



# Trabajo de Fin de Grado

## Juego de Realidad Virtual visualizando los fósiles de Canarias

*Virtual Reality Game visualizing the fossils of the Canary  
Islands*

Airam Manuel Navas Simón

La Laguna, 4 de septiembre de 2018

D. **Isabel Sánchez Berriel**, con N.I.F. 42.885.838-S profesora contratada doctora adscrita al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como tutora.

D. **Carolina Castillo Ruiz**, con N.I.F. 26.196.871-D profesora Titular de Universidad adscrito al Departamento de Nombre del Departamento de la Universidad de La Laguna, como cotutora.

## **CERTIFICA(N)**

Que la presente memoria titulada:

*“Juego de Realidad Mixta visualizando los fósiles de Canarias”*

ha sido realizada bajo su dirección por D. **Airam Manuel Navas Simón**,  
con N.I.F. 42.417.708-G.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 4 de septiembre de 2018.

# Agradecimientos

En primer lugar, quería agradecer a Luz Marina Moreno de Antonio por su magnífica labor en la coordinación de las asignaciones de los Trabajos de Fin de Grado.

En segundo lugar, dar las gracias a mi tutora Isabel Sánchez Berriel, por el apoyo y la ayuda prestada durante mi periodo de realización del TFG.

Por último, pero no menos importante, a mi cotutora Carolina Castillo Ruiz, por su ayuda y orientación aportada.

# Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-  
NoComercial 4.0 Internacional.

## **Resumen**

*El objetivo de este trabajo ha sido realizar un videojuego educativo como evolución de la aplicación de Realidad Virtual presentada como Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería Informática (TFG) por el alumno Adrián Mesa Jaubert, en el curso 2016-2017. Su trabajo consistió en la creación de una playa donde poder contemplar los fósiles y consultar cierta información de los mismos en realidad virtual. El juego diseñado consiste en una experiencia inmersiva, en la que el jugador deberá completar una serie de objetivos (misiones) donde se pondrá a prueba los conocimientos sobre paleontología del jugador, explorando distintas playas de Canarias y obteniendo las recompensas por completar dichos objetivos.*

## **Abstract**

*The objective of this work has been to make an educational video game as an evolution of the Virtual Reality application presented as Final Degree Project of Computer Engineering (TFG) by the student Adrián Mesa Jaubert, in the 2016-2017 academic year. His work consisted in the creation of a beach where he could contemplate the fossils and consult certain information about them in virtual reality. The designed game consists of an immersive experience, in which the player must complete a series of objectives (missions) where the player's paleontology knowledge will be tested, exploring different beaches of the Canary Islands and obtaining the rewards for completing those objectives.*

# Índice general

<b>Capítulo 1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos	2
1.2	Alcance	3
1.3	Antecedentes	4
1.4	Destinatarios	4
<b>Capítulo 2</b>	<b>Competencias y fuentes</b>	<b>5</b>
2.1	Competencias Geológicas 1º, 3º y 4º ESO	5
2.2	Fósiles	6
2.3	Modelos 3D	12
2.4	Realidad Virtual	13
2.5	Entorno de desarrollo (Unity)	16
2.5.1	Características principales de Unity	16
<b>Capítulo 3</b>	<b>Diseño e Implementación</b>	<b>18</b>
3.1	Descripción del juego	18
3.2	Desarrollo de los elementos del juego	18
3.3	Rendimiento	27
3.4	Interfaz	28
3.5	Detalles de implementación	33
<b>Capítulo 4</b>	<b>Conclusiones y líneas futuras</b>	<b>39</b>
4.1	Conclusiones	39
4.2	Líneas futuras	39
<b>Capítulo 5</b>	<b>Summary and Conclusions</b>	<b>40</b>

**Capítulo 6 Presupuesto ..... 41**  
**Capítulo 7 Bibliografía..... 42**

# Índice de figuras

Figura 1. Bloque diagrama del medio marino donde se observa las diferentes zonaciones batiméticas.....	9
Figura 2. Escaneado fósil 3D. ....	12
Figura 3. Modelo 3D Fósil dentro del juego.....	13
Figura 4. Modelo 3D de la lámpara de la tienda. ....	13
Figura 5. Funcionamiento visión estereoscópica.....	15
Figura 6. Ejemplo de visión estereoscópica en VR. ....	15
Figura 7. Visión fuera del agua.....	19
Figura 8. Visión bajo el agua.....	20
Figura 9. Visión bajo el agua con equipo de buzo. ....	20
Figura 10. Las Conchas desde vista satélite. ....	21
Figura 11. Las Conchas Unity. ....	22
Figura 12. Vista desde Las Conchas.....	22
Figura 13. Vista desde Las Conchas Unity. ....	22
Figura 14. Tierra y Montaña.....	23
Figura 15. Rocas.....	23
Figura 17. Fondo marino.....	23
Figura 16. Arena.....	23
Figura 18. Error de reflejo en RV sobre el agua. ....	24
Figura 19. Corrección del reflejo en RV sobre el agua.....	24

Figura 20. Canvas de ejemplo 1. ....	25
Figura 21. Canvas de los controles básicos. ....	25
Figura 22. Canvas del glosario. ....	26
Figura 23. Interfaz sin mirar el libro. ....	29
Figura 24. Interfaz mirando el libro. ....	29
Figura 25. Interfaz sin mirar el fósil.....	30
Figura 26. Interfaz mirando el fósil.....	30
Figura 27. Interfaz de una misión a realizar. ....	31
Figura 28. Canvas informativo sobre un fósil en la tienda.....	31
Figura 29. Imágen de los portales y el selector de Edad.....	32
Figura 30. Jugador con un fósil en la mano.....	32
Figura 31. Cajas de clasificación. ....	33
Figura 32. Visión bajo el agua con traje de buzo.....	37

# Índice de tablas

Tabla 1. Últimos periodos Geológicos.....	7
Tabla 2. Información taxonómica de las especies incluidas en la aplicación de RV realizada.....	8
Tabla 3. Clasificación de los fósiles según el tipo de fondo dentro del mesolitoral. ..	10
Tabla 4. Clasificación de los fósiles del infralitoral. ....	10
Tabla 5. Especificaciones técnicas del OnePlus 3T. ....	28
Tabla 6. Presupuesto .....	41

# Capítulo 1

## Introducción

La paleontología (ciencia natural que estudia e interpreta el pasado de la vida sobre la Tierra a través de los fósiles) nos permite entender la actual composición (biodiversidad) y distribución de los seres vivos sobre la Tierra (biogeografía). Ha aportado pruebas indispensables para la solución de dos de las más grandes controversias científicas del pasado siglo, la evolución de los seres vivos y la deriva de los continentes, y, de cara a nuestro futuro, ofrece herramientas para el análisis de cómo los cambios climáticos pueden afectar al conjunto de la biosfera. También es apoyo fundamental para la realización de mapas geológicos y la búsqueda de recursos minerales.

Dada su importancia, en los currículos de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) se están impartiendo de forma obligatoria ya que:

- Es una forma didáctica y atractiva de estimular la imaginación.
- Amplía la capacidad de pensar en un pasado y visualizar un futuro.
- Nos enseña que somos parte de un sistema complejo y antiguo.
- El conocimiento de la prehistoria e historia del propio país desarrolla la identidad de un pueblo. Incentiva la conservación y protección del patrimonio fosilífero, en consecuencia, aumenta la riqueza del país.

Uno de los objetivos principales del currículo establecido para la ESO en Canarias es la integración de las materias en situaciones de aprendizaje funcionales, bien a través de situaciones reales o simulaciones. La tecnología de Realidad Virtual (RV) constituye una herramienta para el desarrollo de simulaciones a través de los mundos virtuales generados mediante gráficos 3D, en la que los usuarios forman parte de ese mundo. En una simulación convencional se manipulan los elementos que forman parte del mundo virtual con la plena consciencia de que no somos parte de él, sin embargo, en RV la inmersión del usuario en ese mundo es uno de los objetivos fundamentales. Esto hace que cada vez más sea considerada dentro de las tecnologías para el apoyo en el aprendizaje. Por otra parte, el crecimiento de los teléfonos inteligentes y tabletas como dispositivos capaces de animar el trabajo en equipo o

propiciar un consumo más ameno e interactivo de contenidos educativos, ha hecho que cada vez sean más los centros y docentes interesados por integrar la realidad virtual en el sistema educativo y hacer que los estudiantes interactúen con todos los objetos presentes en una escena de 360 grados.

Algunas ventajas del uso del RV en la educación son (Edith Gómez Benítez, REDEM, 2017):

- “No posible” en la realidad es posible con la realidad virtual.
- Simulación y recreación de nuevos espacios para los alumnos.
- Crea interés.
- Incrementa el compromiso.
- Mejora la calidad de la educación en diferentes campos.
- Integración y personalización del aprendizaje.

Por otra parte, los juegos ejercen una importante motivación si se utilizan en la escuela, ya que la mayoría de los estudiantes participan activamente en este tipo de actividad de forma habitual. Esto supone una gran oportunidad que hay que aprovechar pues los videojuegos (Enrique Morales, 2012, Universidad Complutense de Madrid):

- Permiten aprender diferentes tipos de habilidades y estrategias.
- Ayudan a dinamizar las relaciones entre los niños del grupo, no sólo desde el punto de vista de la socialización sino también en la propia dinámica de aprendizaje.
- Permiten introducir el análisis de valores y conductas a partir de la reflexión de los contenidos de los propios juegos.

## **1.1 Objetivos**

Los objetivos principales del juego son:

- Adaptación de los recursos paleontológicos de Canarias a las TIC para la adquisición de las competencias en materias.
- Adaptación de la aplicación de RV: Aplicación de realidad virtual para la visualización de fósiles canarios.

- Diseñar situaciones de aprendizaje gamificadas a partir de los recursos paleontológicos digitales.
- Desarrollo de una aplicación de RV (el juego).

## 1.2 Alcance

- Analizar, comprobar y optimizar si es necesario el funcionamiento del proyecto del que se va a partir.
  - Tratará del estudio del proyecto del que partimos. Se comprobará su correcto funcionamiento y se revisará el código en busca de posibles mejoras.
- Recopilar información relevante para el desarrollo del juego.
  - Se estudiará todo lo relacionado con la paleontología y los contenidos apropiados al respecto en la ESO para poder orientar el juego al aprendizaje de dicha ciencia.
- Definir los parámetros, metas, objetivos del juego.
  - Recopilar ideas para el juego, trazar los objetivos del mismo y los puntos clave para su desarrollo. Todo con la finalidad de realizar un juego lo más adaptado a las necesidades que se le requieren.
- Desarrollar el juego en RV.
  - Llevar a cabo el desarrollo del juego mediante Unity3D y Blender si es necesario pues es posible que se tengan que desarrollar nuevos modelos, o mejoras y optimizaciones de otros. También cabe decir que el juego será desarrollado para móviles y con RV.
- Mejorar el mundo creado.
  - Tras haber terminado los puntos principales del proyecto, se espera poder añadirle mejoras tanto de diseño del entorno, como de la jugabilidad del mismo.

