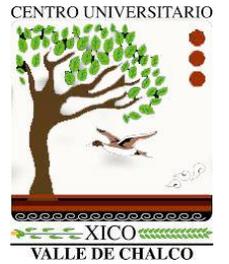




**UAEM**

Universidad Autónoma  
del Estado de México

**C. U. VALLE DE CHALCO**



# **ASPECTOS DE REALIDAD AUMENTADA EN LA DOCENCIA DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE CHALCO**

## **TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

***INGENIERO EN COMPUTACIÓN***

**P R E S E N T A**

REY ALBERTO CASTRO SAN AGUSTIN

**ASESOR:**

DR. EN C. MANUEL ÁVILA AOKI

DR. EN C. JUVENAL RUEDA PAZ

I. EN C. JOAQUÍN MORALES ALFARO

**VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, MÉXICO**

**OCTUBRE 2019.**

**ASPECTOS DE REALIDAD AUMENTADA EN LA  
DOCENCIA DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM  
VALLE DE CHALCO**

# ÍNDICE

	Página
I. Resumen.	9
II. Importancia de la temática.	10
III. Planteamiento del problema o pregunta de investigación.	12
IV. Métodos y técnicas de investigación empleadas.	13
V. Desarrollo temático.	
V.I. Antecedentes.	14
V.II. El Aprendizaje y las nuevas tecnologías.	18
V.II.I. Entorno personal de aprendizaje y ambiente del aprendizaje.	20
V.II.II. Aprendizaje virtual e híbrido.	23
V.III. Mobile Learning.	25
V.IV. AR-Learning.	26
V.V. Realidad Virtual.	27
V.VI. Realidad Aumentada.	28
V.VI.I. Características.	29
V.VI.II. Elementos.	30
V.VI.III. Clasificación.	31
V.VI.IV. Lentes de Realidad Aumentada.	34
V.VI.V. Dispositivos móviles.	36
V.VI.VI. Aplicaciones con Realidad Aumentada.	38
V.VI.VI.I. Entretenimiento.	38
V.VI.VI.II Comercio electrónico.	39
V.VI.VI.III Medicina.	41
V.VI.VI.IV. Banca en México.	42
V.VI.VI.V. Educación.	43
V.VI.VII. Elementos virtuales.	44
V.VI.VII.I. Texto.	45

V.VI.VII.II Imágenes tridimensionales.	46
V.VI.VII.III. Audiovisuales.	48
V.VI.VIII. Software de desarrollo para Realidad Aumentada.	49
V.VI.IX. Software de creación de imágenes tridimensionales.	50
V.VII. Aspectos de la Realidad Aumentada.	52
V.VIII. Identificar los alcances de la Realidad Aumentada.	
V.VIII.I. Alcance actual.	53
V.VIII.II. Alcance a futuro.	53
V.IX. Identificación de requerimientos.	54
V.IX.I. Diagrama de caso de usos.	55
V.IX.II. Diagrama especificación de requisitos del sistema.	57
V.IX.III Recopilación de la información.	58
V.IX.IV. Modelado de procesos.	59
V.IX.V Modelado del flujo de trabajo.	60
V.IX.VI Detección del marcador.	61
V.X Propuestas existentes.	62
V.X.I. Licenciatura en Enfermería.	62
V.X.II Licenciatura en Diseño Industrial.	65
V.X.III Licenciatura en Informática Administrativa.	68
V.X.IV Licenciatura en Ingeniería en Computación.	69
VI. Conclusiones y sugerencias.	74
VII. Referencias de consulta.	76

## I. RESUMEN

Realidad Aumentada es la tecnología que agrega componentes virtuales a la realidad<sup>1</sup> capturada y vista a través de un dispositivo móvil. En las últimas décadas la Realidad Aumentada ha tenido un importante protagonismo en las áreas del conocimiento como las matemáticas, historia, biología entre otras, demostrando su función como herramienta pedagógica y en otros tipos de escenarios, tales como el entretenimiento.

La Realidad Aumentada integra varias tecnologías, siendo una de ellas los dispositivos móviles, los cuales son considerados un elemento del entorno personal del aprendizaje. Los dispositivos móviles tienen un importante impacto en la sociedad, con beneficios que no se imaginaban antes, como reproductor de video y audio, ubicación en tiempo real o la consulta del clima.

