

## II.3. Presentación de producto. Realidad aumentada aplicada a la docencia

**Ojados, Dolores\*;** Parras, Dolores; F.; Cañavate, Francisco J.

*Dpto. Estructuras, Construcción y Expresión Gráfica. Universidad Politécnica de Cartagena*

\* lola.ojados@upct.es

### Resumen

La docencia en expresión gráfica ha experimentado grandes avances en las últimas décadas. Desde el lápiz, la escuadra, cartabón, y los estilógrafos, el software CAD, desarrollado primero para representaciones 2D y evolucionado más tarde para entornos 3D, programas de gestión de producto más avanzados, como CATIA o SOLIDWORKS, que incluyen módulos CAM / CAE, y permiten ejecutar un proyecto en su conjunto, hasta motores gráficos de Realidad Virtual y REALIDAD AUMENTADA. Siempre será importante que el alumno adquiriera habilidades y destrezas para transmitir los ingenios que desarrolle.

Las nuevas herramientas de Realidad Aumentada (RA) facilitan el aprendizaje a alumnos que aún no son capaces de imaginar en el espacio los elementos diseñados o de transmitir la información a aquellos que podrían ser clientes o promotores de un determinado proyecto de ingeniería gráfica.

Durante la pasada década se empezó a emplear la realidad virtual, fruto del desarrollo de la industria del videojuego, gracias a programas como VIZARD o UNITY. Hoy en día se presentan proyectos de realidad inmersiva, realidad mixta y realidad aumentada para múltiples aplicaciones. El videojuego de Pokemon GO, es un ejemplo de realidad aumentada indirecta.

En este trabajo se presenta una unidad formativa que permite el aprendizaje de SOLIDWORKS apoyada en el módulo VUFORIA de UNITY para crear contenidos formativos de realidad aumentada. A la herramienta en RA que conforma la unidad didáctica presentada, se le ha denominado DemoRA (incluye tres ideas: Demostración de utilidad de la realidad aumentada, RA, evitando la demora o retraso que se produce si se tiene dificultad con la visión espacial).

El conjunto de planos CAD creados en SolidWorks y archivos de realidad aumentada para la Unidad didáctica, ha sido subido al aula virtual de la UPCT, para que los alumnos puedan acceder libremente a ellos.

**Palabras clave:** Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Vuforia, Docencia, 3D, Expresión Gráfica en la Ingeniería.

## 1. Introducción

La docencia en la expresión gráfica ha experimentado grandes avances en las últimas décadas. Conviene hacer un breve recordatorio y repasar de donde se viene. A finales de los ochenta era frecuente entrar en una clase de expresión gráfica y encontrar a los alumnos rodeados de un conjunto de herramientas que les eran comunes a todos. Lápiz, escuadra, cartabón, escalímetro, compás y estilógrafos eran posiblemente el material más caro y moderno, al margen de una calculadora, que un alumno de ingeniería tenía que comprar para afrontar sus estudios. En la década de los 90 irrumpen con fuerza en las aulas el software CAD y durante la misma conviven en el aula los elementos tradicionales mencionados con programas informáticos creados para realizar Diseño Asistido por Ordenador. En ese tiempo, seguía siendo importante que el alumno desarrollara habilidades y destrezas como dibujante que le permitieran representar en el papel los ingenios que en el futuro desarrollaría para configurar proyectos de ingeniería en cualquiera de sus disciplinas.

Otro hito importante fue la aparición en el mercado, avanzados los 90, de programas que permitían, no solo dibujar, sino considerar todo un proyecto y trabajar simultáneamente, desde distintos equipos, con el apoyo de un servidor. Programas como CATIA, SOLIDWORKS o AUTODESK ayudaban al ingeniero a visualizar, analizar e incluso presentar un proyecto antes de iniciar la construcción de un primer prototipo.

Es evidente que todas estas herramientas facilitan la visualización a aquellos que aún no han desarrollado la destreza de imaginar en el espacio los elementos diseñados o a aquellos a los que les es ajena la formación pero que podrían ser los clientes o promotores de un determinado proyecto.

