

Universidad de La Laguna  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
sección náutica, máquinas y radioelectrónica naval

**Trabajo presentado para  
la obtención del título de:**

**GRADUADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS**

Presentado por

Fernando José López-Trejo Pérez

Desarrollo de herramientas  
de Realidad Aumentada  
como complemento al aprendizaje  
en el ámbito de la Ingeniería Marina

Dirigido por

Carlos Efrén Mora Luis

Presentado en Septiembre de 2014



D. Carlos Efrén Mora Luis, profesor perteneciente al área de Construcciones Navales del *Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica* de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Fernando José López-Trejo Pérez, ha realizado bajo mi dirección el trabajo de fin de grado titulado: *Desarrollo de herramientas de Realidad Aumentada como complemento al aprendizaje en el ámbito de la Ingeniería Marina.*

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que le sea designado.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, a 8, Septiembre de 2014.

Fdo. Carlos Efrén Mora Luis  
Tutor del trabajo



# Resumen

El entorno laboral al que se enfrentan los titulados en estudios técnicos requieren el uso de herramientas tecnológicas en su entorno de trabajo. El uso de dispositivos móviles como sustituto del papel, las mejoras en su rendimiento y la eficacia, entre otras cosas, ha implicado a una creciente adopción de éstos.

Las tecnologías de Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV), se han implantado con más fuerza gracias a la incorporación y desarrollo de teléfonos inteligentes y tabletas, siendo cada vez más empleadas en la formación de técnicos e ingenieros, teniendo un gran potencial en el ámbito de la ingeniería marina.

El empleo de herramientas o materiales de este tipo dan un valor añadido a la formación, sobretodo en ámbitos técnicos, facilitando la incorporación de tecnologías más avanzadas en el mundo laboral.

No cabe duda que la utilización de estas herramientas permiten el acercamiento al mundo profesional, facilitando alcanzar conocimientos y capacidades, gracias a la motivación extra que éstas aportan.

El presente trabajo desarrolla una sencilla herramienta que ayuda a la comprensión y aprendizaje del funcionamiento y características de una turbina de vapor mediante el sistema de RA. Se incorporan elementos en forma de RA y vídeos explicativos que facilitan el estudio de una manera rápida. Como complemento ha sido diseñada otra herramienta adicional orientada a estudiar las partes de una válvula de vapor.

Con el objeto de demostrar la usabilidad de estos materiales, se ha analizado el uso de estas tecnologías como complemento en la materia desde hace algunos años hasta el presente, tomando como base las teorías y resultados que algunos autores dan al respecto. Finalmente se ha tenido en cuenta la opinión de las personas que las han utilizado, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo.



# Abstract

*Nowadays, new pre-graduates in technical studies must face working environments where the use of technological tools is required. Mobile devices are now used as paper substitutes, the improvement in their efficiency, and other causes, has implied a growing use.*

*Smartphones and tablets have been largely developed during last years, allowing the Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) technologies to be introduced more efficiently. That results in a wider use by engineers, also a big potential in marine engineering.*

*This kind of devices increases the value of training, even more in technical fields, making it easier for the inclusion of the technological into working environments.*

*These tools allow a new approaching to the professional life of marine engineers, being able to increase their skills by the use of technology.*

*The present work develops a simple tool, pretended to help students to learn and understand the working principles and characteristics of a steam turbine by using an AR system. Video-tutorial videos have been included for an easier introduction. As a complement, a second AR tool has been added to allow the study of the components of a steam valve.*

*In order to verify the usability of the tools developed, a SUS research has been performed. By other hand, qualitative opinions of students and academic staff have been collected and analyzed.*



# Índice general

<b>Lista de figuras</b>	<b>XI</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>XIII</b>
<b>Acrónimos</b>	<b>XV</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.1.1. Situación actual de las enseñanzas en ingeniería . . . . .	1
1.1.2. Carencias de la formación técnica . . . . .	2
1.1.3. Las carencias en la formación del profesorado . . . . .	2
1.1.4. Innovación docente como solución . . . . .	3
1.2. Uso de la tecnología como medio de aprendizaje . . . . .	4
1.2.1. La herramienta tecnológica en la formación técnica y sus beneficios	4
1.2.2. Compromiso . . . . .	5
1.2.3. Nivel de aprendizaje . . . . .	5
1.2.4. Ventajas e inconvenientes de la herramienta . . . . .	5
1.3. Realidad virtual y Realidad aumentada . . . . .	6
1.3.1. Aplicaciones de la RA . . . . .	6
1.3.2. Familiarización con las herramientas de RA . . . . .	7
1.3.3. Tecnología en la docencia en las ingenierías . . . . .	7
1.3.4. Simulaciones y mantenimiento mecánico con RA . . . . .	9
<b>2. Objetivos</b>	<b>11</b>
2.1. Descripción del proyecto: . . . . .	11

---

<b>3. Metodología</b>	<b>13</b>
3.1. Planificación del proyecto . . . . .	13
3.2. Participación y grupos de trabajo . . . . .	13
3.3. Herramientas empleadas . . . . .	15
3.4. Herramientas de modelado 3D y vídeo . . . . .	15
3.5. Encuestas de usabilidad . . . . .	17
3.5.1. Encuestas a docentes . . . . .	17
3.5.2. Encuestas a alumnos . . . . .	18
<b>4. Desarrollo de la herramienta</b>	<b>19</b>
4.1. Descripción de la herramienta . . . . .	19
4.2. Descripción del proceso de modelado 3D . . . . .	19
4.3. Problemas . . . . .	24
4.4. Desarrollo de los contenidos en RA. . . . .	26
4.5. Contenidos en 3D . . . . .	26
4.6. Posibilidades didácticas de la herramienta . . . . .	28
4.7. Descriptiva de una válvula de vapor mediante RA . . . . .	29
<b>5. Estudio de usabilidad</b>	<b>35</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>37</b>
6.1. Resultados de las encuestas . . . . .	38
6.1.1. Resultados System Usability Scale (SUS) de alumnos . . . . .	38
6.1.2. Resultados de las encuestas a profesores . . . . .	39
6.2. Opiniones . . . . .	39
6.2.1. Opiniones del profesorado . . . . .	40
6.2.2. Opiniones de alumnos . . . . .	40
<b>7. Conclusión</b>	<b>43</b>
<b>Apéndice</b>	<b>45</b>
<b>A. Cuestionario S.U.S. de usabilidad</b>	<b>45</b>
<b>B. Cuestionario pasado al profesorado</b>	<b>49</b>
<b>C. Resultados de la encuesta del profesorado</b>	<b>53</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>59</b>

# Índice de figuras

1.1. Visualización mediante la App Junaio . . . . .	7
3.1. Vídeo descriptivo en el canal Youtube . . . . .	16
3.2. Programa de modelado Cheetah 3D . . . . .	16
3.3. Programa de edición de vídeos Final Cut Pro X . . . . .	17
4.1. Clavija jack modelada durante la etapa de aprendizaje . . . . .	20
4.2. Taza modelada durante la etapa de aprendizaje . . . . .	20
4.3. Modelado del rotor . . . . .	21
4.4. Modelado de paletas y aro de paletas . . . . .	22
4.5. Renderizado del rotor . . . . .	22
4.6. Cojinete de lubricación (Despiece) . . . . .	23
4.7. Renderizado del cojinete de lubricación . . . . .	23
4.8. Válvula de regulación de vapor (Despiece) . . . . .	24
4.9. Válvula de regulación de vapor (Despiece) . . . . .	25
4.10. Apertura del cierre con el asiento y flexión del resorte para el paso de vapor . . . . .	25
4.11. Cierre con el asiento y paso de vapor hacia el rotor . . . . .	26
4.12. Cartel botón . . . . .	27
4.13. Cartel botón . . . . .	27
4.14. Visualización de la información asociada al panel . . . . .	28
4.15. Despiece de la válvula . . . . .	30
4.16. Selección de formato . . . . .	31
4.17. Mapeado de la válvula . . . . .	32
4.18. Situación de los carteles . . . . .	32
4.19. Mapeado con imágenes . . . . .	33
4.20. Visualización de los carteles . . . . .	34
4.21. Visualización de los carteles . . . . .	34



# Índice de tablas

3.1. Coste de mano de obra . . . . .	14
3.2. Coste de materiales . . . . .	14
3.3. Coste total . . . . .	15
6.1. Resultados de la encuesta SUS alumnos . . . . .	38
6.2. Resultados de la encuesta de profesores . . . . .	39



# Acrónimos

<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y de la Comunicación
<b>RA</b>	Realidad Aumentada
<b>RV</b>	Realidad Virtual
<b>QR</b>	Quick Response
<b>SUS</b>	System Usability Scale
<b>AR</b>	Augmented Reality
<b>VR</b>	Virtual Reality
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico



# 1 Introducción

## 1.1 Motivación

### 1.1.1 Situación actual de las enseñanzas en ingeniería

Cualquier ingeniero requiere tener una formación muy específica en diferentes áreas, con un alto nivel de competencias, dado que necesita tener una mayor visión con respecto a otros profesionales. No obstante, en la mayoría de las escuelas técnicas esto no sucede así por diferentes motivos [6]: planes de estudio que no tienen en cuenta la realidad profesional de sus egresados, formación del profesorado muy basada en modelos tradicionales de aprendizaje o niveles muy básicos de los alumnos que dan lugar a que el profesorado baje el nivel en sus materias.

Al comienzo de un curso o asignatura, el profesor establece unos objetivos, los cuales han de cumplir los alumnos y demostrar que han adquirido conocimientos suficientes para afrontar retos o problemas. Se supone que el alumno ha alcanzado una serie de conocimientos y que en base a ello podrá afrontar cualquier situación. Ahora bien, ¿Es cierto que los alumnos de ingeniería son capaces?, ¿son capaces de resolver cualquier problema que se les plantee? Quizás algunos de los alumnos a los cuales se les plantee un problema puedan resolverlo sin inconvenientes mientras que otros no lo resuelvan o se tengan que tomar su tiempo [18].

No se puede achacar estos problemas sólo a los estudios de ingeniería o a los objetivos marcados. Éstos vienen desde más atrás. Como nos afirma Erik de Corte (1989) [7] nos daremos cuenta que el problema se origina en la formación escolar en niños y adolescentes. Este mismo autor basandose en Schoenfeld (1988), critica el hecho de dar por buenos unos resultados de aprendizaje cuando en la realidad se adquieren conocimientos erróneos o incompletos, siendo fuente de múltiples fracasos cuando ya de adulto se ha de afrontar una etapa profesional en la vida real.

Cuando el alumno llega a niveles universitarios por lo general se encuentra con muchas inquietudes. Según la Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional [6], dichos problemas son: 1) Bajos niveles culturales y de conocimientos sobre las asignaturas 2) Carencia de hábitos de lectoescritura 3) Problemas de orientación vocacional 4) Dificultades en la organización de los estudios 5) Exceso de presión durante el curso 6) Dificultades en la comprensión, sobretodo en ciencias básicas y 7) Dificultades en la participación.

En relación con lo anterior, José Manuel Covarrubias[5] afirma que “la formación de estudiantes de ingeniería debe atender las necesidades que se derivan de los valores

y características del ejercicio profesional y su vocación social”. Se observa aquí, que no sólo es necesaria una buena formación en las ingenierías sino que la vocación, la implicación y la innovación juegan un papel muy importante en dichos estudios.

### 1.1.2 Carencias de la formación técnica

Los planes de estudio o métodos seguidos en las carreras de ingeniería no son todo lo apropiado que deberían. Muchos de estos estudios carecen de una buena formación técnica que dote al alumno de niveles y competencias que pueda aplicar en su vida profesional de una manera eficiente. El principal objetivo debería consistir en formar al alumno para que sea capaz de afrontar cualquier reto que se le plantee, de manera que sepa buscar a su alrededor posibles soluciones a los mismos.

Los sistemas tradicionales de enseñanza no facilitan esto, pues se limitan en muchas ocasiones a estudios teóricos sin aplicabilidad práctica, impidiendo que el alumno pueda ser competente profesionalmente. En España, se presume de la preparación con la que salen al mundo laboral los estudiantes, sin embargo, estudios realizados por la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Cataluña y por la Universidad de Granada [16] revelan que las competencias adquiridas no son suficientes para desenvolverse con soltura en la vida profesional. En otro estudio realizado por McKinsey, *Education to employment: getting Europe's youth into work*, se demuestra que los jóvenes de hoy en día se incorporan al mundo laboral sin las nociones básicas de lo que se van a encontrar, debido a la falta de información y conexión que existe entre el mundo profesional y el académico.

En el caso concreto de España, Mckinsey destaca que tan solo el 38% de los jóvenes afirman sentirse capacitados con las exigencias de las empresas, mientras que el 74% de las instituciones educativas cree que sus alumnos sí salen cualificados. Una vez más, la opinión de los jóvenes pone en duda la eficacia del sistema, pues un elevado porcentaje asegura no haber recibido un buen asesoramiento o haber sido guiado en cuanto a su formación y el mercado laboral. Si bien es cierto que han habido algunos intentos para tratar de evitar estas carencias, como el desarrollado durante el curso 2012/13 por la Universidad de Málaga [15], aunque sus efectos prácticos no se han generalizado.

### 1.1.3 Las carencias en la formación del profesorado

Diversos estudios, publicaciones y artículos hacen referencia a la escasez o la falta de formación de algunos profesores que hoy en día componen las escuelas y universidades. María Rosa García Ruíz [16] y Manuel Santiago Fernández Prieto [8], profesores universitarios, hacen alusión a este tema y dan algunos ejemplos sobre ello: La falta de comunicación y la dejadez son algunos de los aspectos por los cuales este colectivo no posee las cualidades que se exigen actualmente debido a la constante evolución que se está experimentando. La mayoría de los profesores, poseen elevados conocimientos en su materia, pero por el contrario, no tienen la capacidad de transmitirlo al alumno, o los métodos empleados no son los más adecuados para la época en la que vivimos. Según Manuel Santiago [8] se diferencian tres tipos de profesores: aquellos que se preocupan, se forman e innovan, profesores que no se preocupan en experimentar un cambio y creen que la enseñanza se debe de impartir como les fue impartida a ellos y profesores

que sí creen en un cambio pero que no se ven o no son capaces de realizarlo. Quizás, muchas de estas formas de pensar vengan propiciadas por conflictos internos y externos, en muchas ocasiones provocadas por criterios personales y laborales.

En cualquier caso, los sistemas de enseñanza que se emplean desde hace muchos años han ido quedando cada vez más obsoletos con la evolución tecnológica y su incorporación a los diferentes aspectos de la vida, como es la educación, y así nos lo vienen haciendo saber desde hace ya algunos años e incluso varias décadas diferentes autores mediante sus reflexiones y estudios. Un ejemplo claro de ello lo podemos ver en una publicación de la OCDE de 1989 [8], donde se afirma que todo profesorado, desde su inicio y durante su etapa como docente, debe experimentar una formación basada en las tecnologías de manera que sirva como material complementario. A pesar de considerarse esto como algo “obligatorio”, se demuestra que en la práctica no es así, y ello se ve reflejado en un estudio realizado por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [14] en el cual se analizan una serie de encuestas y que saca a la luz un hecho significativo y sobretodo preocupante, pues el 67 % de los profesores a los que hace referencia la encuesta, afirma no tener conocimientos básicos sobre aspectos relacionados con la informática.

#### 1.1.4 Innovación docente como solución

Cada vez es más común encontrar profesores dispuestos a emplear métodos modernos, apoyándose en ellos para conectar con el alumnado, sobre todo buscando mejores formas didácticas que faciliten el aprendizaje. A pesar de ello, el porcentaje de docentes que emplea estos métodos es aún muy reducido. Según Manuel Santiago, Alonso y Gallego (1995)[8] el profesorado ha de desempeñar una serie de funciones básicas las cuales permitan que el alumno se involucre en la tecnología y así favorezca su aprendizaje, entre otras cosas, despertando un interés en la investigación. Escudero (1992)[8] también destaca aspectos relativos al uso de las nuevas tecnologías en entornos educativos con una perspectiva pedagógica, ya que tanto el profesor como el alumno posee niveles y visiones distintas. Por supuesto, se ha de prestar especial atención a la formación del profesorado ya que los resultados de los alumnos dependen en gran medida de la transmisión que estos reciban de sus docentes. Por todo esto, Manuel Santiago se basa en Collins (1998)[8] y su establecimiento de cinco usos diferentes de la tecnología informática dentro de las aulas.

- Herramientas para llevar a cabo diversas tareas; por ejemplo, utilizando procesadores de textos, hojas de cálculo, gráficos, lenguajes de programación y correo electrónico.
- Sistemas integrados de aprendizaje. Esto incluye un conjunto de ejercicios relativos al curriculum, que el alumno trabaja de forma individual, y un registro de sus progresos, que sirve de fuente de información tanto para el profesor como para el alumno.
- Simuladores y juegos en los cuales los alumnos toman parte en actividades lúdicas, diseñadas con el objetivo de motivar y educar.