Por esta razón, adquiere importancia realizar proyectos de Realidad Aumentada orientados al proceso de enseñanza-aprendizaje con apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs).

Por lo anterior se presentan las características básicas del tema de Realidad Aumentada, así como su desarrollo histórico. Se introduce un modelo de Realidad Aumentada en el contexto de la práctica docente en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

1. La Realidad es el conjunto de objetos observables y tangibles que devuelven a su observador, a través de sus sentidos, información fidedigna.

## II. IMPORTANCIA DE LA TEMÁTICA

La Realidad Aumentada es considerada una tecnología nueva a partir de que Tom Caudell en 1993 encontró una alternativa para los tableros de los aviones Boeing al utilizar anteojos especiales y tableros virtuales sobre los físicos. (Urraza, 2015).

Desde entonces, en la teoría de computación moderna, existen 3 diferentes paradigmas cruciales para su desarrollo; Computación Cuántica, Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada la cual tendrán un impacto importante en los próximos años. Dicha disciplina incide en diversos aspectos de la tecnología y la educación.

En los últimos años se ha visto el uso de los dispositivos móviles para comunicarse en redes sociales, noticias, entretenimiento, reservaciones, comercio, transportes y climas, pero para muchos es difícil relacionar estos dispositivos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo, es innegable la sintonía que tienen los estudiantes con la forma de aprender, adquirir y compartir información a base de las nuevas tecnologías. Por ello, los docentes y alumnos podrán utilizar la Realidad Aumentada en el uso pedagógico. (Álvarez, Castillo, Pizarro y Espinoza, 2017).

La importancia de la Realidad Aumentada es indagar, desde una perspectiva pedagógica en esta tecnología, permitiendo el uso de prácticas didácticas en distintos ámbitos de enseñanza-aprendizaje.

Para los procesos de enseñanza-aprendizaje es relevante crear aplicaciones de Realidad Aumentada para la enseñanza de contenidos y unidades de aprendizaje en algunas de las licenciaturas del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, por lo que es crucial para el desarrollo eficiente de estas líneas ya que propiciaría un entorno favorable en el plan de estudios, donde el docente tendrá nuevas oportunidades de desarrollo profesional y

personal, mejorando sus prácticas y contribuyendo a la calidad de educación del plantel.

Además, las prácticas y estrategias didácticas implementadas por los docentes a través de su experiencia en la materia y en conjunto con la Realidad Aumentada permitirían a los estudiantes dejar a un lado las dificultades que se encuentran en las actividades dentro del aula enriqueciendo su proceso educativo dentro del área de conocimiento.

Existe una tendencia en la que ven al uso de hardware y software como un potencial enemigo para la calidad educativa al considerarlos como elementos distractores (Cupitra y Duque, 2017), sin embargo, no es así. Los Ingenieros en Computación como desarrolladores tecnológicos han mostrado que las nuevas tecnologías, tal como la Realidad Aumentada, brindan grandes posibilidades en los métodos de enseñanza-aprendizaje.

Expertos insisten que los docentes tienen que estar familiarizados con la nueva tecnología y aprovechar la enorme información que existe en internet, con esto se podrá disminuir la brecha digital que existe dentro de la docencia. (Cabero, Fernández y Marín, 2017).

Es cierto que las nuevas generaciones han nacido con un dispositivo móvil bajo el brazo, por esta razón es importante que los estudiantes necesitan nuevas formas de aprender y la Realidad Aumentada junto al *Mobile Learning* (Aprendizaje con dispositivos móviles) promueven al docente encontrar nuevas formas de enseñanza.

La Realidad Aumentada y el *Mobile Learning* tienen una gran importancia en el propósito de facilitar la enseñanza del docente y el aprendizaje en los estudiantes a través de una plataforma digital. (Cupitra y Duque, 2017).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde 2016 el concepto de Realidad Aumentada se empezó a escuchar gracias a *Pokémon Go*, pero al ser utilizada en videojuegos es que la mayoría de las personas desconocen el potencial que se tendrá para los métodos de enseñanza-aprendizaje.

De acuerdo al contexto anterior, se propone usar la Realidad Aumentada a través del *Mobile Learning* dentro de las aulas de algunas licenciaturas como Diseño Industrial, Informática Administrativa, Ingeniería en Computación y Enfermería, para favorecer el desarrollo de competencias disciplinares y laborales de los profesores y alumnos del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

La Realidad Aumentada en México ha sido poca explorada y muchas de las aplicaciones desarrolladas no explotan todo su potencial. Este problema se explica en esta tesina, en donde se describen las características que deben tener la Realidad Aumentada para que se desempeñe como una herramienta en los ambientes y entornos de enseñanza-aprendizaje.

