

Universidad de La Laguna

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval

**Trabajo de Fin de Grado  
de Tecnologías Marinas**

**Desarrollo y evaluación cualitativa de  
herramientas virtuales para los procesos de  
aprendizaje en el ámbito de la ingeniería marina**

Presentado por

**Ruymán Velázquez Medina**

Santa Cruz de Tenerife, 16 de septiembre de 2016



# Agradecimientos

Quiero dar mis agradecimientos al equipo docente competente que ha sabido extraer lo mejor de mí. Y a Carlos Efrén Mora Luis que aceptó ser mi tutor y supo guiarme durante el presente trabajo.

Agradecer a mi familia, a mis padres por su apoyo incondicional.

Agradecer a mis compañeros de clase, en especial a Manuel Curbelo Trujillo, que la suerte quiso que nos encontráramos una vez más, desde aquella primera vez a los cinco años de edad.

A mis amigos, su apoyo y ánimos fueron claves para mí: David Carricondo De La Fe, Iván Carricondo De La Fe, Jérico Rodríguez Jiménez y Ana María Ayala Alonso.

Al ejército, al Batallón VI/22, perteneciente al Regimiento de transmisiones 22, gracias por la ayuda prestada y facilitarme la realización de este grado durante estos cuatro años.

A todos gracias.





# Resumen

Especificando el tipo de material utilizada en su creación, se detalla la técnica utilizada y la metodología en el desarrollo de diferentes tipos de realidad virtual.

Se exponen las ventajas potenciales, que este tipo de tecnología puede proporcionar al estudiante, dentro su uso integrado en el ámbito educativo. Mediante el método experimental, se valora la aceptación de estos medios virtuales como herramienta didáctica, entre usuarios de diferentes ramas dentro del sector de la ingeniería de marina.



# Abstract

Specifying the material needs of its creation, technique and methodology used in the development of different types of virtual reality is detailed.

The potential benefits that this technology can provide the student, within its integrated use in education are discussed. By the experimental method, the acceptance of these virtual media as a teaching tool, among users of different branches within the marine engineering industry is valued.



# Índice general

<b>Lista de figuras</b>	<b>xii</b>
<b>1. Motivación y Antecedentes</b>	<b>1</b>
<b>2. Conceptos previos</b>	<b>3</b>
2.1. Modelo 3d . . . . .	3
2.2. Texturización . . . . .	3
2.3. Iluminación . . . . .	3
2.4. Renderización . . . . .	5
2.5. Animación . . . . .	5
2.6. Plataforma interfaz 3d . . . . .	5
2.7. Realidad virtual (RV) . . . . .	6
2.8. Realidad aumentada (RA) . . . . .	6
<b>3. Objetivos</b>	<b>7</b>
<b>4. Metodología</b>	<b>9</b>
4.1. Material . . . . .	9
4.1.1. Ordenador MacPro . . . . .	9
4.1.2. Ordenador HP Pavilion . . . . .	9
4.1.3. Smartphone Huawei P8 . . . . .	10
4.1.4. Gafas Realidad Virtual VR Box . . . . .	10
4.2. Software . . . . .	11
4.2.1. Autodesk 3ds Max . . . . .	11
4.2.2. V-ray . . . . .	11
4.2.3. Adobe Photoshop . . . . .	11
4.2.4. Unity 3d . . . . .	11
4.2.5. Visual Studio . . . . .	12
4.2.6. Augment . . . . .	12
4.2.7. Augment App . . . . .	12
4.3. Proceso de Diseño . . . . .	13
4.3.1. Creación de los Modelos 3d . . . . .	13
4.3.2. Exportar Modelo 3d a Unity 3d . . . . .	14
4.3.3. Crear Programa . . . . .	16

---

<b>5. Aplicaciones Desarrolladas</b>	<b>19</b>
5.1. Videojuego . . . . .	19
5.1.1. Interfaz. Bloque Motor . . . . .	21
5.1.2. Interfaz. Reductora de Velocidad . . . . .	21
5.1.3. Interfaz. Turbo-compresor. . . . .	23
5.2. Realidad Virtual RV . . . . .	23
5.2.1. Interfaz . . . . .	25
5.3. Realidad Aumentada RA . . . . .	26
5.3.1. Aplicación y uso . . . . .	26
<b>6. Mejoras</b>	<b>29</b>
6.1. Documentación Técnica . . . . .	29
6.2. Software . . . . .	29
6.3. Hardware . . . . .	29
6.4. Mayor Número Escenarios . . . . .	29
6.5. Mayor Número de Elementos . . . . .	30
6.6. Apoyo Técnico . . . . .	30
6.7. Tiempo . . . . .	30
<b>7. Análisis Cualitativo de la Usabilidad</b>	<b>31</b>
7.1. Método . . . . .	31
7.2. Preferencia . . . . .	31
7.3. Opiniones . . . . .	32
<b>8. Conclusiones</b>	<b>35</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>37</b>

# Índice de figuras

2.1. Modelo 3d (Esfera) . . . . .	4
2.2. Modelo 3d texturizado . . . . .	4
2.3. Sombra y Rebote de color . . . . .	5
2.4. Modelo 3d renderizado . . . . .	6
4.1. MacPro . . . . .	9
4.2. HP Pavilion . . . . .	10
4.3. Smartphone Huawei P8 . . . . .	10
4.4. VR Box . . . . .	10
4.5. Imagen comercial Autodesk 3ds Max . . . . .	11
4.6. Imagen comercial V-ray . . . . .	11
4.7. Imagen comercial Adobe Photoshop . . . . .	12
4.8. Imagen comercial Unity 3d . . . . .	12
4.9. Imagen comercial Visual Studio . . . . .	12
4.10. Imagen comercial Augment . . . . .	13
4.11. Autodesk 3ds Max. Lista de modificadores . . . . .	13
4.12. Autodesk 3d Max Detalle de vistas . . . . .	14
4.13. Adobe Photoshop. Interfaz . . . . .	14
4.14. Autodesk 3d Max. Asignar mapa . . . . .	14
4.15. Autodesk 3d Max. Exportar Modelo 3d . . . . .	15
4.16. Interfaz Unity 3d . . . . .	15
4.17. Interfaz Unity 3d. Importación de archivos . . . . .	16
4.18. Unity 3d. Iluminación . . . . .	16
4.19. Unity 3d. First person controller . . . . .	16
4.20. Visual Estudio. Interfaz . . . . .	17
4.21. Unity 3d. Ventana de Construcción de la Plataforma de Interfaz 3d . . . . .	17
5.1. Interfaz de Inicio. NEO 10 . . . . .	19
5.2. NEO 10. Interfaz 1 . . . . .	20
5.3. NEO 10. Interfaz 2 . . . . .	20
5.4. NEO 10. Interfaz 3 . . . . .	21

---

5.5. NEO 10. Comando T . . . . .	21
5.6. NEO 10. Comando Y . . . . .	22
5.7. NEO 10. Comando U . . . . .	22
5.8. NEO 10. Comando I . . . . .	22
5.9. NEO 10. Interfaz 4 . . . . .	23
5.10. NEO 10. Comando O . . . . .	23
5.11. NEO 10. Comando P . . . . .	24
5.12. NEO 10. Interfaz 5 . . . . .	24
5.13. NEO 10. Comando G . . . . .	24
5.14. NEO 10. Comando H . . . . .	24
5.15. NEO 10VR. Conexión Bluetooth . . . . .	25
5.16. NEO 10VR. Interface . . . . .	25
5.17. NEO 10VR. Ajuste Manual . . . . .	26
5.18. RA. Web de enlace . . . . .	26
5.19. AR. Web QR . . . . .	27
5.20. AR. APP Augment . . . . .	28
7.1. Uno de los usuarios interactuando con RA . . . . .	31



# 1 Motivación y Antecedentes

El desarrollo de la sociedad está íntimamente ligado a la capacidad innovadora del ser humano. El hombre nunca ha sido capaz de marcar un límite a su potencial, seguramente porque es consciente de que no los tiene. El filósofo canadiense Marshall McLuhan 1993 [11], afirmaba que *"Todos los artefactos del hombre, el lenguaje, las leyes, las ideas, las herramientas, la ropa y los ordenadores son extensiones del cuerpo humano... Todo artefacto es un arquetipo y la nueva combinación cultural de nuevos y viejos artefactos es el motor de todo invento y conduce además al amplio uso del invento, que se denomina innovación"*.

El primer hombre capaz de desarrollar un sistema tridimensional artificial fue el fotógrafo inglés William Friese-Greene (1855-1921) quien ideó y patentó un sistema para conseguir imágenes tridimensionales. Pero necesitaba de un mecanismo tan complejo y frágil que terminó por desecharse rápidamente. Le siguió el estadounidense Frederick Eugene Ives (1856-1937) con una cámara de dos lentes buscando el efecto estereoscópico. Y poco después con la separación imágenes tri-cromáticas, (verdes, azules y rojas) y gafas de dos colores, las hoy conocidas como gafas 3d. Hoy en día, este tipo de efectos visuales se crean mediante un proceso de cálculos matemáticos creados por programas informáticos de diseño 3D.

El diseño 3d es una derivación del diseño gráfico. En la última década ha sido aceptado, cada vez más en diferentes ámbitos. En la cultura como por ejemplo el cine de animación y efectos especiales. En la medicina como las ecografías 3d y creación de elementos ortopédicos. En la publicidad mediante infografías 3d. En el ocio con video-juegos cada vez más potentes y de mejor calidad gráfica. Y, cómo no, en las diferentes ramas de la ingeniería.

La intrusión de la Realidad Virtual (RV), en cualquiera de sus formatos, es un hecho presente en la sociedad moderna. La aportación que nos ofrece esta herramienta es cada vez es mayor en diferentes ámbitos de la ciencia y la cultura. En la educación, ya se han desarrollado algunas experiencias de Realidad Aumentada (RA), pero que no han generado ningún material didáctico. Sólo cabe mencionar unos pocos estudios sobre aprendizaje colaborativo campos de ordenación del territorio y de la ciudad [13, 3]. Estas experiencias llegaron a la conclusión de que la tecnología RA puede mejorar el diseño de las tareas realizadas por los estudiantes y su rendimiento académico.

Pero el uso de esta tecnología en las aulas es aún un tema muy poco madurado, en gran parte por el desconocimiento de lo que este material es capaz de proporcionar; por la dubitativa capacidad de su instrumentalización a nivel particular de los sistemas softwares y hardware; o por el simple rechazo a cambiar o modificar una metodología educativa más tradicional. También debido a que todavía no hay una visión clara de cómo proceder a integrar estas tecnologías de forma estable en un centro de enseñanza. En este sentido, hay dificultades tales como la resistencia de los entornos de aprendizaje tradicionales para integrar las innovaciones educativas, la oposición de los profesores a adoptar nuevas tecnologías fuera de su zona de confort [12].

Esta tecnología debe tenerse en cuenta como ayudante o profesor adjunto del titular, ya que abandona y deja atrás el obstáculo del elemento abstracto, dando forma, textura y comprensión. Además, es un novedoso instrumento que estimula una motivación extra en el alumno, resultando una capacidad de aprendizaje casi inconsciente, involuntario y con resultados inmediatos.