## **1.3 Antecedentes**

El proyecto partirá del TFG (Adrián Mesa Jaubert, 2017) “Aplicación de Realidad Virtual/Realidad Aumentada para la visualización de fósiles de Canarias”. Este trabajo consistió en la creación de una playa y adaptación de modelos de fósiles ya proporcionados, los cuales están escondidos a lo largo de la escena y aportan información al usuario. Éste proyecto se desarrolló como aplicación móvil de RV, utilizando Unity3D y utilizando los assets necesarios para poder hacer el uso del Cardboard VR de Google.

En cambio, el objetivo de este proyecto será desarrollar un juego con fines educativos partiendo del tema del proyecto anterior.

El citado trabajo se encuentra entre los diferentes recursos generados por el área de Paleontología de la Universidad de La Laguna: modelos 3D de fósiles, aplicación de realidad aumentada e impresiones 3D de los fósiles.

Otro recurso relacionado con el proyecto es el material de apoyo “Los Fósiles y la Paleontología” financiada por La Consejería de Educación de la Junta de Andalucía (María Dolores Pozo Rodríguez y Félix Serrano López, 2013). En ella existen recursos en soporte informático sobre conceptos teóricos básicos como: ¿Qué es un fósil?, el proceso de fosilización, fósiles guía, etc. También la tabla cronológica con todas las eras con información de cada una y un catálogo de especies.

## **1.4 Destinatarios**

El proyecto estará destinado sobretodo estudiantes que deban adquirir conocimientos sobre paleontología, especialmente orientado al nivel exigido en la ESO, pues el juego se ha desarrollado en base al currículo definido para esta etapa de los estudios, pero cualquier persona interesada en el mundo de la paleontología podría llegar a disfrutar del mismo y aprender de él.

# Capítulo 2

## Competencias y fuentes

### 2.1 Competencias Geológicas 1º, 3º y 4º ESO

La paleontología es una de las ciencias a la que mejor se puede recurrir para construir nuestro futuro partiendo de los conocimientos del pasado, comenzando su estudio y familiarización desde el colegio, ya que es allí donde se empieza a entender y a unir las piezas del rompecabezas de la existencia humana.

La paleontología interpretando y dándole significado a los procesos de la Tierra, a través de los fósiles, ha sido parte fundamental de la reconstrucción de los seres vivos, el estudio de su origen y su evolución.

Los niños y niñas son los que entendiendo de dónde provienen, comprenderán de manera analítica muchas de las circunstancias que vivirán en un futuro. Es por ello que el conocimiento de la paleontología debe ser una tarea determinante en su formación.

Es por todo ello, que la paleontología ha llegado a impartirse de forma obligatoria desde la etapa escolar ESO. Algunos de los objetivos definidos en los currículos LOMCE para la ESO en la Comunidad Autónoma Canaria relacionados con el tema son los siguientes (Batlle, 2016):

- Conocer pruebas, tanto fósiles como del aspecto del relieve o evidencias físicas, que sirvan para averiguar cómo ha sido la historia geológica de un lugar o región.
- Explicar cómo es el proceso de formación de un fósil.
- Reconocer la importancia de los fósiles para la reconstrucción de la historia de la Tierra situando cronológicamente una roca a partir de su contenido en fósiles y deducir las características del medio en el que se formó.
- Conocer las hipótesis actuales más aceptadas sobre el origen de la Tierra y el sistema solar.
- Describir los principales acontecimientos geológicos y biológicos sucedidos a lo largo del tiempo geológico propios de cada era.
- Conocer y comprender los principios fundamentales de la datación relativa utilizando para ello los fósiles guía, la posición de los estratos, etc.

- Relacionar alguno de los fósiles guías más característicos con su era geológica.
- Reconocer y datar los eones, eras y períodos geológicos utilizando el conocimiento de los fósiles guía.
- Deducir la existencia de estructuras geológicas y su relación con el relieve a partir de la utilización de mapas topográficos y cortes geológicos, aplicando criterios cronológicos para la datación relativa de las formaciones, así como describir los procesos de fosilización catalogando los principales fósiles guía con la finalidad de reconstruir la historia de la Tierra.
- Categorizar los principales fósiles guía, valorando su importancia para el establecimiento de la historia geológica de la Tierra.
- Investigar por qué la fosilización se considera un hecho excepcional y por qué es difícil encontrar fósiles de las partes blandas de los animales.
- Investigar en grupo cuál es el yacimiento fosilífero más próximo a la localidad e indicar qué períodos comprende y el grupo de seres vivos que están más representados.

El desarrollo del juego está orientado a abordar algunas de estas aptitudes, como reconocer las eras y los períodos geológicos a los que pertenecen los distintos fósiles, encontrar la ubicación de los mismos conociendo sus antiguos hábitats, etc.

## **2.2 Fósiles**

En el proyecto hemos utilizado 18 fósiles que corresponden a los periodos geológicos del Neógeno y Cuaternario [Tabla 1]. Estos fósiles forman parte de la colección de prácticas del área de Paleontología de la Universidad de La Laguna. Proceden de diversos yacimientos de Lanzarote e islotes (La Graciosa), Fuerteventura (Aljibe de la Cueva, Playa del Valle) y Tenerife (Iguete de San Andrés). Son especies muy abundantes en la mayoría de depósitos marinos costeros de Canarias y representativos de dos cambios de clima (Mioceno superior y Pleistoceno superior).

Eratema/Era	Sistema/Período	Serie/Época	Millones de años
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,0117
		Pleistoceno	2,58
	Neógeno	Plioceno	5,33
		Mioceno	23,03
	Paleógeno	Oligoceno	33,9
		Eoceno	56,0
		Paleoceno	66,0

Tabla 1. Últimos periodos Geológicos.

En la aplicación hemos considerado el nombre de la especie [Tabla 2], su rango estratigráfico en Canarias, es decir si se ha extinguido o vive en la actualidad. Con objeto de aclarar este término, hemos utilizado el Antropoceno (se considera la etapa a partir de la revolución industrial, hace alrededor de 200 años), para designar aquellas especies que, aunque se hayan encontrado en el registro fósil del Neógeno y Cuaternario, también las podemos observar en las playas actuales de Canarias. Entre las especies que se consideran extintas están el artrópodo cirrípedo del género *Tetraclita* y el bivalvo ostreido *Saccostrea cucullata* del Neógeno. Tres especies de gasterópodos de la colección trabajada (*Monoplex trigonus*, *Geomophos viverratus* y *Persististrombus latus*) son especies características del Pleistoceno superior, y se extinguen en Canarias al final de esta época.

Taxonomía					Edad		
Reino	Filum	Clase	Familia	Género y especies	N	C	A
Animalia	Arthropoda						
			Tetraclitidae	<i>Tetraclita</i> sp.	x	E	
	Mollusca	Bivalvia					
			Ostreidae	<i>Saccostrea cucullata</i>	x	E	
			Veneroidea	<i>Venus verrucosa</i>		x	x
			Pectinoidea	<i>Pecten maximus</i>	x	x	x
		Gastropoda					
			Patellidae	<i>Patella crenata</i>		x	x

			Turbinidae	Bolma rugosa		x	x
			Certhiidae	Cerithium vulgatum	x	x	x
			Vermetidae	Dendropoma petraeum	x	x	x
			Cypraeidae	Erosaria spurca		x	x
			Strombidae	Persististrombus latus		x EC	
			Ranellidae	Charonia lampas		x	x
			Renellidae	Monoplex trigonus		x EC	
			Bursidae	Bursa scrobilator		x	x
			Muricidae	Hexaplex trunculus		x	x
			Muricidae	Stramonita haemastoma		x	x
			Buccinida	Geomophos viverratus		x EC	
			Mitridae	Mitra cornea	x	x	x
			Coralinaceae	Rodolitos(Algas calcáreas)	x	x	x

Tabla 2. Información taxonómica de las especies incluidas en la aplicación de RV realizada.

Leyenda (Tabla 2):

- N: Neógeno (Mioceno superior).
- C: Cuaternario (Pleistoceno superior).
- A: Antropoceno.
- E: Extinción.
- EC: Extinción en Canarias, ya que son especies tropicales que aprovecharon las condiciones climáticas propicias de final del Pleistoceno para colonizar e instalarse en nuestras costas.

Desde el punto de vista taxonómico la colección de fósiles que hemos trabajado está representada por dos reinos (Animal y Plantas), tres filos, tres clases,

16 familias y 18 especies. Los más numerosos son los gasterópodos o caracoles marinos, que presentan una gran variedad de formas. Dentro de la aplicación, también se ha hecho una clasificación de los fósiles según sus características paleoecológicas, que nos permite conocer el paleoambiente donde se desarrollaban, separándolos por sus zonificaciones batimétricas correspondientes [Tabla 3 - Tabla 4], su posición en el sustrato y su actividad trófica (Martín González, 2016). Con respecto a la zonación trófica hemos considerado dos zonas [Figura 1]:

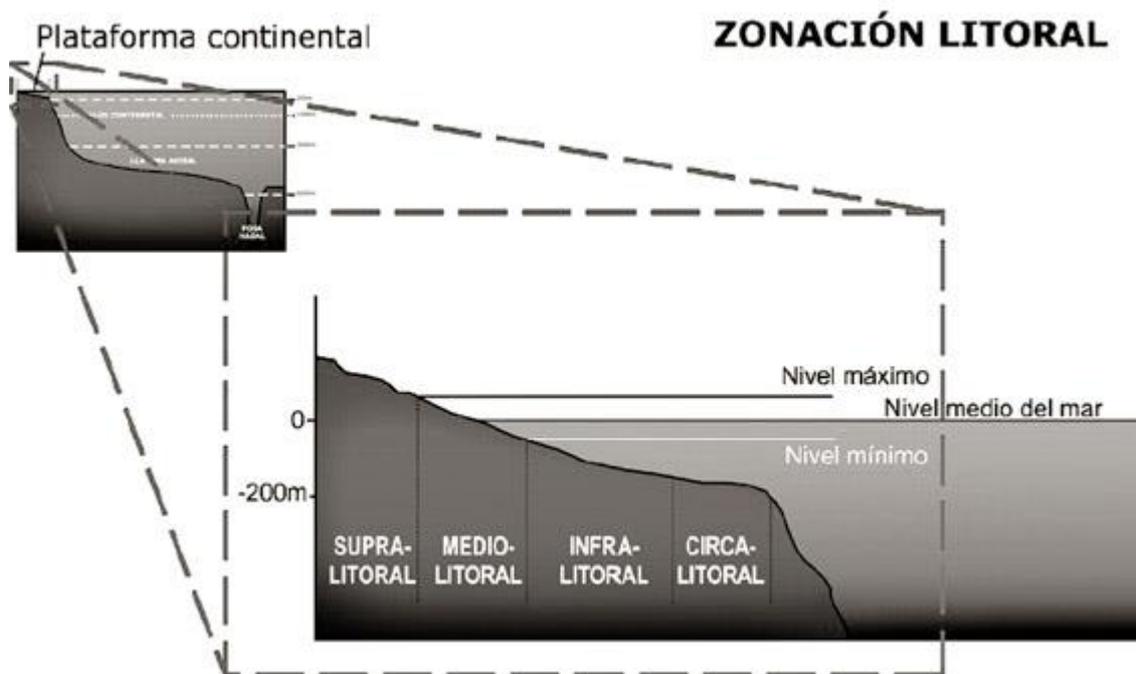


Figura 1. Bloque diagrama del medio marino donde se observa las diferentes zonaciones batimétricas.