Con base a lo descrito, las preguntas de investigación que surgen son las siguientes:

1. ¿De qué manera impactará la Realidad Aumentada en las licenciaturas de Diseño Industrial, Enfermería, Informática Administrativa e Ingeniería en Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco?
2. ¿Qué experiencias de enseñanza-aprendizaje proporcionará la Realidad Aumentada a los estudiantes de las licenciaturas del Centro Universitario?
3. ¿En qué otras licenciaturas del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco favorecerá el uso la Realidad Aumentada?

## **IV. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN EMPLEADAS**

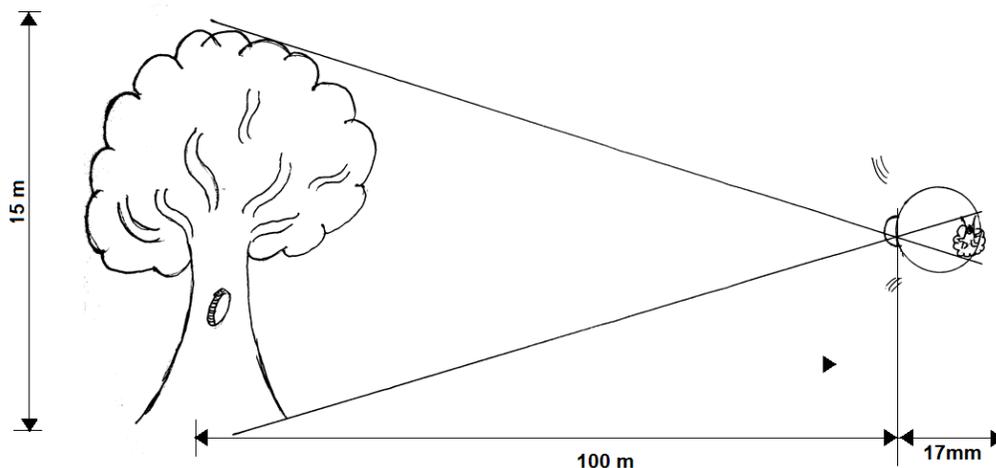
Este trabajo de investigación, es básicamente del tipo documental, de carácter monográfico basado en la lectura de diversas fuentes como tesis, tesinas y artículos especializados publicados en revistas científicas.

De las fuentes investigadas, se analizaron las aplicaciones de Realidad Aumentada en la docencia y el impacto tuvieron, para después proponer un modelo de un sistema utilizado en la docencia, teniendo en cuenta los procedimientos lógicos y mentales de toda investigación, como el análisis, síntesis, modelados y diagramas de análisis de sistemas, para así obtener amplios beneficios, tanto para profesores como para alumnos en los métodos de enseñanza-aprendizaje.

## V. DESARROLLO TEMÁTICO

### Antecedentes

El humano cuenta con un sistema visual muy desarrollado, su ojo con una estructura casi redonda, es el encargado de transformar las ondas electromagnéticas en señales nerviosas para ser interpretadas por el cerebro; la córnea adsorbe la luz exterior pasando por la pupila donde es concentrado en la fovea a través de la función inversa del cristalino (una estructura transparente en forma de lente). El cristalino tiene un eje visual y al pasar la luz por encima o debajo de él, proyectará de forma invertida las imágenes en una membrana sensible a la luz (la retina), vea *figura 1.0*. (Ruiz, 2014).

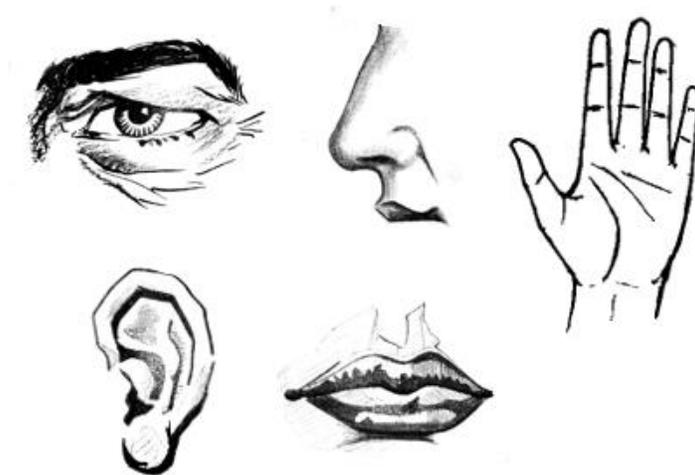


*Figura 1.0.* Representación de la proyección de forma invertida. Fuente: Elaboración del Sustentante.