Las tecnologías virtuales hacen posible exponer las ideas abstractas mediante el uso de modelos con los que se puede interactuar, por lo que también facilita la exposición de los estudiantes a los conocimientos siguiendo un enfoque constructivista [14]. Precisamente, este enfoque constructivista es capaz de promover una experiencia llena de aprendizaje centrado en el estudiante, ya que los estudiantes son los principales actores al experimentar y practicar con los objetos virtuales [15].

La realidad virtual es una buena manera de aumentar los conocimientos adquiridos por los estudiantes; pero para un futuro ingeniero, el aprendizaje práctico real es esencial cuando se trata de sus futuros retos profesionales. En ese sentido, la enseñanza RA abre nuevas posibilidades, ya que nos permite combinar los mundos real y virtual, el aumento de la autonomía de los alumnos y aumentar al máximo el tiempo y los recursos disponibles [8].

El apoyo educativo que ofrecen las diferentes plataformas virtuales como RV/AR, puede completar la información dada por el docente y eliminar dudas creadas o aún por crear por parte del estudiante. Este entorno digital complejo encaja perfectamente como espacio de desarrollo para el aprendizaje por descubrimiento, en el que es el sujeto el que descubre los conceptos y las relaciones y los reordena para adaptarlos a su esquema cognitivo [5]. Existen numerosos estudios de casos que investigan este área utilizando las tecnologías virtuales en entornos educativos [6, 9, 4], pero estos estudios tienden a concentrarse en experiencias y temas específicos.

Estos avances tecnológicos pueden y deben ser interpretados como colaborador a nivel explicativo. Por ejemplo, una simple válvula de bola, aquella que funciona mediante un empuje manual rotatorio, y que, en función al ángulo dado, la cavidad de la bola permitirá el porcentaje de fluido a circular. Ciertamente, es así, pero, ¿y su forma? ¿Sus movimientos? ¿Sus características?

El profesor Carlos Efrén Mora, profesor de la Universidad de La Laguna en Santa Cruz de Tenerife, usa un modelo educativo PBL (Aprendizaje Basado en Problemas) método poco extendido en las instituciones académicas nacionales. Mediante esta metodología, traza un sistema paralelo para la inclusión de las tecnologías de realidad virtual en diferentes formatos. De este modo, investiga los factores positivos y negativos en la integración y aceptación para las capacidades del alumno, y la celeridad de aprendizaje por parte de éste en comparación con métodos más tradicionales. Los dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas iPads son un factor clave para una experiencia mejor y un mayor atractivo para nuestros estudiantes [1].

El presente trabajo busca dar una oportunidad, no a una nueva metodología educativa, sino la explotación de los recursos que las nuevas tecnologías nos ofrecen para la educación.

# 2 Conceptos previos

## 2.1 Modelo 3d

La representación del conjunto de cálculos matemáticos dando percepción de profundidad se le conoce como **modelos 3d** 2.1. Entre los modelos se pueden distinguir diferentes características como **líneas, planos, mallas o sólidos**, que son los elementos básicos que dan forma a las superficies de los modelos 3d.

Un diseñador gráfico 3d debe tener muy en cuenta cuál va a ser la exigencia del trabajo, ya que debe saber calcular un número de polígonos adecuados, ya que un bajo número de éstos (LowPoly) puede dar un bajo nivel de calidad en el resultado. Pero un gran número de polígonos (HighPoly), unido a la exigencia de las luces del entorno, las sombras, al reflejo de cada plano que forma cada superficie, puede dar lugar a unas exigencias muy altas para los tiempos de múltiples cálculos del procesador del ordenador, ralentizando así el trabajo o provocando el colapso del ordenador.

## 2.2 Texturización

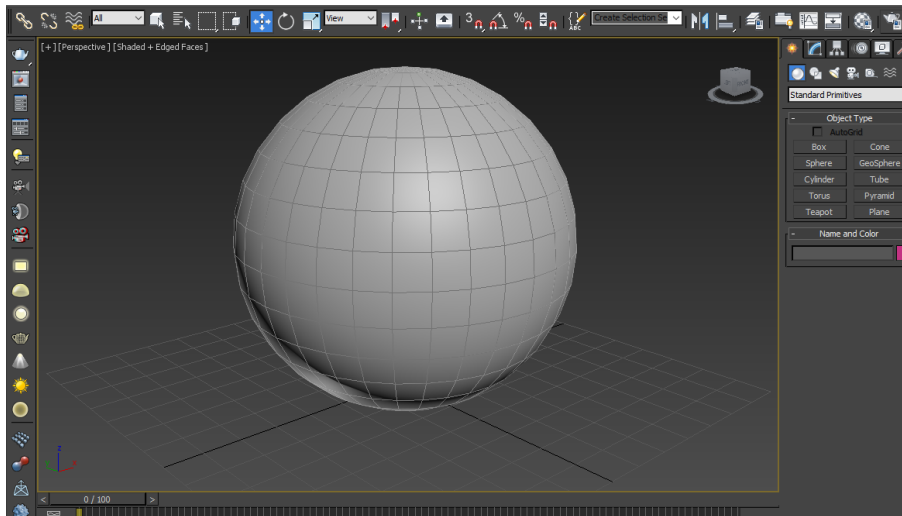
La **texturización** es el efecto visual del acabado que cubre cada una de los planos y superficies 2.2. La texturización puede ser mediante **materiales** que son las propiedades que nos ofrecen los parámetros de los softwares de diseño, como por ejemplo reflexión, refracción, opacidad... etc.

Por medio de imágenes ya creadas (mapas de bits), a este método se le conoce por **mapeo**. O por ambos métodos a la vez, incrustando una imagen y dando propiedades para su reflejo, opacidad, transparencia, luminosidad, etc.

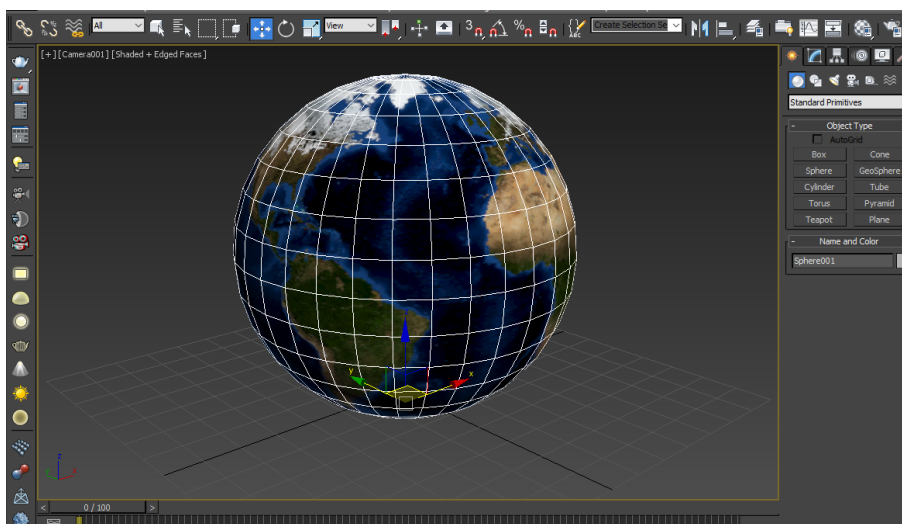
## 2.3 Iluminación

La iluminación, es la parte más importante del diseño 3d cuando lo que se desea es dar sensación de realismo. Hay diferentes tipos de luces tales como luces de áreas, focos, direccionales, ambientales. . . La verdadera complejidad de la luz se encuentra en los cálculos del rebote de ésta. No es lo mismo el rebote de luz dada en una superficie blanca que en una negra. Además debe poder adivinar dónde se encuentran las aristas y esquinas de los elementos 3d de la escena. Para esto último se emplea una técnica de muestreo, donde el software mide la distancia entre puntos. Para ello podemos imaginar a modo de símil el rebote de una pelota de tenis: impulsando una pelota de tenis mojada en una habitación, cuanto menor sea la huella húmeda dejada, mayor será el número de rebotes dados entre diferentes superficies. Pues de una forma similar trabaja la luz, el software lanza varios haces (como multitud de pelotas de tenis) y recopila información de la distancia entre diferentes superficies y las necesidades en la distribución de los puntos de luz. En las esquinas habrá más número de rebotes y por tanto la intensidad de esta será más débil.

Cuando un diseñador 3d va a realizar un proyecto, debe seguir un claro orden de trabajo que consiste en el siguiente orden: modelado 3d, iluminación, texturización, animación (si se requiere) y renderización. Se pone de manifiesto de la importancia de la iluminación ya que todas las texturas responden de una forma diferente en función de la iluminación y cambiar algún parámetro de ésta modifica por completo toda la escena.



**Figura 2.1:** Modelo 3d (Esfera)



**Figura 2.2:** Modelo 3d texturizado



Figura 2.3: Sombra y Rebote de color

Evidentemente, la luz es un factor importante a la hora de calcular el tipo de sombras que se desea. Las sombras pueden ser más o menos sólidas (también llamadas duras) en función de la intensidad de la luz proyectada y de la distancia entre los objetos de la escena 2.3.

También interfiere en el rebote del color, pues una superficie de una textura dada debe interactuar con la superficie más cercana, reflejando así ciertas propiedades de su textura 2.3.

## 2.4 Renderización

El proceso de calcular una imagen tridimensional mediante los diferentes algoritmos matemáticos se llama **render**. Al renderizar el procesador del ordenador debe calcular, en cada una de las superficies del objeto 3d, las propiedades de las texturas, de las sombras y de las luces.

El resultado gráfico final se le denomina **renderizado** 2.4, y la velocidad del renderizado dependerá de las propiedades del trabajo ya mencionadas y a las características del ordenador como procesador, memoria RAM y tarjeta gráfica.

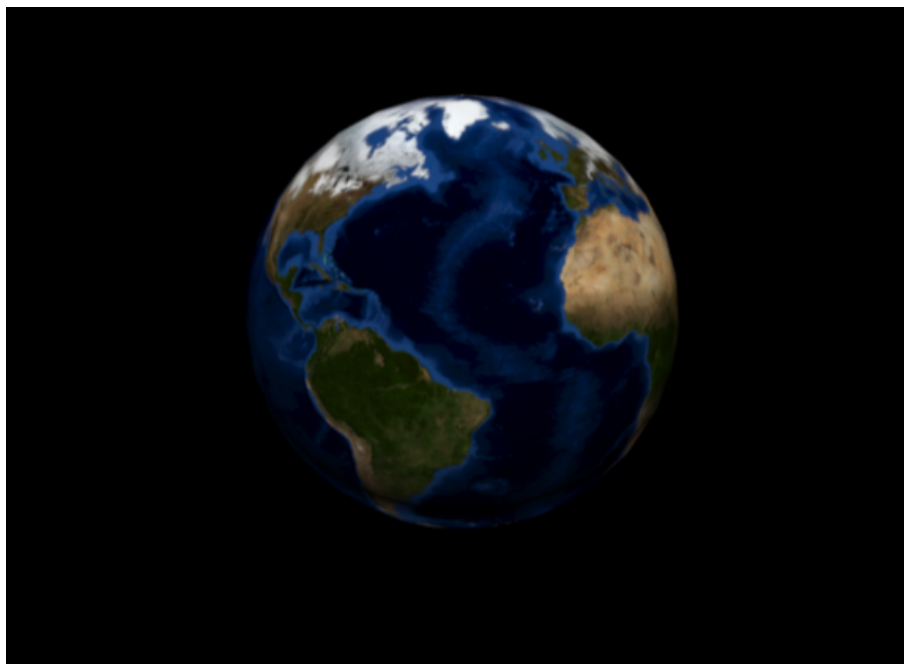
## 2.5 Animación

La animación consiste en una secuencia de movimientos, ya sea del modelo como de una cámara, como de ambos, capturadas en imágenes aisladas denominadas **fotogramas**. Por tanto, un fotograma es una parte de la secuencia animada que, al reproducir sucesivamente en el orden que procede, crea la animación.

