar el objeto por el mango y apuntar hacia arriba, así como presionar el botón del mando que corresponda con el accionador representado en pantalla. Las herramientas son la otra tipología de objeto que tenemos a nuestro alcance, éstas no abren nuevas interfaces y podemos encontrarlas por el entorno, ya sea de forma natural o como resultado de un enigma. Adicionalmente tenemos la capacidad de convertir a los seres vivos en uno de estos utensilios, resultando cada uno en uno diferente con sus propias utilidades, para ello debemos agitar el mando de Wii cerca de ellos y Wiki, nuestro acompañante, hará lo convertirá. Con todas estas variables sobre la mesa, el juego convierte el entorno en un enigma, donde tendremos pasos que nos acercarán a su resolución y otros que nos alejarán de ella, ya sea de forma reversible o fatal. Para potenciar esta idea del mapa como puzzle, tenemos la libertad de controlar la cámara a nuestro antojo, pudiendo echar un vistazo a toda la escena y vislumbrar los objetos a nuestra disposición y los obstáculos en nuestro camino, premiando pararse a pensar en nuestras acciones y cuales nos acercan a nuestro objetivo sobre la velocidad de resolución.

10. Nintendo. *ZACK & WIKI: QUEST FOR BARBAROS' TREASURE for Wii U - Nintendo Game Details*. (21, enero, 2016). Recuperado el 20 de julio de 2020, de sde <https://www.nintendo.com/games/detail/zack-and-wiki-quest-for-barbaros-treasure-wii-u/>

John GodGames. (3, diciembre, 2013). *Zack & Wiki: Quest for Barbaros' Treasure - Gameplay Wii (Original Wii)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=xxZY7utBwBA>

11. Sistema de input basado en el funcionamiento del ratón de un ordenador. Se usa el cursor y el click para interactuar con el videojuego. En este caso concreto se usa el sensor infrarrojos del mando de Wii y el botón de acción.

Al igual que con el videojuego anterior, este punto es el que queremos destacar e implementar en *Frozen Out*, esa conceptualización del entorno como el enigma a resolver. Para ello, extraemos la representación de elementos y obstáculos de forma clara para potenciar que nuestros jugadores vean sus posibilidades y decidan tomar cartas en el asunto tras ello. En nuestro caso, entendemos cada una de las secciones del mapa como un puzzle individual, por lo que trabajamos con la cámara para que, cuanto más nos alejamos del centro de la montaña, tengamos un plano más abierto que nos permita tener acceso de un solo vistazo a todos elementos que forman parte de la resolución.

3.2.3. A SHORT HIKE (2019)

TÍTULO	DISEÑADOR	ESTUDIO	PUBLISHERS	PLATAFORMAS	AÑO
A Short Hike	Adam Robinson-Yu	adamgryu	adamgryu	Windows, MacOS, Linux	2019



Fig. 9. Tabla informativa del videojuego *A Short Hike*.

Fig. 10. Captura de imagen del videojuego *A Short Hike*.

*A Short Hike*¹² es un videojuego *indie*¹³ de aventuras el cual nos sitúa en el papel de Claire, un pájaro antropomórfico que va de vacaciones a *Hawk Peak Provincial Park* y debe alcanzar el pico de la montaña para poder tener cobertura y recibir una importante llamada. A nivel mecánico, nos presenta su base alrededor del desplazamiento o traslación sobre los tres ejes (X, Y y Z), dando gran importancia al Y. Esto último refuerza la verticalidad de la montaña y la morfología de nuestro personaje, permitiéndonos: aumentar el número de saltos que podemos realizar recolectando plumas por el mapa o completando retos que nos plantean los habitantes de la isla; y planear, desplazándonos más lentamente sobre el eje que marca la altura, permitiéndonos alcanzar zonas alejadas. En adición, incluye un sistema de herramientas que nos permite completar los encargos de los visitantes del parque, siendo innecesarias, a excepción del cubo, para alcanzar el objetivo principal del videojuego. Llegados a la sección más alta de la montaña, se nos presenta una variable más que añade dificultad al juego: el frío. Las zonas elevadas están nevadas y este descenso de temperatura provoca la incapacidad de recuperar nuestras plumas una vez las utilizamos, solo volveremos a tener acceso a ellas tras bañarnos en diversas masas de agua caliente diseminadas por la zona. Ésto nos obliga a medir nuestros saltos e intentar no gastar más de los estrictamente necesarios si queremos alcanzar la cima.

12. *A Short Hike*. (27, marzo, 2019). Recuperado 20 julio 2020, desde <http://ashorthike.com/> Ludophiles. (5, abril, 2019). *A Short Hike - Full Playthrough / Longplay / Walkthrough (no commentary)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=p6UDqtlmJpk>

13. El término *indie* hace referencia a cualquier producto u obra generada al margen de las grandes productoras. En otras palabras su desarrollo se ha realizado de forma independiente.

Es el juego cuya representación en *Frozen Out* es más notable, presentando un objetivo principal el cual, para completarlo, deberemos obtener los medios cumpliendo pequeños logros, dejando a manos del jugador la decisión de realizarlos todos o solo aquellos que les sean necesarios para finalizar. Por otro lado, el sistema de herramientas bebe mucho del presentado en este juego, siendo éstas encontradas por el entorno y almacenadas en un sistema de inventario con una interfaz simple y amigable. También nos sirve de referencia para el uso de temperatura como hándicap, siendo en nuestro juego una de las principales fuentes de peligro y la que nos permite delimitar la zona de juego. Finalmente, al igual que este videojuego explota la morfología de su personaje para la representación de sus mecánicas (planeo gracias a las alas de las aves), en *Frozen Out* incluimos la posibilidad de cambiar entre helado rígido y sorbete para poder sobrepasar obstáculos.

3.2.4. THIS WAR OF MINE (2014)

TÍTULO	DISEÑADOR	ESTUDIO	PUBLISHERS	PLATAFORMAS	AÑO
This War of Mine	Rafał Włosek	11 bit studios	Deep Silver	Windows, iOS, Android, PS4, Xbox One, Switch	2014 (Windows), 2015 (iOS, Android, PS4 y Xbox One), 2018 (Switch)



Fig. 11. Tabla informativa del videojuego *This War of Mine*.

Fig. 12. Captura de imagen del videojuego *This War of Mine*.

*This War of Mine*¹⁴ es una experiencia *survival*¹⁵ y de administración de recursos que sitúa al jugador en el Sitio de Sarajevo durante la Guerra de Bosnia. A lo largo del juego, encarnamos a diferentes civiles que se quedaron atrapados en la ciudad, siendo éste uno de sus puntos de divergencia con otros juegos bélicos, y es que los personajes no son soldados, son meros ciudadanos con miedos y esperanzas. Nuestro objetivo es sobrevivir hasta el final de la guerra, para ello divide su ciclo diario en dos partes: por el día no podremos salir de nuestro refugio y deberemos administrar nuestros recursos para generar comida, herramientas y armas que nos permitan sobrevivir y defendernos; por la noche nuestro objetivo es salir en busca de provisiones, teniendo en cuenta que parte de nuestra tropa deberá descansar o hacer

14. Deep Silver. *This War of Mine: The Little Ones* | Deep Silver. (28, agosto, 2015). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.deepsilver.com/es/games/this-war-of-mine-the-little-ones/>

Ludophiles. (18, noviembre, 2017). *This War of Mine - "Port Ending" Longplay / Full Playthrough / Walkthrough (no commentary)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=nxydSvhl68>

15. Género basado en simular una situación que sitúa al jugador en un estado constante de búsqueda por la supervivencia. Algunos elementos típicos son: la escasez de recursos, peligros que generan muerte instantánea o sensación de inseguridad constante.

guardia para evitar que nos roben a nosotros, ya que los alimentos y materiales necesarios no llegarán a nosotros y es nuestro deber salir en su búsqueda. Esta dinámica nos lleva a situaciones donde nos sintamos impotentes al no poder salvar a uno de nuestros integrantes que esté enfermo y a punto de morir, por otro lado también nos veremos obligados a tomar decisiones complicadas como decidir quién debe vivir y quién no. Para reflejar que nuestros personajes son personas normales, el juego añade una capa más al otorgarles no solo habilidades positivas si no vicios o enfermedades. Por ejemplo, podemos tener en nuestras filas a un persona buena en la búsqueda de objetos, la cual posea más capacidad de inventario y probabilidad de encontrar objetos pero que, por contra, sea fumador y dependa de cigarrillos para ser feliz. Si un personaje no es feliz empezará a hacer comentarios negativos y, con el tiempo, reducirán su velocidad hasta ser incapaces de realizar cualquier acción. Interactuamos con el entorno a través del sistema *point-and-click*.

Por la capacidad que tiene el juego de ponernos en situaciones difíciles y, en definitiva, colocarnos en la piel de un líder de un equipo de supervivientes durante una guerra, creemos que es un buen ejemplo de poner las mecánicas al servicio de la metáfora jugable, el concepto o el mensaje que busca representar. En nuestro caso, queremos representar nuestros dos grandes puntos, la crisis climática y la tiranía, a través de mecánicas relacionadas con la temperatura y la autoridad. Suponiendo ambas, las principales fuentes de peligro durante el juego.

3.3. PREPRODUCCIÓN

En el artículo *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research* (Robin Hunicke, Marc LeBlanc, Robert Zubek, 2004), se presenta un entorno de trabajo denominado MDA que divide los videojuegos en tres factores: mecánicas (*mechanics*), componente base que define las reglas del juego y cada acción que el jugador puede realizar; dinámicas (*dynamics*), el funcionamiento en tiempo de juego de las mecánicas y cómo se relacionan entre ellas y con el usuario; y estética (*aesthetics*), las respuestas emocionales que el juego genera en el usuario. Desde el punto de vista del diseñador, éste crea mecánicas, las cuales generarán dinámicas y éstas emociones en el jugador.

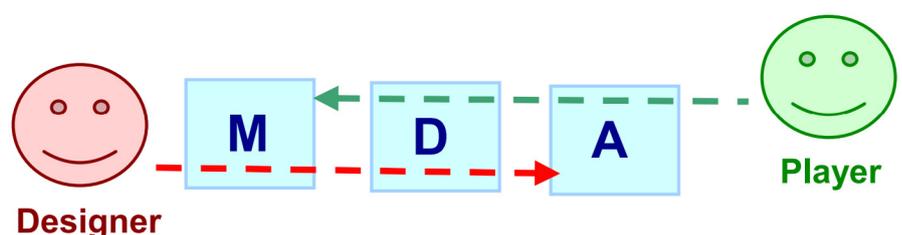


Fig. 13. Diagrama del sistema MDA.

En cuanto a la narrativa interactiva, en *Frozen Out* nos hemos decantado por una narrativa clásica, haciendo uso de cinemáticas. Éstas aparecen durante la resolución de los diversos puzzles, marcando su final y mostrando al jugador las consecuencias que éste ha generado. Por otro lado, hemos realizado un acercamiento a la narrativa ambiental, introduciendo decorado que evoque a la naturaleza u origen de la sociedad de polos.