La vista es uno de los principales receptores sensoriales del cuerpo humano. Siendo quizá, uno de los principales sentidos que permite percibir formas, distancias, posiciones, tamaños y colores de todos los objetos que lo rodean.

Con ella, el humano recibe la mayor parte de información en el medio que se desarrolla. Esa información provoca una respuesta, la cual es definida como estímulo. (Romero, 2018).

Los estímulos que llegan a los seres vivos son muy variados y cada uno puede ser captado por un sentido específico, vea *figura 1.1*. Los estímulos externos pueden involucrar objetos que nada tienen que ver con el cuerpo humano. El ser humano con dos ojos le permite una visión panorámica y la capacidad del cerebro para combinar ambas imágenes, produce una visión tridimensional. (García, 2012).



*Figura 1.1.* Los estímulos son captados por los 5 sentidos del ser humano. Fuente: Elaboración del Sustentante.

La aplicación tecnológica durante los últimos años se ha concentrado en el oído y la vista principalmente, mejorando la calidad de imagen y sonido en los dispositivos móviles. Gracias a esto, el humano ingresa a nuevas dimensiones virtuales, percibiendo otro mundo por medio de los sentidos, teniendo nuevos estímulos de experiencias sensoriales. (Pérez, 2016).

La estimulación de experiencia multisensorial ayuda a los niños en su desarrollo intelectual, descubriendo su entorno o realidad a través de figuras, formas, observe la *figura 1.2*, y mundos virtuales.

Estos mundos virtuales son espacios multisensoriales diseñados para recibir información del entorno y de imágenes virtuales que representan datos e ideas. El mundo virtual ofrece nuevas posibilidades para que el humano pueda interactuar a través de dispositivos móviles en espacios de aprendizaje, terapia, comunicación y desarrollo.



*Figura 1.2.* Estimulación Multisensorial. Fuente: Elaboración del Sustentante.

Los dispositivos móviles están teniendo un importante impacto en la sociedad, con beneficios que no se imaginaban antes. El celular se convirtió en una herramienta indispensable de trabajo y de entretenimiento en la vida de los adultos y niños. (Olmedo, 2012).

Las nuevas generaciones de alumnos en México muestran interés por explorar las nuevas tecnologías, esto facilita el desempeño tanto de docentes como estudiantes en las nuevas estrategias del proceso de enseñanza-aprendizaje. (Madrid, 2014).

Ahora, el celular ya no solo es un medio para recibir y contestar llamadas, se está empezando a aplicarse en los campos de la educación, vea *figura 1.3*. Los jóvenes universitarios son un ejemplo de dependencia del celular para sus relaciones en su entorno social y académico. Dentro de las nuevas tecnologías, la Realidad Aumentada junto al *Mobile Learning* y *AR-Learning* (Aprendizaje con Realidad Aumentada) aparecen como una amplia posibilidad didáctica dentro del entorno educativo. (Rolando, 2015).



*Figura 1.3.* Incorporación de dispositivos electrónicos en la educación. Fuente: Elaboración del Sustentante.

Es el caso, donde el *Mobile Learning*, se incorpora como una herramienta en las nuevas formas de trabajar en los programas de enseñanza-aprendizaje a través de los dispositivos móviles y en conjunto al *AR-Learning* añaden información virtual a la información física.

## **El aprendizaje y las nuevas tecnologías**

El aprendizaje es el producto del estudio de un determinado tema, adquiriendo nuevos conocimientos, habilidades y competencias. Existen infinidad de teorías que intentan describir la manera correcta de estudiar para aprender rápido y mejor, se describen positivamente y negativamente, circunstancias y factores que influyen en el estudio, en especial, los pedagogos tratan de mejorar las estrategias de docencia con el fin de facilitar su enseñanza tanto como el aprendizaje del alumno; es por esta razón, que han considerado utilizar las nuevas tecnologías de la información. (Sarmiento, 2007).