La calidad de la animación dependerá de la resolución dada. La **resolución** es la calidad de detalle en cada fotograma, a mayor resolución mayor calidad de imagen.

## 2.6 Plataforma interfaz 3d

Las plataformas de interfaz 3d son aquellas en las que, mediante un monitor, se crea un entorno ficticio donde se distinguen características de profundidad. Es decir, donde un usuario es capaz de



**Figura 2.4:** Modelo 3d renderizado

reconocer e interpretar una representación tridimensional dentro de la interfaz. Por tanto, en un recorrido se puede, por ejemplo, rodear un objeto o percibir diferentes perspectivas de la escena. Actualmente es muy común en la industria de los videojuegos.

Para la creación de este tipo de plataformas, se deben tener conocimientos de diseño 3d, y programación, ya que las numerosas acciones a desarrollar en una escena se determinan mediante scripts. Un script es un archivo de texto que, mediante un lenguaje de programación, ejecuta una serie de instrucciones u órdenes.

## 2.7 Realidad virtual (RV)

La RV es la creación de un entorno ficticio mediante tecnología informática 3d, en el cual, la persona es capaz de sentirse y moverse dentro de dicho entorno en tiempo real. Para ello, actualmente se hace indispensable el uso complementario de dispositivos tales como gafas 3d, gafas realidad virtual, o cascos de Realidad virtual.

## 2.8 Realidad aumentada (RA)

La RA se trata de implementar en un entorno real un elemento virtual. Esto es posible gracias a las capacidades de los medios electrónicos como son los Smartphones, tablets u ordenadores. Actualmente, la realidad aumentada está aún poco desarrollada, pero ya es posible sacar un rendimiento bastante práctico en los usos que ofrece.

# 3 Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es el de destacar el uso práctico de las plataformas virtuales para el uso educativo [13].

Los objetivos específicos son:

- **Desarrollar un recorrido virtual de una sala de máquinas desde un PC**, en el cual se pondrá a disposición del usuario diferentes opciones para interactuar con el medio, desde observar un motor completo, hasta ocultar varias piezas del bloque-motor para observar el interior.
- **Desarrollar un recorrido virtual de una sala de máquinas con Gafas de Realidad Virtual**, mediante este medio, el usuario tendrá la sensación de estar presente en el entorno.
- **Implementar modelos para el uso de la Realidad Aumentada animada** con el fin de observar y entender el procedimiento y características de diferentes herramientas estudiadas en el grado de tecnologías marinas.





# 4 Metodología

## 4.1 Material

El hardware utilizado por un diseñador 3d debe poder soportar las exigencias que los programas necesitan para funcionar correctamente. Para el presente trabajo fueron necesarios dos ordenadores.

### 4.1.1 Ordenador MacPro

El primer ordenador se trata de un sobremesa. **MacPro** 4.1 de Apple acondicionado para trabajar simultáneamente tanto en sistema Mac como PC. Sus características principales para este fin son:

Procesador: Intel Xeon 3.2 GHz 8 núcleos

Memoria RAM: 14 Gb

Tarjeta gráfica: GT Force 730 4 Gb



**Figura 4.1:** MacPro

### 4.1.2 Ordenador HP Pavilion

El otro ordenador usado fue un portátil 4.2.

Procesador: AMD 2.10GHz Quad-Core

Memoria RAM: 8 Gb

Tarjeta gráfica: AMD Radeon R7 M360



**Figura 4.2:** HP Pavilion

### 4.1.3 Smartphone Huawei P8

Smartphone Huawei P8 4.3

Procesador: HiSilicon Kirin 930, 4 núcleos a 2GHz

Memoria RAM: 3 Gb

Versión software: Android 5.0



**Figura 4.3:** Smartphone Huawei P8

### 4.1.4 Gafas Realidad Virtual VR Box

Las gafas de **VR Box** 4.4 es el dispositivo necesario para ver el resultado del software de realidad virtual. Se trata de introducir el Smartphone dentro del artefacto y, de una manera sencilla, se ajusta el paralaje ocular manualmente haciéndolo coincidir con las lentes hasta obtener la visualización adecuada.

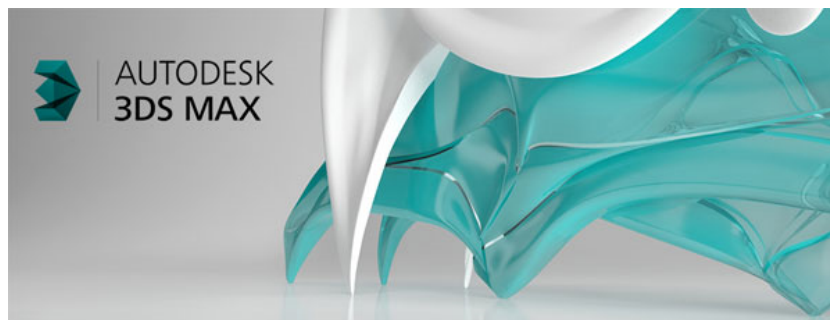


**Figura 4.4:** VR Box

## 4.2 Software

### 4.2.1 Autodesk 3ds Max

Para la elaboración de los modelos 3d del programa, se ha hecho uso, como software principal, de Autodesk 3ds Max (antiguamente denominado 3d Studio Max). **Autodesk 3ds Max 4.5** es un software multifunción especializado para la creación de objetos 3d, de renderización y de animación. Es una herramienta muy potente utilizada principalmente para el mundo del cine, de la animación y de la arquitectura.



**Figura 4.5:** Imagen comercial Autodesk 3ds Max

### 4.2.2 V-ray

También se hace uso del plugin **V-Ray 4.6**. Actualmente está reconocido como el mejor motor de render del mundo. Además V-Ray da la posibilidad de crear sus propios sistemas de iluminación y de texturización, aminorando considerablemente los tiempos de renderizado.



**Figura 4.6:** Imagen comercial V-ray

### 4.2.3 Adobe Photoshop

Para la fabricación de los bitmap o mapas de textura, se ha hecho uso de **Adobe Photoshop 4.7**, que es, hoy por hoy, la herramienta más poderosa del mundo en lo que al tratamiento y edición de imágenes digitales se refiere.

### 4.2.4 Unity 3d

Para la creación del programa de interfaz 3d y RV se recurre a **Unity 3d 4.8**. El citado, es una de las plataformas de desarrollo de juegos 2d y 3d más poderosas que existen actualmente en el mercado.

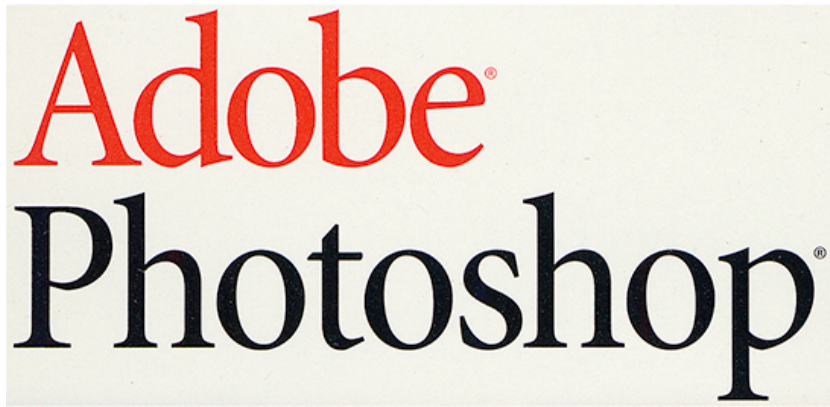


Figura 4.7: Imagen comercial Adobe Photoshop



Figura 4.8: Imagen comercial Unity 3d

#### 4.2.5 Visual Studio

Para la creación de los scripts necesarios se hizo por medio de **Visual Studio** 4.9, ya que trabaja con múltiples lenguajes de programación como son *C++*, *VisualBasic*, *NET*, *Java*, *Phyton*, *Ruby*...etc.



Figura 4.9: Imagen comercial Visual Studio

#### 4.2.6 Augment

Es una página web capaz de administrar y gestionar los diferentes modelos 3d para su reproducción en dispositivos de realidad aumentada (fig. 4.10). Mediante una serie de parámetros, los modelos recalcan en un servidor externo y, automáticamente, asigna un código QR a cada modelo.

#### 4.2.7 Augment App

Aplicación móvil para la ejecución de modelos 3d de realidad aumentada por medios de códigos QR.



Figura 4.10: Imagen comercial Augment

## 4.3 Proceso de Diseño

### 4.3.1 Creación de los Modelos 3d

El programa Autodesk 3d Max proporciona las herramientas necesarias para la creación de cualquier modelo 3d. Empezando con elementos tan básicos como líneas, planos, cubos o esferas, se empieza a construir desde la forma más primitiva hasta la más compleja. Los **modificadores** 4.11 son el conjunto de herramientas capaces de dar una propiedad al modelado. Los modificadores más usados para la creación de este tipo de modelos modelos son: bend, cap holes, edit poly, edit mesh, edit spline, extrude, FFD box, lathe, optimize, patch deform, path deform, shell, slice, surface, symmetry, unwrap UVW, UVW map.