En este importante avance quedan atrás las herramientas clásicas de dibujo utilizadas para el diseño, pero no la necesidad de capacitar y dotar al alumno de habilidades que le permitan desarrollarse en cuanto a su visión espacial. Es a mediados de la pasada década, ya dentro del nuevo milenio, cuando se empieza a desarrollar la tecnología hasta la aparición de lo que se denomina realidad virtual, fruto de nuevos motores gráficos creados para dar cobertura a industrias económicamente muy punteras como la de la cinematografía, en el campo de la animación o la industria del videojuego. Con tecnologías de RV se consigue representar con la ayuda de pantallas de efecto 3D, entornos que permiten visualizar los objetos virtuales creados en un escenario o entorno virtual. Esta nueva área de conocimiento que se genera y se pone al alcance de estudios técnicos gracias a programas informáticos como VIZARD o UNITY, que se han adaptado y evolucionado hasta el punto de poder reproducir con precisión el comportamiento y características físicas de objetos, mecanismos y avatares, se presenta hoy en día, dividida en tres grandes subgrupos, la Realidad Inmersiva, la Realidad Mixta y la Realidad Aumentada. Cualquiera de las tres modalidades tiene utilidades aplicables a la enseñanza de la Ingeniería Gráfica o a campos como la Arquitectura, la Arqueología, o la Prevención de Riesgos Laborales [1-4], pero este trabajo se centra en la utilidad que la Realidad Aumentada puede tener para un fin docente, donde se facilite el aprendizaje de alumnos de asignaturas relacionadas con la Ingeniería Gráfica.

Una posible definición de Realidad Aumentada sería: la visión directa o indirecta (dependerá de los gadgets que se decida utilizar) de los elementos virtuales desarrollados mediante

herramientas informáticas, dentro de un entorno físico real. En el mundo de los videojuegos, el fenómeno de Pokemon GO, es un ejemplo de Realidad Aumentada indirecta.

En este trabajo se presenta una unidad formativa que permite el aprendizaje en materia de Ingeniería Gráfica, mediante el uso de SOLIDWORKS, apoyada en el módulo VUFORIA de UNITY que permitió crear los contenidos formativos de realidad aumentada. En el primero de los softwares se diseñaron los elementos tridimensionales objeto del aprendizaje y el segundo ha permitido, a partir de las piezas 3D, evocarlos/invocarlos en un escenario real, permitiendo visualizarlos desde cualquier perspectiva e incluso observar sus relaciones y sus comportamientos/movimientos una vez se encuentran formando parte de un conjunto.

En esta herramienta formativa, denominada DemoRA se juega con tres ideas:

- Demostrar la utilidad de la RA para facilitar el aprendizaje.
- Visualizar piezas 3D en Realidad Aumentada, a partir de vistas diédricas 2D.
- Evitar la demora o el retraso que se produce si se tiene dificultad con la visión espacial.

DemoRA constituye una unidad didáctica que ha sido aplicada a los alumnos de la asignatura de Diseño Asistido por Ordenador de 4º curso del Grado de Ingeniería Eléctrica de la UPCT, en el curso académico 2018-19. Para desarrollar esta unidad, se ha elegido un conjunto motor de avioneta compuesto de los siguientes elementos: aspa, biela, biela auxiliar, camisa, cigüeñal, cuerpo, hélice y pistón.

El conjunto de planos de fabricación 2D y los archivos de Realidad Aumentada creados para la unidad didáctica desarrollada (DemoRA) ha sido subido al Aula Virtual, con el fin de que los alumnos puedan acceder libremente a ellos.

## 2. Objetivos

Como objetivos comunes de los trabajos desarrollados dentro de la temática: “Experiencia en innovación docente”, en la que se engloba este estudio, se han establecido los siguientes:

- Conocer experiencias innovadoras de enseñanza-aprendizaje aplicables al “Dibujo Técnico y al Diseño Industrial”, mediante casos prácticos.
- Conocer qué y cómo enseñan “Dibujo Técnico en los Centros Tecnológicos de reputación internacional.
- Extraer conclusiones de la encuesta sobre contenidos, habilidades y capacitación.

El principal objetivo de este trabajo en particular, fue facilitar al alumno la visualización y comprensión de un plano de un conjunto mecánico.