El prototipo posee un estructura narrativa de *funneling* o de embudo. iniciando de forma lineal hasta alcanzar por primera vez el piso superior. Éste actuaría como cuello de botella, permitiendo desde este momento actuar de forma libre al jugador, decidiendo qué acciones realizar y en qué orden. Finalmente, todas desembocan en el mismo suceso, cerrando así el embudo y volviendo a la estructura lineal.

El diseño de puzzles y niveles se ha realizado siguiendo los 5 pasos descritos en el libro *The Art of Game Design* (Jesse Schell, 2008):

1. Objetivo claro.
2. Comienzo fácil.
3. Sentimiento de progresión.
4. Que parezca solucionable.
5. Incremento de la dificultad.

De igual manera, el libro define un flujo de juego basado en 3 puntos: un gancho inicial (*hook*), iniciamos la acción en un punto álgido para atraer la atención del usuario; a continuación bajamos el ritmo y se lo ponemos fácil al jugador para permitir que se acomoden al universo; y una progresión de dificultad que aumente hasta alcanzar el clímax, el punto de máxima tensión.

Fig. 14. Curva de interés del prototipo. Mide la involucración activa del jugador a lo largo del tiempo. Se basa en un recorrido arquetípico del nivel. Pueden observarse cuatro picos: el primero marca la primera cinemática y el inicio al juego; el segundo está definido por la activación del ascensor y el acceso a la totalidad del mapa; el tercero marca la llegada a la sección más amplia del mundo; y el último se sitúa en la última cinemática y el clímax.

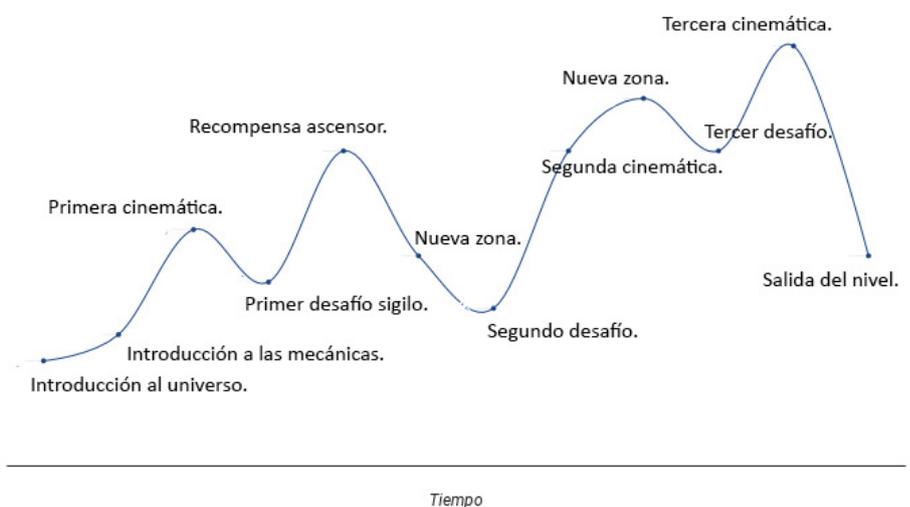




Fig. 15. Captura de imagen del videojuego *Hitman*.



Fig. 16. Captura de imagen del videojuego *Metal Gear*.

3.3.1. DISEÑO DE MECÁNICAS

En el apartado 2.1 de Ideación de la memoria de Alejandro Jiménez titulada *FROZEN OUT (I): Diseño y desarrollo artístico de un prototipo videojuego crítico 3D*, se establecen las bases del concepto alrededor de la crisis climática y el estado autoritario de la sociedad de helados. Teniendo estos dos pilares definidos, se procede a la conceptualización de éstos en el sistema jugable.

Para representar el miedo impuesto sobre la población y el constante control hacia los polos, parece interesante la inclusión de mecánicas de sigilo, aquellas que buscan como meta permitir que el jugador vaya del punto A al punto B sin ser descubierto por los enemigos. Entre ellas encontramos el uso del sonido como marcador de presencia o áreas de visión que deben evitarse para no ser detectado y provocar el fin del juego, por ejemplo. Algunos juegos de este género que han servido de inspiración son *Hitman*¹⁶ (2016) o la saga *Metal Gear*¹⁷ (1987 -), aunque intentamos eludir aquellas dinámicas referentes a la violencia por parte del jugador, ya que buscamos la sensación de vulnerabilidad. Con esto en mente, se introduce el agachado así como la percepción de los enemigos en función del sonido que generas y áreas de visión, ser capturado supondrá comenzar desde el inicio de la zona. Para etapas avanzadas se plantea también la inclusión del camuflaje. Para retroalimentar al usuario sobre su estado de identificación, es necesario un marcador, individual para cada enemigo, que nos informe de si éste ha sido descubierto, está completamente oculto o si se encuentra en proceso.

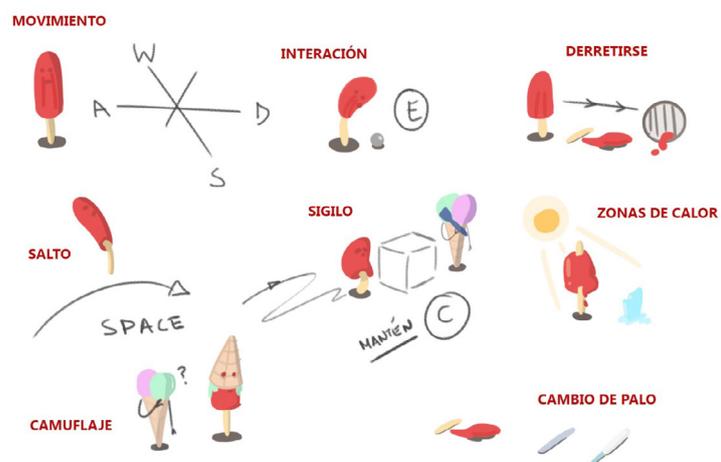


Fig. 17. Imagen ilustrativa de las mecánicas ideadas para el videojuego.

16. GamersName. (24, enero, 2017). *HITMAN - All Missions | Full game* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=OkkqCJFtoLo>

17. SourceSpy91. (3, abril, 2006). *Metal Gear Solid 1 - Normal Playthrough - No Commentary* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=R4I0I4o65JQ>



Fig. 18. Captura de imagen del videojuego *Don't Starve*.

En cuanto a la crisis climática y los aumentos de temperatura, sugieren una segunda fuente de peligro. Si aplicamos calor al hielo conseguimos agua y algo similar debería ocurrir con los polos. Por lo tanto, se introduce el concepto de zonas de calor, lugares de peligro que activan un contador, si no consigues salir de ahí a tiempo o encuentras una fuente de frío, regresas al inicio de la zona. Un referente para esta mecánica es *Don't Starve*¹⁸ (2013), donde debes evitar la oscuridad para no poner fin a la partida.

De este comportamiento con la temperatura, también se extrae el control a voluntad del estado de tu personaje (aprovechando la morfología del hielo, componente principal de nuestro protagonista) para fases posteriores del videojuego, a modo de habilidad adquirida y potenciando el sentimiento de progresión y la curva de nuestro personaje, es decir, la evolución que experimenta el protagonista a lo largo de los sucesos acaecidos en el juego. De este modo, puedes convertirte en un sorbete, un estado intermedio entre lo sólido y lo líquido, que permite el acceso a zonas no accesibles de otra forma. También es interesante limitar la salida de este estado por la presencia o no de un palo (otro elemento imprescindible de un polo y el cual dejarías atrás al abandonar la forma sólida), los cuales pueden variar en aspecto y dotar de habilidades especiales, añadiendo un nivel más de complejidad a la posibilidad de puzzles y atendiendo al quinto punto expuesto al comienzo de este apartado. Esta capacidad sería incluida tras la reunión de nuestro personaje con los polos antisistema, evento que genera un cambio de paradigma en la mente de Pol, descubriendo la verdad sobre su pueblo. Para remarcar ese cambio interno, a nivel jugable se adquiere esta habilidad, reflejando un mayor conocimiento y control por parte del protagonista de sí mismo.

En cuanto a las funciones de exploración del espacio, dada la naturaleza 3D y la verticalidad del diseño de la ciudad, es necesaria la implementación de la mecánica de movimiento (traslación sobre los ejes XYZ) y de salto (aplicación de físicas mediante la gravedad e impulso), atendiendo al carácter explorativo de la propuesta. Por otro lado, debemos poder interactuar con nuestro entorno, ya sea con elementos que nos ayuden en la resolución de puzzles o con personajes que nos den información. Los elementos interactivos se pensaron para ser resaltados con una línea de contorno, pero por problemas técnicos, se acabó optando por superponer una masa de color (#E77700) sobre ellos, modificando la coloración final del elemento cuando estos están disponibles para su selección. No obstante, los NPCs¹⁹ no segui-

18. Klei Entertainment. *Don't Starve* | Klei Entertainment. (30, mayo, 2017). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.klei.com/games/dont-starve>
HexaChop. (10, abril, 2006). *Don't Starve #1 | In the beginning... (No Commentary)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XC65mmBamxw>

19. Siglas de *Non-Playable Character*, término usado para identificar a los personajes que no pueden ser controlados por el jugador en un videojuego.

rán esta dinámica y serán remarcados con un globo de conversación sobre su modelado. Estos detalles responden ante el concepto de *Visual Design*, utilizado por Schell como uno de los métodos para controlar la libertad del jugador. Entre los elementos con los que podemos interaccionar se encuentran las herramientas, objetos especiales que una vez conseguidos desbloquean la capacidad de actuar sobre otros elementos. Gracias a ellos, incluimos otras mecánicas como pueden ser picar y cavar.

El desarrollo técnico de las mecánicas, desde el ámbito de programación informática, está expuesto en la memoria de Tomás Ruíz²⁰, así como el sistema de diálogos se encuentra presente en el informe de Vicent Pla²¹ y la I.A.²² en el de Pablo López²³.

MECÁNICA	CONTROLES	TIPO
Desplazamiento sobre los ejes X, Y y Z	Pulsar teclas "W", "A", "S" y "D".	Lenta
Salto en el eje Y	Pulsar tecla "Spacebar".	Rápida
Agacharse, cambio de postura que reduce el ruido.	Mantener tecla "Ctrl" Izquierda.	Lenta
Sorbete, cambio de forma que reduce velocidad y permite acceder a sitios especiales.	Pulsar tecla "V" para entrar y salir del estado.	Lenta
Interactuar.	Pulsar tecla "F" cerca de elemento compatible.	Rápida
Abrir inventario	Pulsar tecla "Tabulador". "A" y "D" para desplazarse. "F" para seleccionar y deseleccionar.	Lenta

Fig. 19. Mecánicas desarrolladas, controles para usarlas y su tipología. La mecánica de Sorbete está implementada pero no está presente durante el prototipo.