Las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) se están presentando como una herramienta cotidiana en la actualidad, en las cuales se han vistos resultados satisfactorios en los ámbitos educativos. Las TICs ofrecen grandes posibilidades de crecimiento para aquellos proyectos y experiencias que existen, concretamente en los alumnos del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

Los métodos de aprendizaje en las últimas décadas eran simples, consistía de ciertas disciplinas, tales como: lenguaje, matemáticas, historia y entre otras materias impartidas en las aulas, se trataba sencillamente de memorizar conceptos. (García, 2009). Ahora bien, hoy en día somos testigos y protagonistas de un mundo nuevo, que cambia cada día, en el cual se crean nuevos teléfonos y tecnologías innovadoras que nos obliga a adaptarnos (López, 2017), pero no somos capaces de decir que el sistema de educación de México ha mejorado, incluso aún se ocupan planes de estudio de hace 20 años.

Por ejemplo: una vez que el alumno termina sus actividades escolares, se olvida completamente de sus materias y utiliza su tiempo libre en juegos o entretenimiento en teléfonos inteligentes y consolas de videojuegos. Pero si se utiliza la Realidad Aumentada en un aprendizaje personalizado, se podrá promover y desarrollar interés de cada individuo en su materia de agrado. Si se logra llegar a esto, las escuelas del futuro podrán ser más interesantes y

sencillas de pasar su estadía en ellas, y cada alumno ocupará una mayor parte de su tiempo interactuando con los teléfonos inteligentes de forma que le ayude en sus estudios, cada alumno aprenderá en su ritmo y estilo, creando nuevos profesionistas de calidad.

Con el uso correcto de las TICs en la docencia, observe *figura 2.0*, se reforzarán los conocimientos y habilidades de los alumnos, serán un apoyo para la realización de tareas y proyectos. (UNESCO, 2016).

Son muchas las universidades que están realizando proyectos para proporcionar a su matrícula estudiantil nuevos sistemas de enseñanza-aprendizaje en distintos campos de estudios, sobretodo, mejorar las competencias de acuerdo con los estándares planteados por organismos internacionales como la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).



*Figura 2.0.* Docentes y el uso de las TICs. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## **Entorno personal de aprendizaje y ambiente del aprendizaje**

El docente organiza el espacio de estudio, así como selecciona, reúne y dispone de los materiales de apoyo, además que organiza y dota los temas de aprendizaje, todo esto es la estructura básica del entorno personal de aprendizaje. (Parra, 2010).

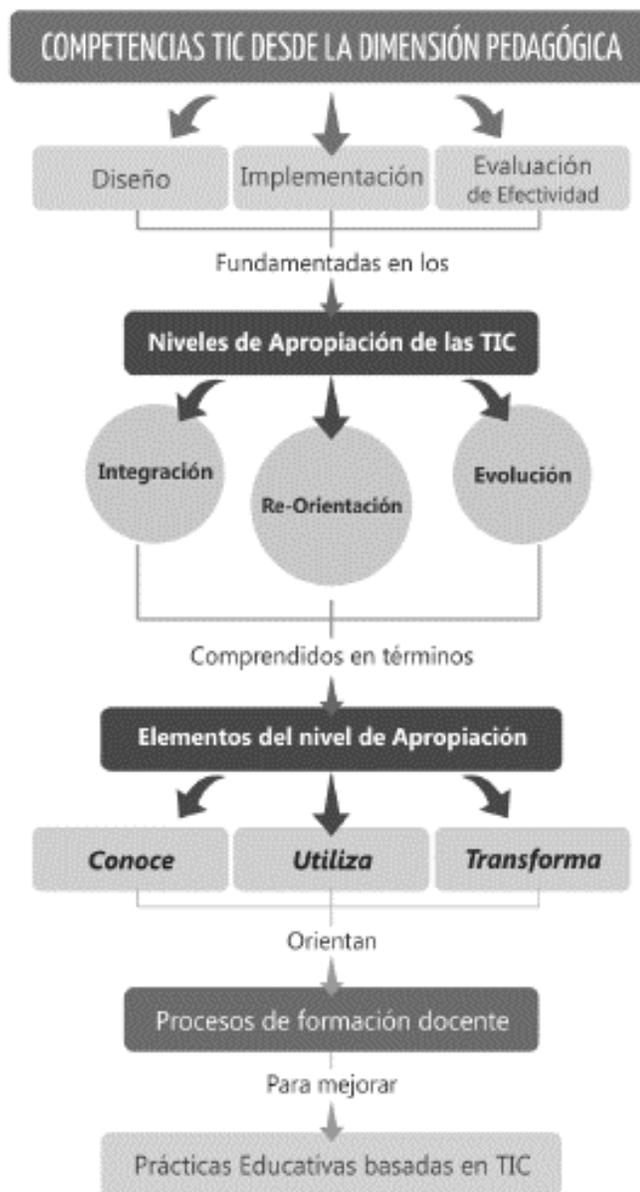
En la docencia se utilizan libros de texto, prácticas y actividades que estimulan el aprendizaje, pero si se utilizan estos materiales en un ambiente inadecuado, como aulas en mal estado o una mala relación alumno-alumno o alumno-profesor la información tendría pérdidas. Es importante considerar los entornos de aprendizaje y seleccionar ambientes adecuados de aprendizaje estimulados por las TICs donde la información dispuesta centre la atención visual del estudiante en las actividades dentro del aula.