- Redes de comunicación donde alumnos y profesores interactúan, dentro de una comunidad extensa, a través de aplicaciones informáticas, como el correo electrónico, la World Wide Web, las bases de datos compartidas y los tableros de noticias.
- Entornos de aprendizaje interactivos que sirven de orientación al alumno, al tiempo que participa en distintas actividades de aprendizaje.

El uso de las tecnologías se ha visto afectado por aspectos que impiden su incorporación como material educativo, siendo la falta de formación del profesorado con respecto al uso de ordenadores y tecnologías como son la RA o RV uno de los principales motivos. A pesar de éste hecho, no hay una explicación lógica que justifique la inexistencia de estas herramientas en las asignaturas dado que un elevado porcentaje del colectivo afirma que es beneficioso para la enseñanza y que aporta grandes beneficios para ambas partes. Algunos de los aspectos que dan lugar a su “rechazo” son la investigación, formación, falta de experiencia, o nivel cultural.

El principal problema es que el profesorado posea una adecuada formación en el uso de las tecnologías y por eso, nuevamente, Manuel Santiago se apoya en Blázquez (1994) quien establece una serie de objetivos para lograr una adecuada formación. [8]

El profesor juega un papel fundamental en la formación de los alumnos, en gran medida los alumnos siguen su ejemplo y actúan según sus actuaciones. El profesor, en gran medida es un ejemplo a seguir y todo lo que les inculque será lo que ellos lleven a cabo, tanto en el transcurso académico, como en su vida profesional.

En los modelos de enseñanza basados en las nuevas tecnologías y con aplicaciones de RA y RV el alumno se ve beneficiado por diferentes motivos, destacando la motivación personal, el interés que despierta un tema sobre el alumno y la necesidad o la curiosidad de saber sobre ese tema. Este tipo de herramientas sirve de complemento educativo tanto para el alumno como para el profesor aclarando dudas e incluso lagunas que pueda tener éste sobre un tema teórico tratado en una larga clase. No cabe duda que este tipo de herramientas fomenta el aprendizaje y con ello la consiguiente adquisición de competencias profesionales. La época en que vivimos y la constante evolución a la que nos enfrentamos da lugar a plantear seriamente la introducción de este tipo de tecnologías y métodos alternativos en carreras técnicas como las relacionadas con las tecnologías marinas. Motivado por las anteriores afirmaciones y evidencias, en este trabajo se trata de introducir tecnologías basadas en RA y dispositivos móviles como herramientas para la formación de profesionales del ámbito de las tecnologías marinas.

## 1.2 Uso de la tecnología como medio de aprendizaje

### 1.2.1 La herramienta tecnológica en la formación técnica y sus beneficios

Erik de corte (1989) [7] ya hizo alusión a Salomón y Gardner (1986) subrayando el papel activo de los estudiantes en la adquisición de conocimientos y habilidades sustituyendo

*¿Qué ventajas tiene el ordenador?, por ¿Qué pueden hacer los estudiantes con esta máquina?*

Partiendo de la base de que el mundo moderno está rodeado de todo un conjunto de elementos digitales, deben destacar las habilidades, competencias y destrezas para hacer más fácil la adaptación a este tipo de tecnologías. Las herramientas digitales ofrecen un gran abanico de posibilidades de aprendizaje, comunicación y visión cuando se trabaja con ellas con un objetivo definido.

El empleo de simuladores y herramientas de RV y RA encajan con esta idea, requiriendo métodos adecuados que no se basen en modelos tradicionales, con el objeto de incrementar la participación y la interacción de los alumnos, y lograr un mayor interés en su formación.

### 1.2.2 Compromiso

Tal y como plantea Jesús Salinas, [17] debe tenderse a motivar al alumno a aprender, empleando nuevas formas de aprendizaje que no dependan del profesor, psirviendose de las diversas herramientas que los avances tecnológicos proporcionan. Ésto requiere un compromiso por parte de la institución y de su profesado, llevamdo al alumnado a adoptar otra postura, y no limitarse a escuchar y memorizar.

### 1.2.3 Nivel de aprendizaje

El empleo de este tipo de herramientas requiere una formación previa para el alumnado, en la cual se les explique, de forma global, en qué consiste y detallando los objetivos, finalidad, compromisos, etc. Lo que se persigue es, básicamente, una mayor vinculación del alumnado con respecto a su propio proceso de aprendizaje, enfocándose la figura del profesor al papel de un facilitador. Para ello, según aclara Jesús Salinas, [17] los alumnos han de adquirir una serie de destrezas y cumplir con una serie de objetivos que les permitan comprender y avanzar académica y profesionalmente.

### 1.2.4 Ventajas e inconvenientes de la herramienta

En los entornos académicos de hoy en día ya se incorpora métodos de enseñanza basados en las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) —incluso las herramientas de RA—. Sin embargo, las destrezas y los conocimientos necesarios para aprovechar de forma óptima estas tecnologías siguen siendo muy pobres en general.

El uso de estas herramientas da lugar a una serie de beneficios, tanto para el alumnado como para el colectivo de profesores, pues aportan una serie de valores añadidos que facilitan muchos aspectos del aprendizaje y la enseñanza, como por ejemplo, presentaciones a través de múltiples medios, incremento en la motivación, comprensión de lo aprendido, actitud crítica, visualización de entornos u objetos abstractos, trabajo colaborativo, etc.

Uno de los principales inconvenientes de este modelo basado en el uso de las tecnologías es el elevado coste inicial y de actualización, motivado por la constante evolución de las tecnologías existentes, dejando obsoletos programas o equipos debido a la incorporación

de otros al mercado con nuevas prestaciones. Asimismo requiere de una formación continua de los equipos docentes, generando miedo al fracaso por parte del profesorado acostumbrado a una enseñanza tradicional ya que esto sólo implica el memorizar y transmitir sin buscar un enfoque práctico.

### 1.3 Realidad virtual y Realidad aumentada

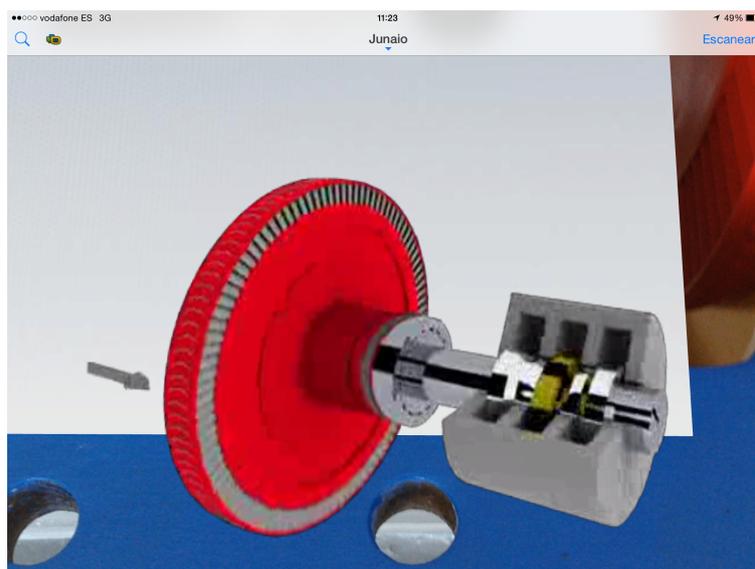
Existen diferentes definiciones y aplicaciones que hacen referencia a la RV y RA. Algunos ejemplos más comunes son citados por Francisco Javier en Marzo de 2011 [12]. En esencia, la RA es una representación sintética en el mundo real que sirve para manifestar información adicional superpuesta a un entorno. La RV, al contrario, es una representación sintética en un entorno imaginario la cual puede representarse en diferentes formas, texturas y movimientos, asociados a su vez a audio u otros elementos con los que se puede interactuar [1].

Bárbara Bécades (2014) [3] afirma que es muy común encontrar este tipo de herramientas en diferentes organismos ya que ayuda, facilita, e incluso favorece la innovación en la organización. La autora destaca las palabras de Nguyen Huy Tuong, quien afirma que la RA es el uso en tiempo real de la información en forma de texto, gráficos, audio y otras mejoras virtuales integradas con objetos del mundo real, optimizando el uso de otras tecnologías, tales como movilidad, ubicación, gestión de contenidos en 3D, etc ya que mejora los sentidos del usuario a través de los instrumentos digitales, permitiendo una respuesta más rápida o la toma de decisiones.

#### 1.3.1 Aplicaciones de la RA

Los usos más frecuentes de la RA, hasta hace muy poco tiempo, se han centrado en los sectores del consumo aplicados al marketing, el compromiso social, la diversión, o la geolocalización basada en la información. Otros usos no tan frecuentes son aquellos destinados a la creación de nuevas aplicaciones en el ámbito de la arquitectura e ingeniería, entretenimiento, arte, medicina, simulación y la educación.

Dejando al margen costes e inconvenientes, podemos distinguir en el ámbito educativo diversos usos y aplicaciones que se le dan a estas herramientas. Profesores de la Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao hacen referencia al proyecto Magic Book [2], en el que el alumno tiene la posibilidad de leer un libro físico y real, pudiendo observar en sus páginas elementos virtuales. En el trabajo objeto de esta memoria se emplea esta tecnología sobre objetos reales, pudiendo visualizar elementos animados que explican el funcionamiento de un equipo con la ayuda de dispositivos móviles o tabletas mediante el reconocimiento de marcas asignadas. Otro ejemplo lo observamos en Martín Gutiérrez (2011) [11], quien aplica técnicas de RA para el desarrollo de habilidades espaciales de alumnos de ingeniería. En el proyecto de la Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao [2] se hace mención a la eficiencia del aprendizaje basado en la RA, defendiendo la aplicación de ésta en los laboratorios de las diferentes asignaturas de ingeniería. En estos los estudiantes experimentan por vez primera con dispositivos eléctricos o mecánicos reales como son las máquinas eléctricas, circuitos electrónicos, modelos a escala, actuadores neumáticos, motores, etc.



**Figura 1.1:** Visualización mediante la App Junaio

Navegadores como *Layer*, *Wikitude world Browser*, *Twittaround*, entre otros, son aplicaciones de RA que permiten, a través de la cámara, la visualización del contenido interactivo adicional e información de dichos objetos. Otras aplicaciones muy empleadas de RA para dispositivos móviles son *Junaio*, *Lookator*, *Yelp Monocle*, *Qualcomm*, *Aurasma*. Estas aplicaciones también permiten la visualización de la información en 3D. Una de las más conocidas es la App *Junaio*, permitiendo la visualización mediante el reconocimiento de marcas (ver fig. 1.1) u objetos reales tridimensionales.

### 1.3.2 Familiarización con las herramientas de RA

Hasta hace no muchos años, las herramientas de RA y RV eran complejas y poco accesibles. Gracias a la incorporación al mercado de los teléfonos inteligentes y tabletas, estas se han popularizado, permitiendo el uso a diario por cualquier tipo de usuario. Es cierto que el desarrollo de estas herramientas requiere de una formación específica, pero los últimos avances permiten que sean más accesibles y fáciles de utilizar, a pesar de la complejidad aparente para un usuario neófito.

### 1.3.3 Tecnología en la docencia en las ingenierías

La simulación consiste en enfrentar al alumno ante un entorno lo más real posible, en el cual se den situaciones o estados en el que éste tenga que afrontar problemas que en la vida real suceden. Este método, que puede ser aplicado no solo a las ingenierías, sino también a las ciencias, da lugar a una formación más completa, ya que ayuda al desarrollo de habilidades y destrezas del alumno. La puesta en práctica, también da lugar a que se evalúen diferentes aspectos del alumno que de otra manera sería imposible o muy difícil, ya que se enfrenta a situaciones cuasi reales y a su vez permite la autoevaluación, fomentando la participación y colaboración de los demás compañeros

ante diferentes situaciones para solucionar problemas entre un grupo de alumnos, manteniendo al margen al profesor, adoptando este, una figura de moderador-facilitador.

El empleo de estas tecnologías permite acelerar el proceso de aprendizaje y contribuye a elevar su calidad tal y como defienden los doctores Ramón S. Salas Perea y Plácido Ardanza Zulueta, *el método de enseñanza en las ciencias médicas basado en la simulación es de mucha utilidad tanto cuando se emplea con fines educativos como evaluativos ya que acelera el proceso de aprendizaje del educando y elimina muchas de las molestias que, durante su desarrollo, se producen a los pacientes y a la organización de los servicios de salud.*

En los estudios de ingeniería, el empleo de estas herramientas, acelera el aprendizaje y evita deterioros o roturas de equipos, además reduce los costes. Estos procesos tienen un amplio abanico de posibilidades ya que mejoran la destreza en la operación y puesta en funcionamiento de equipos, permitiendo interactuar entre otros y da la posibilidad de introducir al alumno en el funcionamiento interno de equipos que componen un sistema. El uso de simuladores además permite ir hacia detrás y hacia delante, y facilita la labor del profesor, al permitir innovaciones en el ejercicio de su docencia. Waldegg Casanova[4] enumera una serie de aspectos que defienden dichas ideas.

- Presentar los materiales a través de múltiples medios y canales.
- Motivar e involucrar a los estudiantes en actividades de aprendizaje significativas.
- Proporcionar representaciones gráficas de conceptos y modelos abstractos
- Mejorar el pensamiento crítico y otras habilidades y procesos cognitivos superiores.
- Posibilitar el uso de la información adquirida para resolver problemas y para explicar los fenómenos del entorno.
- Permitir el acceso a la investigación científica y el contacto con científicos y base de datos reales.
- Ofrecer a maestros y estudiantes una plataforma a través de la cual pueden comunicarse con compañeros y colegas de lugares distantes, intercambiar trabajo, desarrollar investigaciones y funcionar como si no hubiera fronteras geográficas.
- Experimentos que son muy riesgosos, caros o que consumen mucho tiempo.
- Experimentos delicados que requieren precisión para que el estudiante pueda apreciar patrones o tendencias.
- Experimentos que requieren condiciones ideales, como la ausencia de fricción o resistencia despreciable.
- Experimentos en donde deben considerarse aspectos éticos, como los experimentos con animales vivos.

### 1.3.4 Simulaciones y mantenimiento mecánico con RA

La RA está siendo demandada en muchos sectores, principalmente en el sector industrial, aunque es muy común, encontrar aplicaciones en el sector educativo. Universidades e instituciones educativas están empezando a llevar a cabo cambios para incorporar estas tecnologías. En la Universidad de Karlsruhe [10] se ha empezado a utilizar esta tecnología como complemento educativo con estudiantes de diferentes titulaciones como ingeniería mecánica, mecatrónica, ciencias de la computación, la física o la dirección de obra. Una publicación realizada por Polina Häfner, Victor Häfner y Jivka Ovtcharovade[10] en la *Conferencia Internacional de Realidad Virtual y Aumentada* de 2013 explica cómo llevan a cabo este proyecto con grupos de alumnos. En esta publicación queda muy clara la satisfacción, no sólo de profesores, sino sobre todo de los alumnos, quienes ven como se afianzan y mejoran sus conocimientos, alcanzando niveles de aprendizaje mucho mayores, y aprendiendo a trabajar en equipo e individualmente. Con este proyecto demuestran la importancia del empleo de estas herramientas de enseñanza para lograr una mayor profesionalidad.

Una de tantas aplicaciones que se le puede dar a este tipo de herramientas en el sector industrial, entre otros, puede ser el mantenimiento de equipos. En la conferencia internacional 2013 se presentó un artículo que muestra el uso de esta tecnología para el mantenimiento de una válvula [9]. En este caso, lo que se pretende con el empleo de este tipo de aplicaciones es mejorar en los tiempos de mantenimiento, la formación del personal, el ahorro económico y una mejor planificación del trabajo. La complejidad y la exigencia que requieren algunos trabajos da lugar a problemas que en muchos de los casos se traducen en pérdidas económicas, por lo que se hace necesaria la utilización de este tipo de herramientas ya que éstas consiguen reducir costes y aumentar la eficiencia gracias a las características que posee.



## 2 Objetivos

Este trabajo pretende desarrollar una herramienta didáctica basada en el empleo de una turbina de vapor complementada por información adicional mediante RA, accesible a través de dispositivos móviles o tabletas. Para su creación, se han marcado una serie de objetivos específicos:

- Desarrollo de materiales en 3D de diferentes partes de la turbina de vapor donde queden estampadas sus formas, características y funcionamiento.
- Elaboración de un vídeo didáctico para visualizar el proceso de montaje y explicar el funcionamiento de las diferentes partes que componen la turbina.
- La utilización del almacenamiento en la nube de imágenes y documentos mediante técnicas de RA.
- Evaluar la usabilidad de la herramienta creada y la satisfacción de los usuarios.
- Conocimiento y evaluación de la aceptación por el conjunto de profesores de este tipo de herramientas.

