

Figura 1: Ejemplos de realidad aumentada y realidad virtual.

## 1. Introducción

La Realidad Aumentada (AR, por sus siglas en inglés) es una tecnología que combina el mundo real con elementos virtuales generados por computadora, e.g. imágenes, gráficos en 3D, texto, o videos, esto con el fin de crear una experiencia interactiva. En la AR el usuario sigue consciente del entorno real mientras interactúa con los elementos virtuales que están superpuestos. La AR tiende a utilizarse con dispositivos que cuenten con cámaras y sensores para capturar el mundo real y superponer los elementos virtuales en el sitio específico [7]. Ejemplo de esto puede ser el popular videojuego para smartphones Pokemon Go en el que se caminaba por las calles de la ciudad buscando pokemones para capturarlos y pelear contra otros usuarios. La aplicación utilizaba la cámara del teléfono para identificar al pokemon e interactuar con él (ver Figura 1a). La realidad aumentada no es lo mismo que la realidad virtual. La realidad virtual (VR, por sus siglas en inglés) es una tecnología que crea un entorno virtual en el que el usuario se sumerge por completo e interactúa como si fuera el mundo real. En la VR el usuario no está consciente del mundo real por estar inmerso en un entorno simulado por computadora. En la VR se utilizan gafas de realidad virtual que cubren por completo los ojos del usuario para una vista panorámica del entorno virtual, además de contar con sensores y auriculares para una experiencia más inmersiva [7]. Un ejemplo muy claro sería la película de Ready Player One en el que se ve a los personajes ponerse unas gafas y trajes para poder adentrarse a un videojuego. Todo el tiempo que los jugadores tienen puestos las gafas son inconscientes de lo que pasa a su alrededor en el mundo real (ver Figura 1b.)

Desde 1975 que Myron Krueger creara Videoplace, un cuarto para interactuar con objetos virtuales, la realidad aumentada ha ido creciendo en varios campos de estudio con el fin de enriquecer el mundo real con elementos virtuales [7]. Con la llegada de los smartphones en los 2010, la realidad aumentada ha tenido un crecimiento exponencial, no sólo para los videojuegos, sino para otras áreas como la educación. Tanto así que este año Springer Tracts in Mechanical Engineering publicó un libro para el uso de la realidad aumentada en la educación de ingeniería y el diseño de gráficos en esta rama de estudio [9]. De acuerdo con [2], la AR resulta una poderosa herramienta para el aprendizaje en las aulas universitarias ya que fomenta la motivación, la colaboración, y la creatividad. En [13] también se considera que la AR fomenta el aprendizaje autónomo y un mayor entendimiento de las asignaturas independientemente del área de estudio. La AR ayuda a una mayor comprensión de los temas de estudio, además de que incrementa una actitud positiva ante el aprendizaje [2].

Por lo anterior, se busca explorar con este proyecto de desarrollo el uso de la realidad aumentada como un recurso para la exploración y la enseñanza de los componentes, funcionamiento, y rutinas de servicio del ventilador mecánico VELA II presente en los Laboratorios de Docencia de Ingeniería Biomédica (LDIB) en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I), de modo que los estudiantes de Licenciatura de Ingeniería Biomédica en la UAM-I puedan hacer uso de ella. Para esto es necesario el desarrollo de una plataforma que sea útil para su exploración, y tomando en

consideración el hecho que la mayoría de los estudiantes de la licenciatura cuentan con un teléfono celular inteligente, se propone desarrollar una aplicación móvil que utilice AR. La aplicación móvil debe de poder identificar al ventilador en el entorno real, y resaltar los componentes o rutinas para el servicio del ventilador según requiera el usuario. Un ejemplo de esto es la Figura 2. Para esto se utilizará la plataforma para desarrollo de aplicaciones móviles Unity junto con Vuforia para la incorporación de la realidad aumentada. Además de un escaner 3D para la creación de los modelos 3D de los componentes del ventilador. Sin embargo, debido al tiempo que comprenden las UEAs Proyecto Terminal de Ingeniería Biomédica I y II, en este proyecto terminal el alcance va a ser el desarrollo de la aplicación móvil que permita explorar el ventilador VELA II mediante la realidad aumentada utilizando el entorno Unity, sin incluir las rutinas de servicio, ni la explicación del funcionamiento de los componentes del ventilador.

## 2. Planteamiento del Problema

Como se expone en la introducción, se pretende desarrollar una aplicación móvil que permita explorar el ventilador mecánico VELA II presente en los LDIB en la UAM Iztapalapa. La aplicación móvil debe de utilizar realidad aumentada de modo que, al apuntar la cámara del teléfono hacia el ventilador, se aumente la vista superponiendo modelos geométricos de sus componentes (ver Figura 2).