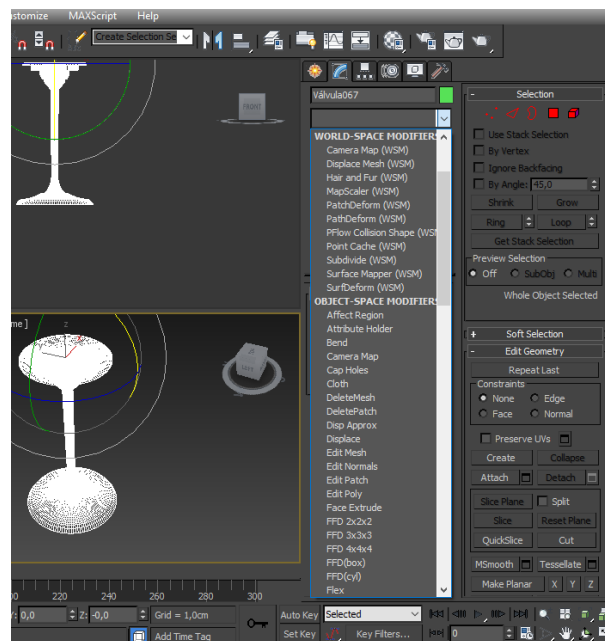
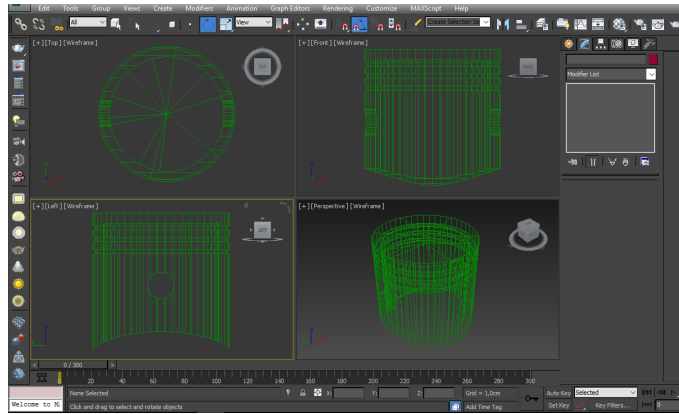


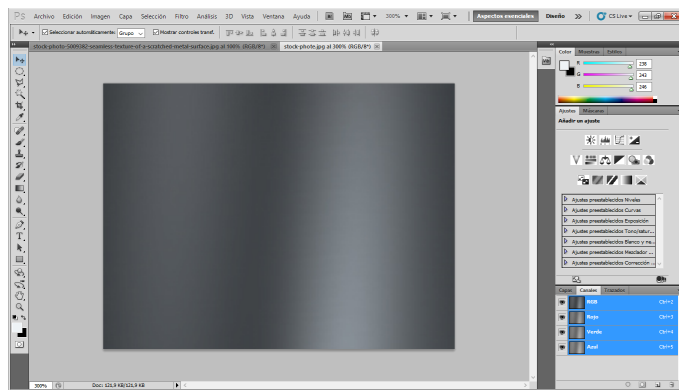
Figura 4.11: Autodesk 3ds Max. Lista de modificadores

Autodesk 3d Max tiene un interfaz que permite tener todas las **vistas** necesarias para modificar cada elemento: vista frontal anterior y posterior; vista lateral izquierda y derecha; vista en planta y desde el suelo; desde una cámara o desde un punto de luz; y siempre desde una vista en perspectiva u ortogonal 4.12.

Una vez creado el modelo, se le aplica textura. Para este fin, se puede crear la textura desde los parámetros que el software nos permite, o, si lo que se desea es trabajar desde una imagen se utiliza **Adobe Photoshop** 4.13, con esta herramienta se podrá crear, modificar o retocar una imagen digital. Es importante tener en cuenta los distintos formatos de imagen, ya que al importarlos al Autodesk 3d Max, las imágenes pueden tener una calidad muy baja, esto provocará un resultado



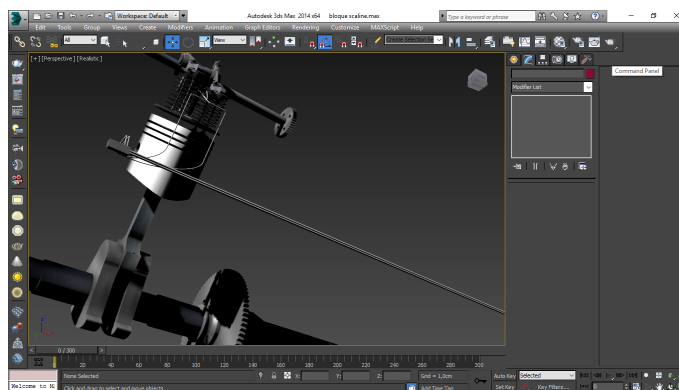
**Figura 4.12:** Autodesk 3d Max Detalle de vistas



**Figura 4.13:** Adobe Photoshop. Interfaz

muy pobre de calidad. Otros pueden guardar transparencias, con lo que creará un desajuste o un resultado ininteligible. Y otros pueden tener un peso considerable, cosa que repercutirá en el rendimiento del programa ejecutable.

Una vez obtenido el mapa, se importa al modelo, donde se es asignado y mapeado 4.14. El mapeado es el nombre de la técnica con la cual se aplica la forma más idónea para que cubra al modelo o superficie.



**Figura 4.14:** Autodesk 3d Max. Asignar mapa

### 4.3.2 Exportar Modelo 3d a Unity 3d

Una vez terminado el modelo 3d, se prepara para exportar 4.15 con el formato más eficiente. Un formato no eficiente puede crear varios problemas, por ejemplo, el archivo al abrirse pierde la forma

original; pierde todas las texturas o se descolocan; el archivo es tan grande que crea problemas ante cualquier operación; o directamente no se abre el archivo.

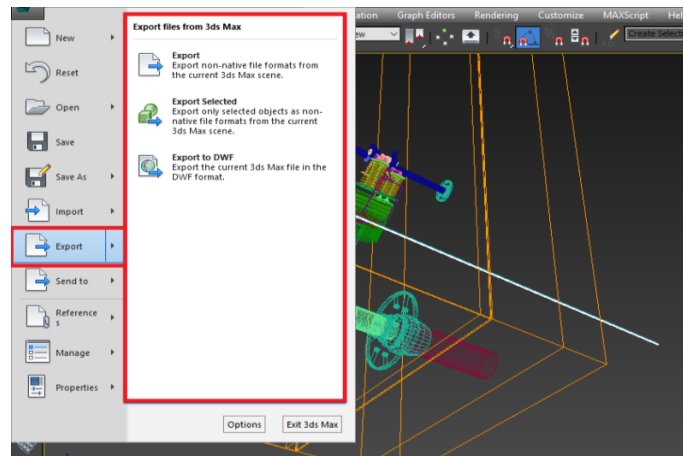


Figura 4.15: Autodesk 3d Max. Exportar Modelo 3d

Para exportar a Unity 3d se considera que la opción más apropiada es mediante el formato **.Obj** (WaveFront 3d), aunque también podría ser bueno el formato **.Dae** (Collada) pero este último se descarta porque ocupa más espacio.

Decidido ya el formato a exportar, se procede a ejecutar el programa Unity 3d 4.16.

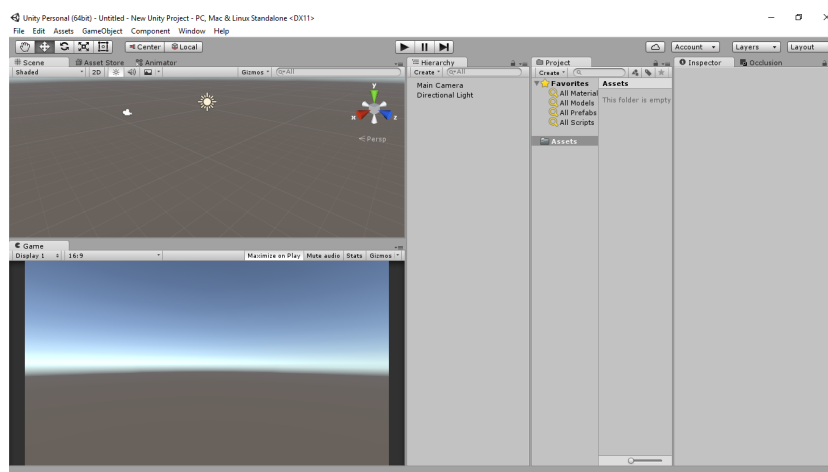


Figura 4.16: Interfaz Unity 3d

Y así se irán importando sucesivamente en función se vayan obteniendo lo modelos 3d 4.17.

Una vez exportado todos los modelos 3d necesarios, se confecciona **la iluminación de la escena** 4.18. En este apartado es donde se pierde o gana calidad gráfica en la escena. Para el programa se han creado dos tipos de iluminación. Iluminación tipo foco direccional, que se han colocado desde las zonas superiores a ambos lados. E iluminación tipo área, que se colocan estratégicamente en zonas donde se quiere ahondar por falta de iluminación.

A continuación, se coloca la **cámara**. Para el tipo de programa que se quiere realizar, el tipo de cámara que se busca es aquella que nos permita caminar por la escena con una vista en primera persona. Para ello se ha elegido la herramienta denominada "first person controller". Consiste en vincular una cámara, "main camera", a un elemento con forma de cápsula, que ya configurado previamente por el programa, tiene capacidad de movimiento con los botones de dirección del teclado del ordenador 4.19

Preparada la escena, toca centrarse en el control y comportamiento de los elementos con los que va a interactuar con el usuario. Para ello se crean los **scripts de programación** los cuales se

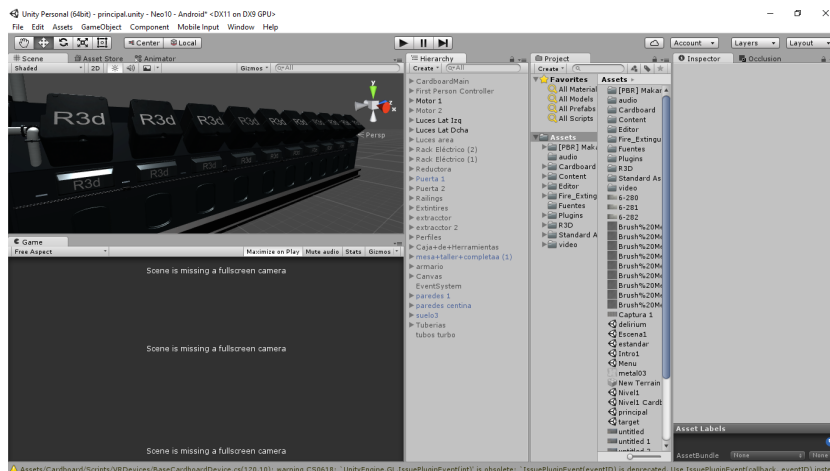


Figura 4.17: Interfaz Unity 3d. Importación de archivos

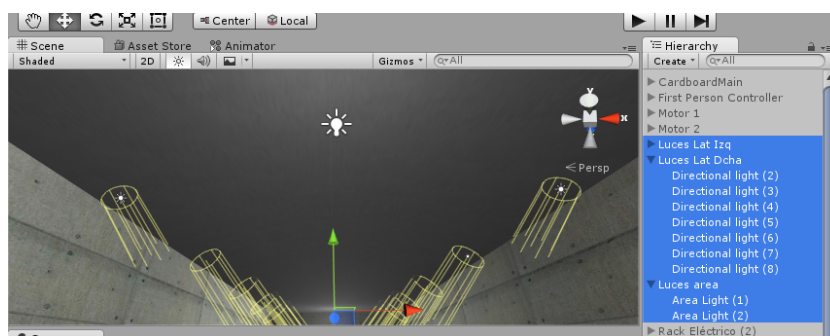


Figura 4.18: Unity 3d. Iluminación

ejecutarán cuando proceda. Para este fin se utiliza el **Visual Studio 4.20**, y, mediante el lenguaje de programación adecuado, se confeccionan las órdenes o comportamiento que debe adoptar cada elemento tales como sonidos, cambios de escenas, ocultación de objetos... etc.