A medida que los alumnos adquieren aptitudes cambia el entorno y ambiente del aprendizaje, se necesitan nuevos espacios y materiales para acomodarse a ellos.

Con lo anterior, se hace una referencia al que el alumno necesita una motivación en la cual se sienta convencido de su carrera, del ambiente y personas que los rodean. Para que el alumno tenga esa motivación, es importante recibir información tanto su interior como del exterior. Es decir, si se combina el entorno de aprendizaje con el ambiente el alumno desarrollará motivación extrínseca e intrínseca.

La motivación extrínseca es involucrase con el ambiente, con los sucesos que están sucediendo en la realidad, y con la motivación intrínseca impulsa que el estudiante se ponga objetivos, que se plantee el compromiso de investigar e indagar por su cuenta, que aprenda a reforzar lo aprendido en clase, a ser autónomo. (Jiménez, 2014).

La UNESCO (2016), en su informe Competencias y Estándares TIC desde la dimensión pedagógica, vea *figura 2.1*, propone a los docentes desarrollar estrategias y prácticas diseñadas con apoyo de las TICs, encontrar nuevos lineamientos educativos con la asistencia virtual y/o presencial en tiempo real, implementando entornos y ambientes efectivos en las prácticas.



*Figura 2.1.* Modelo de Competencias TIC desde la dimensión pedagógica. (UNESCO, 2016).

De acuerdo a lo anterior la UNESCO (2016), indica que se desarrollarán los siguientes enfoques del aprendizaje:

- Aprendiendo de otro. Aquí depende de un experto en la materia (el Docente) y a través de su experiencia y conocimiento proponer las actividades para desarrollar la clase.
- Aprendiendo con otros. Los alumnos podrán aprender de las otras licenciaturas, por ejemplo: el desarrollador del material para la Realidad Aumentada (Ingenieros) conocerá los temas de otra carrera como Enfermería.
- Aprendiendo juntos. El Centro Universitario y cada alumno que la conforma, compartirá lo aprendido resolviendo problemas entre ellos fomentando la retroalimentación.
- Aprendiendo de forma autónoma. Cada alumno investigará y aportará nuevas ideas en su formación, y tal vez a otras licenciaturas.

Dependiendo de las unidades de aprendizaje se podrá seleccionar los entornos personales de aprendizaje entre herramientas adicionales a las TICs, recursos (textos, ilustraciones, videos y audios) o fuentes de información. Estas decisiones requieren de distintos tratamientos analíticos para los estilos de aprendizaje que menciona Jiménez (2014), los cuales son:

- Activo. Los alumnos que son buenos en las actividades.
- Reflexivo. Para los observadores y analistas.
- Teóricos. Los que indagan y analizan teorías.
- Pragmático. Relaciona lo que aprende y lo ponen en práctica.

A partir del enfoque y estilos de aprendizaje podría plantearse la evolución de los entornos y ambientes para los alumnos de las distintas licenciaturas del Centro Universitario a través de la Realidad Aumentada.

## Aprendizaje virtual e híbrido

Actualmente algunas universidades han reconocido que la enseñanza-aprendizaje con apoyo de las TICs representan una gran oportunidad para crear nuevos métodos de educación. Han adoptado modelos híbridos creando modelos educativos flexibles adaptándose a las nuevas generaciones. (Fredin, 2017).