Los objetivos secundarios fueron:

- Desarrollar los planos necesarios para el despiece de un conjunto mecánico.
- Verificar que el alumno representa adecuadamente cada una de las piezas y las convierte en objetos tridimensionales diseñados en CAD.

- Desarrollar una herramienta de Realidad Aumentada que vincula una pieza 3D con cada uno de los planos necesarios para la construcción de un conjunto mecánico.
- Visualizar y comprender la geometría de cada una de las piezas, configurar su ensamblaje y conocer el funcionamiento del conjunto.

### 3. Material y métodos

#### 3.1 Solidworks

Este software de diseño CAD 3D se ha utilizado para modelar las piezas 3D de forma individual y el ensamblaje de las mismas y para producir los planos en 2D. El software se ha empleado para consecutivamente crear, diseñar, simular, publicar y gestionar los datos necesarios para el desarrollo de la unidad didáctica [5].

#### 3.2 Vuforia para Unity

Vuforia es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada (AR) y Realidad Mixta (MR) multiplataforma, esta herramienta es robusta y permite ser utilizada con diverso hardware incluyendo dispositivos móviles y monitores de Realidad Mixta como Microsoft HoloLens [6].

La integración de Unity en Vuforia permite crear aplicaciones compatibles con Android e iOS utilizando un flujo de trabajo de creación de contenidos digitales 3D virtuales visibles en el entorno real con la simple acción de arrastrar y soltar sin necesidad de introducir códigos.

#### 3.3 Preparación y exportación del modelo desde Solidworks y creación de la app

Partiendo del ensamblaje en Solidworks no se puede exportar la animación en 3D que reproduce el movimiento del motor en su estado de funcionamiento, solo es exportable como vídeo, así que se tuvo que animar con la ayuda del software Blender de modelado y animación 3D. El proceso de animación requiere de un estudio profundo y detallado del sistema mecánico que permita interpretar y reproducir los movimientos relativos en el sistema. Se tuvieron que definir las relaciones de posición y de movimiento entre el conjunto cigüeñal-biela principal-pistón y posteriormente se tuvo que definir el conjunto de las bielas auxiliares.

Para poder introducir los movimientos desde Blender es necesario dotar al modelo de una serie de articulaciones a las que asignar los grados de libertad de movimiento existentes en cada uno de los elementos y los subconjuntos definidos en la secuencia de animación. A este proceso de introducción de articulaciones se le denomina rigging (creación de esqueleto). Una vez realizado el rigging en todos los elementos en los que fue necesario, se llevó a cabo la animación en sí. Con la relación de movimiento bien definida, al añadir una rotación al esqueleto del cigüeñal, el resto de elementos se mueven en sus respectivas trayectorias. Para la animación se seleccionó el esqueleto del cigüeñal y en modo “pose” se fue rotando 20 grados cada 20 frames hasta los 360º que completan una revolución, de esta manera se consiguió un movimiento rotatorio uniforme.

El siguiente paso fue exportar el modelo con su animación para introducirlo en Unity. La activación de Vuforia en un proyecto Unity obliga a seleccionar la categoría del reproductor y el dispositivo móvil que se utilice, para ello, se debe habilitar la compatibilidad con RA de Vuforia. Se seleccionó la *ARCamera* en la ventana de Jerarquía y se seleccionó en el Inspector la opción “Abrir Vuforia”. Se activó la base de datos *Image Target* para su uso con Unity y se agregaron las *imágenes objetivo* a la escena.

El último paso fue hacer que apareciera un *GameObject 3D*, resultado del trabajo llevado a cabo con Blender, cuando Vuforia reconociera la *imagen objetivo*. Para ello se agregó el modelo animado FBX como un hijo a cada *imagen objetivo* seleccionando el *GameObject* correspondiente (éste tiene que contener *MeshRenderer* y *MeshFilter*). Una vez terminado el proceso de conexión de las *imágenes objetivo* con los *GameObjet 3D* generados con Blender, se conectó el dispositivo móvil vía USB al PC y se creó la APK (Paquete de aplicación para Android).