Es importante saber que nunca se ejecutará un script si no se ha compilado correctamente. Esto suele dar verdaderos quebraderos de cabeza, ya que si no se domina el lenguaje de programación, es muy difícil averiguar dónde o porqué se ha generado un error de compilación.

### 4.3.3 Crear Programa

Unity 3d, da la oportunidad de previsualizar el resultado obtenido. Así, comprobando sistemáticamente cada función y, considerando que el resultado es el que esperado, se procede a la creación del programa.

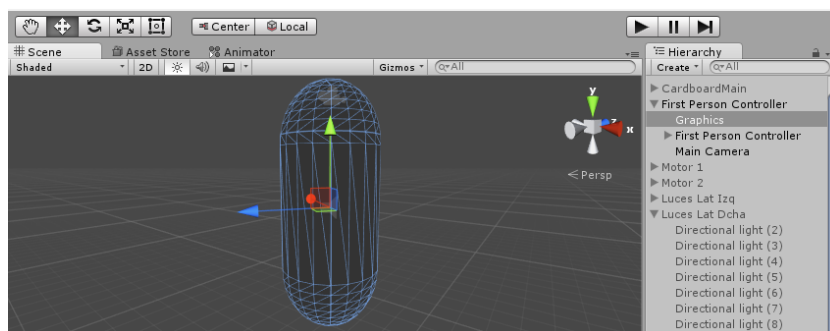


Figura 4.19: Unity 3d. First person controller



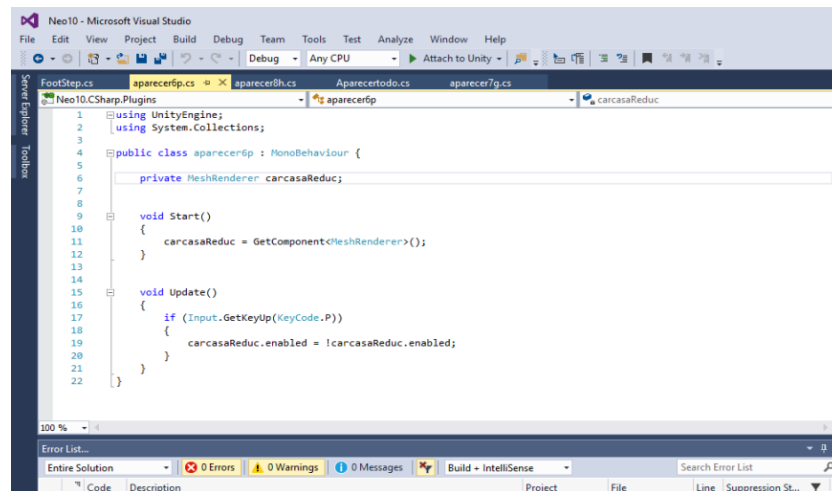


Figura 4.20: Visual Estudio. Interfaz

Una de las características que tiene Unity 3d, es que es un motor multi-plataforma 4.21. Puede exportar el trabajo realizado en multitud de sistemas y formatos tales como PC, Mac, Linux, IOS, Android, web...

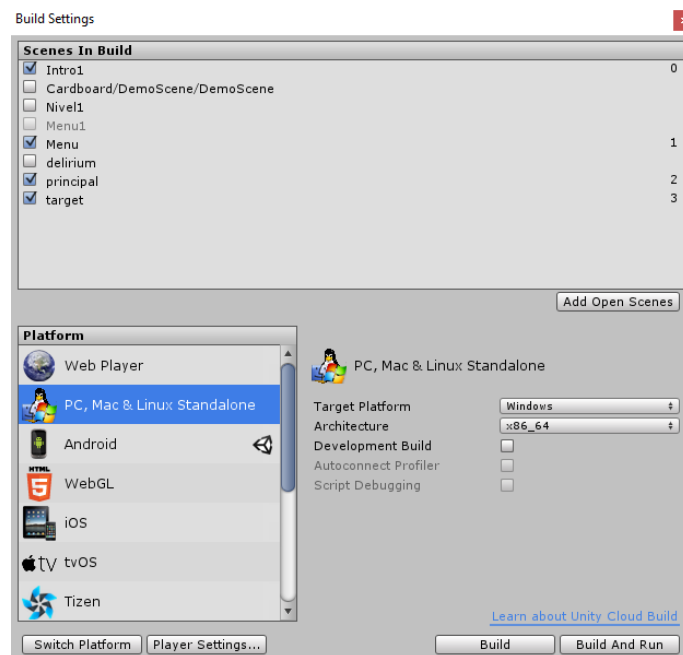


Figura 4.21: Unity 3d. Ventana de Construcción de la Plataforma de Interfaz 3d

En el apartado inferior, "Player Settings", Unity 3ds ofrece una serie de herramientas bastante útiles con las que se pueden configurar, desde el nombre, hasta el icono de ejecución. Hecho esto y pasados unos minutos para su construcción, se obtiene el programa ejecutable.



# 5 Aplicaciones Desarrolladas

## 5.1 Videojuego

El nombre de la aplicación creada es **NEO 10**.

### 5.1.0.1 Interfaz Del Usuario

Como interfaz de inicio aparecerá la opción de comienzo “entrar” o salida “salir”.

En el centro, la entrada que da comienzo pantalla principal de la aplicación. Tiene forma de puerta típica de un buque con ojo de buey. Dicha puerta cambiará de color cuando el ratón pase por encima, dando a entender que se está seleccionando la opción de “entrar”.

Como vista de fondo, se quiso dar un toque personal al trabajo dando un pequeño reconocimiento a ciertas personas, para ello, se subscribe el nombre de personas como padres, amigos, compañeros y tutor (ver fig.5.1).

Se pulsa sobre la puerta de entrada y partir de ahí se entra en la parte más relevante de la aplicación NEO 10.

La primera vista es un plano general de la instalación (ver fig. 5.2). Desde donde el usuario puede reconocer que se encuentra en una sala de máquinas. En esta primera vista se pueden observar detalles característicos de dicho recinto como motores, rack eléctricos, mesa de trabajo y extractores. Al fondo del recinto se puede ver la puerta “**EXIT**”, donde llevará otra vez al usuario al interfaz de inicio.

A modo de juego convencional de ordenador, el puntero del ratón será el modo en que marque la dirección a seguir, mientras que los botones de dirección marcarán el sentido. Gracias a los controles de movimiento, se podrá realizar un recorrido por la instalación y observar detalles que van desde las cajas de repuestos, hasta el bloque-motor (ver fig. 5.3).



**Figura 5.1:** Interfaz de Inicio. NEO 10



Figura 5.2: NEO 10. Interfaz 1

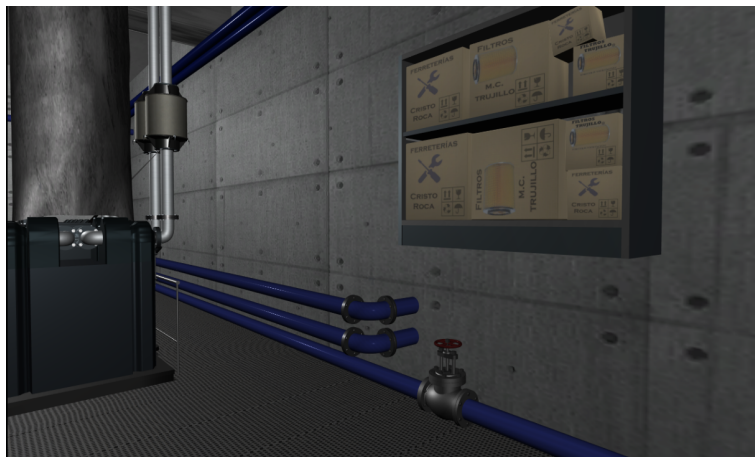


Figura 5.3: NEO 10. Interfaz 2



**Figura 5.4:** NEO 10. Interfaz 3



**Figura 5.5:** NEO 10. Comando T

### 5.1.1 Interfaz. Bloque Motor

Para una correcta visualización, el usuario deberá situar la visión, de modo que pueda tener una perspectiva del bloque-motor casi completa y lo más cercana posible sin desvirtuar la imagen. Para ello, una opción factible puede ser en diagonal a la frontal con respecto a las tapas de balancines, a un ángulo de  $45^{\circ}$  aproximadamente. Tal y como se muestra en (ver fig. 5.4).

De este modo se tendrá una visión más amplia y práctica para la siguiente fase de ocultación de partes.

Para este fin, se han desarrollado varios comandos. La configuración dada fue:

Tapa de motor: T (ver fig. 5.5).

Tapa superior de colector de escape: Y (ver fig. 5.6).

Base de tapa de motor: U (ver fig. 5.7).

Mitad superior del bloque-motor: I (ver fig. 5.8).

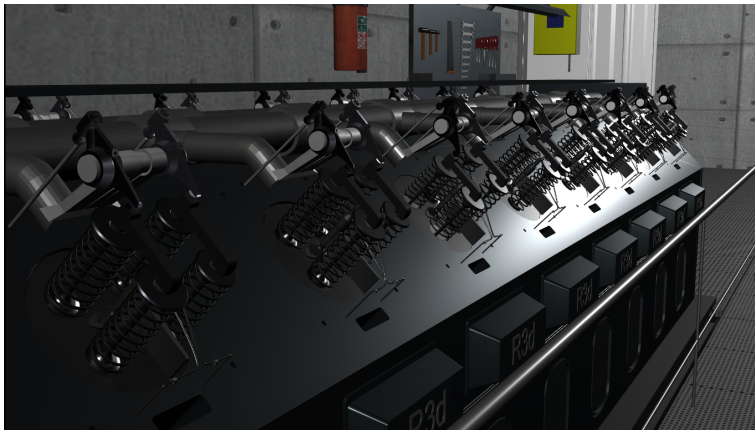
### 5.1.2 Interfaz. Reductora de Velocidad

Para la una visualización idónea de la reductora de velocidad, lo apropiado es colocarse a un lado de la barandilla, en la parte media de la sala. Y, una vez ubicado el usuario en la posición citada, puede inclinarse la vista hacia el suelo tal y como se muestra en (ver fig. 5.9).