Fuente: (Mina, 2015)

- Litoral o tidal, que corresponde con la zona de las mareas, desde el límite superior al inferior de la marea, que se subdivide en supralitoral y mesolitoral. El mesolitoral o intermareal, se corresponde con la zona comprendida entre la marea mínima y máxima.
- Infralitoral: Zona permanentemente sumergida, de 0 m hasta aproximadamente los 15 m de profundidad o más dependiendo de la plataforma o borde marino.

En esos dos ambientes se ha diferenciado y posicionado los fósiles según sus preferencias sobre el tipo de fondo marino (arenoso y/o rocoso) que se pueden consultar en las tablas [Tabla 3 - Tabla 4].

Mesolitoral			
Fondo Arenoso		Fondo Rocoso	
Hexaplex Trunculus	Rodolitos	Bolma rugosa	Dendropoma petraeum
Saccostrea Cuccullata		Erosaria spurca	Hexaplex Trunculus
Venus verrucosa		Mitra cornea	Patella crenata
		Rodolitos	Stramonita haemastoma
		Tetraclita sp.	

Tabla 3. Clasificación de los fósiles según el tipo de fondo dentro del mesolitoral.

Infralitoral			
Fondo Arenoso		Fondo Rocoso	
Charonia lampas	Cerithium vulgatum	Bolma rugosa	Bursa scrobilator
Cymantium trigonum	Hexaplex Trunculus	Cantharus viverratus	Charonia lampas
Pecten maximus	Rodolitos	Cymantium trigonum	Erosaria spurca
Saccostrea Cuccullata	Tetraclita	Hexaplex Trunculus	Mitra cornea
Venus verrucosa		Rodolitos	Stramonita haemastoma
		Tetraclita	

Tabla 4. Clasificación de los fósiles del infralitoral.

Además de esta clasificación, en la aplicación también se muestra otra información de los fósiles, como es su actividad trófica: detritívoro, sedimentívoro,

carnívoro, herbívoro, fotosíntesis o fitófago; y la posición en el sustrato: Epifauna, Infauna y Bentónicos. En los siguientes ítems se definen estos términos:

- Epifaunal: organismos que viven sobre el sustrato.
- Infaunal: organismos que viven enterrados totalmente entre las partículas de sedimento del fondo. Aquí se incluye el bivalvo *Venus verrucosa*, que vive enterrada y se pone en contacto con la superficie (para alimentarse) del fondo marino a través de sifones.
- Bentónicos: Son aquellos organismos tanto vegetales como animales, que viven relacionados con el fondo marino, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde la marca de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas.

La especie *Cerithium vulgatum* es bentónica pero también se puede encontrar semienterrada.

Con respecto a la actividad trófica o tipo de alimentación, las especies se han clasificado en:

- Fotosíntesis: organismos fotosintéticos son aquellos capaces de capturar la energía solar y usarla para la producción de compuestos orgánicos. Se incluye el alga roja o rodolito.
- Fitófago: organismos herbívoros, que se alimentan de algas o fanerógamas marinas.
- Filtrador: organismos que se alimentan de las partículas en suspensión que capturan al filtrar el agua. Se encuentran los bivalvos *Saccostrea cucullata* y *Venus verrucosa*, el artrópodo *Tetraclita*.
- Detritívoro o sedimentívoro: organismos que obtienen su alimento a partir de materia orgánica en descomposición.
- Carnívoro: organismo que se alimentan de otros animales. Se incluyen en esta categoría los gasterópodos *Gemophos viverratus*, *Mitra cornea*, *Charonia lampas*, *Monoplex trigonus*, *Bolma rugosa*, *Bursa scrobilator*, *Hexaplex trunculus* y *Stramonita haemastoma*.

Algunas especies combinan más de un tipo de alimentación, como el bivalvo *Pecten maximus* y el gasterópodo *Dendropoma petraeum* que son filtradores y sedimentívoros; los gasterópodos *Cerithium vulgatum* y *Persististrombus latus* se alimentan de algas (fitófago) y de los detritos del sedimento (detritívoro). Y el

gasterópodo *Erosaria spurca* es omnívoro.

## 2.3 Modelos 3D

El modelado 3D es el proceso de desarrollo de una representación matemática de cualquier objeto tridimensional (ya sea inanimado o vivo) a través de un software especializado. Al producto se le llama modelo 3D.

Los modelos pueden ser creados automáticamente o manualmente. El proceso manual de preparar la información geométrica para los gráficos 3D es similar al de las artes plásticas y la escultura.

En el proyecto se han llegado a utilizar ambos métodos para la obtención de los modelos 3D que se han utilizado. Los fósiles fueron generados automáticamente a partir del fósil original [Figura 2][Figura 3].

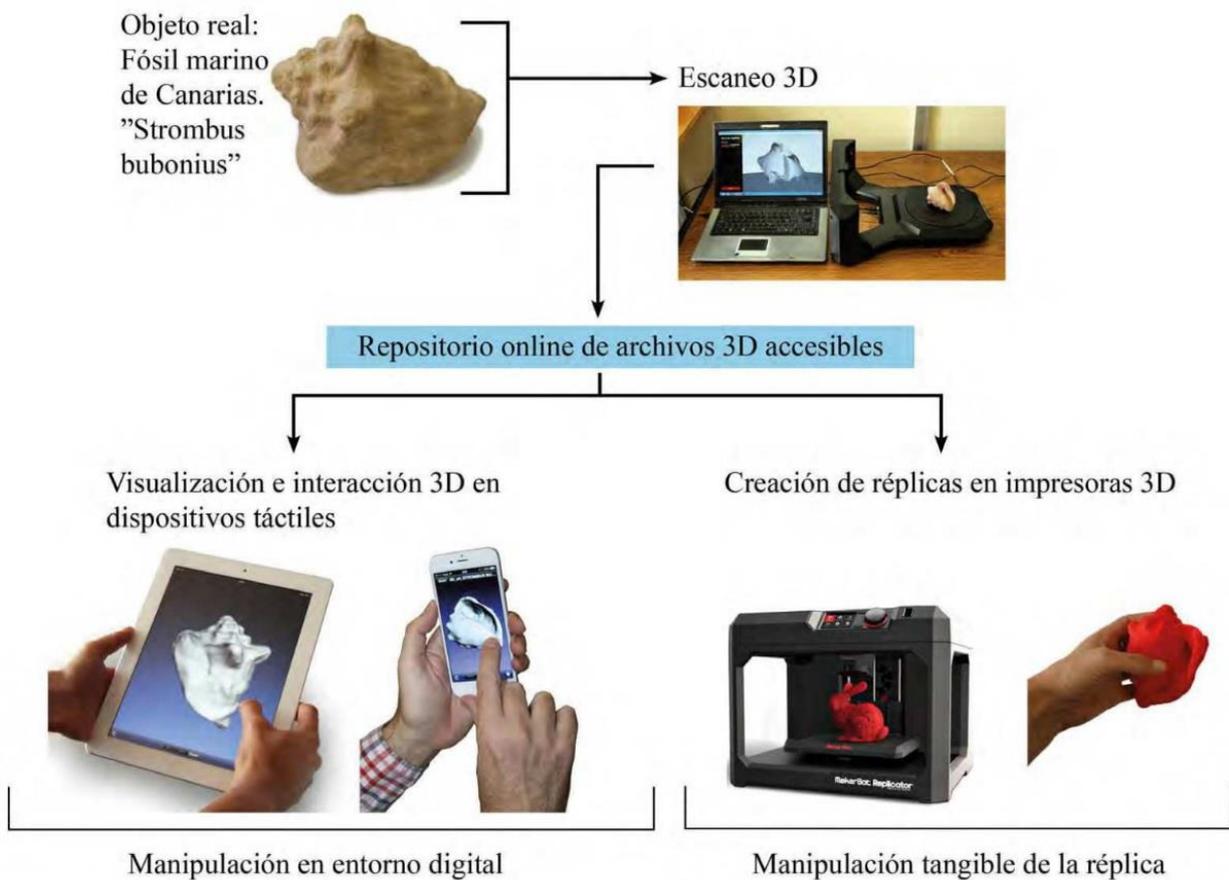


Figura 2. Escaneado fósil 3D.



*Figura 3. Modelo 3D Fósil dentro del juego.*

Otros objetos como las lámparas de luz que pertenecen a la tienda de campaña donde el jugador comenzará el juego fueron creados manualmente [Figura 4].



*Figura 4. Modelo 3D de la lámpara de la tienda.*

## **2.4 Realidad Virtual**

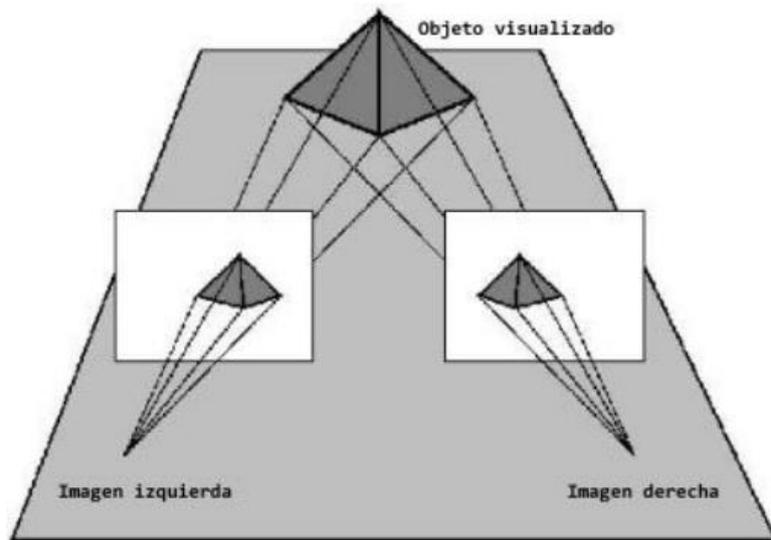
La realidad virtual (RV) es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. La acepción más común refiere a un entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno

es contemplado por el usuario a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual. Este puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción con el entorno, así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad.

La realidad virtual se enmarca en diversas áreas, incluyendo campos como el arte, el entretenimiento y los videojuegos, así como narrativas interactivas, milicia, educación, y medicina. Debido al crecimiento latente es predecible que llegue a cubrir otras industrias.