### 3.4 Planos como imagen objetivo

Para llevar a cabo este trabajo se ha partido de un conjunto de nueve planos (Figuras 1 a 5). En la Figura 1 se presenta una visión del conjunto y en las cuatro siguientes se presentan grupos de dos planos de los distintos componentes. En este trabajo se han utilizado los planos de diseño de los elementos del motor como imagen objetivo, de modo que, estando activado el software VUFORIA serán los propios planos los que servirán para evocar la imagen 3D o la reproducción de movimiento en Realidad Aumentada.

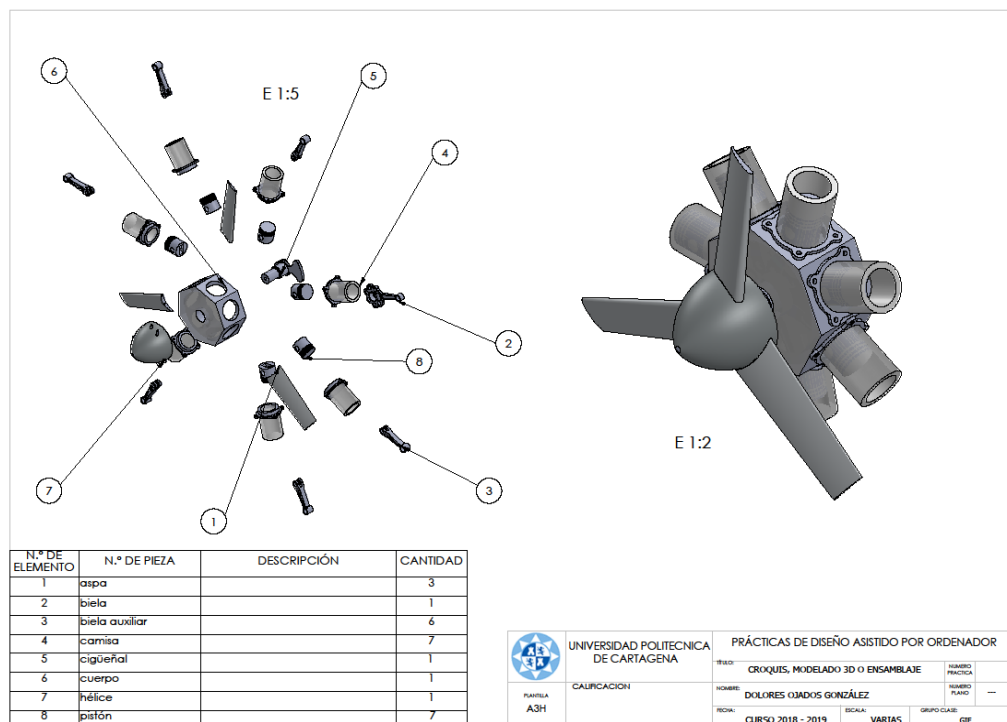


Figura 1. Visión de conjunto de componentes del motor de una avioneta.

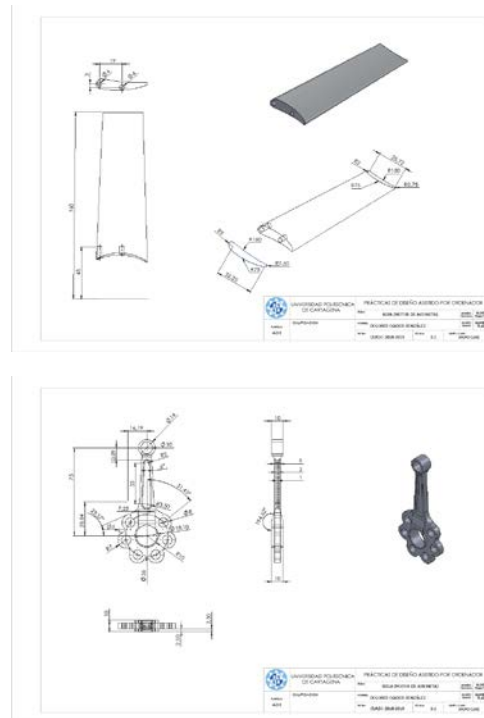


Figura 2. Planos de los componentes: Aspa y Biela.