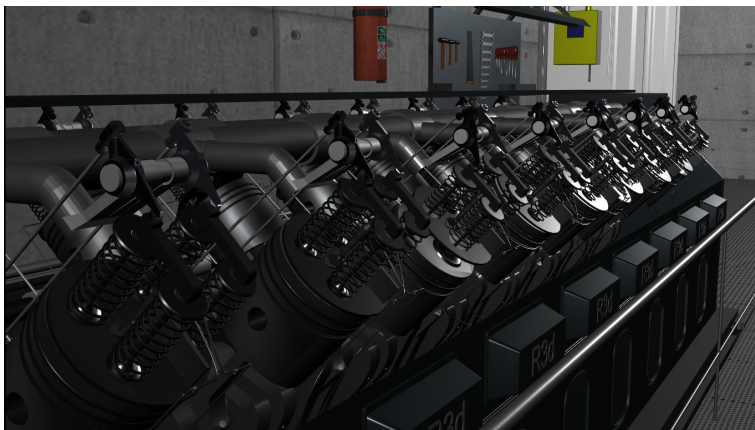
Teniendo una visión tal y como se muestra en la anterior figura, se pueden ocultar objetos ejecutando los siguientes comandos:



**Figura 5.6:** NEO 10. Comando Y

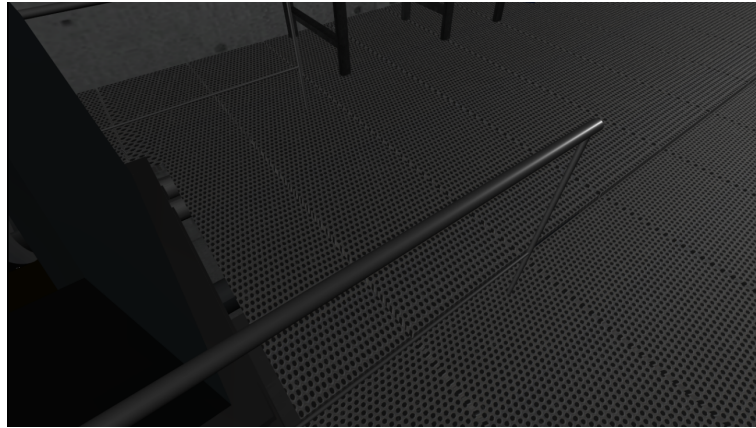


**Figura 5.7:** NEO 10. Comando U

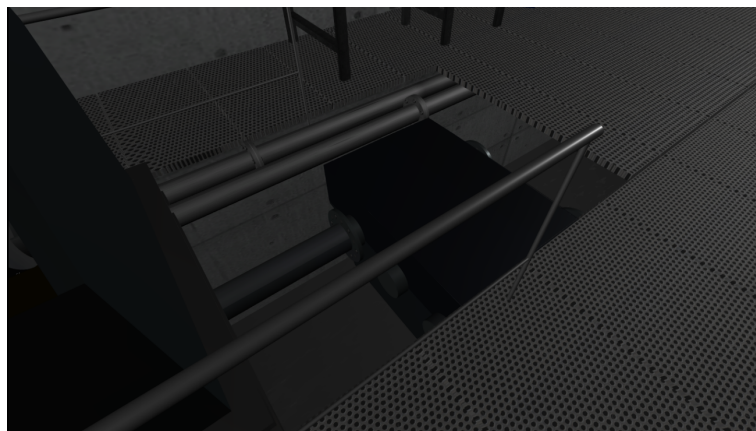


**Figura 5.8:** NEO 10. Comando I





**Figura 5.9:** NEO 10. Interfaz 4



**Figura 5.10:** NEO 10. Comando O

Tramers: O (ver fig. 5.10).

Mitad superior de la caja reductora de velocidad: P (ver fig. 5.11).

### 5.1.3 Interfaz. Turbo-compresor.

En este caso lo apropiado es colocarse frontalmente al turbo-compresor (ver fig. 5.12).

Desde esta posición, podremos ver explícitamente el turbo-compresor cuando se haga desaparecer el armazón que lo recubre.

Para este fin se usarán los siguientes comandos:

Ocultar el armazón metálico del turbo-compresor: G (ver fig. 5.13).

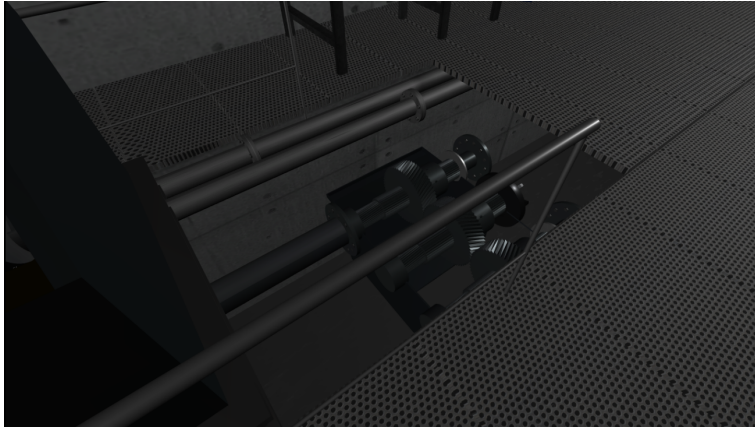
Ocultar la coraza del turbo-compresor: H (ver fig. 5.14).

## 5.2 Realidad Virtual RV

El nombre de la aplicación creada es **NEO 10VR**.

La aplicación de este formato se ha sintetizado en gran medida en comparación a las posibilidades que puede aportar. Lo que se pretende en esta ocasión es facilitar la entrada a este nuevo campo tecnológico, para muchos aún desconocida.

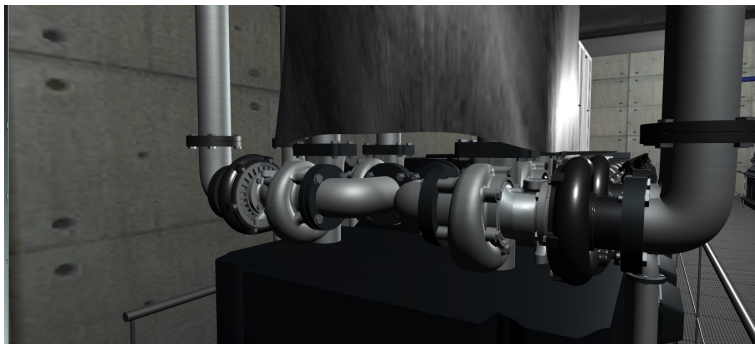
Simplificado el interfaz, el usuario se introduce en un área virtual tridimensional, donde podrá pasear por donde le apetezca dentro de la sala de máquinas virtual.



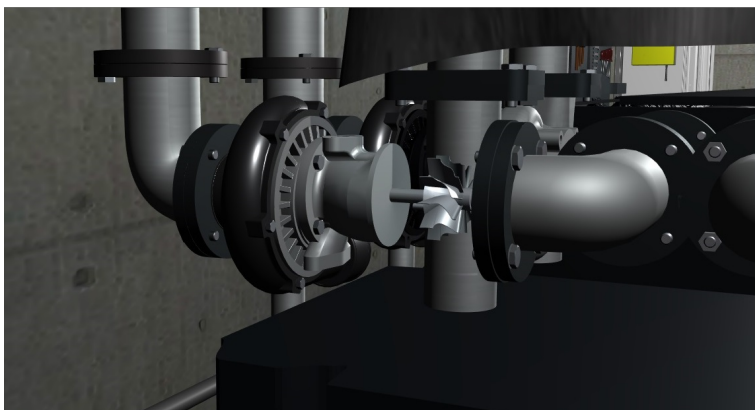
**Figura 5.11:** NEO 10. Comando P



**Figura 5.12:** NEO 10. Interfaz 5



**Figura 5.13:** NEO 10. Comando G



**Figura 5.14:** NEO 10. Comando H





Figura 5.15: NEO 10VR. Conexión Bluetooth

### 5.2.1 Interfaz

Para acceder a la RV se precisa hacer uso de las Gafas VR Box y el dispositivo móvil.

Su mecanismo es muy simple, habiéndose instalado la aplicación que corresponde al dispositivo móvil, NEO 10VR.apk. Y, para hacer un uso aún más sencillo, se ha obviado cualquier interfaz de inicio, por tanto, al ejecutarse, comienza directamente la aplicación RV.

Antes de su ejecución, el usuario deberá cerciorarse de haber conectado correctamente su aparato móvil con el dispositivo bluetooth del mando de control, MOCUTE-032\_B52-D7C5 (ver fig. 5.15).

El usuario solo tendrá que colocar el dispositivo móvil en la parte frontal de las Gafas VR Box, con la aplicación RV ejecutada (ver fig. 5.16).

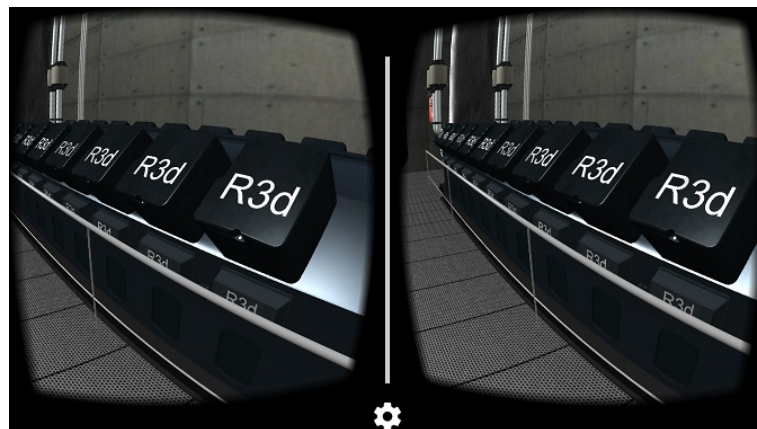
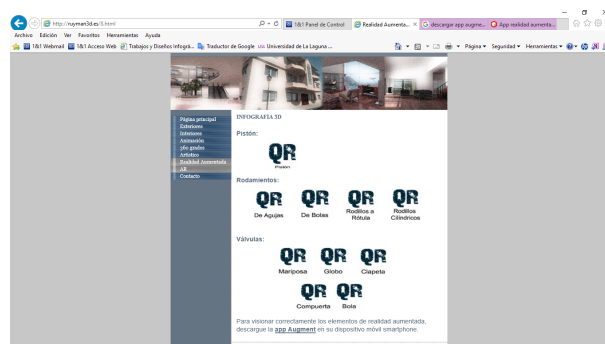


Figura 5.16: NEO 10VR. Interface



**Figura 5.17:** NEO 10VR. Ajuste Manual



**Figura 5.18:** RA. Web de enlace

Para ajustar la visión, las Gafas VR Box tienen un sistema manual en la parte superior a base de ejes. Para dar el ajuste idóneo solo habrá que desplazar las ejes en la dirección frontal y/o lateral según proceda (ver fig. 5.17).

El usuario se mueve por la sala de máquinas por medio de un dispositivo de mando de control.

## 5.3 Realidad Aumentada RA

En este trabajo se ha puesto mucho empeño en la RA, ya que puede ser una de las herramientas más prácticas para su uso educativo y, prácticamente, la totalidad de todos los dispositivos móviles Smartphone tienen la capacidad de poner en funcionamiento este tipo de realidad.

### 5.3.1 Aplicación y uso

La puesta en funcionamiento de esta tecnología, requiere simplemente un dispositivo móvil Smartphone para reproducir los distintos códigos QR y un ordenador con acceso a internet.

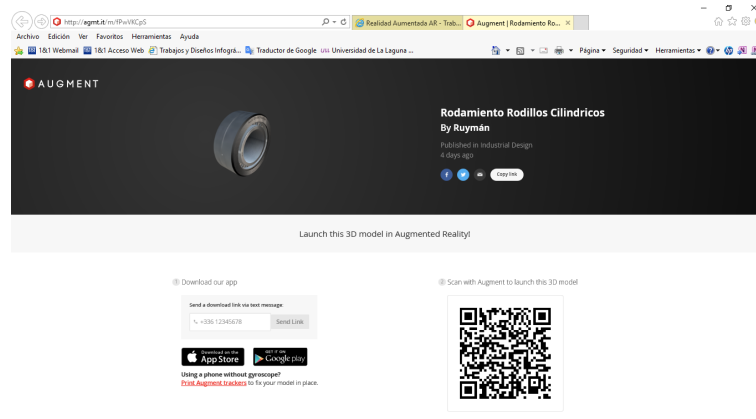
Para reproducir los elementos se ha elegido la aplicación móvil gratuita **augment**.