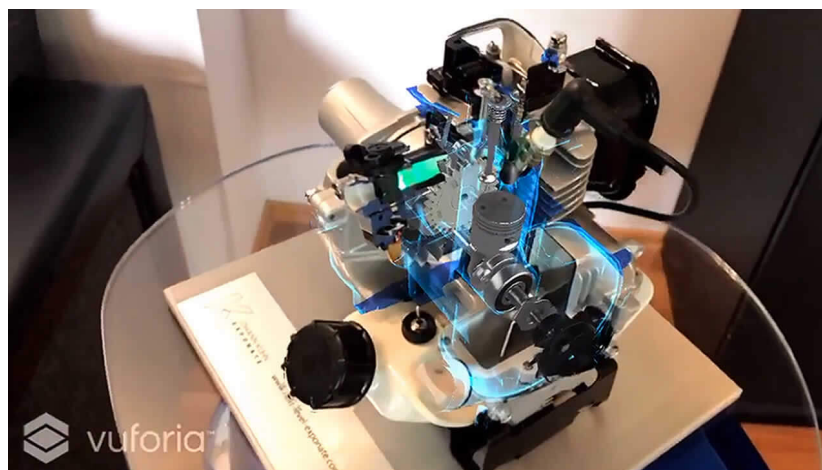


Figura 2: Realidad Aumentada con Vuforia [8].

El desarrollo de la aplicación presenta varios retos:

- **El escaneo 3D de los componentes.** Cada uno de los componentes del ventilador tiene que ser escaneado para que la creación de los modelos 3D sea más sencilla. Para hacer esto, se tiene que desarmar el ventilador con cuidado de no atrofiarlo, o extraviar alguna pieza, además de ir haciendo el escaneo de cada pieza.
- **La creación de los modelos 3D de los componentes.** Es necesario verificar que el escaneado fue exitoso en la creación de los modelos 3D. Esto se tiene que hacer visualizando los modelos en un programa que permita la manipulación de los modelos e ir probando que los podemos superponer en un entorno con AR.
- **La creación del modelo completo del ventilador VELA II.** Una vez que todos los componentes estén modelados, se debe de hacer el modelo completo para corroborar que no falta nada y que se puede poner el ventilador en escena.

- **La colocación del objeto virtual en el espacio real considerando la percepción de profundidad.** Poner al ventilador en el espacio real requiere que se considere la profundidad a la que se colocará el objeto. No es lo mismo un objeto muy enfrente en la imagen que se le pueden apreciar los detalles a un objeto atrás en la imagen que se ve de menor tamaño. Además de que es importante que el objeto virtual no esconda información relevante del mundo real a menos que así se requiera (ver Figura 3).

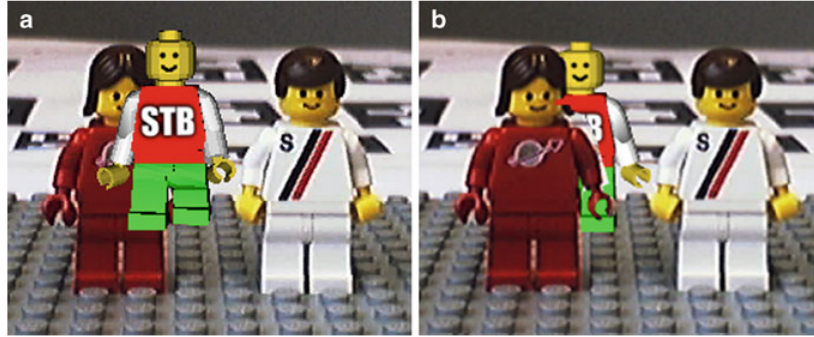


Figura 3: Un lego virtual esconde a un lego real (izquierda). El lego virtual está colocado correctamente atrás del lego real sin esconderlo (derecha) [7].

Cada uno de estos problemas son propios del manejo de la realidad aumentada, pero que son de suma importancia porque no resolver alguno haría que la aplicación esté incompleta, y que la información que se presente se pueda malinterpretar.

### 3. Justificación

En la Licenciatura en Ingeniería Biomédica de la UAM-I se ofrecen varias optativas para que el estudiante que esté cursando su último año de licenciatura, pueda escoger la rama de la ingeniería biomédica de su interés. Entre estas ramas se encuentra la instrumentación médica, donde hay optativas de Imagenología Médica, de Instrumentación de Laboratorio Clínico, Instrumentación de Uso Quirúrgico y Terapéutico, entre otros [4]. En estas optativas se acepta un máximo de 24 alumnos por grupo, y sólo se imparten una vez al año escolar. Cada una de ellas es una UEA (Unidad de Enseñanza Aprendizaje) práctico/teórica, de modo que el alumno pueda entender y aplicar los conocimientos aprendidos en la teoría.

En el caso de la UEA Instrumentación de Laboratorio Clínico, se cuenta con más de 6 espectrofotómetros Spectronic 20 [5] para impartir la práctica de la UEA. Esto es conveniente debido a que cada 4 alumnos hay un espectrofotómetro que los ayudará en su formación. Sin embargo, en el caso de la UEA de Instrumentación de Uso Quirúrgico y Terapéutico no se cuenta más que con un ventilador mecánico para la parte práctica de la UEA. Esta UEA no es la única que se beneficiaría del ventilador para explicar de mejor manera la parte teórica, la UEA de Mediciones de Presión, Volumen y Flujo, y los LDIB podrían beneficiarse de más de un ventilador para impartir cursos intertrimestrales, pero el valor de uno de estos instrumentos médicos representa un alto costo de inversión. Por esta razón se propone la solución del desarrollo de una aplicación móvil para la exploración del ventilador mecánico VELA II mediante alguna tecnología de la industria 4.0.

Considerando las tecnologías existentes, la realidad aumentada parece ser la más acertada, ya que crea un entorno mixto en donde los objetos virtuales están en un entorno real, en tiempo real. La AR no solo hace el aprendizaje más interesante, sino que también mejora la retención de conceptos.