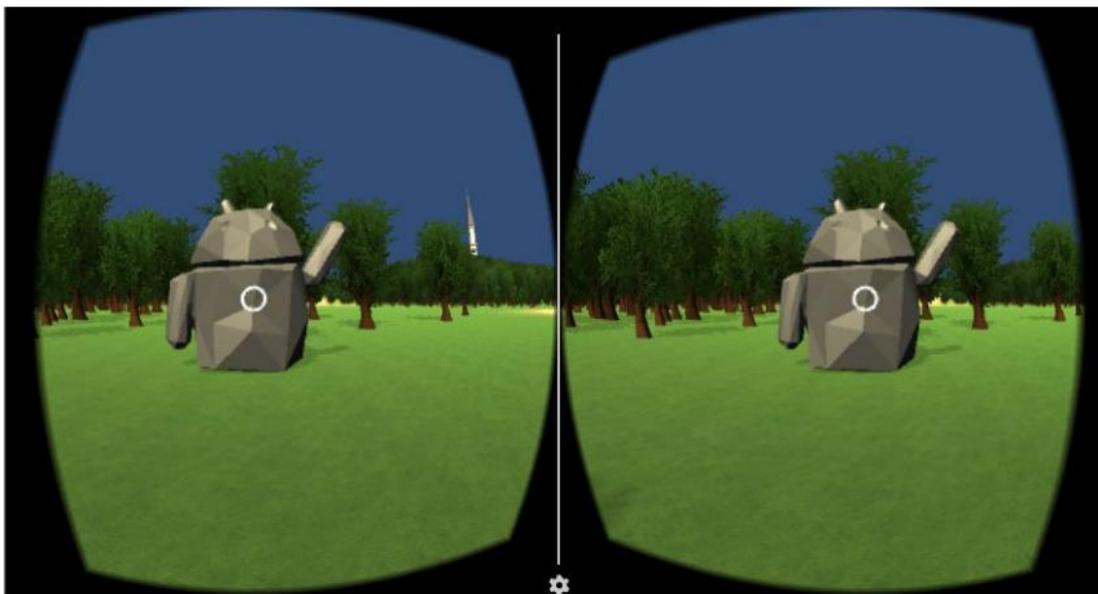
El uso del casco de realidad virtual permite a los usuarios percibir imágenes 3D estereoscópicas y determinar la posición espacial en el entorno visual a través de sensores de seguimiento de movimiento en el casco. Mientras tanto, los usuarios pueden escuchar sonidos por los auriculares e interactuar con objetos virtuales utilizando dispositivos de entrada como joysticks, varillas y guantes de datos. Como resultado, los usuarios sienten que pueden mirar a su alrededor y moverse a través del entorno simulado.

La visión estereoscópica es la capacidad que tiene el ser de humano de integrar en una sola imagen tridimensional, en relieve y con suficiente profundidad las dos imágenes que nos llegan de cada uno de nuestros ojos [Figura 5]. Para poder simular este comportamiento en realidad virtual se utilizan dos imágenes de la misma escena ligeramente diferentes, lo que permite determinar la distancia con respecto al observador. Para el uso de esta se utiliza un mapa de disparidad, que es una representación de las diferentes profundidades a las que se encuentran los objetos respecto a las cámaras (2 cámaras, una por cada ojo) [Figura 6].



*Figura 5. Funcionamiento visión estereoscópica.*

*Fuente: (Funcionamiento visión estereoscópica., s.f.)*



*Figura 6. Ejemplo de visión estereoscópica en VR.*

Para lograr la visión estereoscópica en este proyecto se ha decidido utilizar el SDK de RV para Unity, la realidad virtual de Google. Entre sus ventajas está que admite la posibilidad de compilar tanto para Android como para iOS y está pensado para la utilización en terminales de bajo coste, en este caso para móviles Android.

## **2.5 Entorno de desarrollo (Unity).**

Unity es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies, está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X, Linux. El enfoque de la compañía es "democratizar el desarrollo de juegos", y hacer el desarrollo de contenidos interactivos en 2D y 3D lo más accesible posible a tantas personas en todo el mundo como sea posible.

Unity puede usarse junto con Blender, 3ds Max, Maya, Softimage, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks y Allegorithmic Substance. Los cambios realizados a los objetos creados con estos productos se actualizan automáticamente en todas las instancias de ese objeto durante todo el proyecto sin necesidad de volver a importar manualmente.

Entre las ventajas que han determinado el uso de Unity está el conocimiento previo, su productividad y la gran cantidad de recursos disponibles.

### **2.5.1 Características principales de Unity.**

#### **Assets**

Un asset es una representación de cualquier item que puede ser utilizado en su juego o proyecto. Un asset podría venir de un archivo creado afuera de Unity, tal como un modelo 3D, un archivo de audio, una imagen, o cualquiera de los otros tipos de archivos que Unity soporta. También hay otros tipos de asset que pueden ser creados dentro de Unity, tal como un Animator Controller, un Audio Mixer o una Render Texture.

#### **Game Objects**

Cuando un activo es usado en una escena de juego, se convierte en un "Game Object". Todo GameObjects contiene al menos un componente con el que comenzar, el componente Transform. Se puede interpretar como un sistema de referencia local al objeto, le dice al motor de Unity la posición, rotación, y la escala de un objeto.

#### **Components**

Los componentes vienen en formas diversas, implementan la funcionalidad de los GameObjects. Pueden convertir un GameObject en una cámara, en una luz, etc.

Los componentes comunes de producción de juego vienen contruidos dentro del Unity, desde el Rigidbody, hasta elementos más simples, como luces, las cámaras, los emisores de partículas, y más.

### **Scripts**

El Scripting es una parte esencial de Unity ya que define el comportamiento del juego. El Scripting es la forma en la que el usuario define el comportamiento del juego, permite al desarrollador agregar comportamientos y mecánicas más complejas que las predefinidas en el editor de escenas. Se puede utilizar los lenguajes de programación JavaScript y C#. Para el desarrollo del proyecto se ha utilizado C#.

### **Prefabs**

Almacena los objetos como activos para ser reusados en partes diferentes del juego, y luego creados o copiados en cualquier momento. Un prefab es en realidad una plantilla a partir de la que crear objetos en la escena.

### **Blender**

Blender es un software creado para el modelado 3D de código abierto, totalmente independiente de Unity, pero compatible, pues todos los modelos creados en el mismo son portables a Unity. Se ha utilizado en el proyecto para la creación de algunos de los objetos en la escena.

# Capítulo 3

## Diseño e Implementación

En este capítulo se hablará de diferentes elementos utilizados en el juego, tanto su descripción, como el proceso de creación dentro de la herramienta Unity.

### 3.1 Descripción del juego

El jugador controlará a un personaje principal, que tendrá como objetivo completar un cierto número de misiones, las cuales consistirán en la búsqueda y clasificación de ciertos fósiles. Dichos fósiles serán fácilmente encontrados si se utilizan los conocimientos básicos sobre los mismos, así como dónde solían vivir, las épocas a las que pertenecen, etc... A medida que el jugador complete las misiones, obtendrá ciertas recompensas que le facilitarán su búsqueda.

El jugador tendrá que viajar por tres playas de Canarias a través de unos portales, en los que podrá elegir en qué época viajar a la misma, encontrando así unos fósiles u otros dependiendo de su elección. Por ejemplo, si el jugador deseara encontrar el fósil llamado *Bolma Rugosa*, tendría que viajar a una playa rocosa, pues el fósil pertenece al *Litoral Rocoso*, como *Tachero*. También se debe conocer la edad a la que pertenece para poder viajar y, posteriormente, clasificarlo correctamente. En este caso pertenece al *Cuaternario*.

También podrá consultar información de los fósiles a buscar, a la vez que consultarla al encontrarlos, lo cual también facilitará la misión.

### 3.2 Desarrollo de los elementos del juego

#### El Personaje

Es el elemento más importante del juego ya que a través del mismo, el jugador podrá ver, moverse, interactuar, etc... con todos los objetos del juego.

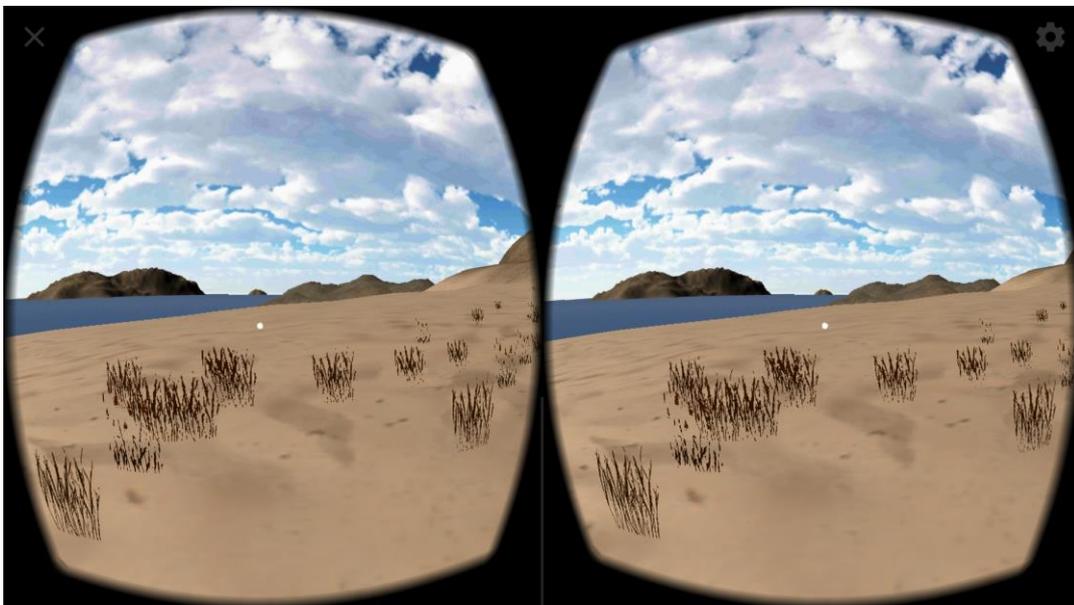
Para su creación, se ha partido del *Prefab "FPSController"* aportado por los *Standard Assets* gratuitos de Unity, que contiene una cámara que simula la visión del jugador, un collider que simulará el espacio que ocupa el personaje en el juego, un

componente RigidBody que simulará las físicas del personaje y un script “*FirstPersonController*” que simulará los movimientos, sonidos, gravedad, etc... del personaje.