### 2.1 Descripción del proyecto:

Enmarcado dentro de un proyecto de innovación docente durante el curso 2013/2014 se ha restaurado una turbina de vapor situada en la entrada de la Escuela Náutica de Tenerife para que sea empleada como herramienta didáctica. Con el objetivo de complementar este material y facilitar la autonomía del alumno conforme se ha observado en capítulos anteriores, se ha integrado información aumentada accesible mediante dispositivos móviles Android e iOS. Esto ha requerido documentar gráficamente todo el proceso de restauración y montaje, elaborar materiales y animaciones en 3D de apoyo, maquetar vídeos didácticos describiendo el montaje y el funcionamiento, desarrollar e implementar una herramienta de RA capaz de mostrar toda esta información almacenada previamente en un servidor remoto, accesible mediante el escaneo de un código Quick Response (QR). Así mismo se ha evaluado la satisfacción de los usuarios que han tenido acceso a la herramienta, empleando el cuestionario: *Cuestionario SUS de usabilidad de la tecnología aplicada al plano de esquemas en ingeniería*, y recabando la opinión del profesorado que ha empleado los materiales desarrollados. Cabe destacar que para la elaboración de estos materiales se ha tenido en cuenta el

funcionamiento de la turbina, las diferentes partes que la componen y el comportamiento de las mismas con el vapor en el recorrido que sigue desde su entrada hasta la salida. Por último se han analizado los resultados obtenidos mediante las encuestas de satisfacción, usabilidad de los usuarios.

# 3 Metodología

## 3.1 Planificación del proyecto

La restauración de la máquina se ha enmarcado dentro de una asignatura de *mantenimiento y reparaciones de instalaciones marítimas*. Viendo la envergadura del proyecto se necesitaba de una serie de personas que colaboraran en algunos de los trabajos, motivo por el cual se decidió trabajar con alumnos y el profesorado de otra asignatura. A partir de este punto, se plantearon los objetivos del proyecto. Lo que se pretendió fue encajar el uso de herramientas de RA para comprender el funcionamiento de la misma y de sus partes principales como son la lubricación, la expansión del vapor y su regulación de una manera práctica y sencilla.

El uso de estas herramientas virtuales se justificó como un complemento didáctico al proceso de restauración de la máquina, para lo cual se decidió emplear modelos virtuales de sus diferentes partes.

## 3.2 Participación y grupos de trabajo

El proyecto se justificó como una puesta en práctica de los contenidos de la asignatura de *mantenimiento y reparaciones de instalaciones marítimas*: no solo se realizaron trabajos manuales, sino que se estructuró el proyecto de modo que se pusieran en práctica aspectos como la capacidad de gestión, organización y planificación, establecimiento de un plan de mantenimiento, planificación de trabajos, el trabajo en equipo, compromiso con el medio, etc.

Adicionalmente se hizo una estimación del coste aproximado, incluyendo mano de obra y materiales (ver tablas. 3.1, 3.2 y 3.3).

Debido a su complejidad, el proyecto se repartió entre cinco grupos de trabajo, en los cuales se designó un jefe de grupo encargado de la gestión del mismo. Por otra parte un alumno actuó como jefe de obra, encargado de coordinar a todos los grupos, realizar la planificación y llevar constancia de los trabajos, horas, costes, etc. Otro alumno asumió el rol de inspector, vigilando el cumplimiento de las normas de seguridad relativas a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplimiento de plazos, y el desarrollo de los mismos.

**Tabla 3.1:** Coste de mano de obra

<b>Cargo</b>	<b>Horas</b>	<b>Coste</b>	<b>Total</b>
Jefe de obra	51	9,00 €	459,00 €
Inspector	15	9,00 €	135,00 €
Jefe grupo	47,5	9,00 €	427,50 €
Ayte	36	6,00 €	216,00 €
Ayte	32	6,00 €	192,00 €
Ayte	17,5	6,00 €	105,00 €
Jefe grupo	32,5	9,00 €	292,50 €
Ayte	21,5	6,00 €	129,00 €
Ayte	21	6,00 €	126,00 €
Jefe grupo	8,5	9,00 €	76,50 €
Ayte	10,5	6,00 €	63,00 €
Ayte	8	6,00 €	48,00 €
Ayte	15	6,00 €	90,00 €
Jefe grupo	34	9,00 €	306,00 €
Ayte	25,5	6,00 €	153,00 €
Ayte	10	6,00 €	60,00 €
Ayte	4	6,00 €	24,00 €
Ayte	11	6,00 €	66,00 €
Jefe grupo	30,5	9,00 €	274,50 €
Ayte	21,5	6,00 €	129,00 €
Ayte	11	6,00 €	66,00 €
Director Proy.	32	12,00 €	384,00 €

**Tabla 3.2:** Coste de materiales

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
Spray lubricante	1	4,60 €	4,60 €
Cepillo radial	2	26,75 €	53,50 €
Cepillo de mano	2	2,95 €	5,90 €
Gafas de seguridad	5	6,00 €	30,00 €
Mango rodillo 11cm	1	1,25 €	1,25 €
Mascarillas desechables	50	0,45 €	22,50 €
Disco de corte grande	2	7,25 €	14,50 €
Disco de corte peq.	2	2,50 €	5,00 €
Brochas	10	2,50 €	25,00 €
Brocha curva	1	2,20 €	2,20 €
Imprimación	1	99,50 €	99,50 €
Pintura gris	2	10,00 €	20,00 €
Pintura blanca	1	21,95 €	21,95 €
Pintura amarilla	1	21,95 €	21,95 €
Pintura roja	1	21,95 €	21,95 €
Pintura azul	1	21,95 €	21,95 €
Pintura negra	1	21,95 €	21,95 €
Recambio rodillos	10	0,70 €	7,00 €
Mango Rodillo mini	3	0,65 €	1,95 €

**Tabla 3.3:** Coste total

Coste total mano de obra	3.822,00 €
Coste total materiales	402,65 €
<b>Coste total Acond. Turbina</b>	<b>4.224,65 €</b>

### 3.3 Herramientas empleadas

Para la elaboración de los materiales en RA fue necesario el uso de diferentes programas y aplicaciones; para ello se estableció un periodo de formación en el uso de las herramientas necesarias. Los programas clave para desarrollar la herramienta han sido el *Cheetah 3D* como programa de modelado, el *Metaio Creator* para la aplicación de RA y el *Final Cut* como editor de vídeos. Todas estas herramientas se mencionan en apartados posteriores.

Se ha trabajado con otros programas que han sido claves en el desarrollo del trabajo, permitiendo así su culminación, y obteniendo resultados satisfactorios en conjunto a las mencionadas con anterioridad.

Una vez creados los modelados 3D y hechas las tomas de vídeo de la turbina y sus diferentes partes, se integraron los diferentes contenidos dentro de una aplicación de realidad aumentada.

En un primer momento se editaron los vídeos y animaciones 3D para crear un pequeño tutorial en el que se explicara el funcionamiento de la turbina de vapor y cómo interactúan sus diferentes elementos con el fluido. Para ello se utilizó el *Final Cut*, integrando las tomas reales con animaciones en 3D y la locución de un profesor colaborador. Este video fue publicado en *YouTube* con el objeto de almacenarlo de forma externa a la aplicación de RA (ver fig.3.1).

Mediante una utilidad llamada *Ffmpeg* se pudo asociar vídeos transparentes en el panel de manera que sólo se viera la figura una vez que se enfoque con el dispositivo hacia el panel.

La visualización de estos contenidos didácticos se consigue mediante un panel que actúa como marca, el cual se instaló en la turbina de forma visible y accesible a cualquier usuario que emplee un dispositivo móvil. Con este fin se empleó la aplicación *Pixelmator*.

El ensamblaje de la aplicación final se hizo con *Metaio Creator*, mediante la cual se generó un código QR, el cual permite vincular los contenidos digitales ya editados localizados en Internet con el panel informativo de la turbina. Para ello el usuario no tiene más que escanearlo con la aplicación móvil *Junaio*, la cual descarga todo el contenido asociado y genera la experiencia de RA.

### 3.4 Herramientas de modelado 3D y vídeo

Las aplicaciones más utilizadas para el modelado 3D son el *Sketchup*, *Blender*, *Cheetah 3D*, *Autocad*, *Autodesk 3ds Max*, etc En este caso, se ha empleado el *Cheetah 3D* ya que es un programa que incorpora tanto una interface como herramientas de trabajo muy potentes, siendo a la vez muy asequible (ver fig.3.2).



Figura 3.1: Vídeo descriptivo en el canal Youtube



Figura 3.2: Programa de modelado Cheetah 3D



Figura 3.3: Programa de edición de vídeos Final Cut Pro X

## 3.5 Encuestas de usabilidad

En este trabajo se ha querido evaluar el trabajo realizado diseñando y elaborando dos encuestas específicas dirigidas al conjunto de profesores y al colectivo de alumnos, ambos correspondientes a los diferentes estudios que se imparten en la Escuela. Con ellas se pretende demostrar la usabilidad de este tipo de tecnologías en las diferentes asignaturas, sobretodo en aquéllas más técnicas. A este efecto se estudian los resultados de la usabilidad y la importancia que los alumnos dan al uso de las mismas, así como la disposición de los profesores a comprometerse con su uso. Esto permite comprobar si la teoría de Jesús Salinas, Manuel Santiago apoyado en Blázquez (1994) OCDE (1989, 117) y el estudio de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [14] se cumplen en este caso, partiendo de la discusión basada en la comparación de resultados.

### 3.5.1 Encuestas a docentes

La Encuesta que se ha elaborado para los docentes no está validada ya que el tiempo disponible y el número de docentes es reducido. La obtención de datos de este colectivo se realizó a fin de obtener información orientativa, analizando el impacto que puede tener este tipo de herramientas y metodologías educativas en el propio centro, y a su vez el valor que éstos le dan a este tipo de iniciativas como complemento a la docencia.

Esta encuesta consta de siete preguntas y está estructurada en tres apartados que permiten analizar el conjunto mediante grupos de preguntas. El primer bloque hace referencia a la usabilidad de la herramienta que se ha diseñado, a continuación, se evalúa el diseño metodológico y por último se pregunta sobre los resultados de la docencia (ver apéndice B).

Las respuestas a las distintas preguntas se han estructurado siguiendo una escala Likert, de forma que los valores que se les dan a cada una de las preguntas van de 1 a 5 puntos, donde (5) es muy de acuerdo y (1) muy en desacuerdo. Además de esta valoración cuantitativa se valora de manera cualitativa la opinión de los profesores encuestados.

### 3.5.2 Encuestas a alumnos

La encuesta empleada para medir el grado de usabilidad que los alumnos le encuentran a la herramienta en RA sí ha sido previamente validada. En ella se evalúan los diferentes puntos de vista de los alumnos a diferentes niveles, desde el primero hasta el último curso, teniendo en cuenta edades, sexo, y rama a la que pertenece cada uno de ellos (ver apéndice A).

La encuesta consta de diez preguntas que evalúan la eficacia de la herramienta como método de aprendizaje y las competencias que se pueden llegar a adquirir gracias a ella. De este modo es posible sacar conclusiones del impacto asociado al uso de éstas como apoyo en la materia. El que sea una encuesta anónima da lugar a que sean más críticos y sinceros, sin miedo a que se les juzgue por su opinión y no contestando lo que un tercero quiere escuchar.

# 4 Desarrollo de la herramienta

## 4.1 Descripción de la herramienta

Uno de los programas que más se ajustó a las características deseadas del proyecto es el *cheetah 3D*. Con este programa se han diseñado las diferentes animaciones en 3D para su uso en la herramienta de RA. Este programa es relativamente sencillo, caracterizándose por emplear polígonos y subdivisiones para la creación de las figuras, y permitiendo manejar las animaciones desde diferentes perspectivas, como pueden ser los movimientos de la cámara o de la figura en cuestión, pudiendo enlazar varios movimientos a su vez en una única animación.

## 4.2 Descripción del proceso de modelado 3D

Las principales partes de la turbina son el rotor, la válvula de regulación de vapor y los cojinetes y aros de lubricación. Se diseñaron tres modelos en 3D con animaciones explicativas del funcionamiento de los componentes, simulando a su vez el paso del fluido por las diferentes etapas y su comportamiento.

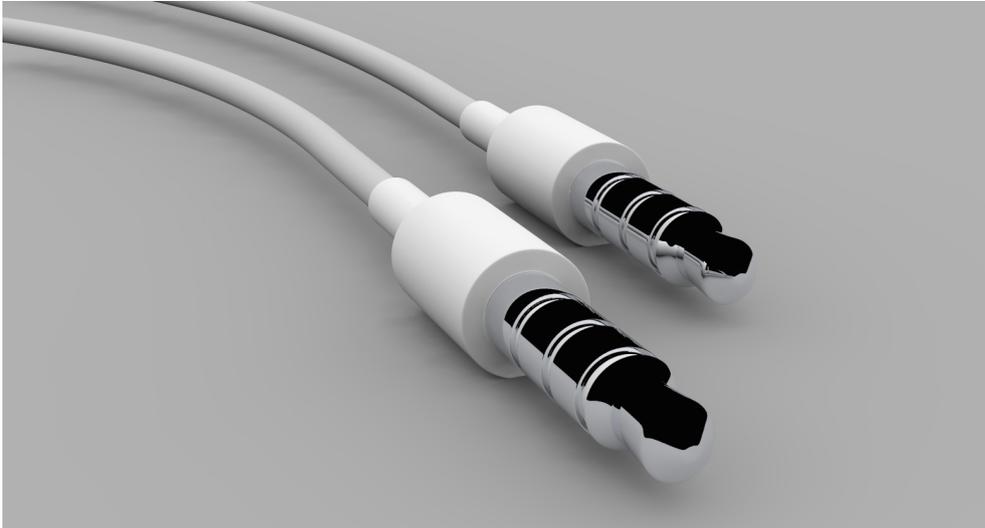
El proceso de modelado se vió afectado por la “inexperiencia” y la complejidad de las piezas a realizar, siendo un proceso lento y tedioso con muchas horas de dedicación, no sólo por la ejecución, sino por el tiempo dedicado a investigar el funcionamiento del programa en cuestión. Para comprender y conocer el proceso que se ha seguido se describe a continuación los puntos claves del proceso de modelado.

A) Etapa de aprendizaje.

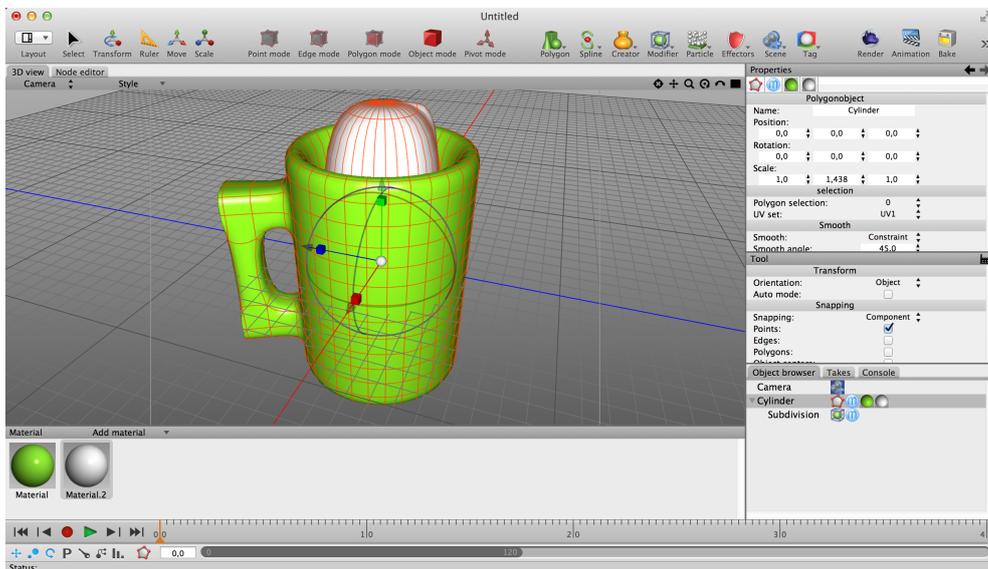
Se comenzó con una serie de tutoriales orientados a la adquisición de los conocimientos básicos del funcionamiento del programa. En un primer paso se realizaron diseños sencillos: una *taza*, una *cuchara* o un *cable jack* son algunas de las figuras que se han elaborado para ir tomando las nociones básicas de utilización del programa (ver fig.4.1 y 4.2).

B) Etapa de modelado.

En un segundo paso comenzó el modelado de las diferentes partes de la turbina, comenzando el rotor. Para su diseño se partió de un cilindro, el cual se dividió en una serie de secciones editables, con el objeto de darle la forma básica. La siguiente figura muestra la forma que toma la figura a partir de la edición del cilindro y sus subdivisiones (ver fig.4.3).