Diversas tecnologías emergentes, como los dispositivos móviles, ofrecen experiencias de AR de manera accesible y portátil, lo que beneficia el rendimiento estudiantil. La AR motiva a los estudiantes, fomentando la exploración de diferentes áreas y la creación de nuevos conceptos. Además, la AR está siendo integrada en varias disciplinas académicas, desde matemáticas hasta biología y química, mejorando la comprensión y haciéndolas más atractivas y envolventes [13].

Teniendo en cuenta que la mayoría de los estudiantes cuentan con un smartphone capaz de desplegar la realidad aumentada, por ejemplo, los filtros de Instagram, entonces es factible el aprovechamiento de una aplicación como la propuesta. Así, podríamos tener a todos los usuarios apuntando las cámaras de sus celulares al ventilador y aprender de sus componentes independientemente de cuantos sean en el curso, o de sus posiciones con respecto al equipo.

Este desarrollo se puede ampliar a la generación de rutinas de mantenimiento del ventilador, y tutoriales de su funcionamiento. Además de que se puede ampliar a otros equipos presentes en los LDIB, teniendo en cuenta los retos que esto implicaría para cada uno. Simultáneamente, los resultados de este proyecto servirían para ser replicados en otras instituciones educativas para otros equipos médicos, creando una nueva área de desarrollo en México.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada es una tecnología que sirve para aumentar la relación de los sentidos del usuario con el mundo real a través de objetos virtuales. Aunque la AR sirva para aumentar todos los sentidos del usuario, es más estudiado el campo de la vista; por lo tanto, hay más recursos orientados a la visualización virtual. La AR funciona añadiendo información virtual generada por una computadora a un ambiente real, en tiempo real. De este modo, el usuario puede tener acceso a información que no tendría directamente con sus sentidos, y así tener una visión directa o indirecta del mundo real. La AR es en sí interactiva y en 3D para combinar los objetos virtuales con el ambiente real. No debe de confundirse la AR con la VR, ya que ésta última adentra al usuario por completo en un mundo virtual sin poder ver la realidad (ver Figura 4). [7]

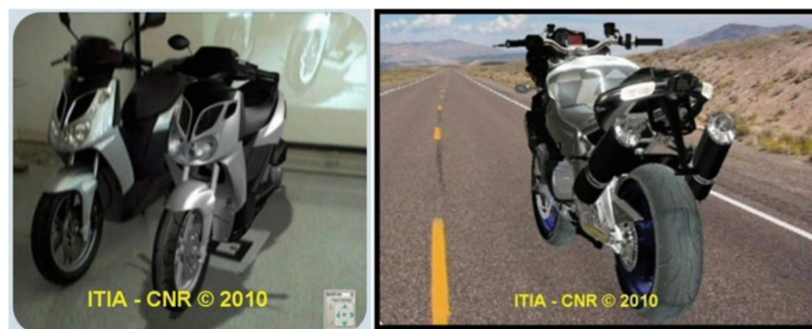


Figura 4: Comparativa de la AR y VR. A la izquierda: Una motocicleta virtual al lado de una motocicleta real en un ambiente real. A la derecha: Una motocicleta virtual en un ambiente virtual [7].

La AR utiliza pantallas para proyectar la información virtual. Estas pantallas pueden estar en la cabeza del usuario como los lentes de AR, en las manos del usuario como una aplicación móvil de los smartphones, o en el espacio como un proyector o un holograma (ver Figura 5).

Para registrar las imágenes, la AR utiliza métodos de seguimiento de video que tienen dos etapas: rastreo y reconstrucción. El rastreo hace referencia a detectar puntos de interés en las imágenes de la



Figura 5: Displays de la Realidad Aumentada

cámara. Generalmente se utilizan métodos de procesamiento de imágenes como la detección de bordes o características para interpretar las imágenes. Los métodos basados en características consisten en descubrir la conexión entre las características de imagen en 2D y sus coordenadas en el marco del mundo en 3D. Los métodos basados en modelos utilizan modelos de las características de los objetos rastreados, como modelos CAD. Una vez que se establece una conexión entre la imagen en 2D y el marco del mundo en 3D, es posible encontrar la pose de la cámara proyectando las coordenadas en 3D de la característica en las coordenadas de la imagen en 2D observadas y minimizando la distancia a sus características en 2D correspondientes. La etapa de reconstrucción utiliza los datos obtenidos de la primera etapa para reconstruir un sistema de coordenadas del mundo real (ver Figura 6).

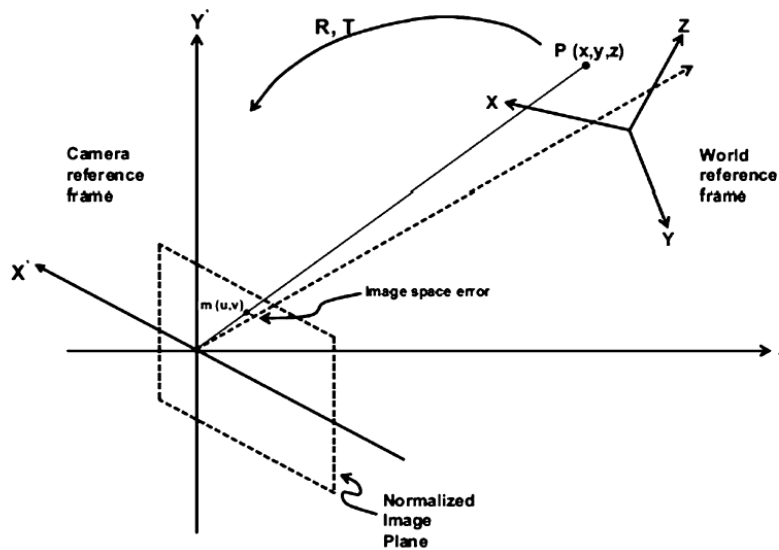


Figura 6: Plano de referencia de la cámara y el plano de referencia del mundo real [7].