20. Título: Videojuego 'Frozen Out'. Programación, desarrollo e integración de mecánicas.

21. Título: Frozen Out', videojuego de aventura gráfica 3D. Diseño y uso de los diálogos.

22. Siglas de Inteligencia Artificial, este término engloba a todo los procesos que definen el protocolo de actuación de un personaje en un videojuego. Por ejemplo: los conos tienen un recorrido por el que patrullar y, en cuanto identifica a un intruso, modifica este patrón para dirigirse hacia el objetivo e interceptarlo.

23. Título: Desarrollo de un videojuego con Unity: implementación de la inteligencia artificial y funciones back-end.

3.3.2. DISEÑO DE NIVEL Y MAPA DE NIVEL

El primer paso para diseñar el funcionamiento de un nivel parte en la definición del objetivo principal y secundarios y, posteriormente, buscar la forma de cómo el jugador podrá solucionarlo a partir de las mecánicas disponibles. De hecho, los objetivos y las limitaciones forman parte de las técnicas que Jesse Schell expone en su libro para controlar y acotar la libertad del usuario.

La primera etapa de *Frozen Out* se sitúa argumentalmente posterior a que nuestro personaje fuera rescatado tras el derrumbamiento por un misterioso polo, para ello hay que alcanzar la ciudad. De aquí extraemos nuestro objetivo principal: alcanzar la ciudad, es decir, abandonar la zona de trabajo. Pero esto no es tan sencillo, y aquí se incluye el obstáculo primordial, para poder salir hay que entregar una cantidad de cristales de hielo. Para poder dar más libertad al jugador y permitirle una mayor toma de decisiones, se decide que el hielo se puede obtener de diferentes fuentes, fuentes completamente independientes. De esta forma definimos múltiples subobjetivos que son recompensados con cierta cantidad de cristales. Aprovechando la verticalidad de la montaña, el mapa se articula en dos pisos: uno inferior que contiene las menas y al resto de los polos trabajando, y uno superior que contiene la entrada a la ciudad así como otros puntos de interés. Para una explicación visual del sistema, revisar el diagrama de interacción (fig. 20).

En cuanto a la escala con el personaje, generamos todos los elementos del escenario teniendo en cuenta su relación aproximada con un polo. Por esta razón podemos encontrar batidoras tres veces el tamaño de nuestro protagonista o auriculares y un iPod utilizados como altavoces y medio de comunicación política. En cuanto a las zonas de acción, podemos dividir el mapa de forma horizontal en la sección superior y la inferior. La inferior funciona principalmente como zona de mecánicas lentas, radicando aquí el sigilo y la necesidad de evitar a los guardias y completar los puzzles. Por otro lado, la mitad de arriba sirve tanto como zona de mecánicas rápidas en las zonas exteriores, podemos encontrar desde retos de plataformas a un pequeño puzzle a partir de bolas de nieve, como zona de nexo en el centro.

El nivel posee una primera etapa de introducción a las mecánicas, formada por el nivel inferior de las dos primeras zonas. Iniciamos delante de la cueva y nos encontramos por primera vez ante el escenario, se nos presenta de golpe a los NPCs y a los enemigos, así como esa relación de poder entre ellos. A nivel usuario, en esta primera área se genera un acercamiento hacia el sistema de diálogos, del mismo modo que los dos peligros principales: si intentamos salir de la zona nevada acabaremos muriendo por efecto de las zonas de calor y si pretendemos interactuar con los polos del fondo seremos interceptados, relacionando a los conos con el fin del juego. Al avanzar a la

se ajuste a la movilidad del personaje u objeto.

2. El acople del armazón con el modelo. Tras este paso, cada hueso se vincula a cada vértice del objeto con un peso o fuerza definida, de manera que las articulaciones del brazo derecho no afecten al izquierdo y viceversa. A este proceso se le conoce como término inglés de *skinning* y los *softwares* de animación y *rigging* te permiten vincular de forma básica cuerpo y esqueleto automáticamente, permitiendo posteriormente ajustar los pesos sobre cada vértice si éstos no se han distribuido de forma correcta o deseada.
3. Finalmente se componen los controladores. En este paso se establecen relaciones entre los diferentes huesos que permitan animar, por ejemplo, el movimiento de un brazo desplazando únicamente la mano e interpolando la posición del codo. Posteriormente se generan manejadores visuales asociados a estas funciones, que permiten su uso de forma intuitiva y eficaz.

Para la realización de este proyecto, se han generado diferentes *riggs* que pueden agruparse en tres grupos: esqueleto de Pol y similares, esqueleto de Corte y esqueletos de objetos.

3.4.1.1. ESQUELETO DE POL Y SIMILARES

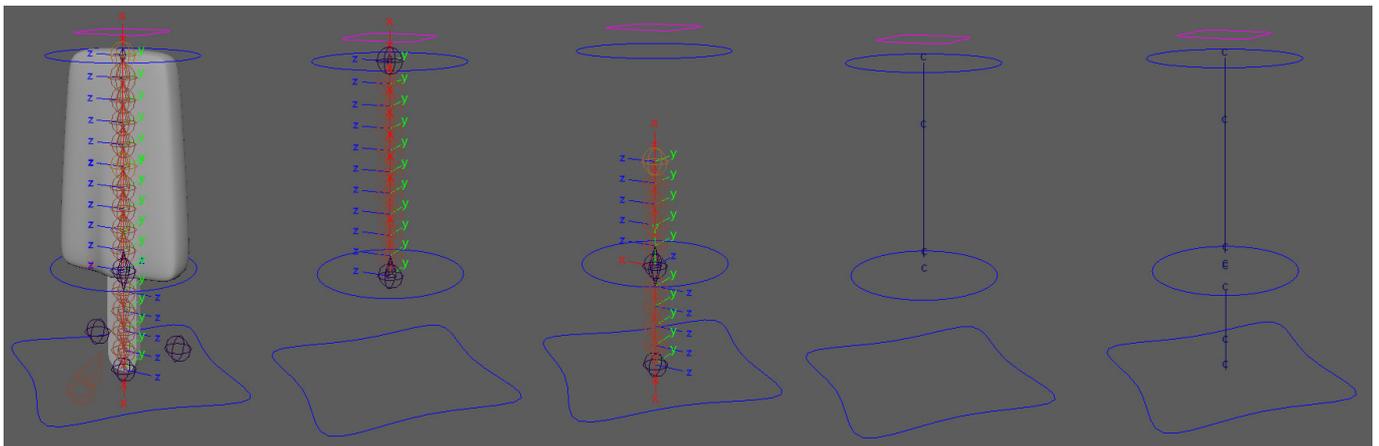


Fig. 23. De izquierda a derecha: esqueleto completo de Pol junto a su modelado, esqueleto del cuerpo, esqueleto del palo, curvas de control del cuerpo y curvas de control del palo. En todas las imágenes están presentes los manejadores.

A la hora de confeccionar los armazones, se comenzó por Pol²⁴, el protagonista de la historia y quien podríamos decir que fue el padre del resto de polos de hielo e incluso de los conos de helado. Cabe destacar que, en fases tempranas del desarrollo, los habitantes de nuestro universo ficticio poseían brazos que les permitía interactuar con su entorno, idea que posteriormente fue descartada ya que alejaban a los personajes de su aspecto deseado y los

24. Para conocer la conceptualización de los personajes del videojuego consultar el apartado 3.4.2.1. de la memoria "FROZEN OUT (I): Diseño y desarrollo artístico de un prototipo videojuego crítico 3D" realizada por Alejandro Jiménez.

aproximaba a una apariencia humanoide que no concordaba con la visión del videojuego.

En primer lugar, y en consecuencia a la mecánica de derretimiento previamente definida en el apartado de preproducción, se diseñó la estructura para poder animarse cuerpo y palo de forma individual. En cuanto al cuerpo se construyó manteniendo la similitud con un torso humano, una columna que recorre de forma vertical desde la cadera, o límite inferior del polo, hasta el cuello, o extremo superior del polo. A esta espina se le añaden dos huesos más formando un eje horizontal a un tercio del límite superior, formando lo que serían los hombros, que darían lugar a los brazos. En lo relativo a la columna, se confeccionó un primer prototipo imitando el movimiento humano, pero fue desechado ya que limitaba el arqueamiento en una de las direcciones y se alejaba de la morfología de helado y la estética *cartoon* que buscábamos. Por ello se optó por simular la articulación de una serpiente siguiendo la técnica empleada en el videotutorial de *How to rig a snake in maya* (Carlos Velázquez, 2017), dónde las vértebras se organizan siguiendo la forma de una curva manteniendo una distancia constante entre ellas (a esto se le denomina *spine* o columna vertebral), de esta forma solo hacía falta dar control sobre los puntos concretos del arco para que el modelo se adapte a éste en cualquier dirección en la que el animador deseara. Para la estructura del palo se utilizó el mismo procedimiento pero en ambas direcciones, diferenciando la parte que simula las piernas o el tronco inferior de aquella que se introduce en el superior.

A nivel de manejadores, se modificaron los puntos de control de la curva de la parte superior del palo para que coincidieron con aquellos del cuerpo, de esta manera el animador podría modificar la curva de ambos elementos a la vez y asegurándose de que ambas siguieran el mismo camino. Por ello se generaron controladores que permitieran tener control sobre el extremo de la curva superior (perteneciente a cuerpo y palo), el límite de la inferior (perteneciente únicamente al palo) y el centro del cuerpo. Esta misma disposición se repitió para crear los manejadores tanto del palo como del cuerpo de forma individual. También otorgué control al usuario sobre la posición y la escala del conjunto. En cuanto a los brazos, fueron desechados a mitad del proceso y, por lo tanto, nunca tuvieron controladores.

Este armazón fue replicado y aplicado sobre los NPCs con morfología de polo, de esta manera todos responderían ante el mismo sistema siendo necesario únicamente animar uno de ellos, acelerando de este modo el proceso de animación al no tener que repetirse en cada uno de los modelos. También permitía el intercambio, generando un banco de animaciones donde, por ejemplo, un personaje secundario pudiera seguir el agachado del protagonista o su salto.