**Figura 4.1:** Clavija jack modelada durante la etapa de aprendizaje



**Figura 4.2:** Taza modelada durante la etapa de aprendizaje

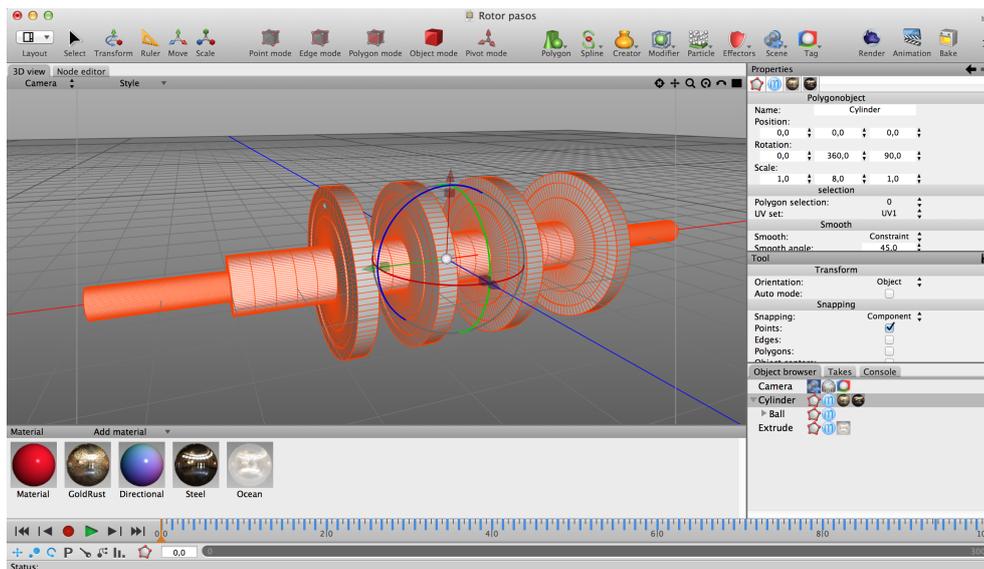


Figura 4.3: Modelado del rotor

Una vez planteada la estructura principal del rotor, se le incorporaron las paletas en las cuales incide el vapor para dar lugar a la rotación del mismo. Para ello se creó una figura con la forma de la paleta y se reprodujeron las demás mediante una revolución, especificando el eje de rotación y el número de paletas deseadas. Una vez creado, se desplazó esta nueva parte sobre diferentes ejes para situarla en su lugar definitivo, repitiendo la operación en todas las etapas del rotor. Colocadas en su lugar, se editó de manera que quedaran asociadas al conjunto para que se mueva todo de forma solidaria (ver fig.4.4).

Como último paso, se creó un aro que tiene como función delimitar las paletas y dar la sujeción de las mismas, ya que estos elementos son muy sensibles y han de estar sujetos por ambos extremos. Ya realizado todo el conjunto se añadieron las diferentes texturas y colores.

Con la intención de simular mediante una animación el recorrido del vapor y su comportamiento a través de las diferentes etapas, se creó una flecha, la cual simula la expansión del vapor al aumentar progresivamente de tamaño mientras atraviesa las sucesivas etapas (ver fig.4.5).

Acabado el rotor, se comenzó a trabajar en el cojinete de lubricación por chapoteo. Para la creación de este modelo, se trabajó a partir de la base del rotor, desechando parte de las etapas. Por separado se diseñó el alojamiento del aceite con su tapa, los diferentes cojinetes de apoyo y el aro de lubricación (ver fig.4.6).

Las diferentes partes que componen esta animación fueron colocadas mediante el desplazamiento de los distintos ejes sobre su posición final. Una vez situadas se editaron de manera que quedaran solidarias a la figura principal, siguiendo la misma operación que con el rotor, animándola finalmente mediante un movimiento giratorio.

El aro de lubricación, al ser un elemento no solidario al eje, se situó por separado, es decir, no se editó con el conjunto principal, de tal manera que el movimiento que en él se simula es distinto al del eje del rotor, ya que este gira por arrastre (ver fig.4.7).

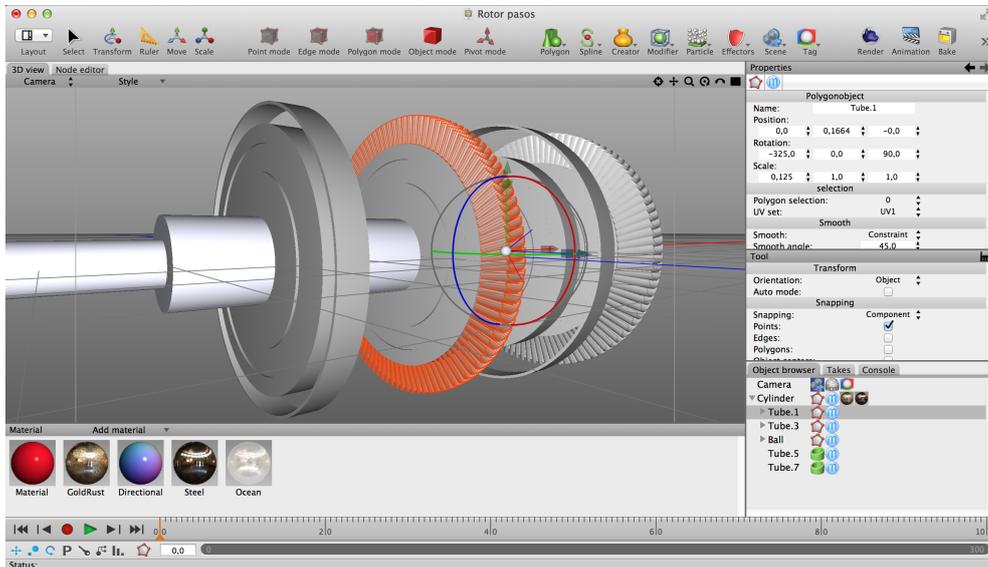


Figura 4.4: Modelado de paletas y aro de paletas

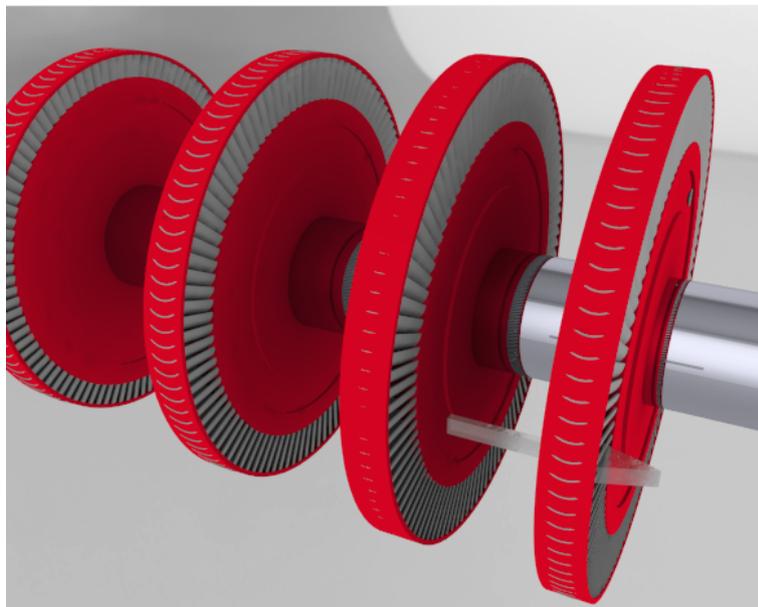


Figura 4.5: Renderizado del rotor

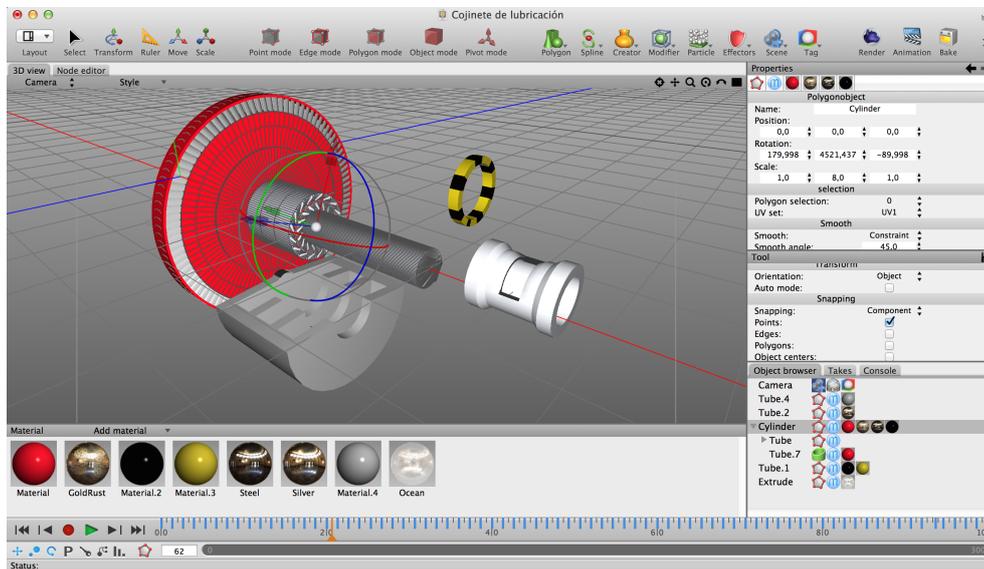


Figura 4.6: Cojinete de lubricación (Despiece)

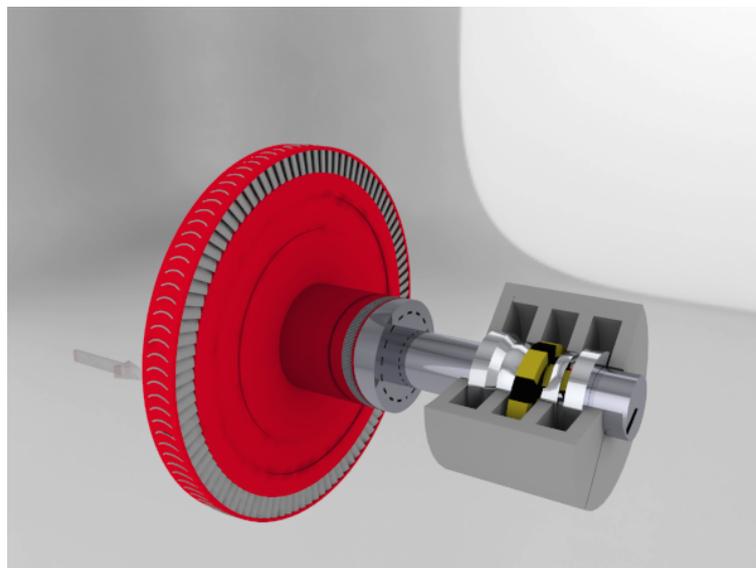
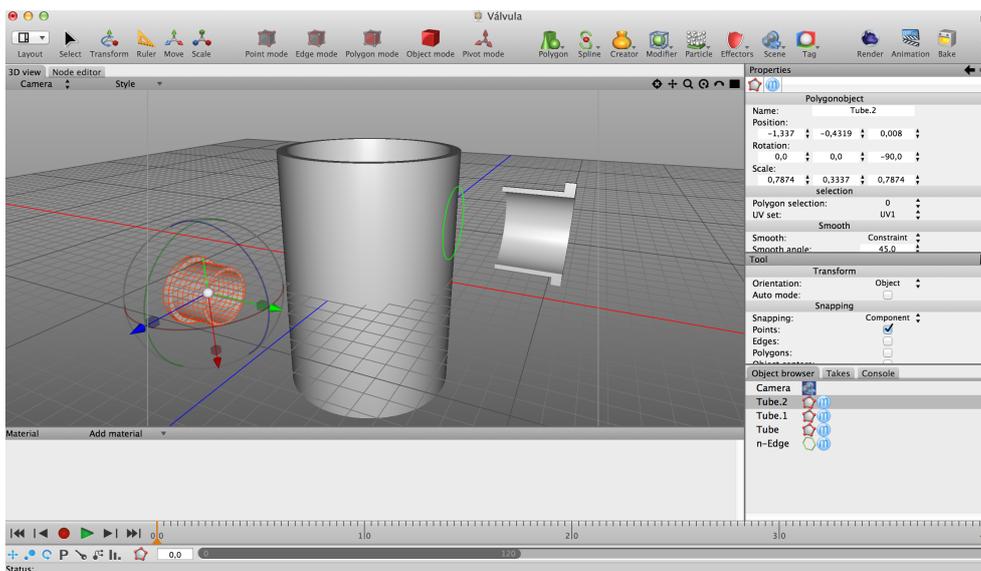


Figura 4.7: Renderizado del cojinete de lubricación



**Figura 4.8:** Válvula de regulación de vapor (Despiece)

La válvula de regulación de vapor se modeló, presentando una mayor dificultad por la cantidad de elementos que la conforman y las diferentes formas que adoptan dichas piezas. El principal problema surgió al inicio del modelado con la unión entre dos cilindros y los cortes que presentan. Para salvar el asunto se recurrió a una herramienta que permite realizar mayor cantidad de subdivisiones y adaptar las formas para unir estas piezas (Ver fig.4.8).

Otro de los problemas se presentó en la creación de un resorte y la simulación del movimiento de compresión y descompresión y la creación de los orificios para los pernos en las diferentes tapas superior e inferior de la válvula (Ver fig.4.9). Se resolvió empleando una herramienta de revolución sobre el eje del muelle.

Todas las piezas fueron ejecutadas por separado a partir de patrones a los cuales se le fueron dando características a medida que era necesario, y luego fueron ensambladas en la configuración final (ver fig.4.9).

Por último se animó todo el conjunto conservando unos movimientos fluidos que permitieran visualizar todos los elementos en funcionamiento. A modo de ejemplo, en la simulación se ve claramente la apertura del cierre con el asiento y la flexión que se da en el resorte (ver. fig.6.10 y 6.11).

### 4.3 Problemas

Durante todo el proceso han surgido una serie de dificultades: la mayor dificultad ha consistido en lograr un renderizado de la figura que permitiera observar con claridad todos los elementos. El problema específico apareció en el modelado de la luz, por lo que fue necesario utilizar herramientas que incorporasen la luz de manera suave, evitando sombras duras y permitiendo apreciar con claridad todas las partes. La configuración de esta opción resultó especialmente compleja al requerir no solo un punto de luz *-Sky*

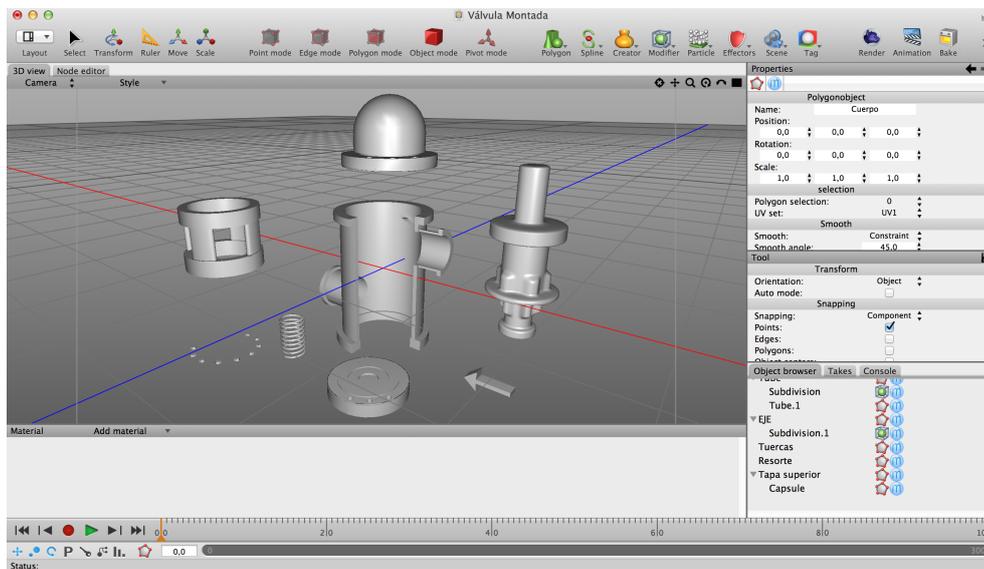


Figura 4.9: Válvula de regulación de vapor (Despiece)