#### 4.2. Rastreo

Para que el contenido virtual se comporte como los objetos reales es necesario una estimación del punto de vista del usuario (de la cámara) con respecto a las coordenadas del contenido virtual. Ésta es la base de la realidad aumentada. Se puede lograr con un sistema de rastreo basado en visualización por computadora con o sin marcadores. El problema del rastreo con marcadores es que generalmente



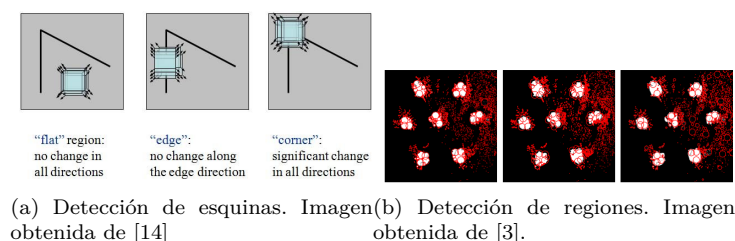


Figura 7: Tipos de detección para el rastreo sin marcadores

se necesitan dos cámaras, además de que se tienen que poner marcadores en todos los puntos que vayan a tener AR. El rastreo sin marcadores utiliza características del ambiente para hacer el rastreo, pero estos tienen que variar muy poco con los cambios de luz, enfoque de la imagen, escalas, y distintos ángulos de visión. Estos marcadores utilizan procesamiento de imágenes para detectar las esquinas o regiones (ver Figura 7). [7]

### 4.3. Modelado 3D

A pesar de que la creación de modelos digitales en tres dimensiones para simulación computacional es valiosa, las operaciones en tiempo real de la realidad aumentada varían debido a que la creación de vistas realistas depende principalmente de la generación de gráficos por computadora y el realismo visual. Una vez que se ha digitalizado el entorno real mediante una o más representaciones del mismo objeto, es posible duplicar, modificar o transformar los objetos digitalizados y, en consecuencia, la escena completa, mostrándolos en una pantalla de computadora. También es posible visualizar la escena desde diferentes ángulos de vista. [13] Existen varios tipos de modelado 3D [13], entre ellos están:

1. Modelado Poligonal La creación de modelos poligonales se realiza trazando los contornos de un objeto, rellenando los espacios entre los bordes con polígonos y luego aplicando texturas al modelo (ver Figura 8).

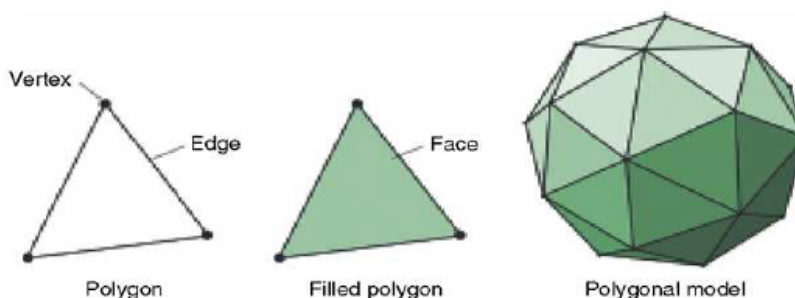


Figura 8: Modelado Poligonal [13].

2. Modelado Spline EL modelado spline es una técnica utilizada en gráficos por computadora para crear modelos tridimensionales suaves y orgánicos. En este método, se utilizan curvas matemáticas llamadas splines para definir la forma básica del objeto. Estas curvas son modificadas y ajustadas para formar la estructura del modelo deseado. Luego, se suelen aplicar superficies o sólidos a lo largo de estas curvas para crear la forma final del objeto. También conocida como Modelado de Superficies No Uniformes B-Spline (NURBS) (ver Figura 9).

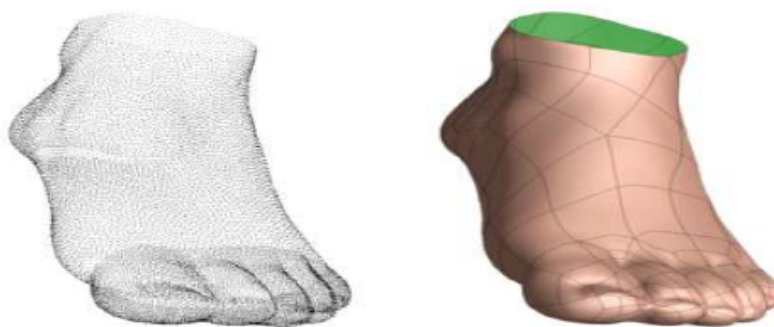


Figura 9: Modelado Spline [13].