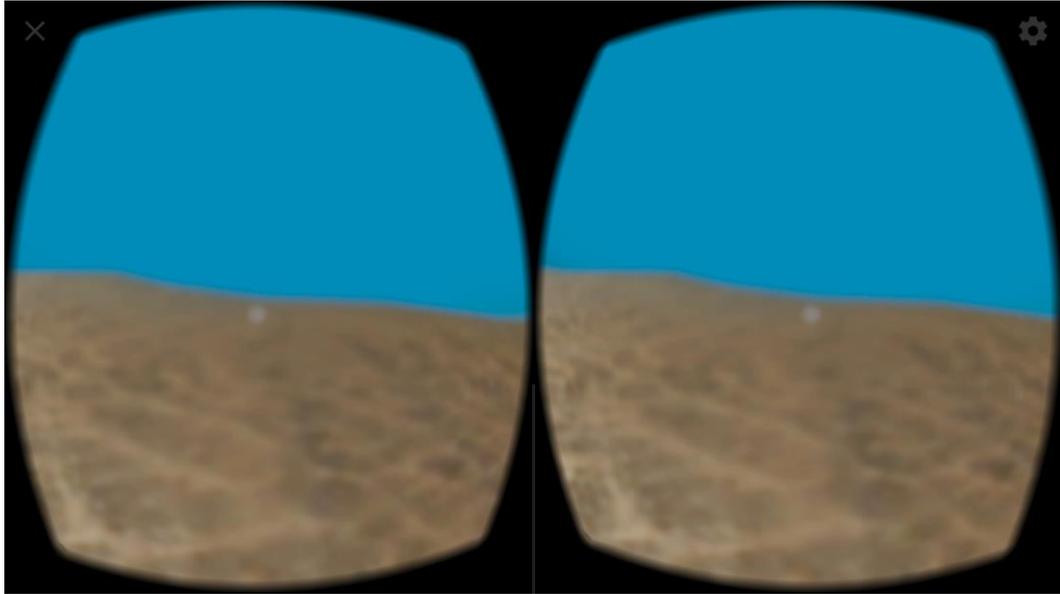
Con la ayuda del *SDK de Google VR para Unity en Android* hemos dotado al jugador con las herramientas necesarias para desenvolverse por la escena, como la visión estereoscópica, la interacción con algunos elementos del juego...

## La Cámara

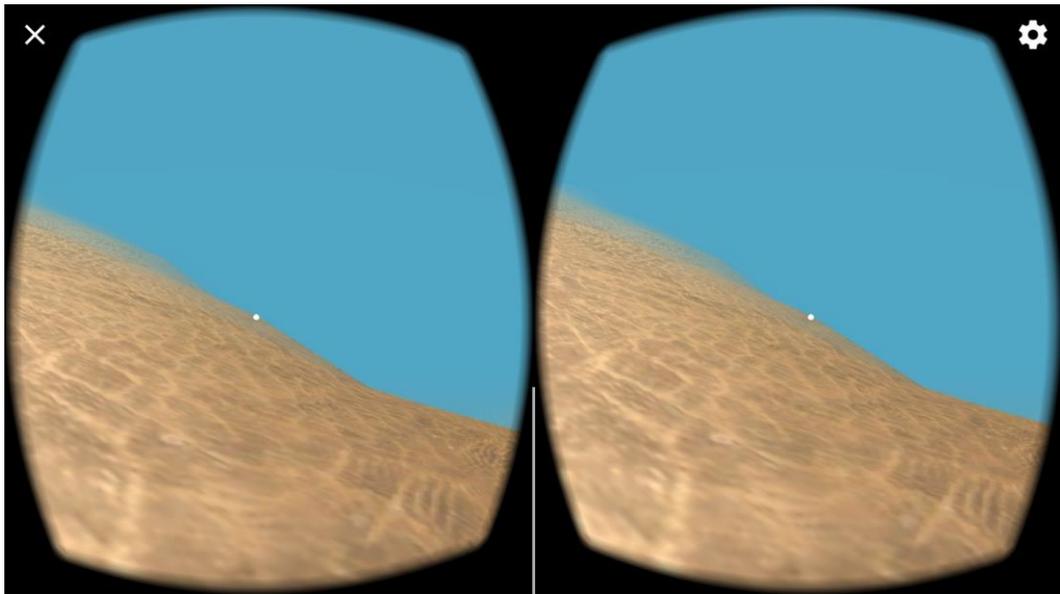
La cámara es uno de los elementos más importantes pues constituye la visión del jugador. Dentro del juego, el jugador podrá llegar a observar tres configuraciones de cámara diferente: Fuera del agua [Figura 7], dentro del agua sin equipo de buzo [Figura 8], y dentro del agua con equipo de buzo [Figura 9].



*Figura 7. Visión fuera del agua.*



*Figura 8. Visión bajo el agua.*



*Figura 9. Visión bajo el agua con equipo de buzo.*

Bajo el agua, mediante scripts y eventos, se cambian algunas opciones para simular la sensación de estar dentro de ella, por ejemplo, se difumina ligeramente la visión, y se vuelve algo azulada y también aparece una niebla espesa y azulada a lo lejos para limitar la visión del jugador. Si se obtiene el equipamiento de buzo, podemos ver que la distorsión de la visión desaparece, pero la niebla sigue permaneciendo. Otros cambios adicionales se describen más adelante.

## El Terreno

El terreno es un objeto de Unity, que nos permite a partir de un plano, dotarlo de relieve y recrear la playa deseada.

Para modelar las playas con la máxima exactitud posible y poder identificar parecidos visuales con las reales, se ha partido de mapas por satélite de las mismas, y se les ha asignado altura. A los relieves así obtenidos se les asignó posteriormente texturas de arena para zonas arenosas, de rocas para las rocosas, etc.

En las figuras [Figura 10 - Figura 11 - Figura 12 - Figura 13] podemos ver un ejemplo visual con el desarrollo de la playa situada en *La Graciosa* llamada *Las Conchas*.

- Recreación del relieve y pintado del mismo:

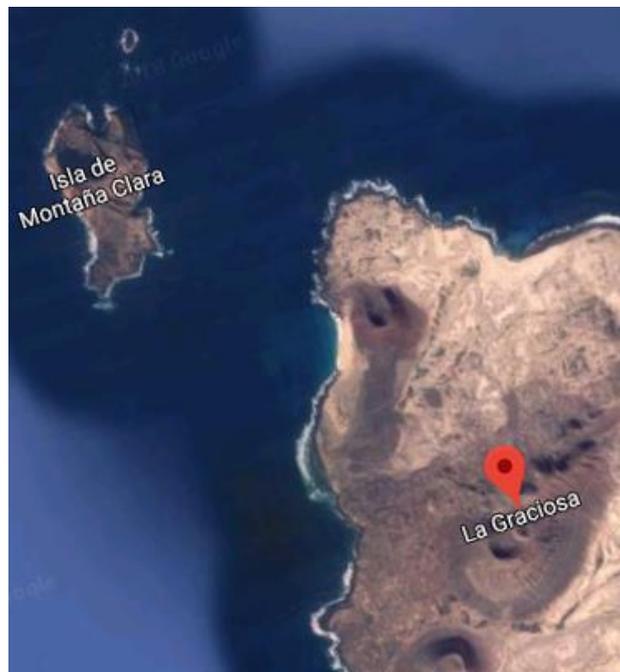


Figura 10. Las Conchas desde vista satélite.



*Figura 11. Las Conchas Unity.*



*Figura 12. Vista desde Las Conchas.*



*Figura 13. Vista desde Las Conchas Unity.*

En las figuras [Figura 15 - Figura 17 - Figura 16 - Figura 14] se incluyen las texturas que se han utilizado para la playa de Las Conchas.



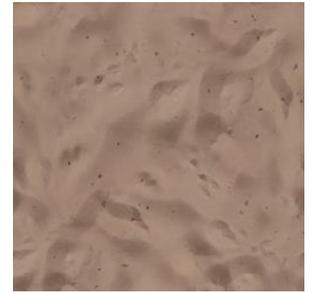
*Figura 14.  
Tierra y  
Montaña.*



*Figura 15. Rocas.*



*Figura 16. Fondo  
marino.*

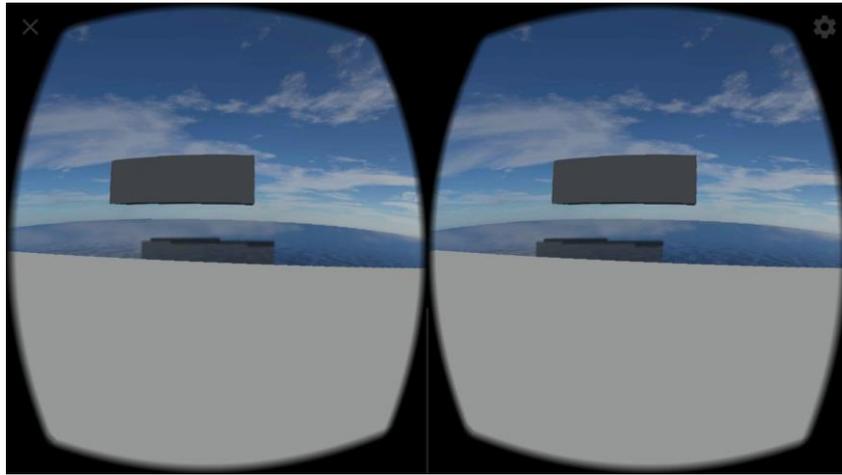


*Figura 17. Arena.*

## **Agua**

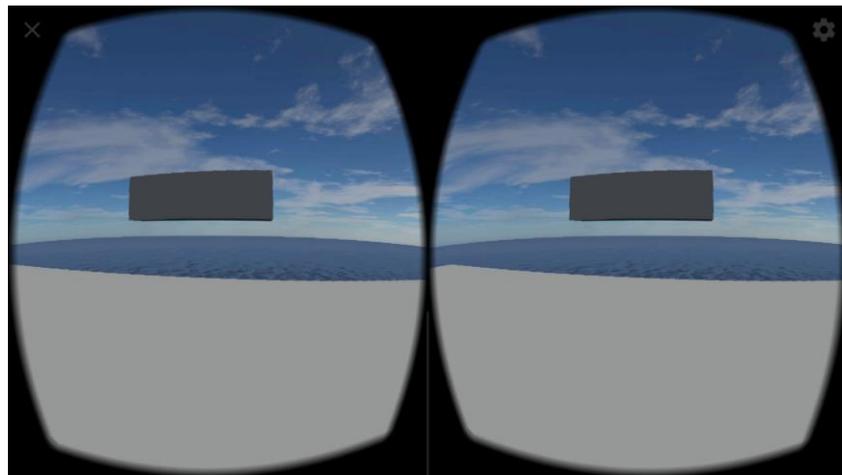
Se valoró el uso del *Estándar Assets* de Unity, llamado “*WaterProDayTime*”, que dispone de varias opciones de reflejo. Una de ellas consiste en un agua cristalina, la cual reflejaba tanto el fondo marino como las montañas que se encontraban sobre la misma. Ésta opción se descartó pues presentaba problemas al visualizar los reflejos cuando se usa la cámara de RV: en un “ojo” se veía el reflejo en una posición, y en el otro en otra, lo cual puede generar confusión y mareo en el jugador. Por dicha razón se ha optado por el reflejo simple, ya que estos errores no aparecen.

- En la [Figura 18], vemos una imagen de ejemplo donde podemos apreciar el error de reflejo sobre el agua. En el ojo izquierdo el reflejo aparece más a la derecha, y en el ojo derecho aparece más a la izquierda, al no coincidir se produce un efecto de confusión en el jugador.



*Figura 18. Error de reflejo en RV sobre el agua.*

- En la [Figura 19], se utiliza el tipo “Simple” para el reflejo del agua. Se aprecia como el error desaparece a costa de la calidad del agua.