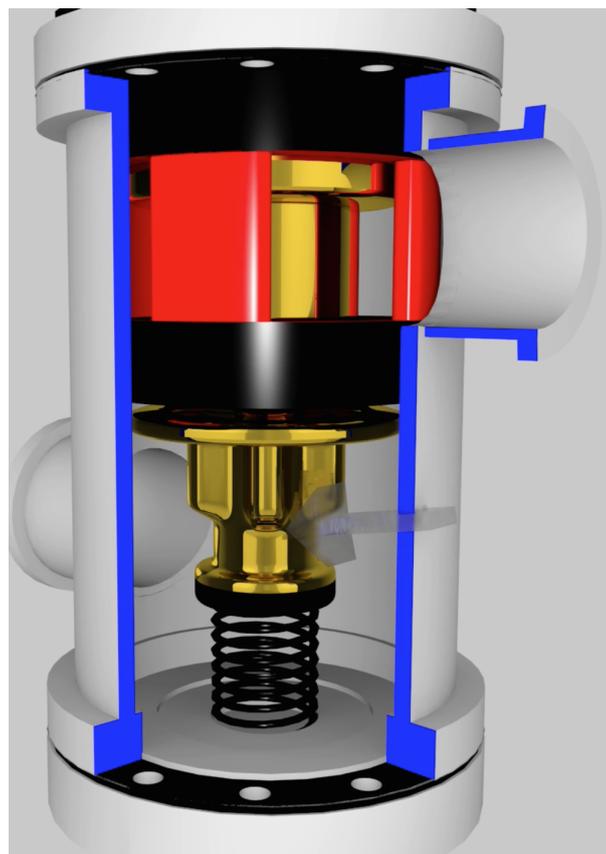
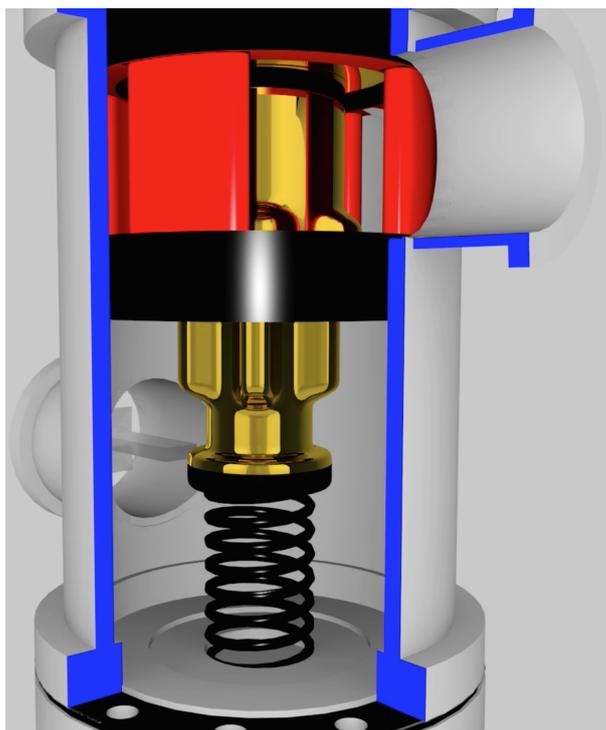


Figura 4.10: Apertura del cierre con el asiento y flexión del resorte para el paso de vapor



**Figura 4.11:** Cierre con el asiento y paso de vapor hacia el rotor

*light*-, sino que se se hizo necesario jugar con otros parámetros e incorporar un efecto de luz envolvente mediante el empleo de imágenes *HDR* (*High dynamic range*) las cuales aportan una mejor gradación entre las zonas claras y oscuras. Asimismo, fue necesario modificar el parámetro de *radiosidad*, con el objeto de lograr una mejor proyección de la luminosidad sobre la figura.

Esta búsqueda de parámetros y de un resultado coherente con lo que se desea resultó compleja, influyendo en gran medida el tiempo empleado en los sucesivos renderizados para poder verificar los distintos acabados.

#### 4.4 Desarrollo de los contenidos en RA.

Para la elaboración del panel con información 3D asociada ha sido necesario el empleo de diferentes herramientas, las cuales han permitido trabajar con diversos contenidos para su creación. Con estas herramientas se ha trabajado en diferentes etapas del proyecto, con el objetivo de obtener un panel informativo aumentado con información didáctica adicional. El proceso seguido es el que se discute a continuación.

#### 4.5 Contenidos en 3D

La introducción de la información mediante objetos 3D en el panel informativo resultó ser problemática para la visualización con algunos dispositivos debido a que éstos



Figura 4.12: Cartel botón



Figura 4.13: Cartel botón

no soportan modelos con un número alto de polígonos, con problemas de retraso, paradas, etc., por lo que se optó por introducir vídeos simulando dichos objetos en 3D, dentro de la aplicación de RA.

A partir de las animaciones 3D diseñadas se crean tres vídeos con fondo transparente para ser vistos como objetos de RA cuando se descargue la información del panel. Para poder hacer esto, se ha tenido que probar con diferentes formatos y trabajar con una utilidad llamada *ffmpeg*, la cual permite crear vídeos a formato *3g2* empleando canales *alfa*. Este formato es el único que es compatible y visualizable con fondos transparentes en prácticamente todos los dispositivos del mercado.

*Junaio* permite la visualización con fondo transparente empleando este formato, por lo que se exportaron las distintas figuras 3D en sendos archivos de vídeo, siendo posteriormente convertidos al formato *3g2* mediante la utilidad *ffmpeg*. Con el fin de simplificar el proceso de conversión se empleó un script de *Metaio* diseñado al efecto, evitando la realización de pruebas con la utilidad de conversión para dar con los parámetros más adecuados.

Para el diseño del panel que actuaría como marca se empleó *Pixelmator*. Mediante este programa se situaron las tres imágenes que actúan como una marca en su conjunto, enlazando mediante la app *Junaio* las animaciones 3D, los vídeos explicativos y el resto de información complementaria (ver fig.6.12 y 6.13).

Todos los contenidos fueron ensamblados dentro de un canal de *Junaio* mediante *Metaio Creator*. Este programa permite montar de forma visual todos los contenidos sobre la imagen del panel que hace el papel de marca. Asimismo permite subir todos los contenidos posicionados con respecto a la marca a un canal de *Junaio* sin tener que utilizar aplicaciones externas gracias a un cliente FTP integrado. Al finalizar el proceso de subida entrega un enlace codificado mediante un código QR, permitiendo a los usuarios acceder a los contenidos mediante el escaneo del mismo.

Para comenzar, hay que crear un nuevo proyecto en el programa, una vez creado, es añadida una marca de seguimiento en 2D que en este caso es el propio cartel con las tres

imágenes representativas de cada modelado. A partir de aquí se introducen los carteles con los títulos y los respectivos vídeos. En primer lugar se cargan los carteles utilizando la función *button* para añadirlos. Esta función hace de botón de enlace, es decir, que si el usuario lo toca se abre el enlace al que está asociado. Los contenidos pueden situarse en cualquier posición con respecto a la marca, pudiendo desplazarlo, rotarlo e incluso colocarlo fuera de la propia marca simulando el efecto de levitación. Por último, se cargan los vídeos con fondo transparente, empleando la función correspondiente, posicionándolos igual que el resto de objetos.

Una vez cargados todos los archivos, hay que crear un canal en donde se almacena la información y desde donde se descarga cuando sea escaneado el correspondiente código QR (ver fig.4.14). Una vez escaneado este código mediante *Junaio* con un dispositivo móvil, los contenidos son inmediatamente descargados, de forma que cuando el usuario enfoca la cámara de su dispositivo móvil hacia el panel, todos los contenidos son visualizados exactamente en la misma posición en la que fueron colocados mediante *Metaio Creator*. Las animaciones de los objetos 3D exportadas en formato 3g2 se visualizan recortadas sobre el panel, creando la ilusión óptica de objetos 3D reales en movimiento. Asimismo el usuario dispone de sendos botones para compartir su experiencia RA con otros usuarios a través de *Facebook*, *Google+* y *Twitter*.

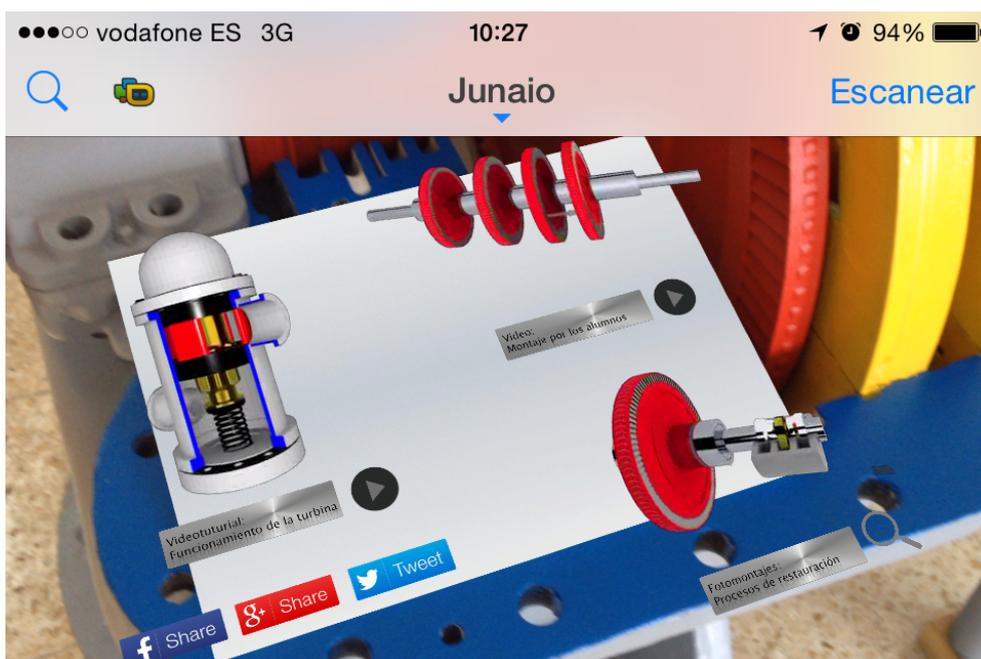


Figura 4.14: Visualización de la información asociada al panel

## 4.6 Posibilidades didácticas de la herramienta

El empleo de esta herramienta dentro del entorno educativo requiere la disponibilidad de dispositivos móviles por parte del alumnado. Esto es posible gracias a que prácticamente todos los estudiantes disponen al menos de un móvil inteligente y acceso a internet [13], lo cual permite su empleo como herramienta didáctica. En el panel informativo

los alumnos disponen de la información necesaria para poder acceder a la información. Ésta se muestra dividida en tres partes importantes de la turbina de vapor que se encuentra expuesta. Estas partes son respectivamente visibles mediante un vídeo que simula su funcionamiento. A su vez, cada una de las figuras tiene asociado un cartel que se visualiza en modo de RA y que dan acceso a vídeos didácticos publicados en *YouTube*, donde se explica el funcionamiento de la turbina. También es posible acceder a otro material gráfico relacionado con el proceso de restauración y montaje, almacenado en Google.

Los usos posibles son amplios, permitiendo conocer no solo el funcionamiento de las partes principales, sino su interior, elementos, formas, características, etc. Las animaciones 3D que se encuentran en los vídeos dan una idea a grandes rasgos del comportamiento que se da, simulando el paso del vapor y el modo de operar en la máquina.

## 4.7 Descriptiva de una válvula de vapor mediante RA

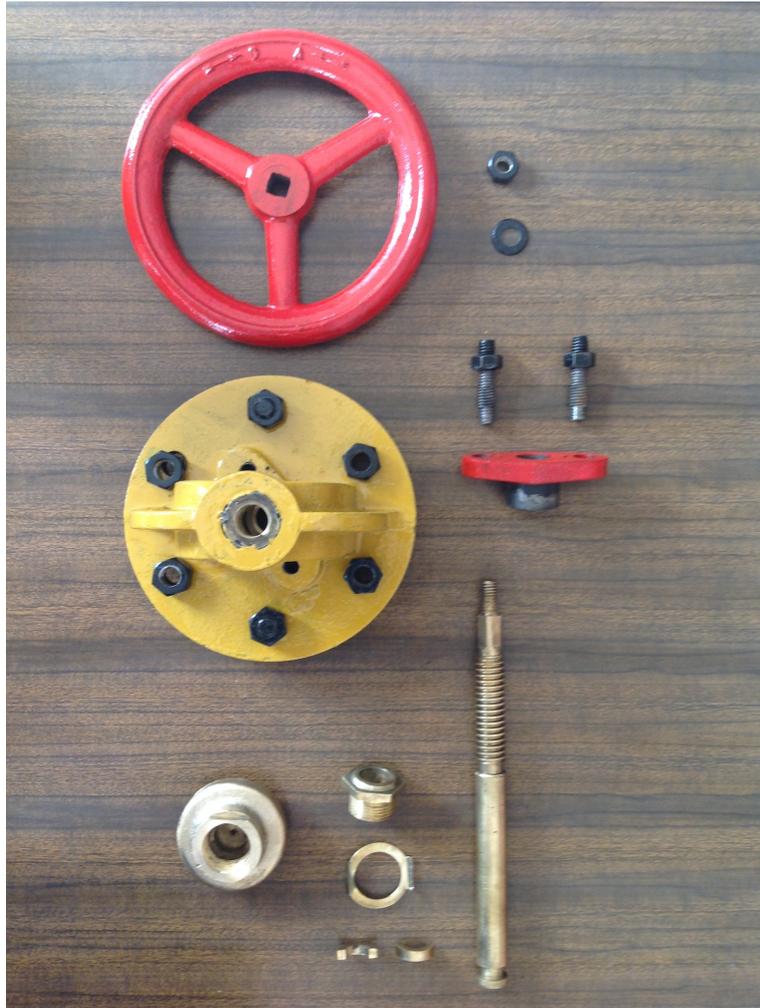
Previamente a la realización de este trabajo se realizó otro proyecto empleando la misma dinámica con herramientas de RA y modelados en 3D. Este proyecto ha consistido en definir las diferentes partes de un elemento con la única ayuda de un dispositivo móvil o tableta con acceso a internet. Por supuesto este proyecto es aplicable a cualquier otro elemento sean cuales sean sus características. En este caso, se ha trabajado con una válvula de globo para vapor.

El objetivo que se planteó fue conseguir que un alumno pudiera ver in situ una válvula de globo y, a su vez, no sólo conocer las diferentes partes, sino también, la función que cumple cada una de ellas y sus características principales sin la ayuda del profesor. Cualquiera de los alumnos con ayuda de estos dispositivos puede visualizar en su pantalla los nombres de las partes que componen la válvula con la peculiar característica de que cada uno de los nombres de esas partes es un enlace a un blog en el cual se explica más detalladamente.

Para su realización se comenzó por acondicionar una válvula de globo diseñada para trabajar con vapor que se encontraba en el taller de la Escuela. Ésta presentaba una serie de características beneficiosas para el aprendizaje de los alumnos de nuevo ingreso y matriculados en la asignatura de sistemas auxiliares del buque. Con ella, no sólo podrían aprender sus partes, funciones o características, sino también se acercaron más a la realidad comprobando de primera mano las dimensiones, espesores de material y su peso, esta última, característica fundamental en el ámbito industrial ya que este tipo de elementos poseen pesos considerables a tener en cuenta en muchos aspectos como por ejemplo su manejo a la hora del montaje, traslado o reparación.

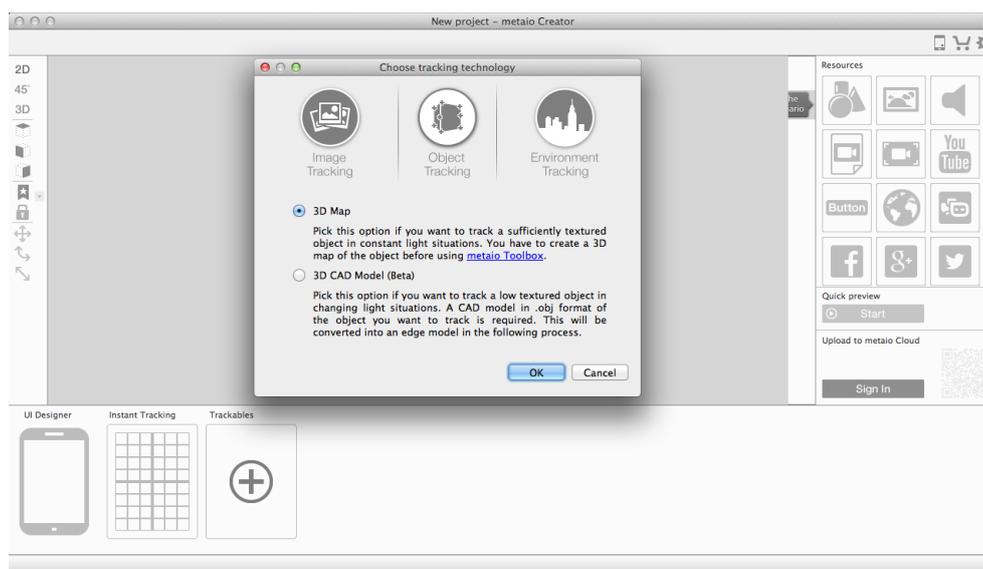
Después de ser limpiada, aligerada y pintada se elaboró un pequeño dossier fotográfico que posteriormente fue utilizado para la creación del blog explicativo (ver fig.4.15).

Lo que se pretendió hacer a continuación fue asociar carteles en forma de RA alrededor de la válvula, de modo que al visualizar se vieran una serie de carteles que especificaran la entrada y salida, el volante, tuercas, arandelas, espárragos, vástago, prensaestopa, cuerpo y tapa de la válvula, etc. Para lograr tal efecto, se utilizó el programa de modelado 3D que se ha descrito anteriormente y se diseñaron los diferentes carteles



**Figura 4.15:** Despiece de la válvula

como objetos 3D. Con el objetivo también de introducirse un poco más en lo que el plan Bolonia exige se decidió poner los nombres de estas partes en inglés. Durante las pruebas aparecieron algunos problemas relacionados con el reconocimiento de la válvula mediante los dispositivos móviles. Al final, se optó por realizar una serie de mapeados en diferentes condiciones de luz con el fin de buscar el más apropiado para el fin deseado. El principal problema consistió en que para una correcta visualización de la información asociada, las condiciones del entorno han de ser siempre las mismas, la luz y los alrededores de la válvula han de ser los mismos.