3. Escaneo 3D Mediante la técnica de escaneo 3D se crean modelos tridimensionales de alta precisión de objetos reales. En lugar de construir modelos 3D desde cero, el escaneo 3D utiliza un escáner láser para capturar con precisión la apariencia de un objeto y convertirla en un objeto tridimensional. Esta técnica permite recopilar información precisa de manera sencilla, ya que el escáner 3D puede registrar la textura y el color de un objeto además de su geometría (ver Figura 10).



Figura 10: Escaneo 3D hecho con un smartphone [13].

#### 4.4. Visualización de la imagen

Aunque la AR enriquece el mundo real con información virtual, no se trata de hacer sólo una mezcla del mundo real con imágenes virtuales. Las aplicaciones de AR deben de correr en tiempo real, y los objetos virtuales deben de estar alineados con los objetos del mundo real.

Después de representar la estructura 3D registrada, su superposición permite generar la sensación de una figura virtual parada en el mundo real. Las visualizaciones en AR pueden seleccionar automáticamente información relativa al entorno real actual utilizando la ubicación y orientación del usuario. También se puede aumentar partes virtuales del objeto real de modo que parezca que se está viendo a través del él. Sin embargo, para fusionar de manera comprensible la información real y virtual, ambas imágenes deben combinarse cuidadosamente en lugar de simplemente pegarse juntas. Si los gráficos por computadora se generan de forma independiente a la información visible en el entorno real, es posible que no se logre una interacción visual exitosa entre ambos tipos de datos. Además de que, al

ser aumentada la imagen se va a perder información haciendo que el resultado cause problemas con la percepción de profundidad. Si la representación de objetos virtuales no tiene en cuenta el entorno real, la composición de ambos puede fallar en transmitir la intención de la visualización. Las visualizaciones entendibles en entornos de AR requieren que la apariencia de los gráficos por computadora 3D agregados se adapte al entorno del mundo real. En consecuencia, las visualizaciones exitosas deben consistir en elementos fácilmente distinguibles [7]. Por eso es importante considerar la percepción de profundidad a la hora de adquirir los datos. Las señales de profundidad en imágenes son aquellas que se pueden encontrar en una sola imagen e incluyen [7]:

- Superposición: si las proyecciones en 2D de dos objetos en el entorno se superponen, los objetos más cercanos al observador ocultan a los objetos más lejanos.
- Tamaño relativo: los objetos más distantes parecen ser más pequeños que los objetos más cercanos.
- Altura relativa: los objetos con bases más altas en la imagen parecen estar más lejos.
- Detalle: los objetos más cercanos ofrecen más detalle.
- Perspectiva atmosférica: los objetos que están más lejos aparecen más borrosos que los que están cerca.
- Sombras: dependiendo de la posición de la fuente de luz, las sombras pueden proyectarse de un objeto a otro.
- Perspectiva lineal: las líneas paralelas convergen con la distancia creciente.

La perspectiva lineal, la altura relativa, y el tamaño relativo señalan la relación espacial de la figura virtual respecto a la real. Si la renderización de AR puede sincronizar los parámetros de la cámara, las señales de profundidad de los objetos en 3D se alinearán con las presentes en el entorno. Así, objetos virtuales adicionales pueden enriquecer la percepción del entorno real (ver Figura 11).

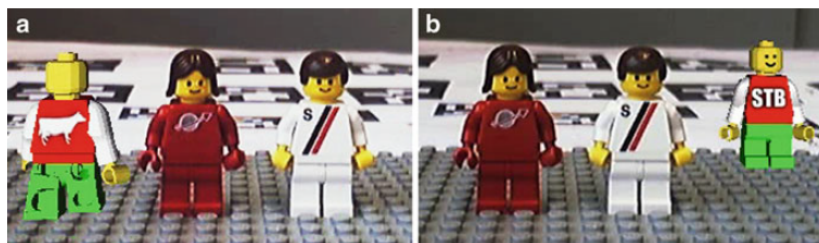


Figura 11: Percepción de la profundidad. En la figura (a) se percibe al lego verde a lado de los demás y en la figura (b) se percibe al lego verde atrás de los demás. [13].

#### 4.5. El Ventilador VELA II

El ventilador mecánico VELA II de la marca VIASYS Respiratory Care, Inc. es un ventilador fácil de utilizar, auto-contenido, electromecánico controlado por microprocesador, servocontrolado y gestionado mediante software. Es un equipo de ventilación para el suministro de gas y exhalación activa de pacientes adultos y pediátricos (al menos 10 kg) de manera continua o intermitente (ver Figura 12). [11] Cuenta con un panel liso y pantalla táctil LCD a color además de ser un ventilador de presión positiva no invasivo. Tiene modos ventilatorios convencionales y avanzados (Asistido/Controlado, SIMV, o CPAP). [11] [1] Según la clasificación de la IEC, es un ventilador pulmonar sin protección contra la entrada de líquido, sin protección para el uso con gases anestésicos inflamables, Clase I, y alimentación interna. También cuenta con una protección de descarga a tierra, conexión equipotencial,



y es tipo BH. El ventilador Vela es una unidad compacta y ligera que dispone de extensas funciones [11]:

- Tecnología de Turbina, lo que permite una ventilación sin interrupción.
- Una amplia gama de modos incluidos Asistido/Controlado, SIMV y CPAP.
- Ventilación por Control de Volumen, PRVC, APRV Bifásico, Control de Presión y Presión de Soporte.
- Ventilación de respaldo de apnea en SIMV y CPAP/PSV.
- Interfaz de usuario revolucionaria que permite una fácil operación y una vasta capacidad de monitoreo.
- Todos los modelos disponen de gráficos integrados. El modelo Completo incluye Bucles y Tendencias.
- Paquete de comunicación que incluye una conexión de aviso remoto al personal de enfermería, conexión de fibra óptica, conexión de impresora y salida de vídeo.
- El ventilador Vela dispone de una entrada de oxígeno a alta presión con mezclador y una entrada de oxígeno a bajo flujo con acumulador.
- El Vela entrega y muestra volúmenes corrientes corregidos a BTPS (Body Temperature Pressure Saturated, presión temperatura corporal saturada).
- Autotest al momento del encendido y prueba continuo durante el funcionamiento normal.
- Batería interna con una duración de hasta seis horas.
- Guía del usuario de fácil comprensión para consultas rápidas.



Figura 12: Ventilador Mecánico VELA [1].

## 4.6. Herramientas para desarrollo de aplicaciones de AR

### 4.6.1. Unity

Unity es un motor de videojuegos multiplataforma y un entorno de desarrollo creado por Unity Technologies. Es un software con una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, creación y funcionamiento de un entorno interactivo. Se utiliza para desarrollar videojuegos, simulaciones, aplicaciones interactivas y experiencias de realidad virtual y aumentada. Unity es una herramienta que permite crear videojuegos para diversas plataformas (PC, consolas, móviles, etc.) mediante un editor visual y programación via scripting; de modo que se puedan conseguir resultados profesionales. Ofrece una amplia gama de herramientas y recursos para diseñar y crear contenido interactivo, incluyendo renderización de gráficos en 2D y 3D, motor físico, animaciones, inteligencia artificial, efectos especiales, sonidos, etc. [18]

### 4.6.2. Vuforia

Vuforia es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada (AR) y Realidad Mixta (MR) multiplataforma creada por PTC, con seguimiento robusto y rendimiento en una variedad de hardware (incluyendo dispositivos móviles). Vuforia ofrece capacidades como el seguimiento de objetos en tiempo real, el reconocimiento de imágenes y la detección de objetos, lo que permite superponer contenido digital en el mundo real a través de la cámara de un dispositivo móvil o una tableta. Esto se logra mediante el uso de tecnologías como marcadores de imagen, marcadores de objetos y tecnología de visión por computadora utilizando rastreo sin marcadores. La integración de Unity en Vuforia permite crear aplicaciones y juegos de visión para Android e iOS utilizando un flujo de trabajo de creación de arrastrar y soltar. Para un ejemplo ver Figura 13 [6].

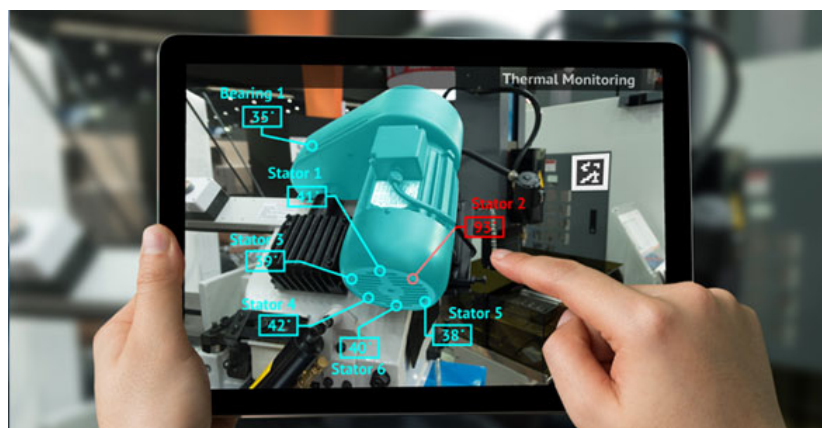


Figura 13: Realidad Aumentada con Vuforia [6].

## 5. Antecedentes

Las tecnologías con realidad aumentada están creciendo en el campo de la educación debido a lo versátiles e innovadoras que son. Sin embargo, muchas de las aplicaciones desarrolladas utilizan equipo especializado como lentes de AR. Es por eso que en el trabajo de Prokopiuk y Falkowski en [16] se propone el desarrollo de una aplicación móvil para aprender sobre robótica en un entorno de AR. Dicha aplicación sirve para operar el robot ABB IRB 4600 en una estación de empaquetamiento. Para hacer el modelado de la estación se hicieron modelos 3D con Autodesk Inventor y fueron procesados con Blender para corroborar que el modelo estuviera en el plano correcto. Después se pasaron los archivos .fbx generados por Blender a Unity donde se hizo la aplicación móvil para Android utilizando Unity

Engine con los paquetes de ARCore y AR Foundation para el manejo de la realidad aumentada. La metodología propuesta para el desarrollo de la aplicación, fue la siguiente:

1. Configurar la realidad aumentada
  - Añadir una cámara AR
  - Añadir un indicador para detectar el plano/espacio donde va a ir el robot
  - Implementar un programa para detectar una superficie plana y colocar ahí la estación del robot donde se puso el indicador
2. Añadir la estación del robot
  - Poner y escalar el modelo en la escena
  - Añadir los elementos responsables del movimiento
  - Crear una jerarquía de los modelos mostrados
3. Diseño de la interfaz de usuario
  - Añadir botones y controles
  - Añadir etiquetas
4. Hacer la programación responsables del movimiento del robot
  - Implementar programas para la rotación y escalamiento
  - Implementar programas para controlar los componentes del robot

El resultado se puede observar en la Figura 14.