Los códigos QR están expuestos en internet por medio de la página web: <http://ruyman3d.es/8.html> (ver fig. 5.18).

Simplemente se debe seleccionar el elemento que se quiera visionar. Esta página abrirá un enlace donde aparecerá el elemento seleccionado y un poco más abajo, el código QR al que hace referencia (ver fig. 5.19).

Mediante el dispositivo móvil Smartphone, se escanea el código QR para que ejecute el archivo RA.

Hay que tener en consideración que, no todos los dispositivos están provistos con la tecnología necesaria. Para poder ver RA el dispositivo debe de estar equipado con Giroscopio. El giroscopio (o



**Figura 5.19:** AR. Web QR

giróscopo) es un elemento electrónico a base de sensores, capaz de calcular su posición en el espacio. Hay varias aplicaciones gratuitas que advierten si el terminal está dotado, o no, de giroscopio, por ejemplo Giroscopio Test o Sensor Box.

Prácticamente la totalidad de los Smartphone de gama media/baja tienen esta tecnología instalada de serie. En la fig. 5.20 se muestra un pantallazo de un dispositivo móvil Android mostrando uno de los elementos desarrollados.

App Augment tiene ciertas funciones prácticas en la parte inferior de la pantalla como pueden ser:

- Compartir: permite enviar un enlace a otro dispositivo.
- Visionado en 3D: el elemento 3d queda enfocado en pantalla y deja de interactuar con la realidad.
- Configuración: se pueden modificar varias propiedades del elemento que van desde las dimensiones, hasta las lumínicas.
- Ocultar sombras: Desaparecen las sombras en el medio real.
- Girar: permite cuatro giros de 90°.
- Añadir a la escena: Añade otro u otros elementos, realizando otros escáneres de códigos QR y compartiendo conjuntamente la escena.
- Antorcha: Activa y desactiva el flash de la cámara.
- Crear Marcador: crea un marcador directamente para la escena.
- Enviar Marcador: permite enviar el marcador anteriormente creado.
- Comenzando: guía de ayuda para iniciaciones

Y en la parte media de la pantalla, a la izquierda y derecha respectivamente:

- Enfoque: enfoca el objeto en el centro de la pantalla.
- Captura: realiza una captura de pantalla fotografiando ensamblando simultáneamente la escena real y la virtual.

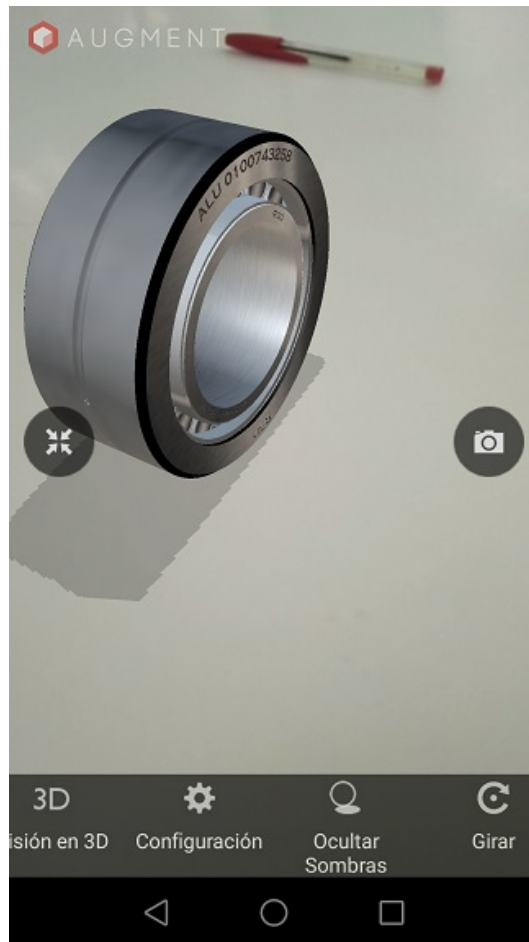


Figura 5.20: AR. APP Augment

# 6 Mejoras

## 6.1 Documentación Técnica

El trabajo de realización de mecanismos y elementos se ha realizado mediante el uso limitado de planos y fotografías de una única salas de máquinas. Extraer información documentada completa y detallada de motores, planos y fotografías, es un riesgo muy elevado para las compañías, y prohíben compartir la información por temas relacionados con la competencia comercial.

Por tanto, en la sección de video-juego de este trabajo, puede mejorar con varios ajustes técnicos de mecanismos que integren animaciones; incluyendo visionados de componentes y zonas más complejas del motor; o añadiendo un seguimiento de los sistemas de trasiego como aire, refrigeración, lubricación, etc.

## 6.2 Software

Mientras que los softwares utilizados tienen versiones para estudiantes gratuitas, hay softwares que, aún siendo gratuitos, limitan el trabajo por cuestiones de marketing. Unity 3d, ha sido utilizado con la versión gratuita. Se presupone que la versión profesional de este software provee de mayor número de herramientas y de una mayor calidad. Además de esto, tiene un elevado número de objetos 3d, pero es necesario un previo pago, por lo que queda descartado su uso.

El uso de una página web personal, es debido a que Augment, resetea los códigos QR periódicamente. Por tanto, si se desea imprimir los códigos QR, solo tendrá efecto durante un periodo limitado de tiempo.

## 6.3 Hardware

El equipo utilizado es un tanto limitado en comparación al uso que se le ha exigido.

El uso forzoso de la ejecución de varios programas a la vez, provoca un ritmo bastante lento del ordenador portátil, comprometiendo así la capacidad de la memoria RAM, y provocando en varios casos la caída del sistema. Contrastado en comparación con el ordenador de sobremesa, el cual demostró una mayor eficiencia y dinamismo.

La elección de unas gafas de RV más económicas, ha implicado alguna desventaja, sobre todo para configurar el mando control adjunto.

## 6.4 Mayor Número Escenarios

Se podrían añadir un mayor número de escenarios, de diferentes tipos de salas de máquinas, con distintos tipos de motores por ejemplo. Y con diferentes salas que componen un buque, como sala de control, sala de calderas... etc, tanto en el video-juego como en RV.

## 6.5 Mayor Número de Elementos

En el video-juego y en RV, se puede ampliar el número de compuestos que conforman habitualmente una sala de máquinas con varios y distintos tipos de elementos auxiliares como válvulas, rodamientos, elementos de derivaciones de caudal, etc.

Mientras que en el ámbito de la RA, es susceptible a añadir más tipos y variedades de elementos como tipos de valvulería, rodamientos, juntas, retenes, derivaciones de caudal, etc.

## 6.6 Apoyo Técnico

Se hubiera logrado reducir el tiempo y por tanto logrado un mayor número de posibilidades.

## 6.7 Tiempo

El trabajo global se ha realizado en un tiempo muy limitado y eso ha repercutido seriamente en la confección de la escena creada, pudiendo integrar un mayor número elementos propios habitualmente presente en una sala de máquinas.

Respecto a la RV, tampoco se ha podido posible investigar a fondo, acerca de la configuración de los controles necesarios para adaptar el mismo sistema de comandos del video-juego al del mando control de las gafas de realidad virtual VR Box.

Tampoco se ha podido incrementar el número de elementos de RA.

# 7 Análisis Cualitativo de la Usabilidad

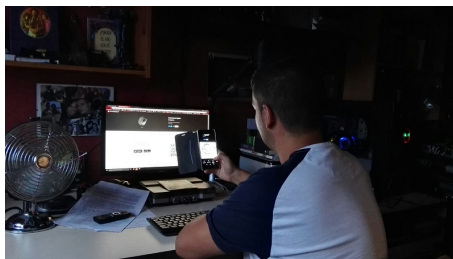
## 7.1 Método

Para el estudio de la aceptación y practicidad de los diferentes tipos de realidad virtual en el ámbito educacional, se ha confeccionado un pequeño grupo experimental.

Dicho grupo se ha seleccionado de forma individual y evitando cualquier tipo de relación o contacto entre ellos. Anulando así, cualquier tipo de influencia entre la opinión de los sujetos. A partir de aquí, se les propone elegir preferencia entre los elementos de realidad virtual presentes en el trabajo.

El grupo está formado por profesionales del sector industrial, estudiantes graduados de estudios de ingeniería y estudiantes actuales de estudios de ingeniería.

A cada uno se le da un tiempo lo suficientemente amplio, para que no se deje llevar por la exaltación del momento, evitando en la medida de lo posible, contaminar el resultado de una opinión objetiva. Por lo que se les pide que, pasado un día, realizar un escrito sobre su opinión acerca del uso práctico que puede tener, en materia de educación, las herramientas de Realidad Virtual utilizadas 7.1.



**Figura 7.1:** Uno de los usuarios interactuando con RA

## 7.2 Preferencia

Se solicita a cada sujeto de manera individual, que elija entre algunas de las alternativas propuestas de realidad virtual. Esto no significa que no interactúen con los demás formatos.

La opción primera más escogida ha sido la RA.

Para la inclinación por este formato, han sido claves las ventajas de versatilidad, rapidez y comodidad que caracteriza a este tipo de sistema.

La RV es muy atractiva, pero el tamaño del archivo de RV exige que se instale mediante un cable directo del ordenador al dispositivo móvil Smartphone. Además, la necesidad de utilizar las gafas de RV, lo que supone una incomodidad más para el usuario.

El videojuego, aún siendo muy atractivo, carece de las ventajas principales de las que dispone la RA.

### 7.3 Opiniones

**Cristo Manuel Roca Fernández.** Graduado en Tecnologías Marinas en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna:

El uso de la RA como recurso educativo, debería ser algo común hoy en día en las aulas. Ver y proyectar cualquier elemento de esta forma, ayudaría enormemente, no solo a comprender una estructura o funcionamiento, sino a familiarizarse con el mismo ayudando así a que el choque del salto a la práctica sea casi inexistente.

**Jérico Rodríguez Jiménez.** Graduado en Tecnologías Marinas en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna:

Como recién graduado, las tres herramientas pertenecientes a los distintos tipos de Realidad Virtual creadas (Video-juego, RV y RA) me parecen una forma muy original de enfocar el aprendizaje. Después de haber estudiado cuatro años diferentes asignaturas durante el grado, admito que, de haber tenido estas herramientas, todo hubiera sido mucho más fácil y ameno para aprender. También como alumno en prácticas opino que es una forma sencilla y directa de saber lo que nos podemos encontrar en una instalación, y de alguna forma, ir ya con unas ideas para que no nos resulte sorpresivo.