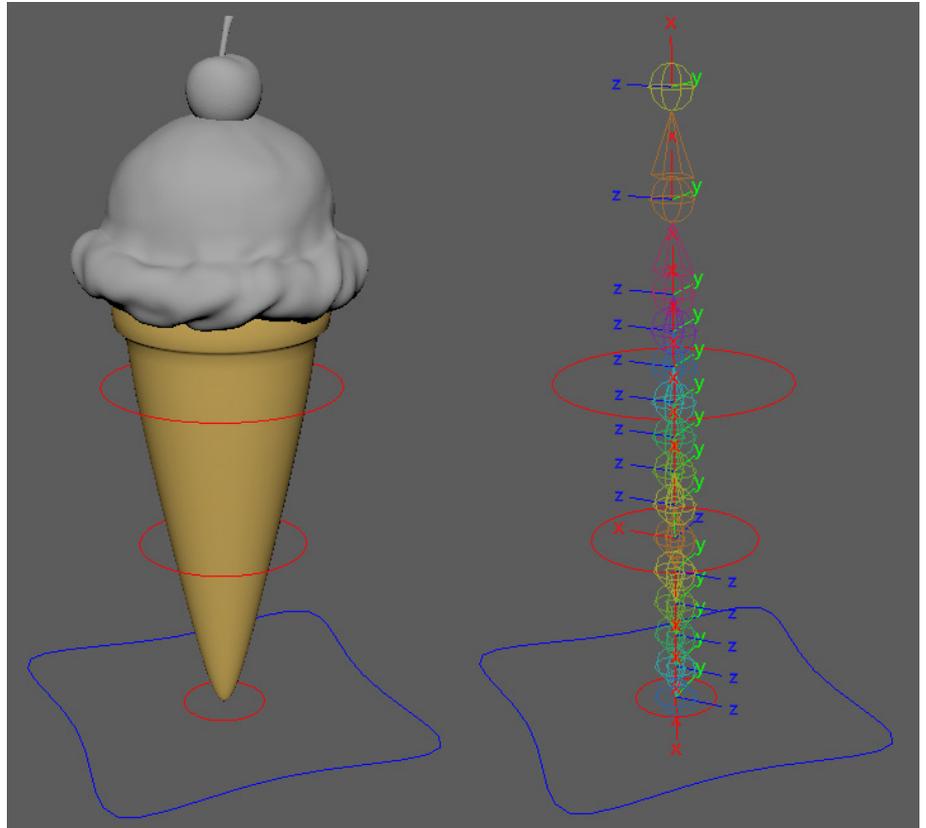


Fig. 24. De izquierda a derecha: modelado del cono y esqueleto del cono. Ambas imágenes muestran los manejadores.

Un derivado de este sistema es el esqueleto del cono, el enemigo principal del videojuego. No obstante, éste carece de palo y por lo tanto ambas estructuras se fusionan en una.

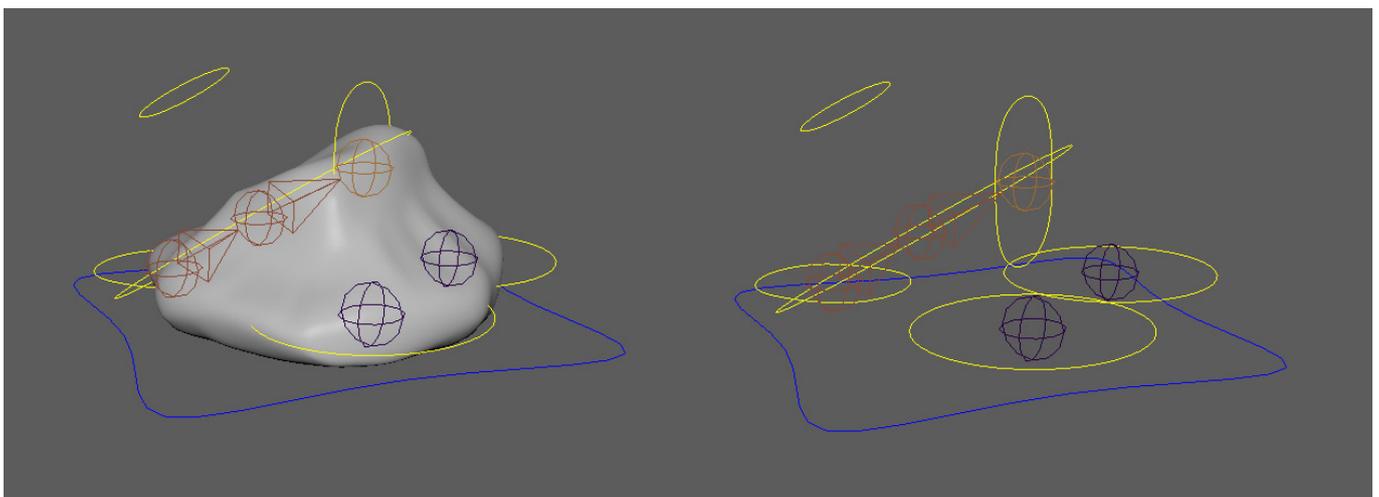


Fig. 25. De izquierda a derecha: modelado del sorbete con esqueleto y esqueleto aislado del sorbete. Ambas imágenes muestran los manejadores.

En cuanto al protagonista, posee una segunda forma denominada sorbete. Este modelo simula una masa con morfología irregular donde se pueden diferenciar una protuberancia superior y una cola en la parte posterior. Dividimos la figura en dos partes: la primera formada por esa elevación central, o

cabeza, que se une con la cola, a la que denominaremos cuerpo; y la segunda conformada por el resto del modelado, a la cual llamaremos masa. Debido a que se buscaba animar a la figura siguiendo el movimiento de un gusano, el armazón del cuerpo fue constituido de tres huesos, el central se eleva cuando disminuimos la distancia entre los dos extremos. En adición a esta estructura, mecánicamente similar a un codo, se situaron dos puntos independientes en la masa, uno controlaría la mitad izquierda mientras que el otro la derecha. En cuanto a los manejadores, posee dos circunferencias para controlar ambos lados de la masa, así como una elipse que controla la posición del cuerpo. También dota control sobre la posición tanto de la cola como de la cabeza del cuerpo, así como de la dirección hacia la cual se elevará el hueso central del codo. Finalmente, los manejadores tanto de posición como de escala de la forma original afectan también a ésta.

3.4.1.2. ESQUELETO DE CORTE

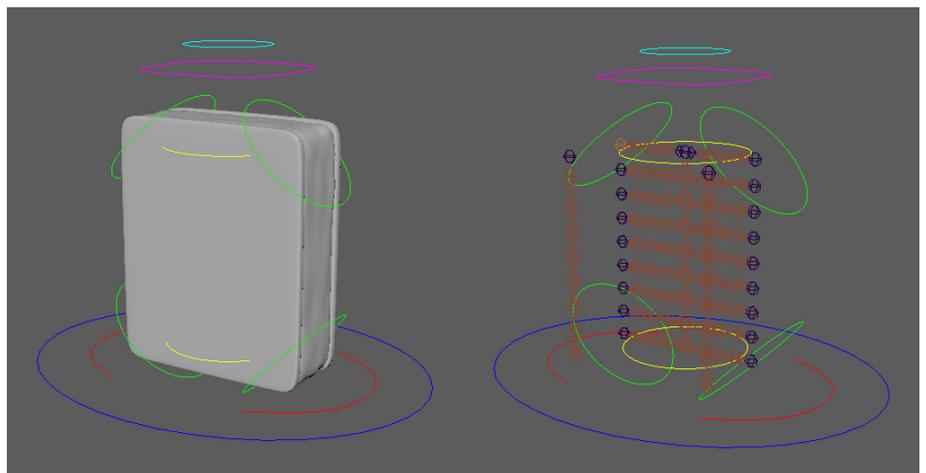


Fig. 26. De izquierda a derecha: modelado del corte y esqueleto del corte. Ambas imágenes muestran los manejadores.

A diferencia de los polos, en éste modelo se trabajan todas las partes como un todo, como un gran prisma rectangular. El primer acercamiento fue crear una cruz, un hueso central del que salieran cuatro ramas, cada una para controlar uno de los lados de la figura, pero resultó fallido ya que las esquinas se mantenían estáticas o bien respondían ante uno de los lados colindantes y no al otro. A continuación, se intentó la opción contraria, la cruz diagonal, e incluso la fusión de ambas, pero no dieron los resultados esperados.

Tras estudiar los frutos de las pruebas anteriores, se llegó a la conclusión de que la mejor opción sería simular una red, una malla de huesos, de manera que las esquinas al desplazarse deformaran los segmentos colindantes en todas las direcciones. Para llevar esto a cabo, y tras experimentar con los

diversos tipos de *constraints*²⁵ que nos permitieran ligar dos elementos, como pueden ser los de posición, escala, orientación o emparentado, sin ningún resultado favorable, se optó por una estructura que simulara una caja torácica, es decir, una columna vertical en el centro de la cual, por cada vértebra, surge una costilla con su propia subdivisión en huesos. Con lo anterior expuesto, preparamos el armazón para su animación usando la técnica de las curvas mencionada en el apartado previo. Antes de avanzar al siguiente paso, se realizan pruebas de densidad de puntos de articulación para encontrar la cantidad idónea, nueve huesos de ancho por nueve de alto, que resulte en una alteración de la forma limpia y sin artefactos. Resuelta la deformación sobre el eje vertical, toca trabajar en vincular cada una de las curvas para que se puedan animar también sobre el eje horizontal. Para solucionarlo, se crean dos columnas auxiliares con la misma cantidad de vértebras que la principal. Tras esto, vinculamos cada uno de los huesos con el punto de control externo de la curva de la costilla con la que comparte nivel y, posteriormente, convertimos cada torre en *spines*. De esta forma, controlando los puntos de control de la curva auxiliar, modificaremos la posición de sus vértebras y, por tanto, deformamos las curvas de cada una de las costillas, resultando en un comportamiento similar al de una red. A nivel de manejadores, al usuario le damos acceso a cada una de las esquinas, así como a cada uno de los lados. También damos acceso, a la posición, escala y rotación del conjunto.

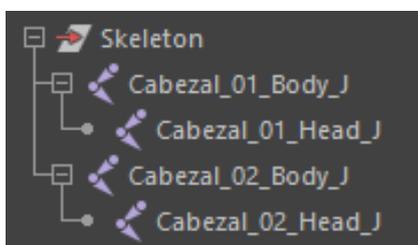
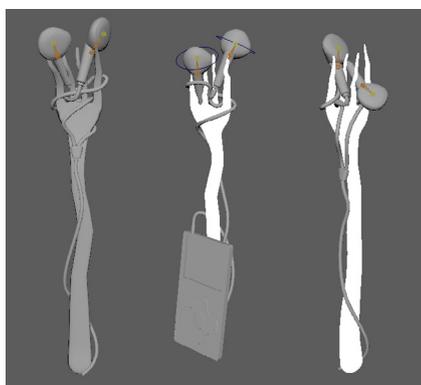


Fig. 27. Cuatro modelados de tenedores y auriculares con el esqueleto superpuesto. La segunda muestra también los manejadores.

Fig. 28. Nomenclatura utilizada en cada esqueleto de cada auricular para asegurar el funcionamiento de las animaciones en todos.

3.4.1.3. ESQUELETO DE OBJETOS

A nivel de elementos del escenario, dentro de los animados encontramos un grupo que requiere de un esqueleto.

En primer lugar, tenemos el ascensor o pedal, que necesita la animación independiente de cada uno de los ejes sobre sí mismos como conjunto. También necesita un hueso extra, hijo de la vértebra del eje grande, para poder mantener la cabeza del pedal estable (contrarrestando la animación de su padre).