**Figura 4.16:** Selección de formato

Los mapeados en 3D se realizaron con una aplicación para iPad llamada *Toolbox*, esta aplicación permite elaborar una representación tridimensional de cualquier objeto mediante fotogrametría, de forma que la aplicación permite captar puntos característicos de la figura y los asocia para poder ser reconocidos posteriormente cuando se visualice. Los mapeados son guardados en formato *.3dmap* y posteriormente es abierto con el programa de edición de RA *Metaio Creator*. Para esta labor ha de elegirse la opción de *object tracking* (Ver fig.4.16) y añadir el mapeado (ver fig.4.17). Posteriormente se le va añadiendo los diferentes objetos 3D, vídeos, imágenes, etc. (ver fig.4.18).

En las figuras se observan los puntos de los mapeados en color rojo, en los que se aprecia la silueta de la válvula. El programa indica la calidad de lo que es añadido por estrellas. Por otro lado, junto a esos puntos significativos también se muestran imágenes mediante las que se permite tener una idea de la situación del objeto. Esto permite comprobar que la situación de los elementos aumentados sea la adecuada (ver fig.4.19). En la fig. 6.18 se ve como queda colocado uno de los carteles que hace referencia al volante de la válvula. Las circunferencias de colores sirven para rotar el cartel, también estas pueden cambiar de función para cambiar el tamaño o desplazarlo.

Cuando todos los elementos quedan situados en su lugar se siguen los mismos pasos que con la turbina: se crea un canal donde queda almacenada la información y automáticamente se genera el código QR que permite acceder a la información asociada. Este

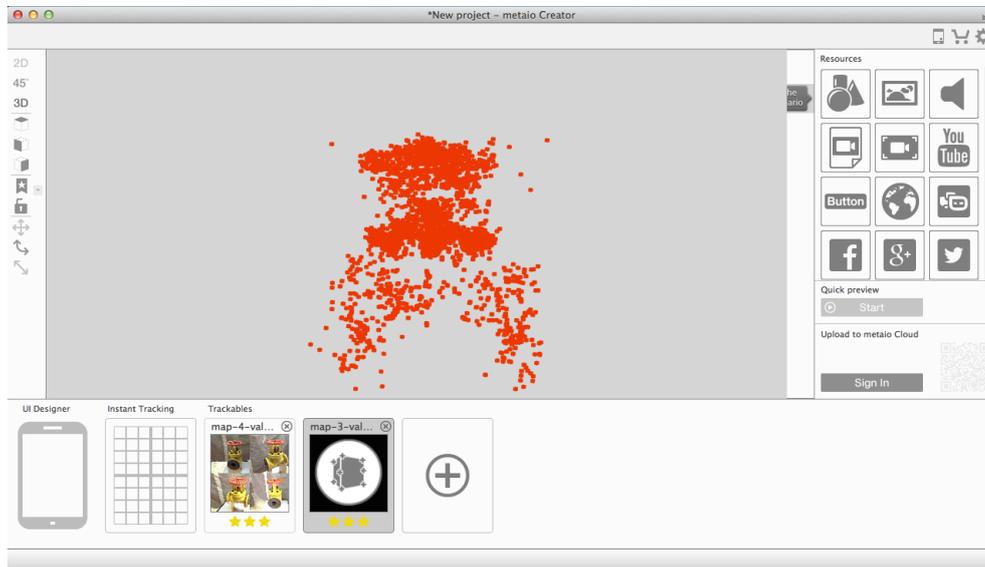


Figura 4.17: Mapeado de la válvula

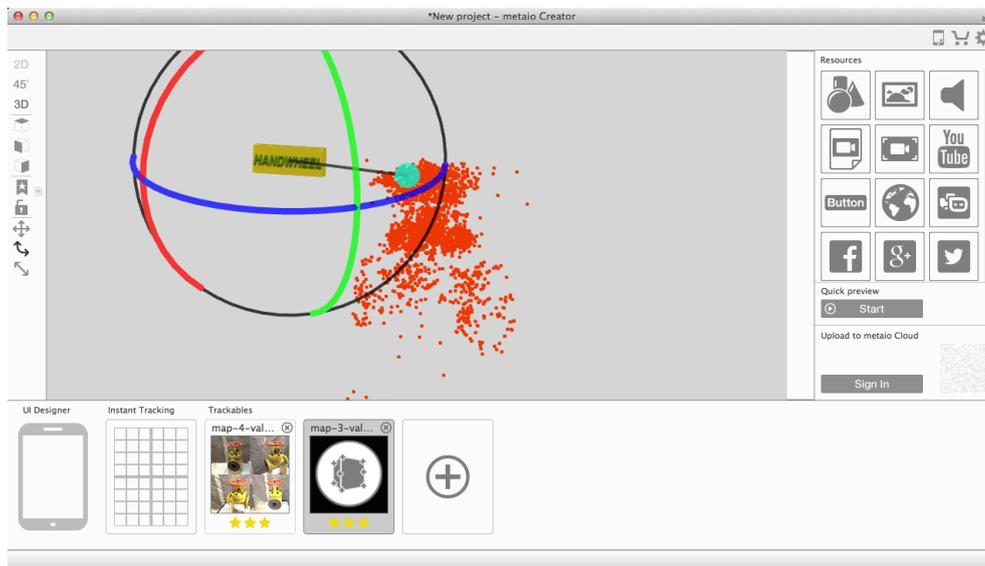
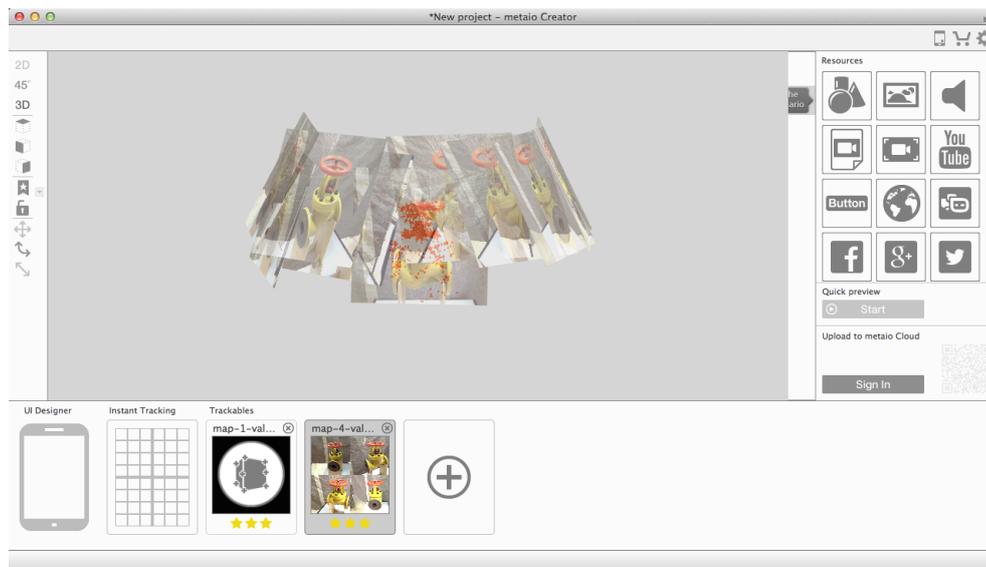


Figura 4.18: Situación de los carteles



**Figura 4.19:** Mapeado con imágenes

código que se genera es facilitado a los alumnos y en una clase práctica estos pueden visualizar la información asociada

A partir de aquí la visualización es similar al caso de la turbina, excepto que el propio objeto –en este caso la propia válvula– actúa como marca. Los carteles hacen de enlace con la información de cada uno de los elementos. Esta información se encuentra publicada en internet en un blog con imágenes que apoyan a la teoría.

Cabe destacar por otro lado que en la visualización de los diferentes carteles, éstos aparecen flotando alrededor de la válvula y en función del ángulo en el que se visualice o que se enfoque se moverán alrededor de ella, siempre enfocando al mismo punto y sin deformarse ya que se ha dado una función que consiste en señalar lo destacado. En las siguientes ilustraciones se pueden ver capturas de pantallas visualizando la información y se aprecia como dependiendo del lugar de enfoque cambia su posición, es decir, el ángulo de inclinación, pero siempre respetando lo que se señala sin desplazarse de su lugar (ver fig.4.20 y 4.21).

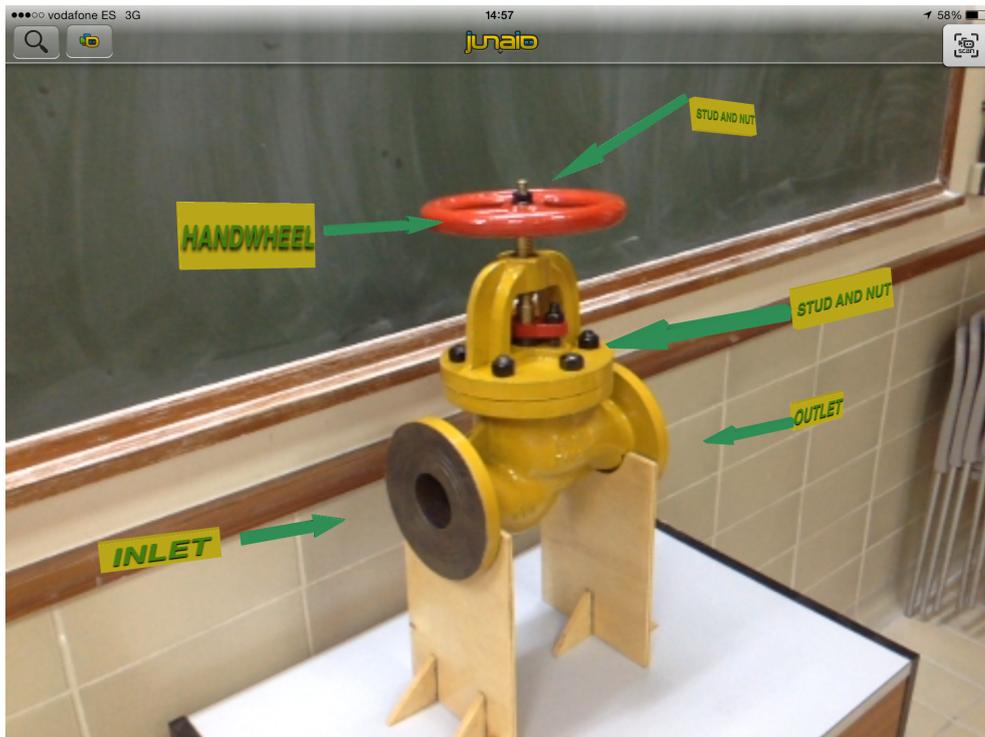


Figura 4.20: Visualización de los carteles

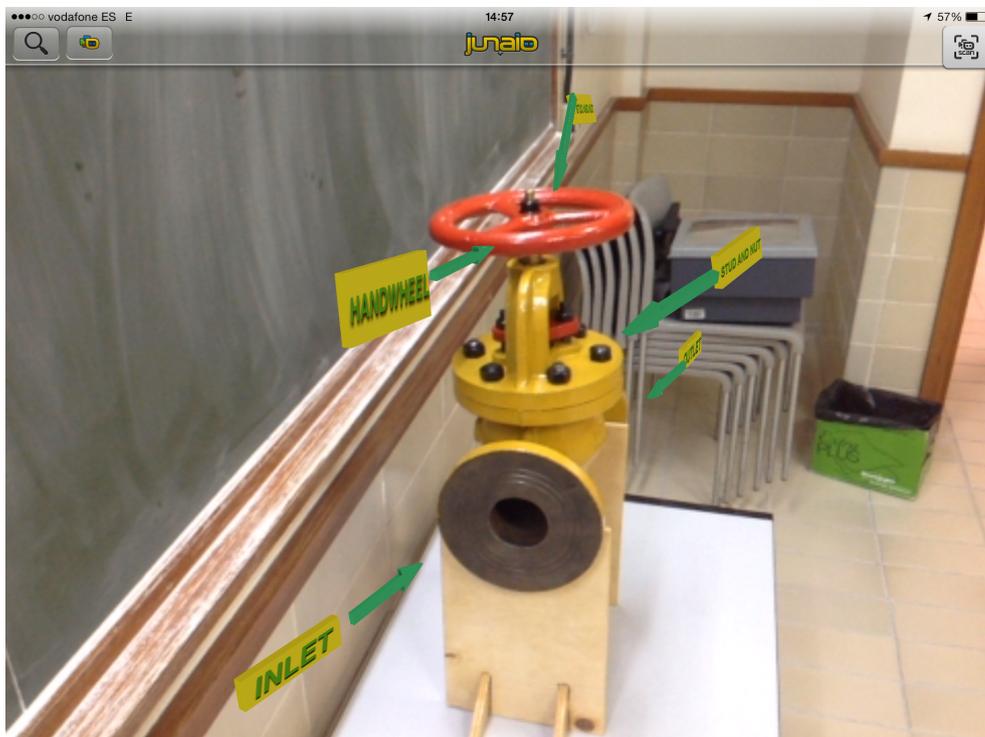


Figura 4.21: Visualización de los carteles

## 5 Estudio de usabilidad

Con la finalidad de evaluar la eficacia del uso de este tipo de herramientas se realizó una prueba normalizada con la finalidad de encuestar a los diferentes alumnos de la Escuela de modo que se pudieran analizar sus opiniones de una forma representativa, justificando o no su uso.

La herramienta de usabilidad utilizada consiste en una encuesta normalizada SUS según el estándar ISO 9241-11. Consiste en una encuesta que permite valorar de una manera cuantitativa a partir de un conjunto de 10 preguntas relativas al uso de la herramienta y valoradas mediante una escala Likert que va de 1 a 5 puntos donde (5) es muy de acuerdo y (1) muy en desacuerdo y a su vez valorar de una manera cualitativa bajo la opinión de las personas encuestadas.

Previamente a la realización de la encuesta, todos los participantes han recibido instrucciones sobre el funcionamiento de la herramienta, para aquellos que no poseían dispositivos con los que visualizar se les ha facilitado uno para que puedan llevar a cabo la experiencia sin excepciones. Se les ha explicado el funcionamiento, la finalidad, los objetivos y han podido experimentar con la herramienta por sus propios medios. Una vez hecho esto se les ha remitido a la correspondiente encuesta que valora la experiencia que han tenido.

En la propia encuesta se les explica claramente la forma en que se ha de rellenar de manera que la opinión del responsable de realizar la encuesta no interceda en las respuestas que el encuestado pueda dar.



## 6 Resultados

En general se han obtenido unos resultados satisfactorios, tanto en lo relativo a la propia herramienta, como con respecto a la aceptación de profesores y alumnos, quienes en algunos de los casos han elogiado el trabajo realizado, esperando trabajos o materiales de este tipo en los próximos años. El análisis de los resultados está basado en las encuestas cumplimentadas por alumnos elegidos aleatoriamente entre los distintos niveles y el colectivo de profesores que imparten su docencia en las diferentes asignaturas. A grandes rasgos, se han obtenido los resultados más o menos esperados: de antemano se sabía que este tipo de materiales resulta novedoso a pesar de llevar algunos años utilizándose con otros fines, y que su aceptación sería más que favorable por la mayoría. También se sabía que aunque pequeño, habría un porcentaje que no comparte este tipo de iniciativas o no ve en ello un resultado óptimo.

Recordando lo dicho en los antecedentes del presente trabajo se sabe que no todos pueden estar de acuerdo, ya que existe un número de personas que no se ve capacitado o no le interesa este tipo de enseñanza. Una vez más queda demostrada esta teoría definida por *Manuel Santiago*. En la experiencia vivida durante el proceso seguido del proyecto se ha experimentado esta realidad en primera persona, se han observado y analizado diferentes posturas en las que se muestra un claro rechazo ante este tipo de iniciativas por algunos docentes, ya no solo porque el profesor se tenga que implicar más tiempo sino por el cambio que supone sobre la rutina, posturas en la que se observa el desconocimiento y la destreza para llevar a cabo tal desarrollo e ideas que defienden este tipo de actividades pero que por causas ajenas o externas no se pueden llevar a cabo.

Por parte del alumnado, un bajo porcentaje no comparte estas ideas y creen que es algo innecesario o pesado. Profundizando un poco en el perfil de éstos, se descubre que rechazan estos modelos de aprendizaje al buscar finalizar sus estudios de la manera más cómoda y sin complicaciones. Frente a éstos, una elevada proporción tiende a la aceptación de alternativas, estando dispuestos a utilizar la RA, RV u otras tecnologías compatibles para su formación.