*Figura 19. Corrección del reflejo en RV sobre el agua.*

## Canvas

El juego consta de múltiples canvas o paneles de dibujo, en este caso para dibujar texto. Todos ellos son utilizados para informar al jugador, ya sea para mostrar indicaciones de una misión, como para mostrarle información específica, carteles informativos, etc. Algunos ejemplos de los canvas utilizados son los siguientes

- Canvas que indica al usuario qué tipos de fósiles corresponden a la caja mostrada, en la [Figura 20], los pertenecientes al cuaternario.



*Figura 20. Canvas de ejemplo 1.*

- También se ha incluido un canvas donde se mostrará al usuario los controles básicos [Figura 21]:



*Figura 21. Canvas de los controles básicos.*

- Por último, se dispone de un panel en el que se mostrará al usuario un glosario al que tendrá acceso en cualquier momento del juego [Figura 22]:

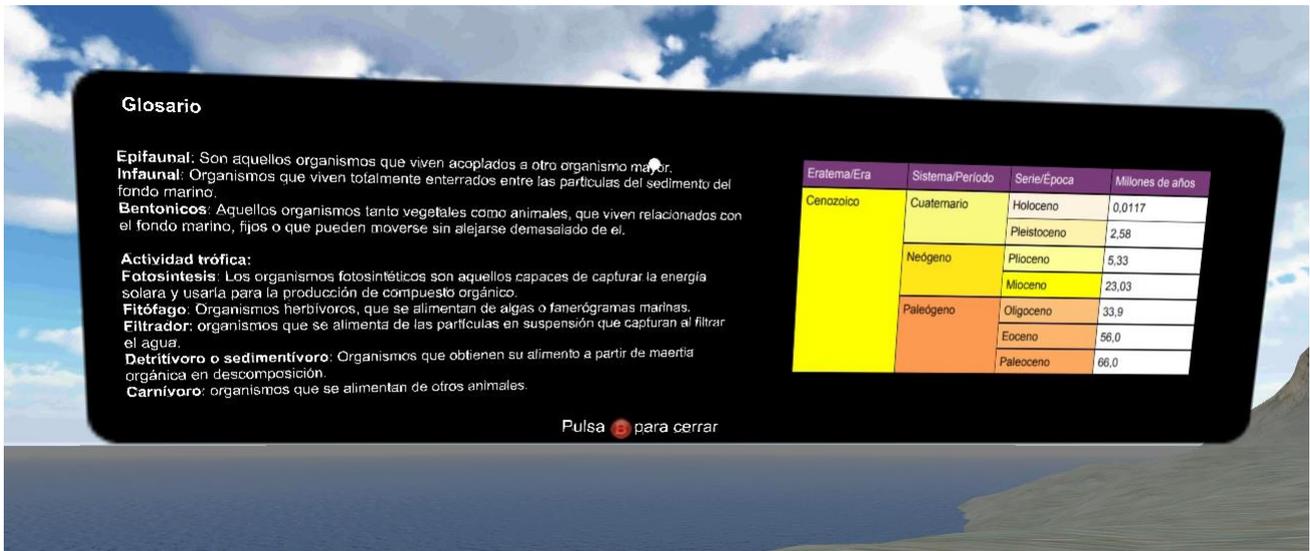


Figura 22. Canvas del glosario.

## **Fósiles**

Los fósiles fueron obtenidos del proyecto del que partimos, sin embargo, para gamificar la aplicación ha sido necesario dotarles de una mayor funcionalidad, asociándoles eventos más complejos. A cada fósil se le han añadido dos eventos:

- Cuando la visión del jugador entre en contacto con un fósil, éste disparará un evento, el cual activará un canvas que informará al usuario de las opciones, si presiona el botón A podrá ver información del mismo o, si lo mantiene, podrá cogerlo. También capturará el nombre del fósil que observamos para posteriores acciones del jugador.
- Cuando el jugador aparta la visión del fósil y deja de observarlo, éste disparará otro evento, el cual desactivará el canvas mencionado anteriormente y reseteará el fósil a vacío.

Los detalles de implementación se explicarán más adelante.

## **Muros**

En todas las escenas hay unos “muros”, que corresponden a colliders en forma de cubos, a los que se les ha modificado el tamaño para poder simular paredes invisibles. Estarán situados alrededor de cada escena limitando al jugador el movimiento para que no se pueda salir de la misma.

## **3.3 Rendimiento.**

Esta aplicación está orientada al uso en dispositivos móviles, con capacidades hardware inferiores a las de un ordenador, lo que hay que tener en cuenta ya que limitará la capacidad de procesamiento. Para que la aplicación rinda correctamente en un móvil, se han utilizado texturas ofrecidas por la tienda de assets de Unity, que han sido tratadas con objeto de obtener resoluciones reducidas para que la carga en la aplicación sea la menor posible. También se ha cuidado en no cargar las escenas con objetos demasiado detallados pero que aun así se puedan contemplar por el usuario correctamente. Los campos de visión del jugador principal también influyen en el rendimiento, pues a mayor capacidad de visión, mayor es el número de polígonos dibujados y de reflejos como las sombras. Se han llegado a reducir lo justo para que el usuario pueda contemplar cada escena correctamente sin llegar a cortar ningún mapa por falta de visión.

Cabe decir, que todas las pruebas y desarrollo del juego, han sido realizadas en un dispositivo “OnePlus 3T”:

Tamaño de pantalla	5.5"
Resolución	1080 x 1920 pixels
Procesador	Qualcomm Snapdragon 821, Quad Core Kryo a 2,35 GHz
Procesador gráfico	Adreno 530
Memoria RAM	6 GB

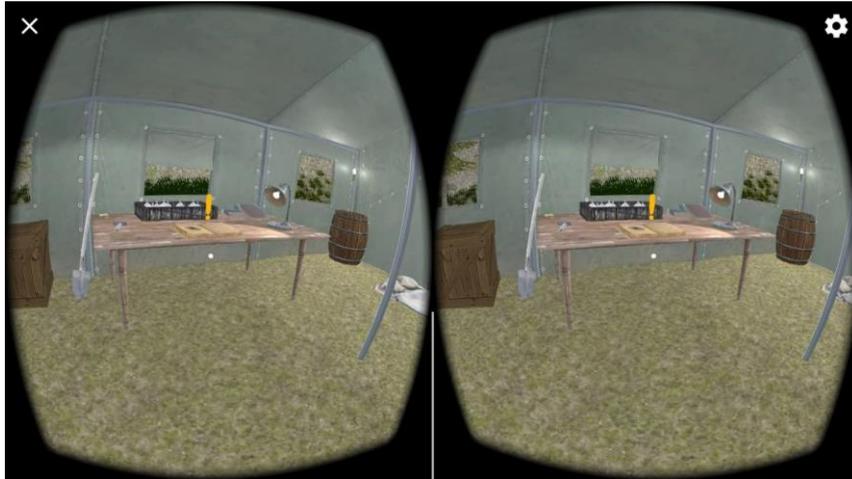
*Tabla 5. Especificaciones técnicas del OnePlus 3T.*

En dicho dispositivo, el juego corre a 50 - 60 FPS mientras el jugador se encuentre en las playas. Sin embargo, en la tienda principal del jugador, al encontrarse con muchos más elementos cercanos con los que puede interactuar, los FPS se reducen hasta obtener una media entre los 40 – 50 FPS.

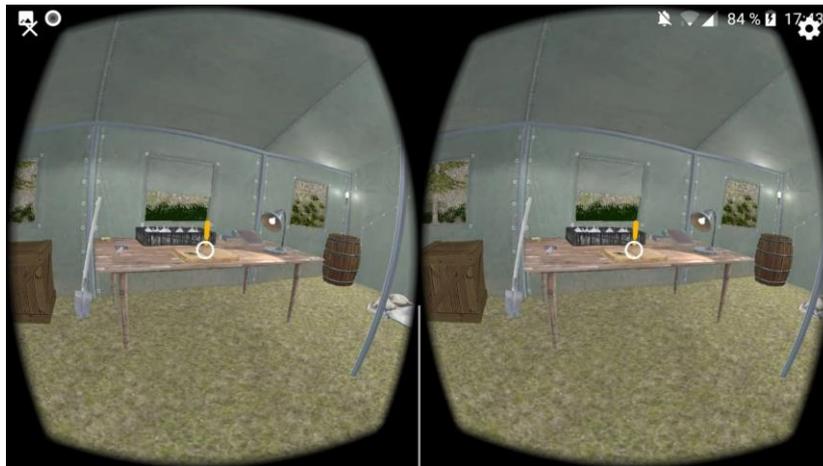
### **3.4 Interfaz.**

La interfaz del jugador se ha diseñado con el objetivo de que fuese lo más intuitiva posible. Este podrá observar según entra en el juego un punto blanco en medio de la pantalla que permanecerá en dicho lugar mire a donde mire y le servirá como cursor para interactuar en el juego. Cuando dicho cursor entra en contacto con un objeto que responda a alguna acción, su forma cambiará de un punto a un círculo, haciendo saber al usuario que dicho objeto es especial respecto a los demás. Un ejemplo se puede ver en las [Figura 23] y [Figura 24], cuando observa el libro de misiones, o en las [Figura 25] y [Figura 26] para el caso de un fósil.

- Ejemplo observando el libro:

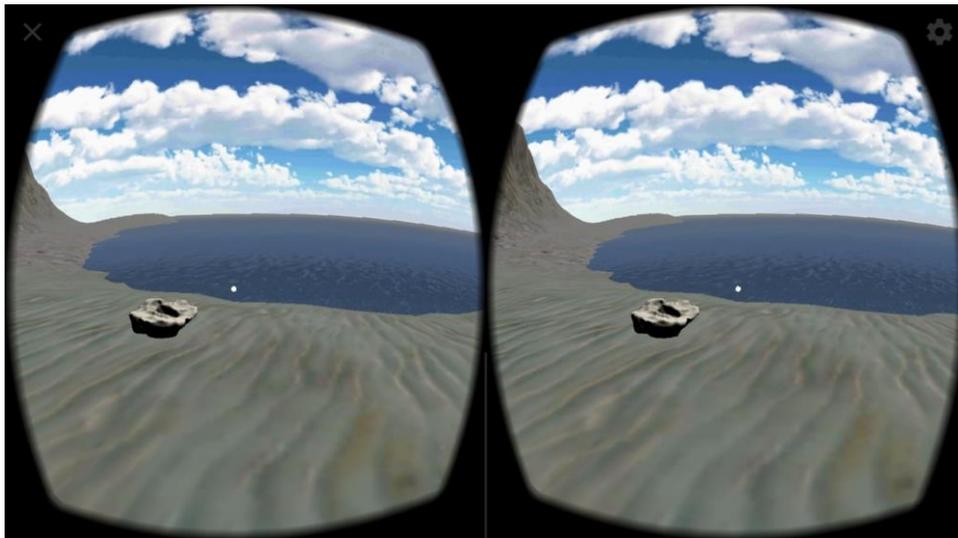


*Figura 23. Interfaz sin mirar el libro.*



*Figura 24. Interfaz mirando el libro.*

- Ejemplo observando un fósil:



*Figura 25. Interfaz sin mirar el fósil.*



*Figura 26. Interfaz mirando el fósil.*

Si el usuario interactúa con el libro presionando el botón “A”, se le desplegará un canvas donde se le mostrará su primera misión a realizar.