**Aridani De León González.** Profesional del Sector Industrial:

Desde el punto de vista de la formación, la RA es una herramienta didáctica de la cual se puede obtener buen rendimiento. Por un lado, el material necesario es fácil de adquirir por el alumnado ya que un elevado porcentaje está en posesión de un Smartphone. En segundo lugar, los acerca más a la realidad de las máquinas y elementos con los que se van a encontrar en la vida profesional, y de los cuales se debe tener un mínimo de conocimiento para poder desarrollar un trabajo más eficaz. Desde mi punto de vista, queda resumido en, infinidad de textos explicativos aplicados a proyecciones 3D que facilitan el contacto con la realidad.

**Manuel Curbelo Trujillo.** Graduado en Tecnologías Marinas en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna:

La RA está en la vanguardia de la tecnología hoy en día, nos permite acceder cómodamente y de una manera interactiva a representaciones de piezas y entornos en lo que podemos interactuar sin la necesidad de tener físicamente esa pieza o entorno. Dado el hecho de que algunas piezas son de un valor económico muy elevado, nos permite abaratar los costes en la enseñanza de los alumnos, incluso se pueden incrustar actividades de enseñanza sobre el entorno 3D del tipo ocio como pueden ser la resolución de puzzles o pregunta repuesta sobre un modelo dado para que sea más ameno, suscitando en el alumno una motivación hacia el aprendizaje. Las explicaciones habladas, las etiquetas y superposición de planos técnicos, entre otros métodos, aplicables a los modelos son también de gran importancia porque dotan al mismo de una experiencia muy apreciable y agradable ya que recuerdan al usuario a un entorno de juego siendo un refuerzo positivo para el alumno que no tomara el aprendizaje como algo obligado, sino como parte de un juego donde el estudiante es el protagonista.

**Jagmohan Singh Bisht.** Estudiante del grado de Tecnologías Marinas en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna:

Neo10 (Video-juego) es una herramienta en la cual podemos recorrer toda la sala de máquinas de un buque, al mismo tiempo podemos realizar el despiece de los motores, es una de las mejores formas de aprender o poder enseñar los distintos tipos de elementos de los que está formado una sala de máquina o un motor marino. Desde el punto de vista educativo esta herramienta puede llegar a ser de gran utilidad para el profesor a la hora de explicar de los elementos de los que está compuesto el motor. A través de esta herramienta el profesor haría un recorriendo la sala de máquinas, mostrando cada uno de los elementos del motor realizando sus despieces y explicando sus funciones. Por otra parte a los alumnos les resultaría más fácil entender las cosas y al mismo tiempo interesante comparado con estar leyendo hojas y hojas de teoría.

**Cynthia del Reguero Álvarez.** Graduado en Tecnologías Marinas en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna:



Trabajar en la universidad con este tipo de herramientas me parece no solo un completo acierto, sino la tendencia que sigue el desarrollo de la enseñanza. Desde mi punto de vista como ex-alumna, trabajar con este tipo de herramientas me hubiera sido de gran ayuda en el entendimiento de la materia, ayudándome a materializar lo que la teoría explica. Como dice el refranero, "Una imagen vale más que mil palabras". Por otra parte, me parece un acierto que la tecnología se ponga al servicio de la enseñanza y trascienda su uso en los jóvenes empleándose para el aprendizaje y no únicamente para el ocio. Así mismo, el proceso de aprendizaje se hace más atractivo con el apoyo de un App y el dinamismo que aporta el poder visualizar la imagen en realidad aumentada, ya que es como si estuvieras viendo en la realidad el objeto y lo pudieras ver desde todos sus perspectivas confiriéndote más información a un sólo golpe de vista. Para finalizar y mirando hacia el pasado, generaciones atrás, todo el conocimiento se encontraba materializado en los libros; en la actualidad, la tecnología y la vanguardia van abriéndose paso en la enseñanza, poniéndose a disposición del alumnado para facilitar el aprendizaje y sobre todo, servir de nexo de unión entre la teoría del papel y la realidad. Con este análisis no me cabe duda que en el futuro estas herramientas inundarán las aulas y serán garantía de un aprendizaje más efectivo y completo.

**Héctor Marrero Rivero.** Profesional del sector Industrial:

Yo, como Segundo Oficial de Máquinas de la Marina Mercante, creo que el uso de RA en el ámbito académico supone un gran avance en cuanto a herramientas didácticas; ya que no solo te permite conocer los elementos de primera mano, sino también conocer su funcionamiento y distintas partes que lo componen. Otra ventaja es su accesibilidad, ya que hoy en día todos disponemos de algún dispositivo portátil para poder hacer uso del mismo. Además opino que supondría un ahorro, ya que permite observar y conocer en profundidad las piezas fundamentales que nos conciernen como profesionales sin necesidad de tenerlas presente físicamente.

**Jorge Gutiérrez Fumero.** Graduado en Tecnologías Marinas en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna:

La utilidad de la Realidad Virtual significa presenciar un salto a lo que significa el siglo XXI. Al alumno no le hace falta estar físicamente en el emplazamiento, no le hace falta generar por ensayo y error una pieza de una estructura, o simplemente no le hace falta tener que llegar al final del proyecto para chequearlo. Este tipo de herramientas son de vital importancia en un mundo cada vez más globalizado que nos obliga a familiarizarnos con las nuevas tecnologías, facilitando al alumno y/u operario su labor en una instalación real.



## 8 Conclusiones

Como casi siempre ocurre, el origen más primitivo de cada idea o invento revolucionario, está focalizado para un fin determinado. Luego son otras, las personas inmersas en diferentes sectores, los que encuentran un fin productivo alternativo.

Es evidente, que la crisis mundial económica por la que atraviesa prácticamente cualquier país del globo, hace limitar la inversión económica al sector educativo, debiendo éste, conformarse con lo que tiene, y muchas veces, con menos de lo que tuvo.

La investigación sobre estas tecnologías abren nuevos caminos para la enseñanza y el aprendizaje [2]. Teniendo en cuenta la rápida evolución de las tecnologías móviles como los teléfonos inteligentes y las tabletas, el uso de RV / RA es más viable y asequible para las instituciones educativas y estudiantiles que nunca [7].

La cohesión con los nuevos medios tecnológicos puede hacer que aumente o reduzca el porcentaje de absentismo estudiantil o de abandono de los estudios. Son muchas las conclusiones extraídas entre varios estudios respecto a este campo. La Realidad Virtual es motivadora, y los estudiantes también tienen una actitud positiva hacia el uso de Realidad Virtual en su proceso de aprendizaje [12]. Las tecnologías virtuales tienen el potencial de hacer que los estudiantes se sientan más comprometidos y motivados [10]. La Realidad Virtual engancha y fomenta el compromiso de los estudiantes, probablemente no solo porque emociona y desafía su modo interactivo, crear y manipular objetos en unos entornos virtuales, sino también porque RV suma precisión, y permite la visualización de objetos y procesos de otro modo imposible mostrar en un entorno real [14].

Mediante la observación de las reacciones experimentadas por el personal del estudio de opinión en cuanto al uso de las tecnologías de Realidad Virtual, se han obtenido varios factores que cimientan una conclusión positiva de estas tecnologías en las aulas:

**Factor atrayente**, pues se trata de un sistema novedoso y tecnológico a la vez. Cuando el sujeto pone en marcha alguno de los sistemas virtuales, se siente seducido por la experiencia.

**Factor motivacional**. En multitud de ocasiones, el sujeto realiza preguntas de carácter técnico y abre debates, profundizando acerca del funcionamiento y/o maniobrabilidad.

**Factor ilustrativo**. Mediante el medio virtual, el estudiante satisface las incertidumbres concebidas acerca de morfología y funcionalidad del sistema y/o elemento.

Este tipo de realidad ocasiona en el usuario un procesamiento de información eficiente, ya que reconoce el objeto y sus características. Las nuevas tecnologías de Realidad Virtual tienen sitio en la educación, pues ejercen en el estudiante un efecto tentador, que estimula sustancialmente el grado de asimilación en su capacidad de aprendizaje.



# Bibliografía

- [1] CARLOS EFRÉN MORA, REYES CARRAU MELLADO, BEATRIZ AÑORBE DÍAZ , “PBL Methodologies with embedded augmented reality in higher maritime education: augmented Project definitions for chemistry practices.” *Computers in Human Behavior*, 25, 2013: 402–405.
- [2] CHEN, C. M., Y TSAI Y. N , “Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools”. *Computer & Education*, 59, 2012: 638–652, doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.001.
- [3] D. FONSECA, N. MARTÍ, E. REDONDO, I. NAVARRO, A. SÁNCHEZ , “An empirical study on tangible augmented reality learning space for design skill transfer”. *Tsinghua Science and Technology*, 31, 2014: 434–445.
- [4] DI SERIO A., IBÁÑEZ, M. B., Y KLOOS, D.C , “Impact of an augmented reality system on students’ motivation for a visual art course”. *Computers & Education*, 68, 2013: 586–596.
- [5] FERRAN ADELL , “Mundos virtuales y entornos educativos complejos; Cultura digital, Redes”. *Universitat Oberta de Catalunya*, 2012.
- [6] HARRIS, K. Y REID, D , “The influence of virtual reality play on children’s motivation”. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 72, 2005: 21–29.
- [7] JORGE MARTÍN-GUTIÉRREZ, CARLOS EFRÉN MORA, BEATRIZ AÑORBE DÍAZ Y ANTONIO GONZÁLEZ MARRERO, “Virtual technologies trends in education”. *Prensar*, 2013.
- [8] JORGE MARTÍN-GUTIÉRREZ, PEÑA FABIANI, WANDA BENESOVA, MARÍA DOLORES MENESES Y CARLOS EFRÉN MORA , “Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education”. *Computers in Human Behavior*, 51, 2015: 752–761.
- [9] JORGE MARTIN-GUTIÉRREZ, SAORIN J. L., CONTERO, M. ALCAÑIZ, M., PÉREZ LÓPEZ, D.C., Y ORTEGA, M , “Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students”. *Computers & Graphics*, 34, 2010: 77–91, doi: 10.1016/j.cag.2009.11.003.
- [10] KERAWALLA, L., LUCKIN,R., SELJEFLOR,S., Y WOOLARD,A , “Making it real: Exploring the potential of augment reality for teaching primary school science”. *Virtual Reality (Waltham Cross)*, 10, 2006: 163–174, doi:10.1007/s10055-006-0036-4.
- [11] MCLUHAN, M.; POWERS, B., “La aldea global: transformaciones en la vida y los medios de comunicación mundiales”. *Gedisa Editorial Diana. Barcelona*, 1993.
- [12] MIKROPOULOS, CHALKIDIS, KATSIKIS, Y EMVALOTIS , “Students’ attitudes towards educational virtual environments.” *Education and Information Technologies*, 3, 1998: 137–148.
- [13] R. CHAN, X. WANG, “An empirical study on tangible augmented reality learning space for design skill transfer”. *Tsinghua Science and Technology*, 13, 2008: 13–18.
- [14] W. WINN , “A conceptual basis for educational applications of virtual reality”. *Seattle, Washington: Human Interface Technology Laboratory, University of Washington*, 1993. URL <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/>.
- [15] W. WINN , “Research into practice: Current trend in educational technology research. The study of learning environments”. *Educational Psychology Review*, 14, 2002: 331–351.