Se destaca la poca aceptación inicial de los docentes frente al empleo de estas herramientas en parte por desconocimiento. Quizás la verdadera realidad es el miedo a hacer algo diferente, a equivocarse y pedir ayuda, a pesar de la formación especializada en el manejo de herramientas y metodologías apropiadas que se ofrece hoy en día. No obstante, la reacción a el empleo de esta herramienta una vez desarrollada ha sido valorada muy positivamente por parte de la mayor parte de los docentes.

Tabla 6.1: Resultados de la encuesta SUS alumnos

Participantes	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Sexo	Edad	Carrera	Curso	Rangos de edad	Total	Valor SUS
Alumno 1	4	3	1	3	4	3	4	4	3	4	Mujer	19	T.M.	Segundo		33	82,5
Alumno 2	0	0	1	4	1	0	0	0	0	2	Hombre	20	T.M.	Tercero		8	20
Alumno 3	3	3	4	3	2	3	2	3	3	2	Hombre	20	T.M.	Segundo		28	70
Alumno 4	4	4	4	1	3	3	4	4	3	2	Mujer	21	T.M.	Tercero	18-22	32	80
Alumno 5	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	Hombre	21	T.M.	Tercero		65	26
Alumno 6	4	2	1	1	3	3	4	4	2	4	Hombre	22	T.M.	cuarto		28	70
Alumno 7	4	2	4	4	2	3	3	4	4	3	Hombre	22	T.M.	Tercero		33	82,5
Alumno 8	4	1	3	2	3	4	4	4	3	3	Mujer	22	T.M.	cuarto		31	77,5
Alumno 9	4	2	3	0	4	2	3	0	1	0	Hombre	23	T.M.	Cuarto		19	77,5
Alumno 10	4	3	2	2	4	2	4	3	4	2	Hombre	23	T.M.	Tercero		30	75
Alumno 11	4	4	2	4	3	4	4	4	3	4	Hombre	23	T.M.	Tercero		36	90
Alumno 12	4	4	3	2	3	3	1	3	3	1	Hombre	23	T.M.	Segundo		27	67,5
Alumno 13	4	4	3	3	4	4	3	4	2	4	Hombre	24	T.M.	Tercero		35	87,5
Alumno 14	3	3	3	4	2	2	3	4	3	4	Hombre	24	T.M.	Cuarto	23-26	31	77,5
Alumno 15	3	2	4	3	3	4	3	4	3	2	Hombre	24	T.M.	Cuarto		31	77,5
Alumno 16	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	Hombre	24	T.M.	Cuarto		35	87,5
Alumno 17	4	2	2	1	3	4	3	3	2	2	Hombre	25	T.M.	Tercero		26	65
Alumno 18	2	2	0	1	1	3	2	0	1	3	Hombre	26	T.M.	Cuarto		15	37,5
Alumno 19	2	1	3	2	1	3	2	1	1	2	Hombre	26	T.M.	Cuarto		18	45
Alumno 20	2	2	3	3	3	1	4	4	3	3	Hombre	27	T.M.	Cuarto		28	70
Alumno 21	4	3	3	2	3	4	3	3	3	2	Hombre	29	T.M.	Cuarto		30	75
Alumno 22	4	2	2	3	3	4	3	4	3	3	Hombre	31	T.M.	Cuarto	Mayores de 26	31	77,5
Alumno 23	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	Hombre	32	T.M.	Cuarto		28	70
Alumno 24	4	2	4	4	3	2	3	3	3	1	Hombre	35	T.M.	Tercero		29	72,5
Alumno 25	4	3	3	1	3	4	4	4	4	2	Hombre	18	N	Primero		32	80
Alumno 26	4	3	2	3	3	4	4	4	3	4	Hombre	20	N	Segundo		34	85
Alumno 27	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	Mujer	20	N	Primero		37	92,5
Alumno 28	3	3	3	1	4	2	3	3	3	3	Hombre	20	N	Segundo		28	70
Alumno 29	3	1	1	1	3	3	2	3	3	1	Hombre	21	N	Tercero	18-22	21	52,5
Alumno 30	4	4	1	3	3	3	4	4	3	3	Hombre	21	N	Primero		32	80
Alumno 31	3	4	2	2	4	3	4	3	3	4	Mujer	21	N	cuarto		32	80
Alumno 32	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	Hombre	21	N	Tercero		37	92,5
Alumno 33	4	3	1	3	3	4	4	4	3	2	Hombre	21	N	Cuarto		31	77,5
Alumno 34	4	2	3	0	3	2	3	1	4	2	Hombre	22	N	Cuarto		24	60
Alumno 35	4	0	4	1	4	4	4	4	4	4	Hombre	22	N	Cuarto		33	82,5
Alumno 36	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	Mujer	23	N	cuarto		34	85
Alumno 37	3	1	4	0	4	1	4	4	4	2	Mujer	23	N	Segundo		27	67,5
Alumno 38	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Hombre	23	N	Cuarto	23-26	40	100
Alumno 39	2	1	3	2	1	0	1	0	2	0	Hombre	24	N	Segundo		12	30
Alumno 40	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	Hombre	25	N	Cuarto		33	82,5
Alumno 41	3	2	3	2	3	3	2	3	3	4	Hombre	26	N	Cuarto		28	70
Alumno 42	3	2	1	2	3	2	3	0	4	4	Mujer	28	N	Tercero		24	60
Alumno 43	4	4	4	1	3	4	4	4	4	0	Hombre	34	N	Cuarto		32	80
Alumno 44	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	Mujer	36	N	cuartoo	Mayores de 26	30	75
Alumno 45	0	2	2	0	1	0	1	2	2	2	Hombre	38	N	Cuarto		12	30
Alumno 46	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Mujer	38	N	cuartoo		40	100
Alumno 47	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Hombre	41	N	Cuarto		40	100
Media																	69,364

Esta aceptación por la mayor parte de alumnos y profesores se ve corroborada por los resultados obtenidos en las encuestas realizadas.

## 6.1 Resultados de las encuestas

### 6.1.1 Resultados SUS de alumnos

La encuesta se realizó a 47 alumnos de diferentes edades, sexo, carrera y curso de los cuales 23 pertenecían al Grado en Náutica y Transporte Marítimo y 24 al Grado en Tecnología Marina. A su vez se han agrupado por rangos de edades que comprende de 18 a 22 años, de 23 a 26 años y mayores de 26 años.

El valor medio de los resultados de las pruebas de usabilidad es aproximadamente de 70 puntos en una escala entre 0 y 100 (ver tabla 6.1. Con el valor medio obtenido de 70 puntos, podemos decir que la herramienta entraría dentro de los valores aceptables y sería viable su utilización.

Dentro de la propia encuesta se le pidió a cada alumno una valoración personal donde expresarían su idea, opinión u observaciones al respecto de y así se pudiera valorar también la forma de pensar de estos. Se estudiará su resultado en el apartado 6.2.2.

**Tabla 6.2:** Resultados de la encuesta de profesores

	Prof. 1	Prof. 2	Prof. 3	Prof. 4	Prof. 5	Prof. 6	Prof. 7	Prof. 8	Prof. 9	Prof. 10	Prof. 11	Prof. 12	Prof.13
Sexo	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Edad	38	47	53	45	53	34	45	58	68	50	53	62	60
-Usabilidad													
Item 1	4	4	1	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5
Item 2	1	3	1	2	2	3	2	1	3	3	2	1	2
Item 3	1	3	3	3	2	3	3	1	5	2	3	2	3
-Diseño metodológico													
Item 4	3	3	1	1	1	3	5	2	4	2	2	1	5
Item 5	4	2	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	5
-Resultados de la docencia													
Item 6	4	2	4	4	5	5	5	5	4	5	3	5	5
Item 7	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5

### 6.1.2 Resultados de las encuestas a profesores

La encuesta se realizó a 13 profesores de diferentes niveles, edades y sexo sin diferenciar entre Grado en Tecnología marina y Grado en Náutica y Transporte Marítimo. No se han agrupado por rangos de edades ya que la muestra no es representativa y se valora como un mismo conjunto.

Dentro de la propia encuesta se le pidió a cada profesor una valoración personal donde expresarían su idea, opinión u observaciones al respecto y así se pudiera valorar cualitativamente su forma de pensar. Se estudiará su resultado en el apartado 6.2.1.

Los valores resultantes de la encuesta a profesores se pueden observar en la tabla 6.2. Se distinguen los tres aspectos a analizar y se observa que este tipo de herramienta es valorada positivamente a pesar de existir pequeñas contradicciones y un desconocimiento general de la herramienta. también podemos observar las gráficas y datos que se recopilan en el apéndice correspondiente, (ver apéndice C).

En cuanto a la usabilidad de la herramienta la mayoría cree poder utilizar esta forma de enseñar aunque en algunos casos no sepan si son capaces o no de emplearlas. Curiosamente casi el 50 % de los encuestados afirma no tener idea de los costes que conlleva el empleo de herramientas de este tipo.

Respecto al diseño metodológico, a penas supera el 50 % quienes afirman poder encajar este método en sus asignaturas e incluso uno de ellos afirma rotundamente no saber encajarlo a pesar de que prácticamente el 100 % cree que el uso de la herramienta favorece el aprendizaje.

En cuanto a los resultados de la docencia, solo el 15 % se abstiene a responder sobre la contribución que da la herramienta mientras que el 85 % restante cree que los resultados serían satisfactorios.

## 6.2 Opiniones

El planteamiento de las opiniones es coherente con los resultados de las encuestas realizadas, se plantean aquellas más relevantes que dan lugar a un análisis de las mismas con la finalidad de comprobar la veracidad de lo dicho hasta ahora y conocer la opinión del conjunto sobre la utilización de materiales de RA como complemento en las clases teóricas y prácticas.

### 6.2.1 Opiniones del profesorado

Como se ha podido comprobar, han habido reacciones de todo tipo en el conjunto de profesores. A pesar de no haber podido realizar encuestas a un mayor número de profesores, las opiniones y los resultados obtenidos dan una idea de la tendencia en el empleo de estas herramientas. Las reacciones han sido casi siempre positivas y como se ha planteado anteriormente, se han visto reflejados los perfiles descritos.

En cuanto a las opiniones se dan como comunes las que valoran la actividad como un *aspecto positivo e interesante para ser utilizado como un complemento*, describen la herramienta como útil pero aclarando que esta no sustituye completamente la práctica tradicional. Un caso en concreto reconoce la falta de motivación a la que se enfrenta el colectivo para llevar a cabo prácticas de estas características, dice: *La mayor dificultad es la falta de motivación del profesorado para el aprendizaje de su empleo con los estudiantes, pues hay que esforzarse para poder utilizarlas con resultados positivos.*

Es cierto que el profesorado ha de realizar un esfuerzo extra. Quizás el principio sea algo engorroso, pero los buenos resultados requieren con una buena motivación, quedando demostrado que el alumno está capacitado y que le gusta este tipo de iniciativas. Por lo tanto profesores y alumnos deberían de plantearse el reto tanto por ellos, como por los que se encuentran a su alrededor, ya no solo por su propio bien; todos dependen de todos, hay que adaptarse a los cambios, mejorar e innovar y el futuro se basa cada vez más en el empleo de estas tecnologías.

El uso de las herramientas de RA es visto tanto por unos como por otros como un juego o una herramienta didáctica. En una de las observaciones así lo expresa algún profesor que señala: *La RA es atractiva para los alumnos y en cierto modo les permite jugar con los objetos, hace lúdico el aprendizaje.*

### 6.2.2 Opiniones de alumnos

Como era de esperar la gran mayoría de los alumnos está conforme con la iniciativa y se siente satisfecho con el uso que supone este tipo de materiales. Valoran positivamente el aprendizaje que ofrece sobretodo porque se plantea una actividad más amena y útil, dejando al margen la monotonía. Un alumno define este tipo de enseñanza como: *Un sistema de estudio muy práctico y que hace el estudio más entretenido.* Se sabe el valor añadido que supone el empleo de las tecnologías de RA por lo que destacan el sistema como una manera de aprender y comprender antes que con un libro o esquemas teóricos.

Muchos de los alumnos se quedan atónitos con este tipo de herramientas, curiosamente un alumno de 4º curso de Grado en Náutica y Transporte Marítimo expone la siguiente observación, *Increíble, pensaba que no existía esta tecnología a nivel de usuario en el 2014.* Ahora nos preguntamos qué ha ocurrido para que este alumno desconozca la existencia de estos materiales, hasta tal punto que no sepa que existen a nivel de usuario. No todos tienen por qué saber de la existencia o la utilización de muchos de los avances o tecnologías pero sí es cierto que en la época en que vivimos y la constante evolución tecnológica que nos encontramos es de esperar por lo menos de una formación en conocimientos básicos y nociones de las mismas.

El resultado ha sido tan bueno y satisfactorio para la inmensa mayoría que otro compañero del 4º curso de Grado en Náutica y Transporte Marítimo reivindica bajo la

siguiente frase *Más iniciativas en este sentido, por favor!!!*. Como podemos comprobar, los alumnos se sienten seguros con el procedimiento, les gusta, está al alcance de todos y sobretodo se requiere de una escasa formación. La cuestión, y dura realidad es el coste económico que puede suponer debido a las diferentes situaciones familiares no es solventable por todos, y así lo hace saber nuevamente un alumno cuando valora positivamente la herramienta, pero destaca la cuestión económica diciendo *Aunque es un problema para las personas que no disponen de un dispositivo electrónico*.

Algunos de los alumnos encuestados no ven encajada la actividad en su rama profesional, *Este sistema servirá para la formación de los futuros estudiantes de máquinas*, es cierto que el proyecto está más enfocado a los alumnos de las asignaturas de Grado en Tecnología Marina pero lo único que se pretende es demostrar la importancia de la actualización y utilización por parte de la institución y profesores de estos materiales como complemento de la enseñanza, sobretodo por el hecho que destaca otro alumno de máquinas de 4º, donde dice: *Esta aplicación proporciona una implicación muy práctica, donde el alumno puede tener un primer contacto con las máquinas que podrá ver en su vida laboral*. Vemos pues que el hecho de implantar un sistema de estudio o un currículo basado o apoyado en el uso de herramientas de RA o similares pueden aportar grandes conocimientos a los alumnos de la Escuela.

Uno de los retos más importantes a los que se enfrenta el alumno es la realización de unas prácticas a las que se supone que se incorpora con unos conocimientos mínimos y que en muchos de los casos se reflejan como nulos y no siempre por falta de interés del alumno.



## 7 Conclusión

Profesores y alumnos apuestan por el desarrollo de estas tecnologías como método de enseñanza pero realmente ninguno de ellos explica el por qué de su inexistencia en las aulas o guías docentes de asignaturas técnicas como pueden ser las de taller, motores, sistemas auxiliares, termodinámica o incluso física.

Podríamos plantearnos varias preguntas del estilo ¿por qué no se usan este tipo de herramientas?, ¿por qué no se innova en las materias?, ¿por qué no se defienden este tipo de iniciativas?, ¿por qué se muestran reacios a la su utilización?, ¿qué o quienes impiden su uso, participación y desarrollo?. Estas preguntas son las que nos planteamos ahora, después de investigar sobre el tema, presentar una actividad y hacer un sondeo sobre las opiniones al respecto. En general, podría afirmarse que más del 75 % está dispuesto a utilizarlas pero, ahora bien, ¿por qué no es así?. Curiosamente todos coinciden en un buen uso de la tecnología, en los beneficios de la misma y sus aportaciones tanto al alumnado como al conjunto de profesores pero es cierto que pocos muestran un interés en aprender su uso e incorporarlo a la guía docente.

Como reflexión final, es necesario llevar a cabo un estudio para aclarar y poner solución a aquellos aspectos que impiden el desarrollo de estos materiales en la docencia, con el fin de determinar si su justificación es el coste económico, falta de formación, falta de liderazgo, etc. Es cierto que lleva el empleo de este tipo de herramientas conlleva un coste pero en ninguno de los casos aparenta excesivo.



# **A Cuestionario S.U.S. de usabilidad**

## CUESTIONARIO S.U.S. DE USABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA APLICADA AL ESTUDIO EN LA INGENIERIA PARA ALUMNOS

Este cuestionario anónimo consta de una serie de preguntas sobre tu opinión sobre la usabilidad de la tecnología que has aplicado en un plano.

- Todas tus respuestas son confidenciales.
- Es importante que contestes todas las preguntas lo más honestamente que puedas.
- Si sientes que no puedes responder a un ítem en particular, elige el punto central de la escala (C).
- Por favor elije la respuesta que mejor se adapte a tu reacción inmediata.
- No gastes mucho tiempo en cada apartado, la primera reacción es la mejor.
- No te preocupes por proyectar una buena imagen. Recuerda que la encuesta es confidencial.

La escala de respuestas es:

- A. Total desacuerdo
- B. Desacuerdo
- C. Ni acuerdo ni desacuerdo
- D. Acuerdo
- E. Total acuerdo

\*Obligatorio

### 1. Sexo \*

Marca solo un óvalo.