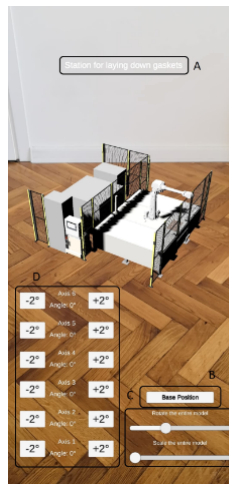


Figura 14: Pantalla principal de la aplicación [16].

En el artículo [12] los autores utilizan a la AR para explicar la construcción de un robot. La AR es una imagen superpuesta en el entorno real para familiarizar a los usuarios con los elementos invisibles de la maquinaria. Esto sirve para que el usuario analice la pieza sin necesidad de desarmar el equipo. Además de que puede aprender sobre dónde se encuentran las piezas en el entorno real y así tener una mejor comprensión de la construcción de un robot.

En el artículo se utilizaron marcadores para que la cámara reconociera el espacio, etiquetas para los mensajes y las alertas, una tableta con sistema operativo Android, y una base de datos con todos los datos y los archivos CAD. También se utilizó Vuforia para la visualización de los modelos en 3D, y Unity3D para el desarrollo de la aplicación. No se muestra la metodología usada para el desarrollo de la aplicación, sólo las herramientas. El resultado se puede ver en la Figura 15.



Figura 15: Modelos de ensamble vistos desde la aplicación [12].

## 6. Hipótesis

Dado que la tecnología para generar y mostrar objetos en realidad aumentada está disponible públicamente, podemos construir un modelo virtual del ventilador VELA II y situarlo en un entorno y tiempo reales.

## 7. Objetivos

### Objetivo General

Diseñar e implementar una aplicación móvil que permita explorar el ventilador mecánico VELA II en un entorno de realidad aumentada

### Objetivos particulares

1. Crear los modelos 3D de los componentes del ventilador mecánico VELA II con un escáner 3D
2. Crear el modelo 3D completo del ventilador mecánico VELA II
3. Lograr el posicionamiento espacial del VELA II en la escena
4. Diseñar la aplicación y el sistema de interacción entre el medio virtual y real utilizando Unity y Vuforia

## 8. Metodología

La metodología cuenta con cuatro etapas principales.

## 1. Obtención y Escaneo de los componentes del ventilador mecánico VELA II.

En esta etapa se buscará desarmar el ventilador y hacer su respectivo escaneo.

### a) Desarmar el ventilador mecánico VELA II

Para poder escanear las piezas del ventilador VELA II es necesario tener acceso a ellas, para esto se planea desarmar el ventilador. El desmontado del ventilador se hará utilizando el manual de servicio para los sistemas de ventilación VELA [11] (específicamente los capítulos 3 y 5), además de cualquier otro recurso en internet que dé una orientación para su desmontado cuidando de no atrofiarlo. Hay que recalcar que no se va a desarmar absolutamente todo, sólo ciertas partes de interés como las válvulas, sensores, filtros, entre otros, es decir las piezas de mayor interés para el propósito final del proyecto, la docencia en ingeniería biomédica de la UAM-I

### b) Escaneo de los componentes y creación de los modelos 3D

Una vez se haya desmontado el ventilador, se procederá al escaneo de los componentes utilizando un escáner láser 3D HandySCAN 3D. El escáner HandySCAN 3D proyecta una luz estructurada, generalmente una serie de patrones de franjas o cuadrículas, sobre la superficie del objeto que se va a escanear. La luz estructurada se refleja en el objeto y es detectada por las cámaras del escáner. Estas cámaras capturan las variaciones de la luz proyectada, lo que permite medir la distancia y la forma del objeto en función de los desplazamientos de la luz. Los datos capturados por el escáner HandySCAN 3D se procesan utilizando software especializado. El software combina la información de las cámaras, los patrones de luz proyectados y los algoritmos de reconocimiento para generar un modelo tridimensional digital del objeto escaneado (ver Figura 16).



Figura 16: Escáner Láser 3D (HandySCAN 3D).



## 2. Procesamiento de los modelos

Así como en [16], es necesario procesar los modelos para corroborar que el modelo esté en el plano correcto y que se va a poder crear el modelo completo del ventilador.

### a) Procesamiento de los modelos

Se utilizará el Visualization Toolkit (VTK) [19] para ver los modelos en 3D, corroborar su geometría, y corroborar su diseño adecuado. En caso de que algo no se cumpla, se volverá a hacer el escaneo a la pieza de interés.

### b) Creación del modelo completo

Se utilizarán VTK y Blender para crear el modelo completo del ventilador. Esto es importante para asegurar que todas las piezas tengan la escala correcta. En caso de que no se cumpla, se volverán a procesar los objetos. Este paso también es útil para poder hacer el rastreo sin marcadores.