En segundo lugar, encontramos la batidora, la cual necesita de tres partes móviles. La parte superior debe rotar sobre la parte inferior, para ello colocamos dos huesos: el primero en el punto de pivote y el segundo en el centro de la mitad de arriba. Para evitar errores a posteriori, colocamos también un punto de articulación en el punto de pivote de la varilla y otro en el del pedal, ambos han de ser hijos de la segunda vértebra creada. Una vez generado el armazón, vinculamos los dos últimos huesos a sus respectivos elementos, el segundo hueso al resto de la mitad superior y dejamos el primero libre, de

25. Los *constraints* permiten ligar valores de diferentes elementos en un entorno 3D. Por ejemplo: podemos vincular dos objetos para que, cuando el primero se desplace, el segundo lo haga también. Otros valores que se pueden constreñir son la rotación, el escalado o la dirección entre otros.

esta manera podemos controlar el giro de todos los elementos a través de la rotación de éste y manteniendo la base inalterada.

Finalmente, encontramos los auriculares. En este caso, solo debemos colocar una articulación, pero se ha de trabajar con la influencia de ésta para que solo se aplique sobre una parte del modelado y no en su totalidad, ya que, si no, ésta ejercería fuerza absoluta sobre toda la figura. Al tener variaciones de este objeto con posiciones completamente diferentes de los cabezales, realizamos cada una de las estructuras de forma individual, pero mantenemos el mismo esquema de nomenclatura para solo tener que animar uno y poder aplicarlo a todos.

3.4.2. UV Y TEXTURAS

Un mapa de UV es una imagen 2D susceptible de ser proyectada sobre un modelo 3D. Las letras U y V hacen referencia a los ejes de la textura, ya que X, Y y Z están vinculados al espacio tridimensional. Son necesarios cuando se requiere de un texturizado complejo, varios colores en una misma malla o necesidades especiales, como la posibilidad de tener mapas de normales o de altura. En nuestro caso, al optar por colores planos, se expondrán ejemplos de casos concretos.

En la imagen podemos observar tres masas de color en la parte superior izquierda, sobre las cuales están desplegados los tres tercios del relleno de helado. Como no precisamos de ningún mapa especial para esas partes del modelo y buscamos colores planos, no es necesario un despliegue de la geometría, como lo haríamos con un cubo para crear una maqueta, si no una paleta con los colores que se proyectarán cada uno sobre los polígonos que hayamos decidido. Por otro lado, encontramos otra zona mayor en la parte inferior derecha, esta representa las caras de las galletas. A diferencia de con el relleno, la parte exterior sí que precisa de esa continuidad entre caras de la figura, ya que queremos aplicarle un mapa de normales para simular relieve sin polígonos extra.



Fig. 29. De arriba a abajo e izquierda a derecha: mapa de UV del corte, mapa de normales del corte y captura de imagen del corte texturizado.

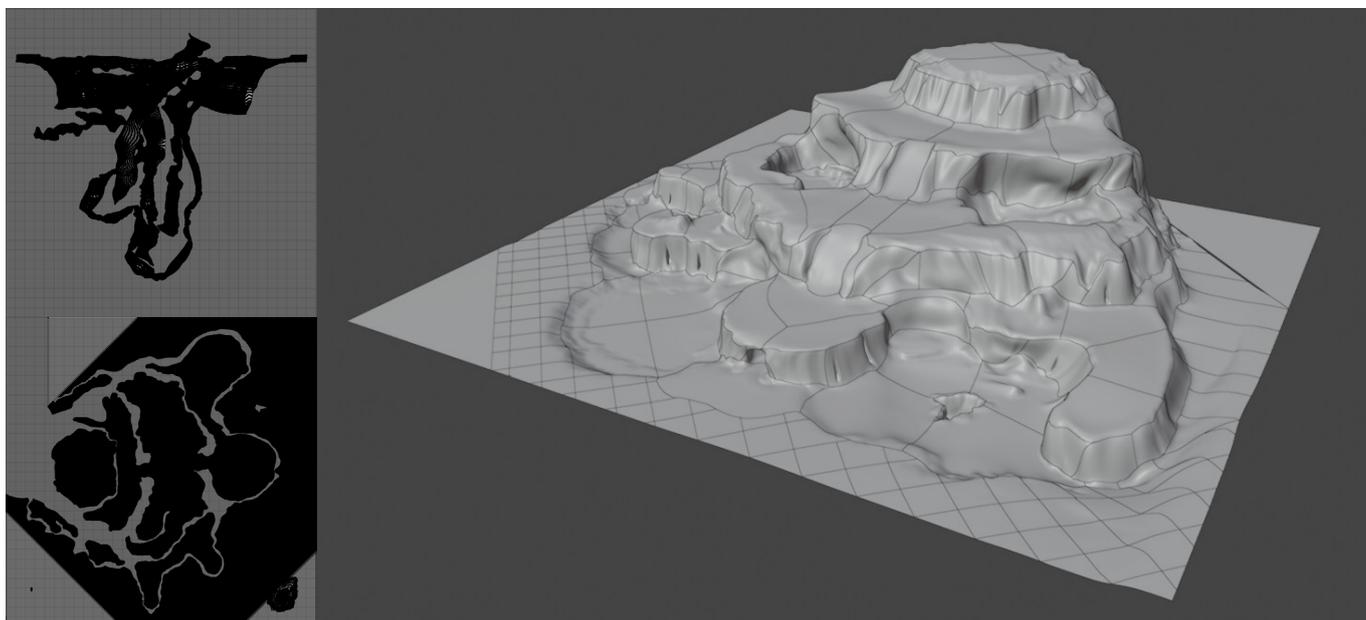


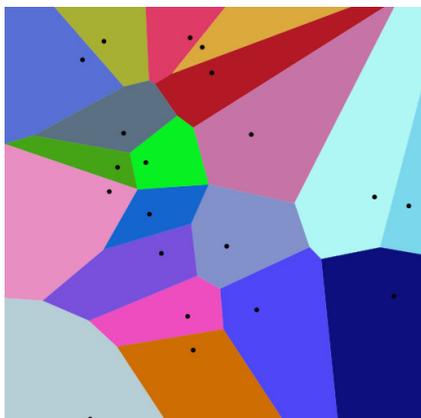
Fig. 30. A la izquierda: despliegue UV de la geometría de las paredes (arriba) y del suelo (abajo). A la derecha modelado completo del terreno.

En cuanto al mapa, está compuesto por muchos elementos diferentes, para aligerar la carga de renderizado, que deben visualizarse como uno propio, por ello sus mapeados están más tratados que el resto. Si bien la planta supone una proyección cenital y un tratamiento más ligero, en cuanto a las paredes están desplegadas por aros o secciones y posteriormente unidas como si de un puzzle se tratase. Primando de esta forma la correcta unión entre las partes y permitiendo la superposición, ya que iban a ser texturizados con imágenes de ruido generadas por el propio sombreador. En cuanto a las partes horizontales, fue necesaria la creación del mapa para generar una textura en blanco y negro que identifique las zonas marcadas con nieve y su elevación en función de su valor en la escala.

3.4.3. LIGHTING Y SHADER

Se conoce como *lighting* a la técnica mediante la cual se ilumina una escena, del mismo modo que la palabra *shader* o sombreador hace referencia a un programa informático dedicado al cálculo gráfico y utilizado para simular el tratamiento de la luz sobre el objeto.

A nivel de iluminación, se centra en un diagrama con tres focos: uno principal con mayor potencia y con la capacidad de arrojar sombras, en nuestro caso sombra dura para que casara con el aspecto *cartoon*; y dos luces de relleno con alrededor de un tercio de la potencia de la primera. En adición, también se añaden diferentes puntos de iluminación menores, que tienen la función de hacer resaltar ciertos objetos interactivables o de importancia, como los focos azules que acompañan a los cristales de hielos o luces direccionales que iluminan una zona concreta por encima del resto.



Por lo que corresponde al *shader*, se ha desarrollado utilizando *plugins* de Unity que permiten visualizarlos y crearlos a través de una interfaz de nodos, creando grafos. Para el proyecto era necesaria la elaboración de cuatro sombreadores diferentes: uno general, donde se trata al material para tener el estilo *cartoon* deseado y su versión para objetos translúcidos; otro dedicado a las paredes del mapa, ya que éstas necesitan de la generación de ruido para aplicarse como textura y requerían un trabajo especializado en el modelado objetivo; y un último preparado para simular la nieve el cual requiere, no solo del sombreador *cartoon* y los ruidos generados por el programa, sino de *shader* de volumen que deforme la malla en función de una información aportada. Adicionalmente, se creó uno, presente en la pantalla de inicio, cuya función es simular un efecto de fallo visual a partir de un vídeo de stock.

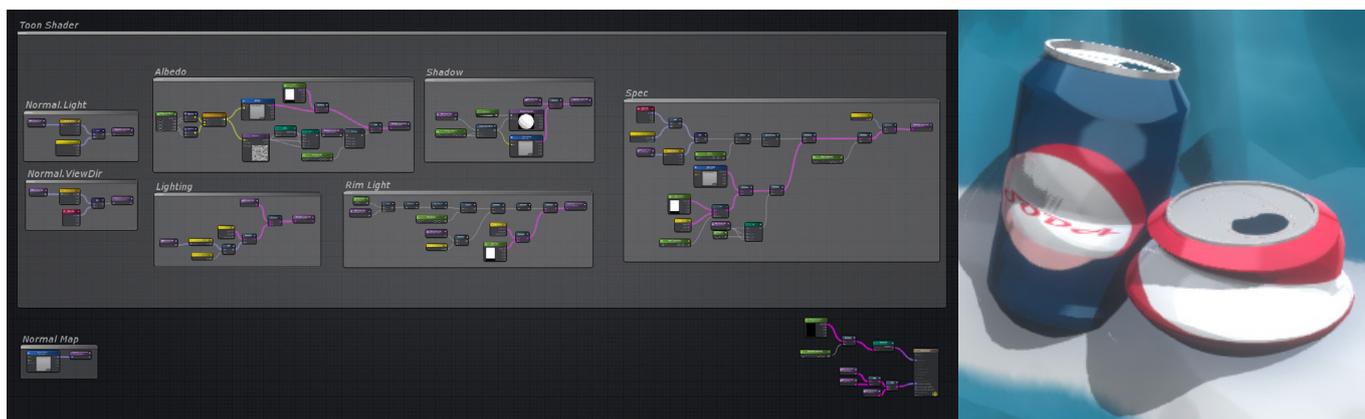


Fig. 31. Ejemplo de diagrama de Voronoi, a partir de uno de éstos se genera el ruido Voronoi utilizado para texturizar en el proyecto.

Fig. 32. Mapa de nodos del *shader* opaco y latas renderizadas usándolo. A mayor resolución en el anexo II.