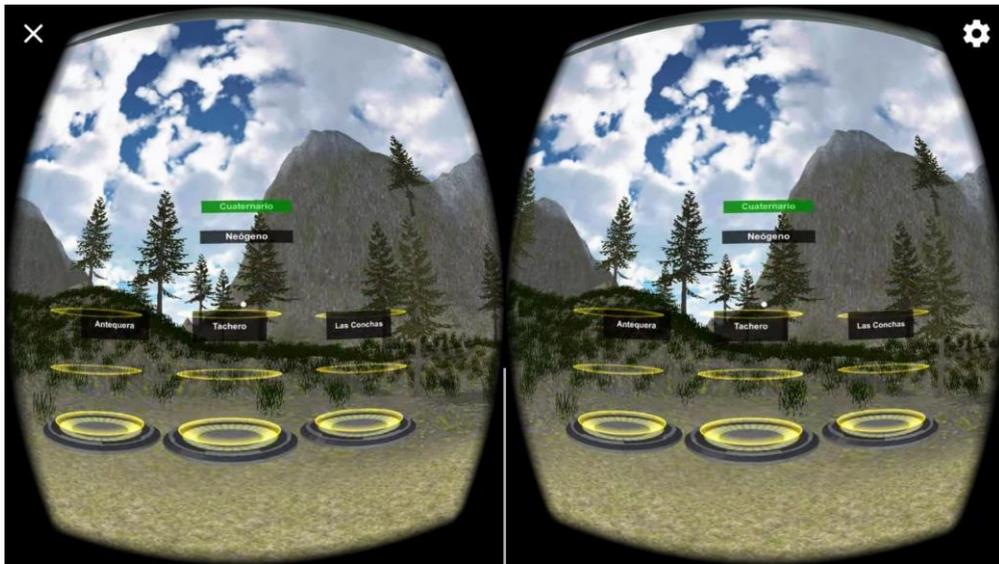
Figura 27. Interfaz de una misión a realizar.

También se podrá obtener información de cada fósil si se mira en el canvas mencionado anteriormente y se presiona el botón “A”. Así se podrá realizar una búsqueda más directa del mismo.



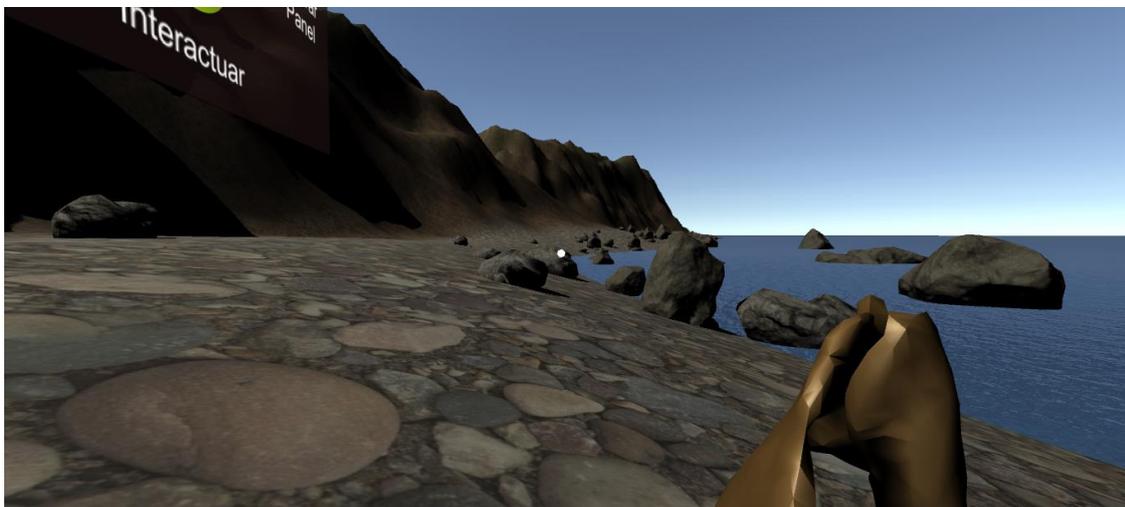
Figura 28. Canvas informativo sobre un fósil en la tienda.

Para moverse entre las distintas épocas y playas se han diseñado unos portales y unos paneles donde podrá elegir la época a la que quiere viajar antes de dirigirse a la playa deseada.



*Figura 29. Imágen de los portales y el selector de Edad.*

Una vez en la playa, el jugador podrá consultar el glosario del que dispone, mencionado anteriormente [Figura 22]. También podrá comenzar la búsqueda de los fósiles, y si los encuentra, podrá obtener información sobre ellos o cogerlos para transportarlos a la tienda para su posterior clasificación en caso de que crea que es un fósil correspondiente de la misión que esté realizando.



*Figura 30. Jugador con un fósil en la mano.*

Tras llegar a la tienda, el usuario podrá clasificar el fósil, para ello deberá depositarlo en la caja correspondiente. Si se equivoca, este volverá a su lugar original y deberá comenzar una nueva búsqueda.



*Figura 31. Cajas de clasificación.*

Tras recoger y clasificar un fósil correctamente, en el canvas de las misiones [Figura 21], se marcará de color verde en vez de rojo como aparecía anteriormente. Una vez haya completado todos los fósiles, se premiará al jugador con la recompensa correspondiente y se procederá a cumplir la siguiente misión.

### **3.5 Detalles de implementación.**

A continuación, se mencionarán todos los scripts utilizados y sus funcionalidades, determinando así cómo funciona el juego.

#### **DelegateHandler**

DelegateHandler es el script que controla los eventos necesarios para que la aplicación funcione. Los eventos son los siguientes:

- **CallDentroDelAgua:** se disparará cuando el usuario entre en el agua, así se podrán realizar los cambios necesarios como la visión, y las limitaciones del movimiento, pues bajo el agua será diferente.
- **CallFueraDelAgua:** se disparará al salir del agua para así devolver todos los valores modificados a la normalidad.
- **CallDentroDelAreaDelLibro:** se disparará cuando el usuario entre dentro del área cerca del libro de misiones principal. Con esto hacemos que el usuario solo pueda interactuar con el libro si está cerca del mismo.

- **CallFosilBienClasificadoYDeMision:** se disparará cuando el usuario clasifique un fósil correctamente y que además sea uno de los objetivos de la misión. Se guardará dicho fósil como clasificado correctamente, se marca como conseguido en el panel de las misiones y se posiciona en la caja correspondiente.

## StaticClass

StaticClass es la clase estática que utilizaremos para almacenar todos los cambios generados en las distintas escenas del juego. Esta clase es necesaria ya que cuando cambiamos de escena, si modificamos algo y más tarde intentamos volver, estos cambios no se habrán guardado. Al cambiar de escena se inicializarán todos los datos a partir de los valores de StaticClass a la que todas las escenas tienen acceso.

Elementos más importantes de la clase:

- **String Edad:** contiene la edad a la que queremos viajar a la hora de ir hacia una playa, siendo Cuaternario o Neógeno las posibilidades.
- **List<string> FosilesClasificados:** esta variable contendrá los fósiles clasificados correctamente. Esto querrá decir que, si un fósil ha sido clasificado correctamente, ya no aparecerá en su posición original en la playa a la que perteneciera.
- **Dictionary<string, string> Fosiles:** este diccionario contendrá el nombre de cada fósil e indicará a qué era pertenc. Ejemplo: { "Bulma\_rugosa", "Cuaternario" }. Dicha variable nos sirve para la consulta necesaria cuando queremos saber si el usuario está clasificando correctamente un fósil o no. También para determinar si un fósil puede estar en una playa o no: si el usuario viaja a la edad del Neógeno, no le pueden aparecer fósiles del Cuaternario.
- **Int Escena:** indica la escena en la que nos encontramos, puesto que los objetos se comportan de forma diferente según la que esté activa. Por ejemplo, en las playas podemos interactuar con los fósiles, pero en la tienda no, sólo podremos visualizarlos, por tanto, no se comportarán de la misma forma.
- **String FosilEnMano:** dicha variable nos indicará si tenemos un fósil en mano y cuál. Si su contenido es vacío (""), querrá decir que no tenemos un fósil en la mano, y si contiene un nombre como por ejemplo "Bulma\_rugosa", querrá decir que tenemos un ejemplar de ese fósil en la mano. Como consecuencia, no se dibujará ni en su posición original en la playa ni en las cajas donde se clasifican los mismos, sino en la propia mano del jugador.
- **Dictionary<string, int> PosicionCajaDisponible:** las cajas contienen un número de objetos vacíos, que están reservando una posición libre. En

dichas posiciones se colocarán de forma ordenada los fósiles clasificados correctamente. Así, cuando el usuario quiera guardar un fósil en ella, se colocará automáticamente en la primera posición libre. Dichos datos se almacenarán en el diccionario “PosicionCajaDisponible”, indicando en el string la caja correspondiente, y la siguiente posición. Ejemplo: { “Cuaternario”, 2 }, esto nos indica que el fósil que se quiere almacenar en la caja “Cuaternario”, se almacenará en la posición 2. Después de añadir dicho fósil en esa posición se incrementará en 1 el valor, quedando { “Cuaternario”, 3 }, así, el siguiente fósil que se quiera añadir, se posicionará en la posición 3.

- Dictionary<string, int> FossilEnCaja: como hemos mencionado anteriormente, ya podemos almacenar fósiles en sus posiciones correspondientes, pero como al cambiar de escena, todos estos datos se pierden, tenemos que almacenarlos para poder inicializarlos correctamente. La variable “FossilEnCaja” nos permite almacenar el nombre de cada fósil, y la posición a la que pertenece dentro de su caja. Así, por mucho que cambiemos de escena, siempre aparecerán los fósiles que ya hemos clasificado correctamente en su posición correcta.
- Int MisionActual: nos indica, a través de un entero, la misión en la que nos encontramos actualmente. Esto es necesario para tener un control sobre la misión que está realizando en cada momento el jugador y poder asignarle la siguiente cuando la complete, asignarle la recompensa correcta al completarla, etc.
- List<string> FosilesDeLaMision: contendrá los fósiles de la misión actual. Lo cual nos ayudará para saber si un fósil que queremos clasificar no sólo está siendo bien clasificado, sino que, además, sea uno de los que la misión requiere.
- Int ContadorObjetivosConseguidos: entero que nos indicará cuántos de los objetivos de la misión hemos conseguido, controlando así cuántos lleva, cuántos le queda al jugador por conseguir o si ya los ha conseguido todos, pudiendo así recompensarle por cumplir la misión y asignarle la siguiente.