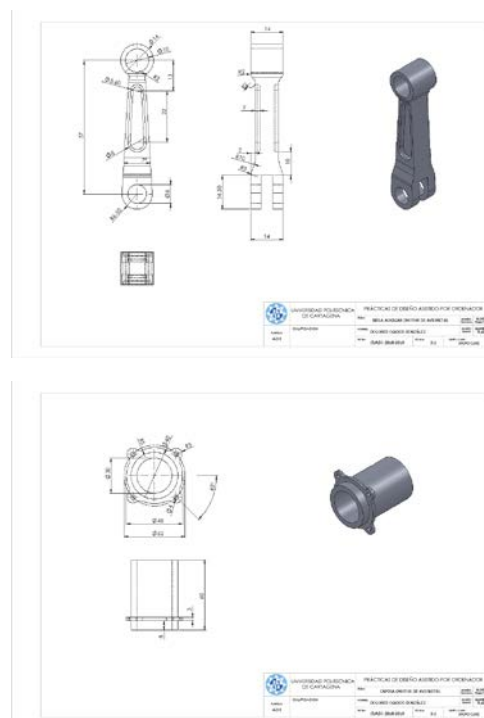
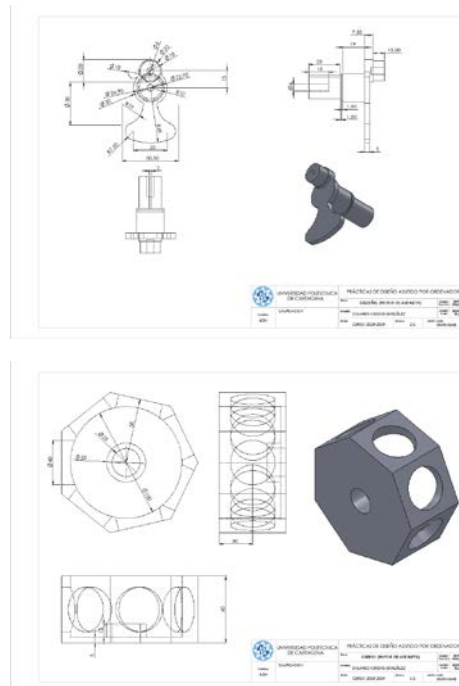
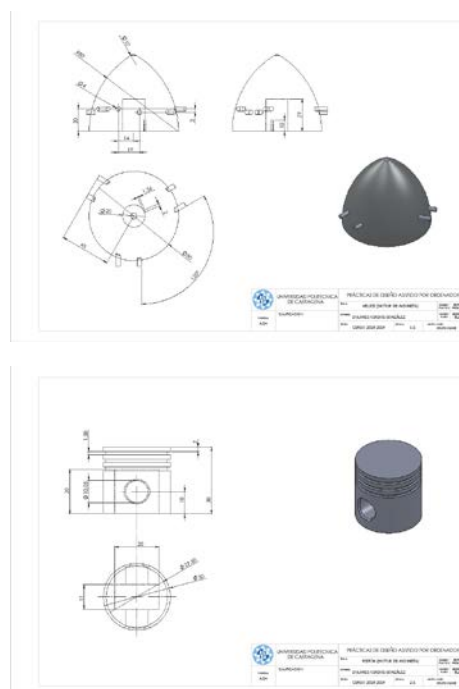


Figura 3. Planos de los componentes: Biela auxiliar y Camisa.