- Hombre
- Mujer

### 2. Edad \*

.....

### 3. Carrera \*

Elegir la rama a la que pertenece

Marca solo un óvalo.

- Tecnología Náutica y transporte marítimo
- Tecnología Marina
- Ingeniería Radioelectrónica Naval
- Otra

**4. Curso \***

Marca solo un óvalo.

- Primero
- Segundo
- Tercero
- Cuarto

**5. Encuesta de Usabilidad \***

Marca solo un óvalo por fila.

	A	B	C	D	E
1. Creo que me gustará utilizar este sistema con frecuencia	<input type="radio"/>				
2. Encontré el sistema innecesariamente complejo	<input type="radio"/>				
3. Pensé que el sistema era fácil de utilizar	<input type="radio"/>				
4. Creí que necesitaría el apoyo de un técnico para poder usar este sistema	<input type="radio"/>				
5. Me pareció que las diversas funciones en este sistema están bien integradas	<input type="radio"/>				
6. Creo que hay muchas inconsistencias en este sistema	<input type="radio"/>				
7. Creo que la mayoría de la gente aprenderá a utilizar este sistema muy rápidamente	<input type="radio"/>				
8. He encontrado el sistema engorroso de usar	<input type="radio"/>				
9. Me sentí muy seguro con el sistema	<input type="radio"/>				
10. Tuve que aprender muchas cosas antes de poder utilizar el sistema	<input type="radio"/>				

**6. Observaciones \***

Aquí puedes reflejar tu opinión personal o comentario al respecto

.....

.....

.....

.....

.....

Con la tecnología de



## **B Cuestionario pasado al profesorado**



## CUESTIONARIO DE USABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA APLICADA AL PLANO DE ESQUEMAS EN INGENIERIA PARA PROFESORES

Este cuestionario anónimo consta de una serie de preguntas sobre tu opinión sobre la usabilidad de la tecnología que has aplicado en un plano.

- Todas tus respuestas son confidenciales.
- Es importante que contestes todas las preguntas lo más honestamente que puedas.
- Si sientes que no puedes responder a un ítem en particular, elige el punto central de la escala (C).
- Por favor elije la respuesta que mejor se adapte a tu reacción inmediata.
- No gastes mucho tiempo en cada apartado, la primera reacción es la mejor.
- No te preocupes por proyectar una buena imagen. Recuerda que la encuesta es confidencial.

La escala de respuestas es:

- A. Total desacuerdo
- B. Desacuerdo
- C. Ni acuerdo ni desacuerdo
- D. Acuerdo
- E. Total acuerdo

\*Obligatorio

### 1. Sex \*

Marca solo un óvalo.

- Hombre
- Mujer

### 2. Edad \*

.....

**3. Pregunta sin título \***

Marca solo un óvalo por fila.

	A	B	C	D	E
1.-Me veo capaz de emplear estas herramientas en mi asignatura si están diseñadas por terceros.	<input type="radio"/>				
2.-Creo que mi falta de conocimientos me impide emplear estas herramientas	<input type="radio"/>				
3.-Creo que emplear estas herramientas en mis asignaturas es muy caro.	<input type="radio"/>				
4.-No sabría qué estrategias metodológicas emplear para integrar estas herramientas en mi asignatura.	<input type="radio"/>				
5.- Creo que el empleo de herramientas de Realidad Aumentada favorece los modelos de aprendizaje activo.	<input type="radio"/>				
6.-Creo que el empleo de herramientas de Realidad Aumentada contribuye más positivamente a la calidad de la docencia que mediante el empleo de una docencia tradicional.	<input type="radio"/>				
7.-Creo que el aprendizaje de los alumnos quedará mejor consolidado si empleo herramientas de Realidad Aumentada.	<input type="radio"/>				

**4. Observaciones \***

Aquí puedes reflejar tu opinión personal o comentario al respecto

.....

.....

.....

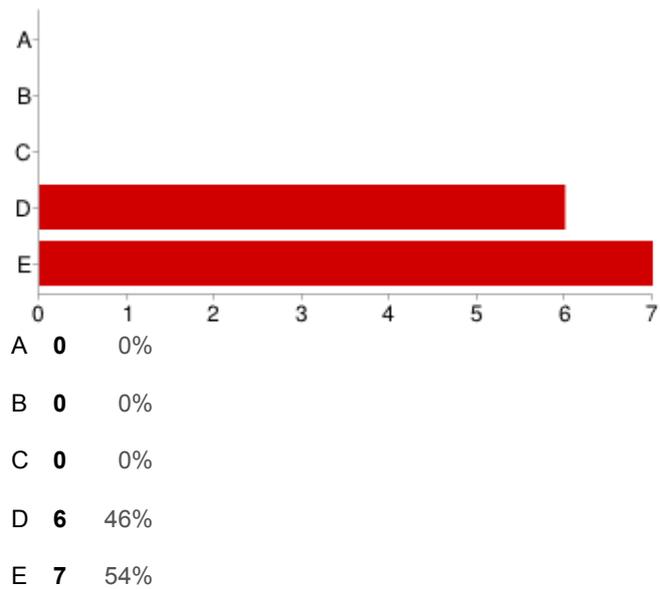
.....

.....

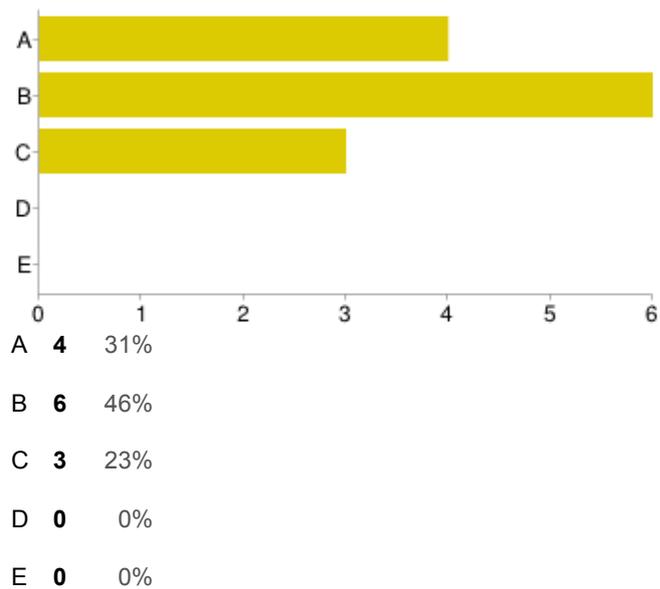
## C Resultados de la encuesta del profesorado



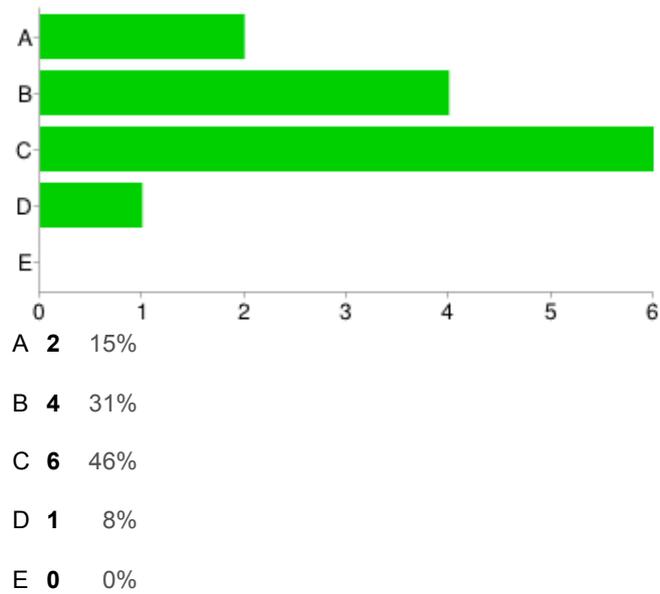
**1.-Me veo capaz de emplear estas herramientas en mi asignatura si están diseñadas por terceros.**



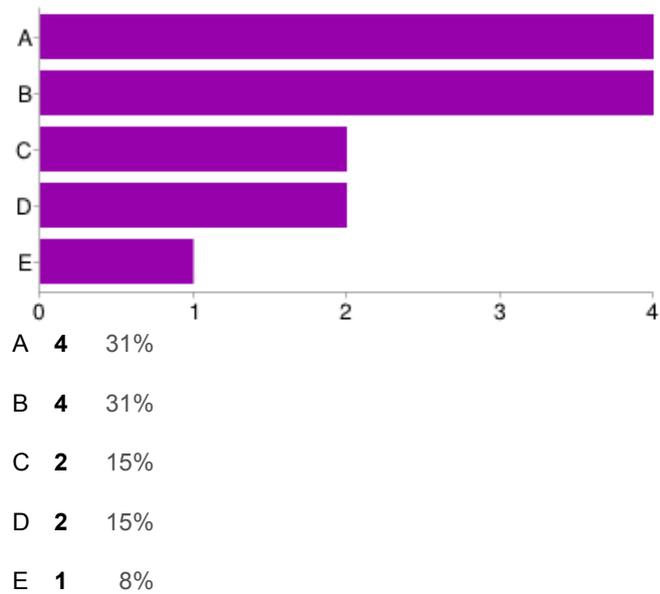
**2.-Creo que mi falta de conocimientos me impide emplear estas herramientas.**



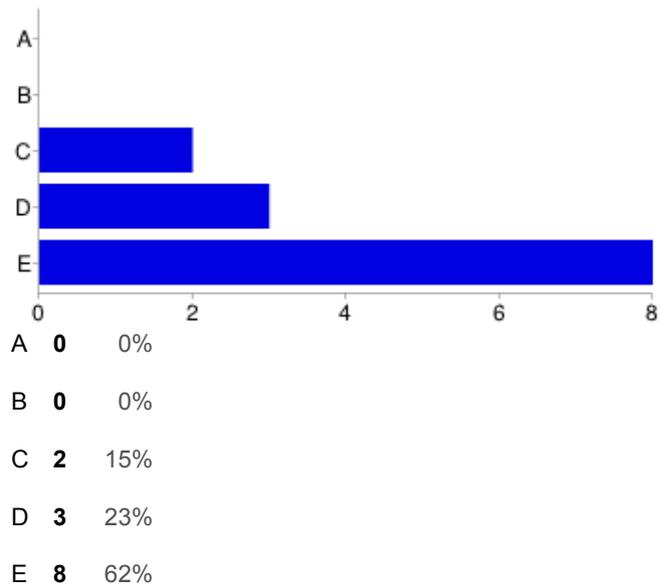
**3.-Creo que emplear estas herramientas en mis asignaturas es muy caro.**



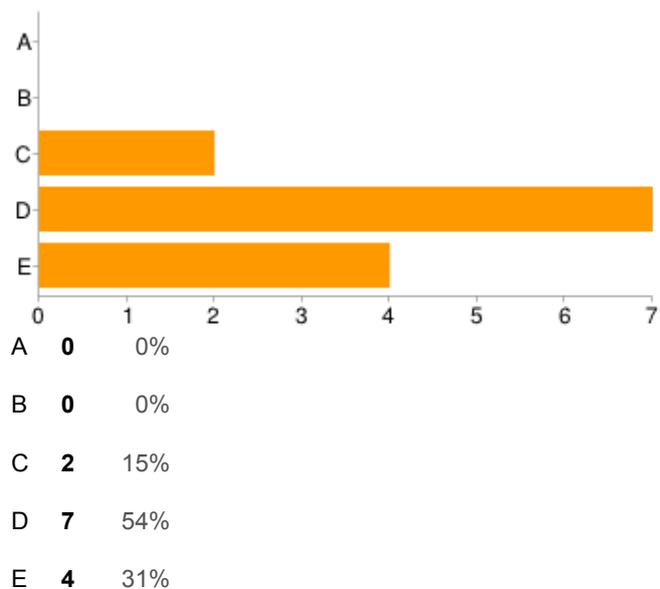
**4.-No sabría qué estrategias metodológicas emplear para integrar estas herramientas en mi asignatura.**



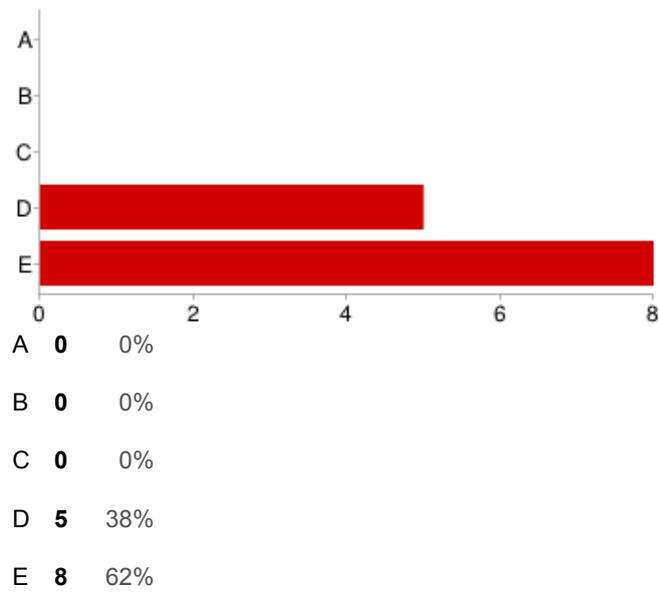
**5.- Creo que el empleo de herramientas de Realidad Aumentada favorece los modelos de aprendizaje activo.**



**6.-Creo que el empleo de herramientas de Realidad Aumentada contribuye más positivamente a la calidad de la docencia que mediante el empleo de una docencia tradicional.**



**7.-Creo que el aprendizaje de los alumnos quedará mejor consolidado si empleo herramientas de Realidad Aumentada.**



# Bibliografía

- [1] ABDULMUSLIH ALSIRHANI, M., *Análisis de sistemas de realidad aumentada y metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas*. Tesis doctoral, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, 2012.
- [2] BASOGAIN, X.; *et al.*, “Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente”. *Bilbao, España*, 2010.
- [3] BÉCARES, B., *La realidad aumentada será una herramienta muy necesaria para las empresas*. [Página web], 2014 [consultado 20 de Junio de 2014] URL: <http://www.channelbiz.es>.
- [4] CASANOVA, G. W., “El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias”. *Revista electrónica de investigación educativa*, 4(1), 2002.
- [5] COVARRUBIAS, J., “Tres documentos sobre la formación de ingenieros”. *Ingenierías*, 1(1), 1998: 5–9.
- [6] CURA, R. O.; *et al.*, “Evolución y mejora en la formación inicial de ingenierías en la Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional.” En: *Trabajos del Congreso Ingeniería 2010 Argentina*, 2010.
- [7] DE CORTE, E., “Aprender en la escuela con las nuevas tecnologías de la información: perspectivas desde la psicología del aprendizaje y de la instrucción”. *Comunicación, lenguaje y educación*, 2(6), 1990: 93–112.
- [8] FERNÁNDEZ, M., “La aplicación de las nuevas tecnologías en la educación. Departamento de Didáctica y Teoría de la Educación. Universidad Autónoma de Madrid (2001)”.
- [9] GARZA, L. E.; *et al.*, “Augmented Reality Application for the Maintenance of a Flapper Valve of a Fuller-Kynion Type M Pump”. 2013, pp. 154–160.
- [10] HÄFNER, P.; HÄFNER, V.; OVTCHAROVA, J., “Teaching methodology for virtual reality practical course in engineering education”. *Procedia Computer Science*, 25, 2013: 251–260.
- [11] MARTÍN-GUTIÉRREZ, J., “Proposal of methodology for learning of standard mechanical elements using augmented reality”. En: *Frontiers in Education Conference (FIE), 2011*, IEEE, 2011, pp. T1J–1.

- 
- [12] MARTÍNEZ, F. J. P., “Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual”. *Revista Creatividad y Sociedad*, 2011.
- [13] MORA LUIS, C. E.; *et al.*, “Real collaborative environments using technologies based on mobile devices and Internet tools”. En: *121st ASEE Annual Conference & Exposition*, 2014.
- [14] OMAÑA, O.; *et al.*, “¿Para qué formar al docente en el uso de nuevas tecnologías? La experiencia del Centro Universitario de Formación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo”. En: *Experiencias de incorporación de las nuevas tecnologías en la formación del profesorado.*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2006.
- [15] RAYA, P.; *et al.*, *Valoración por las empresas de la formación de los titulados de la facultad de económicas de la Universidad de Málaga: competencias profesionales.* Inf. téc..
- [16] RUIZ, M. R. G., “Las competencias de los alumnos universitarios”. *Revista interuniversitaria de formación de profesorado*, 20(3), 2006: 253–269.
- [17] SALINAS, J., “Nuevas modalidades de formación: entre los entornos virtuales institucionales y los personales de aprendizaje”. *Estrategias de innovación en la formación para el trabajo.* Madrid: Torrepointa Ediciones, 2009.
- [18] VALERO GARCÍA, M.; NAVARRO GUERRERO, J. J., “Niveles de competencia de los objetivos formativos en las ingenierías”. 2001.