### **InicializarTablaFosiles**

Script que se encarga de inicializar todos los elementos necesarios de StaticClass, como los diccionarios, listas, etc. Si estos no fuesen inicializados previamente, no podremos añadir o quitar elementos de los mismos.

### **FosilesController**

Script se encarga de controlar sobre todo la posición de los fósiles. Es decir, si un fósil está en la mano del jugador, dicho script se encarga de posicionarlo correctamente. Si estamos en la edad del Cuaternario en una playa, dicho script se encarga de eliminar de la escena los que no pertenezcan a dicha edad. Si un fósil ya ha sido clasificado correctamente, se encarga de eliminarlo de la playa si se está en ella, o de colocarlo en la caja correspondiente si nos encontramos en la tienda.

### **UnderWaterEvent**

Se encarga de disparar los eventos indicados si detecta que el usuario entra o sale del agua.

### **SwitchScene**

Se encarga de cambiar de escena al jugador cuando entra en un portal.

### **SelectEdad**

Se encarga de controlar el correcto funcionamiento del panel donde el usuario puede cambiar de edad a través de la visión. Si el usuario mantiene la visión fija en el panel “Neógeno” durante 2 segundos, la edad cambiará.

### **QuestController**

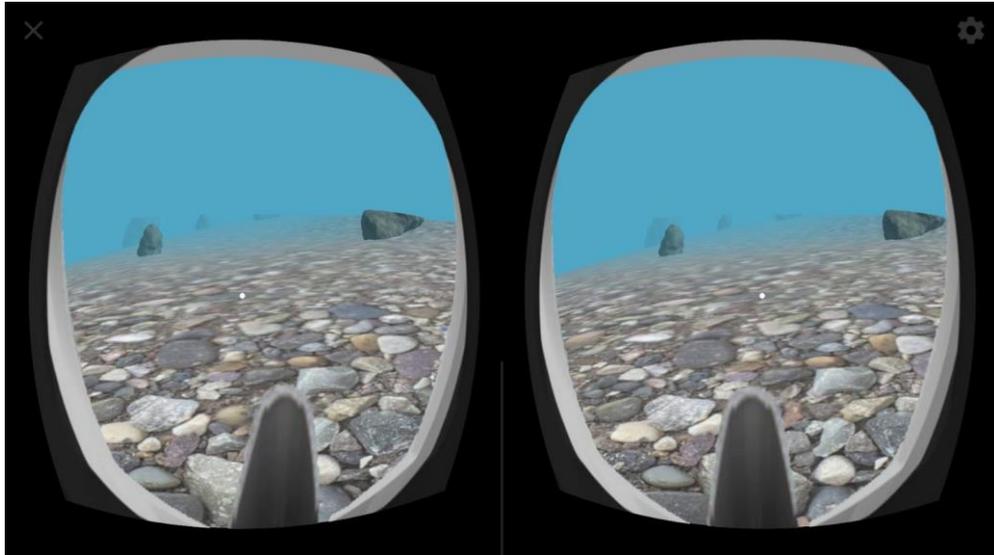
Controla las misiones del jugador, cambiando los textos del panel de la misión, actualizando los fósiles a conseguir o conseguidos para cambiarles el color a verde (conseguido) o dejarlos en rojo (no conseguido aún), etc.

### **LookingAt**

Mantiene a los paneles orientados al jugador, así podrá leerlos desde cualquier posición sin tener que orientarse de una manera específica.

### **ChangeWaterCam**

Cambia las opciones de la cámara según si está dentro del agua o fuera. También comprueba si ha completado o no la primera misión pues, si es así, el jugador habrá conseguido la primera recompensa, el *traje de buzo*. Dotando al jugador de una mayor velocidad de movimiento bajo el agua, mejor visibilidad y respiración infinita bajo el agua [Figura 9].



*Figura 32. Visión bajo el agua con traje de buzo.*

### **BoxesToClasificateController**

Controla si el fósil que quiere meter en la caja el jugador es correcto, es decir, si pertenece a la edad a la que la caja ha sido asignada y, además, es un fósil de misión. Si así es, se procederá a su almacenamiento.

### **BookArea**

Disparará el evento de si el usuario está cerca del libro o no, para así permitir al jugador interactuar con el mismo.

### **MyOwnPlayer**

Controla los botones que son pulsados por el jugador, ejecutando las acciones correspondientes como, por ejemplo, mostrar el glosario, interactuar con un objeto, ya sea un fósil, una caja, etc.

## **FirstPersonController**

Script por defecto del jugador aportado por Unity, el cual controla el movimiento, velocidad, gravedad, salto, sonido de los pasos, sonido del salto, etc. Además, también comprobará si el usuario ha conseguido completar la segunda misión, *zapatillas de correr*, para así aportarle una mayor velocidad al correr por el entorno.

# Capítulo 4

## Conclusiones y líneas futuras

### 4.1 Conclusiones

Este juego es una nueva vía para mostrar la vida, hábitat e información sobre fósiles canarios mediante las nuevas tecnologías, acercando a los posibles usuarios al mundo de la paleontología de Canarias y al uso de las nuevas tecnologías de realidad virtual. Se pretende que sea utilizado en colegios e institutos ya que ha sido desarrollado a partir de los conocimientos establecidos entre los contenidos de Geología en la ESO. Los jugadores podrán aprender sobre la vida de los fósiles canarios a la vez que se divierten con la experiencia jugando en un medio diferente. El desarrollo de este juego ha supuesto una oportunidad de crear un mundo virtual a través de Unity, utilizando una de las tecnologías más interesantes para el ámbito educativo y cultural actualmente, la realidad virtual. A lo largo del desarrollo se han tenido que resolver diferentes problemas, destacando aspectos relacionados con el rendimiento del juego, ya que será ejecutado por un móvil con gafas de RV, que no son tan potentes como un ordenador. Para su solución se han tenido que tener en cuenta las resoluciones de las texturas utilizadas, reduciéndolas para su uso con un buen rendimiento. También se han utilizado herramientas como Blender para disminuir el número de polígonos de los objetos con demasiadas caras, ya que a mayor número de caras contiene el objeto, mayor será el tiempo de cálculo de colores, sombras, tonos de color, etc. Otra cuestión importante ha sido la oportunidad de ampliar mis conocimientos del lenguaje C#, orientándolo a los elementos de Unity.

Por último, gracias al desarrollo de este proyecto, se ha tomado contacto con el mundo de la Paleontología canaria, conocer un poco sobre los fósiles, sobre las eras en las que vivieron, donde habitaban y como se alimentaban. Todo esto a través de un juego en RV donde los jugadores podrán experimentar nuevas experiencias con las nuevas tecnologías de hoy en día.

### 4.2 Líneas futuras

Como trabajo futuro del proyecto habría que ampliar la cantidad de fósiles a mostrar, así como la información sobre estos. Deberían recrearse varios escenarios y diferentes tipos de fósiles que mostrar, no sólo fósiles marinos. Otra mejora sería optimizar de mejor manera los modelos 3D de los fósiles y pintarlos de forma más realista con menor cantidad de polígonos para intentar que sean lo más fieles posible a como son en realidad, sin pérdida de rendimiento. También se podrían ampliar el número de misiones, que no solo sea recolectar sino añadir más variedad como por ejemplo realizar puzzles con diferentes partes de fósiles y que el jugador tenga que colocarlos correctamente para recomponer un fósil.

# Capítulo 5

## Summary and Conclusions

This game is a new way to show life, habitat and information about Canary Islands fossils through new technologies, bringing potential users closer to the world of palaeontology in the Canary Islands and the use of new virtual reality technologies. It's intended to be used in schools and institutes since it has been developed based on the knowledge established among the contents of Geology in ESO. The players will be able to learn about the life of the Canary Islands fossils while having fun with the experience playing in a different medium. The development of this game has been an opportunity to create a virtual world through Unity, using one of the most interesting technologies for the educational and cultural field currently, virtual reality. Throughout the development, they have had to solve different problems, highlighting aspects related to the performance of the game, since a mobile with RV glasses, which are not as powerful as a computer, will execute it. For their solution, they have had to take into account the resolutions of the textures used, reducing them for use with good performance. Also, tools such as Blender have been used to decrease the number of polygons of objects with too many faces, since the greater the number of faces the object contains, the greater will be the time to calculate colours, shades, colour tones, etc. Another important issue has been the opportunity to expand my knowledge of the C # language, orienting it to the elements of Unity.

Finally, thanks to the development of this project, we have made contact with the world of Canary Islands Palaeontology, know a little about the fossils, about the eras in which they lived, where they lived and how they fed. All this through an RV game where players can experience new experiences with the new technologies of today.

# Capítulo 6

## Presupuesto

Cargo	Horas	Coste
Análisis del problema	20h	
Analista	16h	272
Jefe de proyecto	20h	500
Diseño	40h	
Programador Junior	40h	400
Analista	20h	340
Investigación	60h	
Investigador (Paleontología)	60h	600
Arte	50h	
Diseñador gráfico	50h	600
Implementación	320h	
Programador Junior	320h	3200
Diseñador gráfico	50h	600
Analista	100h	1700
Revisión y pruebas finales	24h	
Programador Junior	24h	3200
Analista	24h	408
Jefe de proyecto	24h	600
TOTAL	748h	12420

Tabla 6. Presupuesto

# Capítulo 7

## Bibliografía

- Batlle, F. C. (15 de Julio de 2016). *Gobierno de Canarias*. Obtenido de DECRETO 83:  
<http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublogs/iespadreanchieta/files/2018/01/p--aula-b-y-g-4o.pdf>
- Benítez, E. G. (31 de Marzo de 2017). 7 ventajas de aprender con realidad virtual en clases. *REDEM*.
- Funcionamiento visión estereoscópica*. (s.f.). Obtenido de <https://blog.panasonic.es/wp-content/uploads/2011/06/estereoscopico.jpg>.
- Jaubert, A. M. (2017). *GitHub*. Obtenido de TFG:  
<https://github.com/Adrianmj/TFG>
- López, M. D. (2013). *Los fósiles y la Paleontología*. Obtenido de La Consejería de Educación de la Junta de Andalucía:  
[http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/10042013/4e/es-an\\_2013041012\\_9135326/paleontologia1/Introduccion.html](http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/10042013/4e/es-an_2013041012_9135326/paleontologia1/Introduccion.html)
- Mina, K. (2015). *Cabodegata*. Obtenido de Amigos del parque natural de cabo de Gata-Níjar:  
<https://www.cabodegata.net/assets/eco002/eseco002r1.jpg>
- Morales, E. (2012). El uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en educación. *Felafacs*, 1-12. Obtenido de [https://emocreativos.files.wordpress.com/2012/06/articulo\\_videojuegos.pdf](https://emocreativos.files.wordpress.com/2012/06/articulo_videojuegos.pdf)
- Paeloymas. (29 de Marzo de 2018). *Paleoymas*. Obtenido de La importancia

de la paleontología en los colegios:

<http://www.paleoymas.com/paleontologia-en-colegios/>

Ruiz, C. C. (s.f.). *PDFs proporcionados por Carolina donde se extrajo toda la información sobre los fósiles.*