**Figura 4.** Planos de los componentes: Cigüeñal y Cuerpo.



**Figura 5.** Planos de los componentes: Hélice y Pistón.

#### 4. Resultados

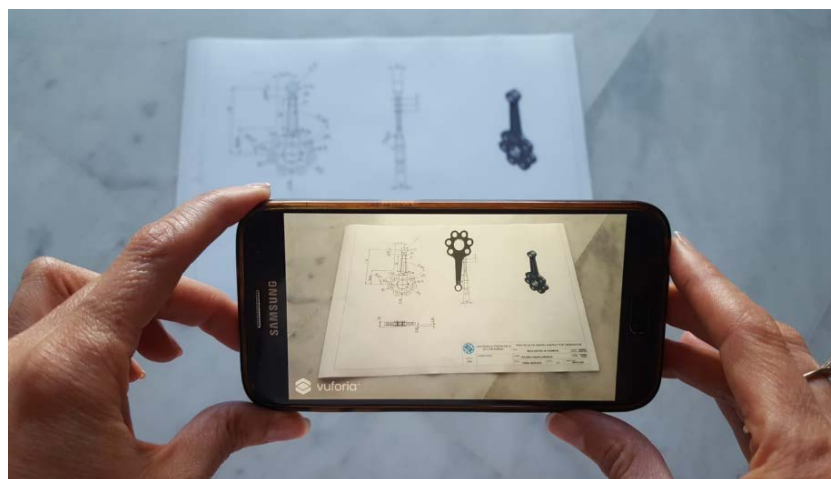
El material generado para la Unidad Didáctica consiste en un conjunto de 9 planos, realizados con Solidworks que sirven como imagen objetivo. Cada uno de los planos lleva asociado un modelo animado FBX que fue creado con Blender mediante la previa importación de los objetos 3D creados con Solidworks. Para el uso de los planos y sus correspondientes objetos animados se ha creado el Kit DemoRA cuya apariencia se muestra en la Figura 6. Todo el material de esta

unidad se encuentra en el espacio que la asignatura dispone en el Aula Virtual de la UPCT. Los alumnos matriculados pueden acceder a la asignatura a través del entorno Moodle y descargar DemoRA en sus dispositivos móviles que utilicen Android como sistema operativo. Para que se active el objeto 3D no es necesario que los planos estén impresos, basta con abrirlos en la pantalla del ordenador.



**Figura 6.** APK DemoRA para sistema operativo Android.

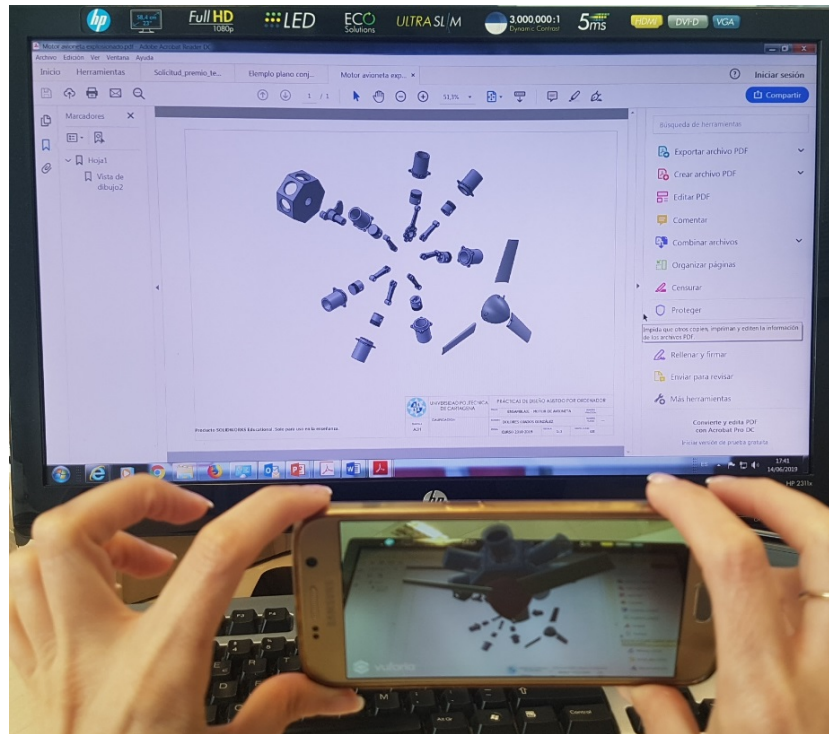
La utilidad del material creado se discute en este apartado. Cuando se sitúa el dispositivo móvil con la APP activada sobre cualquiera de los 8 planos de cada una de las piezas que se han elegido como imagen objetivo, aparece el elemento 3D asociado que corresponde a la pieza modelada en 3D desde SolidWorks con una animación de giro incorporada desde Blender que facilita su visión desde diferentes ángulos y perspectivas (Figura 7), esto sucede con bastante independencia de la posición relativa del plano respecto a la cámara del móvil.