Para la realización del sombreador gráfico principal, partimos del *shader* base descrito en el video *Unity Toon Shader / Cel Shaded Tutorial with Amplify Shader Editor* de PolyToots, un canal dedicado a efectos y utilidades para Unity, que nos introduce la información de las luces de la escena al grafo, así como los cálculos para el correcto funcionamiento de los destellos (*specular*). A fin de simular que los personajes, nuestros polos, realmente estaban helados, se añadió la posibilidad de superponer una textura de ruido voronoi²⁶ sobre la superficie de los objetos. A pesar de poseer una textura que simula la escarcha de un elemento congelado, el destello seguía otorgándoles un aspecto cremoso del que nos queríamos desvincular para estos individuos, de manera que limitamos el destello para que siga el mismo patrón. Finalmente, se utilizó el canal de emisión para aclarar o recolorar el color general del objeto, con la capacidad de activar y desactivar esta función a voluntad. Este último añadido tenía como objetivo servir de marcador a la hora de interactuar con el entorno, aquellos objetos interactuables activarán esta función al ser detectados para destacarlos sobre el resto.

26. El ruido de voronoi, es un imagen en blanco y negro generada proceduralmente a partir de un diagrama de Voronoi (ver fig. 31).

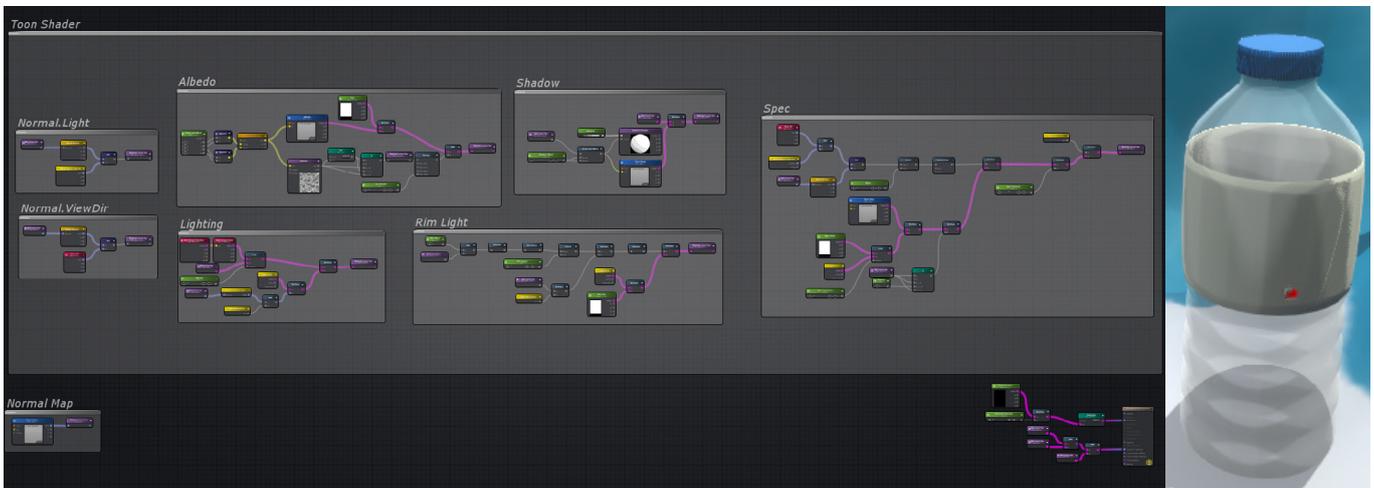


Fig. 33. Mapa de nodos del *shader* translúcido y botella renderizada usándolo. A mayor resolución en el anexo II.

En cuanto a la versión translúcida, sigue el mismo concepto, pero posee un paso más tras el cálculo de las sombras: recibe la información de la cámara (lo que ésta percibe sin tener en cuenta el objeto en cuestión) y la interpola por la generada por el programa en función de una variable ajustable. Esta diferenciación fue necesaria dado que los sombreadores definidos como opacos no permiten ningún tipo de transparencia.

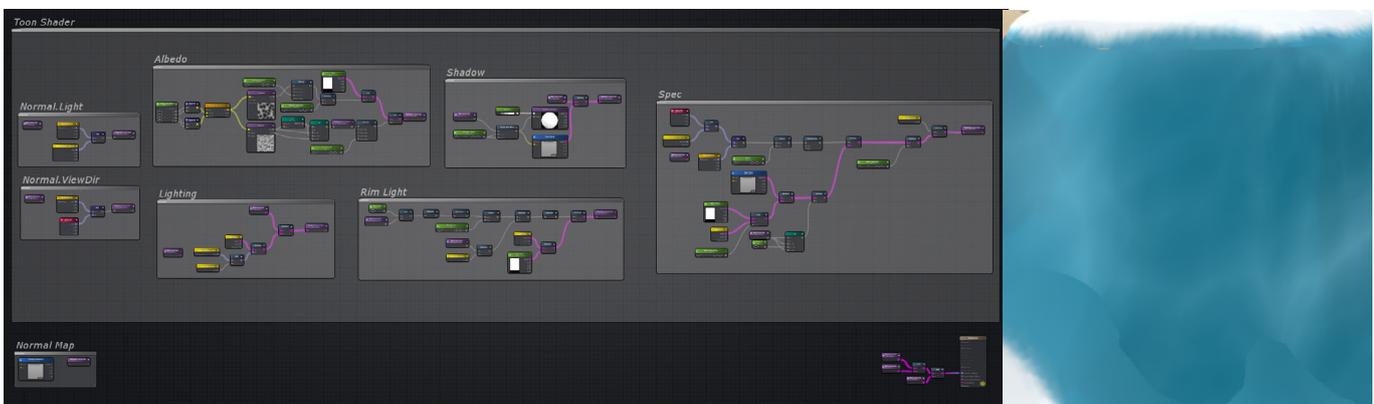


Fig. 34. Mapa de nodos del *shader* propio de la pared y un plano detalle de ésta. A mayor resolución en el anexo II.

La pared difiere del *shader* básico por su necesidad de poseer una textura formada a partir de ruido voronoi, con el cual se experimentó hasta dar con uno que simulara una formación en ladrillos o piedras. Posteriormente se le añadió la capa superior de escarcha, como en los polos, pero con otro patrón más complejo, ya que les pasaba lo mismo que a los personajes, que no parecían estar formados por hielo

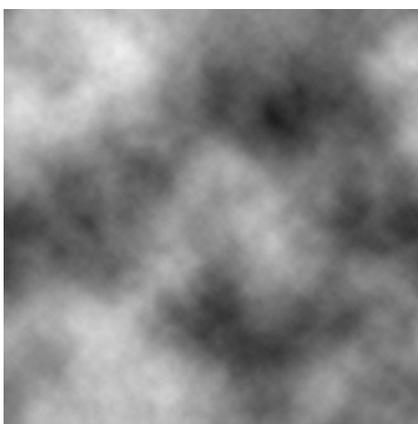
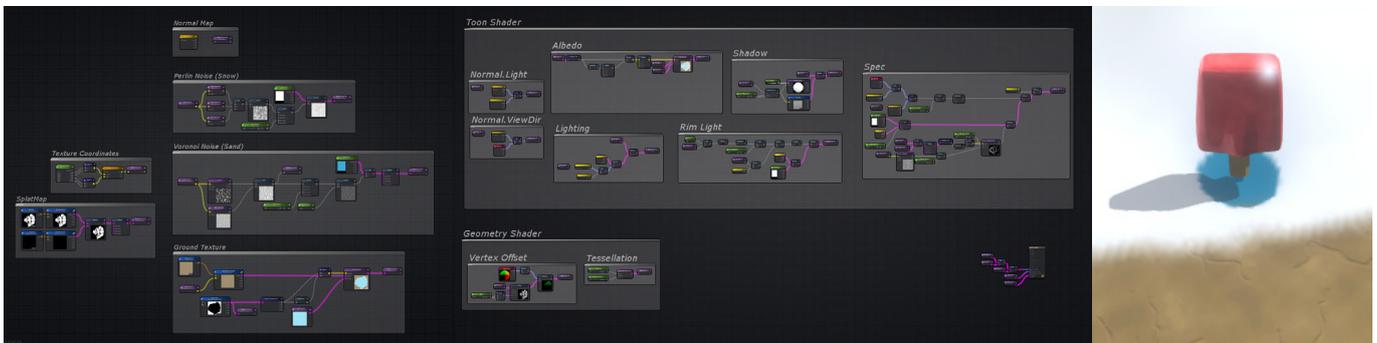


Fig. 35. Mapa de nodos del *shader* de la nieve y una imagen representativa de ésta.

A mayor resolución en el anexo II.

Fig. 36. Ruido de Perlin.

En último lugar, encontramos las zonas de nieve. En cuanto a su desarrollo, se abordó primero el desplazamiento y, posteriormente se le aplicó una versión del sombreador base, para cohesionar el tratamiento de la luz. El funcionamiento se basa en dos imágenes externas de blanco y negro: una limita las zonas de nieve de aquellas que no poseen y la otra marca los límites del mapa donde el hielo desaparece y se convierte en estepa. Además también hace uso de un *splat map*²⁷, generado a partir de un *shader* y un *script* de programación extraídos de la serie de vídeos *Snowtracks Shader - Unity CG/C#* del canal Peer Play, adaptándolos a nuestras necesidades para que los elementos pinten sobre la imagen en blanco y no en rojo y para que un solo proceso afecte a todo el conjunto del terreno generando una única textura que se aplica en cada material.

Con todos los materiales sobre la mesa, iniciamos preparando nuestra imagen final para enmascarar la nieve. Para ello le restamos la generada con los rastros que dejan los personajes a la que nosotros aportamos, que marca las zonas iniciales con este elemento. El resultado pasa por un nodo de re-mapeado, que interpola los valores de la escala de grises, cambiando el máximo por una variable que marca la altura del desplazamiento. Antes de aplicarlo, multiplicamos el resultado por el vector normal del objeto, pero únicamente sobre el valor Y para que se modifique únicamente la altura y no genere artefactos extraños por superposición de vértices. También añadimos una teselación²⁸ configurable en función de la cámara, para asegurarnos de que las marcas generadas por el protagonista (aquellas que están más cerca desde el punto de vista del jugador) tengan mayor resolución y acabado, pero no afecte a aquellas distantes.

27. Un *splat map*, es una imagen utilizada para determinar la fusión de una textura con otra. Su uso suele partir en vincular una textura con los valores máximos y otra con los mínimos, interpolando entre ellas en función de su valor en la escala.

28. El proceso de teselación radica en el uso de algoritmos para subdividir la geometría de una malla siguiendo un patrón de mosaico. Éste proceso puede regularse en función de la distancia con la cámara, para evitar un aumento no deseado de la poligonización.