## 3. Situar el modelo virtual en escena

Como se ha comentado antes, es muy importante que el objeto virtual sea colocado en la escena real. Esto se va a hacer con Vuforia utilizando marcadores para que sea más sencillo el escalamiento del objeto y que se pueda ver independientemente de la posición de la cámara del usuario. Vuforia maneja varios tipos de marcadores o rastreo sin marcadores. Por el momento, se planea utilizar marcadores tipo QR puestos en sitios específicos del ventilador real para facilitar el rastreo. Esto se hará primero para los modelos individuales de los componentes (para practicar) y después para el modelo completo.

## 4. Creación de la aplicación móvil

Siguiendo la metodología planteada en [16] para el desarrollo de una aplicación móvil que implemente AR, se hará una app en el entorno de Unity Engine y Vuforia que permita poner el ventilador virtual en el entorno real. Además de que se pueda ver las piezas ocultas del ventilador real sin necesidad de desarmarlo utilizando las piezas virtuales que se obtuvieron en la etapa 1 y se procesaron en la etapa 2.

## Referencias

- [1] Medical Buy, ed. *Ventilador Mécanico VELA*. URL: <https://medicalbuy.mx/productos/ventiladores/ventilador-mec%C3%A1nico-vela-detail>.
- [2] Julio Cabero-Almenara, Esteban Vázquez-Cano y Eloy López-Meneses. «Uso de la Realidad Aumentada como Recurso Didáctico en la Enseñanza Universitaria». En: *Formación universitaria* 11.1 (feb. de 2018), págs. 25-34. ISSN: 0718-5006. DOI: 10.4067/s0718-50062018000100025.
- [3] Ralph Caubalejo. *Image Processing-Blob Detection*. Ed. por Towards Data Science. 2021. URL: <https://towardsdatascience.com/image-processing-blob-detection-204dc6428dd>.
- [4] UAM Iztapalapa CBI, ed. *Ingeniería Biomédica*. URL: <https://cbi.izt.uam.mx/coddaa/index.php/plan-de-estudios-y-mapa-curricular#plan-de-estudios>.
- [5] Laboratorios de Docencia UAMI Biomédica, ed. *Espectrofotómetro 1*. URL: <http://ldib.izt.uam.mx/?product=espectrofotometro-1>.
- [6] Unity Documentation, ed. *Vuforia*. URL: <https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/vuforia-sdk-overview.html>.
- [7] *Handbook of Augmented Reality*. Springer New York, 2011. ISBN: 9781461400646. DOI: 10.1007/978-1-4614-0064-6.
- [8] Transform Interactive, ed. *Vuforia Engine. The World's Most Widely Deployed AR*. URL: <https://transforminteractive.com/vuforia-engine/>.
- [9] Vitalii Ivanov et al. *Augmented Reality for Engineering Graphics*. Springer Nature Switzerland, 2024. ISBN: 9783031446412. DOI: 10.1007/978-3-031-44641-2.
- [10] Javier Lacort. *Las gafas de realidad aumentada serán el siguiente nivel para hacernos demasiado dependientes de la tecnología*. Ed. por XATAKA. 2022. URL: <https://www.xataka.com/otros/gafas-realidad-aumentada-seran-siguiente-nivel-para-hacernos-demasiado-dependientes-tecnologia>.
- [11] *Manual del operador Vela™ Sistemas de ventilación*. VIASYS Healthcare Inc. 2005.
- [12] George Michalos et al. «Augmented Reality (AR) Applications for Supporting Human-robot Interactive Cooperation». En: *Procedia CIRP* 41 (2016), págs. 370-375. ISSN: 2212-8271. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.005>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827115010847>.
- [13] Trishna Paul y Mukesh Kumar Rohil. «Advanced 3D Modeling for Augmented Reality Visualizations in Engineering Education: Issues, Challenges, and Future». En: *2023 International Conference on Modeling, Simulation and Intelligent Computing (MoSICom)*. 2023, págs. 345-350. DOI: 10.1109/MoSICom59118.2023.10458774.
- [14] Kumar U Pavan, M.P.V Sahul y B.T Venkatesh Murthy. «Implementation of stereo visual odometry estimation for ground vehicles». En: *2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology (RTEICT)*. 2017, págs. 1173-1177. DOI: 10.1109/RTEICT.2017.8256783.
- [15] William Peña. *Magic Leap Revoluciona la Realidad Aumentada*. Ed. por Digital Too. 2016. URL: <https://www.digitaltoo.com/2016/07/06/magic-leap-revoluciona-la-realidad-aumentada/>.
- [16] Norbert Prokopiuk y Piotr Falkowski. «Applicability of Augmented and Virtual Reality for Education in Robotics». En: *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems* 16.3 (2022), págs. 65-74.
- [17] RealInfluencers. *Las 10 mejores apps de realidad aumentada para educación*. 2016. URL: <https://www.realinfluencers.es/2016/11/29/10-mejores-aplicaciones-realidad-aumentada-educacion/>.

- [18] Master Distancia SA, ed. *¿Qué es Unity y para qué sirve?* URL: <https://www.masterd.es/blog/que-es-unity-3d-tutorial>.
- [19] Will Schroeder, Ken Martin y Bill Lorensen. *The Visualization Toolkit (4th ed.)* Kitware, 2006. ISBN: 978-1-930934-19-1.