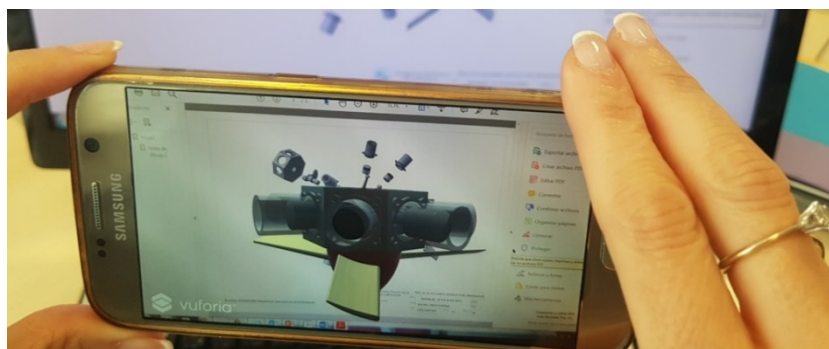
**Figura 7.** Ejemplo de utilización de DemoRA.

El desarrollo de la animación realizada con Blender permitió, no solo mostrar el objeto en 3D, también es posible comprobar su utilidad funcional y el mecanismo que lo relaciona con el resto de componentes (Figuras 8 y 9).





**Figura 8.** Ensamblaje tridimensional y utilidad funcional.



**Figura 9.** Detalle de la visualización del ensamblaje en el dispositivo móvil.

## 5. Conclusiones

Se dispone de una nueva herramienta que facilita al alumno la visualización y comprensión de un conjunto mecánico que forma parte de un motor de una avioneta.

Concretamente se han realizado los planos de cada una de las piezas y del conjunto para que sirvieran como imagen objetivo.

Cuando el alumno sigue las pautas dadas por el profesor, representa adecuadamente cada una de las piezas y las convierte en objetos tridimensionales, puede pasar a utilizar la herramienta de Realidad Aumentada DemoRA que vincula cada uno de los planos necesarios con su pieza virtual tridimensional.

Plano a plano se consigue visualizar y comprender cada una de las piezas.

La utilización de la app sobre el plano de conjunto permite conocer el modo correcto del ensamblaje de todas las piezas y la base de su funcionamiento.

Con el uso de esta herramienta, se pone de manifiesto que a pesar de que los gráficos estáticos sirven para representar el producto con una precisión que no da lugar a equivocación, para la presentación de la propuesta de diseño ante los potenciales clientes responsables de tomar la decisión de llevar el producto a fábrica, la realidad aumentada se muestra como una alternativa que ahorra tiempo y recursos humanos y materiales.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al Servicio de Diseño Industrial y Cálculo Científico (SEDIC) del Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT) de la Universidad Politécnica de Cartagena.

## Referencias

1. Ojados Gonzalez D., Martin-Gorriz B., Ibarra Berrocal I., Macian Morales A., Adolfo Salcedo G., Miguel Hernández B. Development and assessment of a tractor driving simulator with immersive virtual reality for training to avoid occupational hazards. *Computers and Electronics in Agriculture* 143:111-118. December 2017.
2. Ibarra Berrocal I., Ojados González D., Martin-Gorriz, B., Macian A., Salcedo G., Miguel, Beatriz. Realidad virtual inmersiva para la prevención de riesgos laborales. *ASTURIAS PREVENCIÓN Revista del Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales Vol 31* (January 2018).
3. Macian Morales A., Adolfo Salcedo G., Ojados Gonzalez D., Miguel Hernández B., Martin-Gorriz B., Ibarra Berrocal I. Gamificación de la Prevención de Riesgos Laborales. *Proceedings of the 18th International Conference on Occupational Risk Prevention*, <http://www.orpconference.org>.
4. Ojados Gonzalez D., Correa Aldaz A., Macian Morales A., Adolfo Salcedo G., Ibarra Berrocal I., Martin-Gorriz B., Miguel Hernández B. Realidad virtual aplicada a seguridad vial de ciclomotores de reparto profesional. *Proceedings of the 19th International Conference on Occupational Risk Prevention*, <http://www.orpconference.org>.
5. Solidworks Homepage, <https://www.solidworks.com/es>.
6. Unity Homepage, <https://docs.unity3d.com/es/2018.1/Manual/vuforia-sdk-overview.html>.