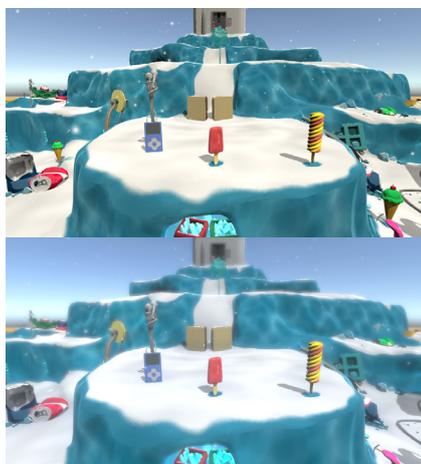


Fig. 37. Antes y después del postprocesado de imagen en una escena del juego.

Fig. 38. Antes y después del postprocesado de imagen en la pantalla del menú principal.

En cuanto a la parte gráfica, empezamos generando dos tipos diferentes de ruidos: un *perlin noise*²⁹, también denominado ruido de nube, para la nieve; y una mezcla de ruido voronoi y ruido blanco, denominado en el grafo como *sand* o arena, aunque se utiliza en el hielo oculto bajo la nieve. Posteriormente, se fusionan la capa del hielo con la del desierto utilizando el segundo mapa en blanco y negro y un proceso denominado *summed blend* que suma cada una de las capas, multiplicándolas previamente por el peso asignado a cada, en nuestro caso, la imagen antes mencionada y su opuesta. Este paso se repite para unir la capa de hielo y desierto con el ruido perlin en función del *splat map* utilizado en el desplazamiento de vértices, tanto su versión original como su inversa.

Todo este desarrollo se repite de forma similar para enmascarar los destellos, permitiendo que tanto la nieve como el desierto sean tratadas como el resto de elementos y el hielo siga los patrones de la escarcha.

En el anexo II pueden encontrarse imágenes de los grafos a mayor resolución.

3.4.4. CÁMARA Y POSTPRODUCCIÓN DE IMAGEN

Para potenciar la estructura radial del terreno, se configura un sistema de raíles y una cámara que rota en torno a la nevera, el núcleo neurálgico de la sociedad, y centrada siempre en el personaje principal. Esta norma se rompe en ciertos apéndices del nivel, donde se requiere de otro punto de vista para una mejor comprensión del entorno.

En cuanto al postprocesado de la imagen: se añade suavizado de movimiento para mejorar a nivel visual las animaciones y desplazamientos; oclusión ambiental y retoques de color para potenciar el tono azul, tanto a nivel general como en las sombras, en las zonas de nieve y naranja en la zona del desierto; y para finalizar se eleva el brillo y se aplica un filtro de profundidad de campo para restar visibilidad a las zonas más alejadas.

En el menú principal, también aplicamos un segundo filtro de postprocesado sobre la pantalla: aplicando aberración cromática, grano, viñeta y distorsión de lente para simular una televisión antigua, potenciando una interfaz diegética³⁰.

29. Función matemática que interpola entre un número elevado de gradientes generados por diversos vectores.

30. Se dice de algo que es diegético cuando es plausible dentro del universo ficcional. Por ejemplo: si escuchamos un sonido cuyo origen se encuentra en escena, está justificado y, por lo tanto, es diegético. Si por el contrario escuchamos una voz que sucede en nuestra cabeza o ajena al mundo donde nos encontramos, sería extradiegética.

3.5. POSTPRODUCCIÓN

3.5.1. TESTEO

En las etapas finales del proceso se han realizado múltiples testeos para determinar y solucionar los errores que surgían. La implementación del mapa a la escena ha sido uno de los puntos más conflictivos del desarrollo, debido a estar este constituido por mallas en lugar de por *terrains*, debido a su incompatibilidad con ciertos elementos. Por ello, los *colliders* generados de forma automática por el motor gráfico poseen una densidad de vértices demasiado alta que provoca fallos en el movimiento del protagonista.

Al ser un videojuego *low poly*³¹ podría plantearse su lanzamiento en ordenadores, consolas y dispositivos móviles. Siempre y cuando se trabaje de forma exhaustiva en el rendimiento del juego en cada una de las plataformas, debido a que la materialización del proyecto se ha centrado en buscar el mejor resultado y el más vistoso posible provocando problemas de optimización.

3.5.2. PREVISIÓN DE IMPACTO

Al tratarse de un prototipo, no puede contemplarse su salida al mercado en el estado actual. No obstante, pensamos que una de las potenciales vías de salida radica en las aportaciones voluntarias a través de plataformas de microfinanciación como Kickstarter o Gofundme.



Fig. 39. Captura de imagen del videojuego *Summer in Mara*.

Un referente en cuanto a financiación mediante plataformas de micro-mecenazgo es *Summer in Mara*³² (2020). Este videojuego, perteneciente al género de aventuras y gestión de recursos, está desarrollada por el estudio valenciano Chibig. Su campaña tuvo lugar a través de Kickstarter, donde recaudaron un total de 233919 euros procedentes de 9523 contribuidores.

Con esto en mente, estableceremos la meta en 70000 euros. Esta sería la cantidad necesaria para mantener a un equipo de tres personas durante un desarrollo de 21 meses con un sueldo de 1250 euros al mes. En este objetivo también se tienen en cuenta los gastos de las licencias necesarias.

31. Dicho de un modelado 3D, que posee un número reducido de polígonos. Cuando lo aplicamos a un videojuego, queremos decir que está conformado con este tipo de modelados.

32. Chibig. *Summer in Mara - Tropical island adventure, farming and crafting* - Chibig. (18, septiembre, 2020). Recuperado 20 julio2020, desde <https://chibig.com/summer-in-mara/>
TheMidcoreGamer. (16, junio, 2020). *TheMidcoreGamer Plays Summer in Mara (No Commentary Gameplay)* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=WBJ63GavtAw>
Kickstarter. *Summer in Mara - An adventure set in a tropical ocean*. (5, febrero, 2019). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.kickstarter.com/projects/chibig/summer-in-mara-an-adventure-set-in-a-tropical-ocea?lang=es>

AMAZE.



Fig. 40. Logo del A MAZE.

Fig. 41. Logo del Valencia Indie Summit.



Fig. 42. Captura de imagen del prototipo de *Frozen Out*.

Fig. 43. Captura de imagen del prototipo de *Frozen Out*.

Fig. 44. Captura de imagen del prototipo de *Frozen Out*.

Fig. 45. Captura de imagen del prototipo de *Frozen Out*.

3.5.3. DIFUSIÓN

Para las tareas de difusión, se han creado cuenta de Twitter e Instagram³³, como redes con mayor afluencia de nuestro *target*. Se plantea la puesta en marcha de una campaña para materializar comentarios y reacciones a nuestro contenido en redes dentro del universo del videojuego, haciendo servir la API de estas plataformas.

Al tratarse de un producto de índole crítica, puede captar la atención de las empresas o instituciones defensoras de la causa. Siendo éstas potenciales canales de difusión o fuentes de financiación.

Finalmente, existe la posibilidad de participar en ferias y festivales, donde el proyecto puede despertar el interés de editores. Entre los diversos festivales de videojuegos podemos encontrar A MAZE³⁴, situado en Berlín y especializado proyectos independientes y de carácter alternativo, o el Valencia Indie Summit³⁵ entre otros.

3.6. RESULTADO



En este apartado puede descargarse el prototipo jugable para Windows. De mismo modo, se puede visualizar un *gameplay* a fecha de 20 de julio de 2020.

Ejecutable: https://drive.google.com/file/d/1WXtD_j1kRP4WYu-h0CtTzXMxmwq89bc/view?usp=sharing

Video: <https://drive.google.com/file/d/15I-NAIXkw4ybP0bnouWBdKNR-3J8OsFzy/view?usp=sharing>

33. <https://www.instagram.com/frozenoutgame/>

34. A. MAZE. A MAZE. *Playful Media*. (4, julio, 2020). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <http://www.a-maze.net/>

35. VALENCIA INDIE SUMMIT. *VLC INDIE SUMMIT 2020*. (2020). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <http://valenciaindiesummit.com/>

3.7. PRESUPUESTO

Frozen Out es un proyecto desarrollado por cinco estudiantes y, por lo tanto, debería tenerse en cuenta el precio de las horas invertidas por cada integrante. Además, deben contabilizarse el precio de los softwares utilizados durante el proceso de creación de este prototipo. Estos costes salen representados en la tabla a continuación, que engloba los gastos que supone el desarrollo del prototipo:

		Precio unitario	Horas/Día	Días	Meses	Personal	Precio total
Software:	Adobe Creative Cloud	60,49€ /mes			4		241,96€
	Autodesk Maya	267€ /mes			4		1.068€
	GitHub	3,52€ /mes y usuario			4	5	70,40€
Mano de obra:		10€ /hora y persona	4	70		5	14.000€
TOTAL							15.380,36€

Fig. 46. Presupuesto del proceso de prototipado del primer nivel de *Frozen Out*.

En cuanto a Adobe, hemos decidido incorporar el precio de la suite completa ya que, haciendo los cálculos, a partir del tercer programa utilizado es más rentable pagar el acceso a todos. Por otro lado, Unity es gratuito siempre y cuando no se haya facturado más de cien mil dólares en los últimos 12 meses en actividades relacionadas con el motor de juego. Por esta razón, no hemos incluido sus gastos en el presupuesto arriba mostrado.

4. CONCLUSIONES

Respecto a las conclusiones de este trabajo, puedo apuntar que se han conseguido los objetivos que se plantearon al comienzo del desarrollo del proyecto.

En lo que representa al trabajo en grupo, se ha conseguido realizar un buen reparto de tareas, gracias a los cronogramas, que, en su mayoría, no ha entrado en conflicto con la naturaleza multidisciplinar del equipo, siendo necesaria la colaboración entre integrantes de diferentes especialidades para resolver de forma eficaz los problemas surgidos y apartados más competentes.

En lo relacionado a esta memoria, pienso que se ha conseguido un conjunto de mecánicas cohesionadas al eje principal del juego y al concepto desarrollado, incluyendo dinámicas relacionadas con la temperatura y la imposición del poder. También, respecto al objetivo relacionado con la animación, se ha conseguido crear e implementar un sistema de esqueletos que ha facilitado la tarea a la miembro encargada de la parte de animación de los caracteres. En adición, se ha conseguido realizar los *shaders* necesarios, tanto gráficos como de desplazamiento (nieve), que generan una atmósfera amigable y una sensación física del terreno, reaccionando a la posición de cada uno de los personajes en escena. Por desgracia, y debido a problemas técnicos con la exportación del proyecto, ésta característica está disponible dentro del editor pero no está presente en el ejecutable. Por ello, lo enseñamos en el video de muestra pero no puede experimentarse, de momento, a través del juego exportado.

A nivel general, hemos conseguido realizar un prototipo jugable del primer nivel de videojuego a la vez que se han aplicado y ampliado muchos de los conocimientos adquiridos durante el grado. Finalmente, la experiencia nos ha permitido trabajar con personas de otros perfiles, ampliando nuestro bagaje mientras el producto se beneficiaba de los diferentes puntos de vista y conocimientos, consiguiendo un mejor resultado. En definitiva estoy muy contento, ya que gracias a la experiencia adquirida en este tiempo del proyecto tanto en la parte de desarrollo práctico, como metodológico e interdisciplinar, me he dado cuenta que he ampliado muchísimo mis conocimientos, he abierto mi capacidad de ver un problema y ver soluciones desde muchos puntos y eso creo que me ayudará a poder afrontar futuros proyectos en el ámbito del diseño y en particular en proyectos interactivos con un perfil más abierto, receptivo y multidisciplinar.

5. BIBLIOGRAFÍA

Monografía

Abt, C. C. (1987). *Serious games*. University press of America.

Fullerton, T., Swain, C., & Hoffman, S. (2004). *Game design workshop: Designing, prototyping, & playtesting games*. CRC Press.

Koster, R. (2013). *Theory of fun for game design*. " O'Reilly Media, Inc."

Norman, D. A. (1998). *La psicología de los objetos cotidianos* (Vol. 6). Editorial Nerea.

Schell, J. (2008). *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC press.

Sicart, M. (2008). Defining game mechanics. *Game Studies*, 8(2), n.

Artículos

Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004, July). MDA: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI* (Vol. 4, No. 1, p. 1722).

Ruiz, M. F. (2015). Claves creativas de la iluminación en los videojuegos. Una propuesta metodológica para el entendimiento de la luz en los entornos tridimensionales lúdicos. *adComunica*, (9), 19-42.

Tesis, TFM y TFG

Morales Tirado, A. (2019). *Desarrollo de serious games para rehabilitación de función motora* (Bachelor's thesis). Universidad Carlos III, Madrid.

Webgrafía

AEVI. *El videojuego facturó 1.479 millones de euros, con una base superior a los 15 millones de usuarios, en 2019 - Asociación Española de Videojuegos*. (14, abril, 2020). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <http://www.aevi.org.es/anuario-aevi-2019/>

Albero Gil, M., Gil Gómez, H., Gil Gómez, J. *Neuro-TAR (Technologies for Active Rehabilitation): Nueva tecnología para el tratamiento neurorrehabilitador de los problemas motores*. (2013). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.ai2.upv.es/neuro-tar-technologies-for-active-rehabilitation-nueva-tecnologia-para-el-tratamiento-neurorrehabilitador-de-los-problemas-motores/>

Arzuza, J. *¿ Qué es Rigging ?*. (13, abril, 2011). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.artzuza.com/2011/04/character-animation-technical-director.html>

Carlos Velazquez. (23, julio, 2017). *How to rig a snake in Maya* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=58F15mLA6Uo>

game. *Enormous potential for serious games: sales revenue expected to grow by 19 per cent annually - game*. (7, julio, 2020). Recuperado el 20 de julio de 2020, desde <https://www.game.de/en/enormous-potential-for-serious-games-sales-revenue-expected-to-grow-by-19-per-cent-annually/>

Kapp, K. TEDx Talks. (13, junio, 2014). *Life lessons...from video games: Karl Kapp at TEDxNavesink* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=dq5mh8-zP4g>

Peer Play. (8, febrero, 2018). *Snowtracks Shader - Unity CG/C# Tutorial [Part 3 - Draw to Splatmap]* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-yaqhzX-7qo>

PEGI. *¿Qué significan las etiquetas? | Pegi Public Site*. (28, julio, 2018). Recuperado el 20 julio de 2020, desde <https://pegi.info/es/node/59>

PolyToots. (19, agosto, 2019). *Unity Toon Shader / Cel Shaded Tutorial with Amplify Shader Editor* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=MawzivWLCoo>

3dEx. (29, diciembre, 2017). *Autodesk Maya 2018 - Simple Character Rigging Part 1 of 3* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cOokofED7QE&list=WL&index=11&t=0s>

Ludografía

Adam Robinson-Yu (2019). *A Short Hike* [Videojuego]

Capcom (2007). *Zack and Wiki: Quest for Barbaros' Treasure* [Videojuego]

Chibig (2020). *Summer in Mara* [Videojuego]

IO Interactive (2016). *Hitman* [Videojuego]

Klei Entertainment (2013). *Don't Starve* [Videojuego]

Konami (1987). *Metal Gear* [Videojuego]

Nintendo EAD, 1-Up Studios Inc. (2014). *Captain Toad: Treasure Tracker* [Videojuego]

11 bit studios (2014). *This War of Mine* [Videojuego]

6. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Primer cronograma. (Pag. 8).

Fig. 2. Segundo cronograma. (Pag. 8).

Fig. 3. Tabla con los programas utilizados durante el desarrollo de este proyecto, su uso, versión utilizada y enlace web. (Pag. 9).

Fig. 4. Diagrama de los tres pasos seguidos para la resolución de objetivos. (Pag. 10).

Fig. 5. Tabla informativa del título *Captain Toad: Treasure Tracker*. (Pag.13).

Fig. 6. Captura de imagen del videojuego *Captain Toad: Treasure Tracker*. (Pag. 13).

Fig. 7. Tabla informativa del videojuego *Zack and Wiki: Quest for Barbaros' Treasure*. (Pag. 13).

Fig. 8. Captura de imagen del videojuego *Zack and Wiki: Quest for Barbarosj Treasure*. (Pag. 14).

Fig. 9. Tabla informativa del videojuego *A Short Hike*. (Pag. 15).

Fig. 10. Captura de imagen del videojuego *A Short Hike*. (Pag.15).

Fig. 11. Tabla informativa del videojuego *This War of Mine*. (Pag. 16).

Fig. 12. Captura de imagen del videojuego *This War of Mine*. (Pag.16).

Fig. 13. Diagrama del sistema MDA. (Pag. 17).

Fig. 14. Curva de interés del prototipo. Mide la involucración activa del jugador a lo largo del tiempo. Se basa en un recorrido arquetípico del nivel. Pueden observarse cuatro picos: el primero marca la primer cinemática y el inicio al juego; el segundo está definido por la activación del ascensor y el acceso a la totalidad del mapa; el tercero marca la llegada a la sección más amplia del mundo; y el último se sitúa en la última cinemática y el clímax. (Pag. 18).

Fig. 15. Captura de imagen del videojuego *Hitman*. (Pag. 19).

Fig. 16. Captura de imagen del videojuego *Metal Gear Solid*. (Pag. 19).

Fig. 17. Imagen ilustrativa de las mecánicas ideadas para el videojuego. (Pag. 19).

Fig. 18. Captura de imagen del videojuego *Don't Starve*. (Pag. 20).

Fig. 19. Mecánicas desarrolladas, controles para usarlas y su tipología. La mecánica de Sorbete está implementada pero no está presente durante el prototipo. (Pag. 21).

Fig. 20. Diagrama de interacción del prototipo del primer nivel. A mayor resolución en el anexo III. (Pag. 23).

Fig. 21. Mapa del nivel. A mayor resolución en el anexo III. (Pag. 23).

Fig. 22. Captura de imagen de la primera zona del nivel. (Pag. 24).

Fig. 23. De izquierda a derecha: esqueleto completo de Pol junto a su modelado, esqueleto del cuerpo, esqueleto del palo, curvas de control del cuerpo y curvas de control del palo. En todas las imágenes están presentes los manejadores. (Pag. 25).

Fig. 24. De izquierda a derecha: modelado del cono y esqueleto del cono. Ambas imágenes muestran los manejadores. (Pag. 27).

Fig. 25. De izquierda a derecha: modelado del sorbete con esqueleto y esqueleto aislado del sorbete. Ambas imágenes muestran los manejadores. (Pag. 27).

Fig. 26. De izquierda a derecha: modelado del corte y esqueleto del corte. Ambas imágenes muestran los manejadores. (Pag. 28).

Fig. 27. Cuatro modelados de tenedores y auriculares con el esqueleto superpuesto. La segunda muestra también los manejadores. (Pag. 29).

Fig. 28. Nomenclatura utilizada en cada esqueleto de cada auricular para asegurar el funcionamiento de las animaciones en todos. (Pag. 29).

Fig. 29. De arriba a abajo e izquierda a derecha: mapa de UV del corte, mapa de normales del corte y captura de imagen del corte texturizado. (Pag. 30).

Fig. 30. A la izquierda: despliegue UV de la geometría de las paredes (arriba) y del suelo (abajo). A la derecha modelado completo del terreno. (Pag. 31).

Fig. 31. Ejemplo de diagrama de Voronoi, a partir de uno de éstos se genera el ruido Voronoi utilizado para texturizar en el proyecto. (Pag. 32).

Fig. 32. Mapa de nodos del *shader* opaco y latas renderizadas usándolo. A mayor resolución en el anexo II. (Pag. 32).

Fig. 33. Mapa de nodos del *shader* translúcido y botella renderizada usándolo. A mayor resolución en el anexo II. (Pag. 33).

Fig. 34. Mapa de nodos del *shader* propio de la pared y un plano detalle de ésta. A mayor resolución en el anexo II. (Pag. 33).

Fig. 35. Mapa de nodos del *shader* de la nieve y una imagen representativa de ésta. A mayor resolución en el anexo II. (Pag. 34).

Fig. 36. Ruido de Perlin. (Pag. 34).

Fig. 37. Antes y después del postprocesado de imagen en una escena del juego. (Pag. 35).

Fig. 38. Antes y después del postprocesado de imagen en la pantalla del menú principal. (Pag. 35).

Fig. 39. Captura de imagen del videojuego *Summer in Mara*. (Pag. 36).

Fig. 40. Logo del *A MAZE*. (Pag. 37).

Fig. 41. Logo del *Valencia Indie Summit*. (Pag. 37).

Fig. 42. Captura de imagen del prototipo de *Frozen Out*. (Pag. 37).

Fig. 43. Captura de imagen del prototipo de *Frozen Out*. (Pag. 37).

Fig. 44. Captura de imagen del prototipo de *Frozen Out*. (Pag. 37).

Fig. 45. Captura de imagen del prototipo de *Frozen Out*. (Pag. 37).

Fig. 46. Presupuesto del proceso de prototipado del primer nivel de *Frozen Out*. (Pag. 38).

7. ANEXOS

- Anexo I. Video *gameplay* comentado de *Frozen Out*.
Enlace: <https://drive.google.com/file/d/15l-NAIXkw4ybP0bnouWBdKNR3J8OsFzy/view?usp=sharing>
- Anexo II. Grafos de nodos de los *shaders* a máxima resolución.
Enlace: <https://drive.google.com/drive/folders/1JlbzTEDQrQTVMOj3XHK7SiWaPE84I21a?usp=sharing>
- Anexo III. Esquema de interacción y mapa de nivel a mayor resolución.
Enlace: <https://drive.google.com/file/d/1AFp5TvcQ3-gMHFLAemNCeaQ1VAR-LEe3/view?usp=sharing>
- Anexo IV. *Lean Canvas*.
Enlace: <https://drive.google.com/file/d/1EBfltXyIX9jflCu9c3AwOF2HTPluZunJ/view?usp=sharing>