El Aprendizaje Híbrido usa modalidades de aprendizaje colaborativos entre los estudiantes y las computadoras, donde los alumnos utilizan la computadora, vea *figura 2.2*, como una herramienta para la realización de tareas y actividades escolares. (Osorio y Duart, 2011).



*Figura 2.2.* Aprendizaje Híbrido. Fuente: Elaboración del Sustentante.

Los Aprendizajes Virtuales son aquellos que combinan las clases presenciales con las instrucciones por las TICs, sus estrategias diseñadas ofrecen elementos para el análisis de las actividades académicas, como clases virtuales, en donde se utilizan videoconferencias interactuando con un profesor

a distancia, observe *figura 2.3*, con salones de clases con alumnos presenciales. (Salmerón, Rodríguez y Gutiérrez, 2010).



*Figura 2.3.* Aprendizaje Virtual. Fuente: Elaboración del Sustentante.

Es de suma importancia caracterizar el aprendizaje en los entornos virtuales como un proceso para que el alumno aprenda con contenido original. El aprendizaje virtual no trata de sobre poner información en las tecnologías, su finalidad es de un proceso de reconstrucción del contenido académico, un apoyo al docente en la enseñanza.

Las diferentes estrategias de formación digital, deberá contarán con un soporte técnico y pedagógico brindado por el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco para cada uno de los dispositivos, software e información multimedia derivados de las actividades.

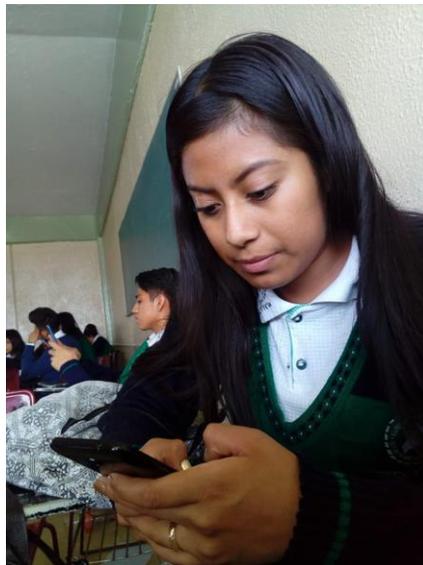
Con este triángulo que se ha planteado de profesor-contenido-alumno en la estructura de la educación, se considera que la Realidad Aumentada es un factor fundamental tecno-pedagógico para la calidad del aprendizaje.

## Mobile Learning

El *Mobile Learning* o *m-learning* del inglés, aprendizaje electrónico móvil, es la estrategia educativa que aprovecha la información existente a través de los dispositivos móviles, tales como tabletas y teléfonos inteligentes. El proceso de *Mobile Learning* trata de interactuar el usuario con el dispositivo móvil, observe la *figura 3.0*, permitiéndole aprender a través de materiales didácticos asignados desde cualquier lugar y hora. (García, 2019).

Los nuevos avances tecnológicos conocidos están permitiendo encontrar otras posibilidades de innovación en la enseñanza-aprendizaje, incorporando las prácticas educativas en entorno virtuales. Los ambientes virtuales pueden hacer varias combinaciones de diseños educativos a partir de los objetivos que se quieran lograr en los distintos campos disciplinares del Centro Universitario.

Estos entornos virtuales desarrollados como Realidad Aumentada son incorporados a los teléfonos inteligentes actuales con motivo de entretenimiento, pero, al relacionarlo con el *Mobile Learning* y al *AR-Learning* podrá tener uso como herramienta de estudio.



*Figura 3.0.* Mobile Learning. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## AR-Learning

*AR-Learning* del inglés (Aprendizaje con Realidad Aumentada) puede apoyar el aprendizaje y la resolución de problemas, asociando texto, imágenes, audios y videos con las clases. (Helland, 2018).

El objetivo del *AR-Learning* es integrar la Realidad Aumentada dentro de la enseñanza-aprendizaje creando aplicaciones educativas. Existen varios campos académicos que no han sido abarcados y que nos dan la total libertad de trabajar ideas y desarrollar nuevas aplicaciones de Realidad Aumentada.

La Realidad Aumentada es una tecnología en evolución en donde sus utilidades y aplicaciones son variadas en las distintas áreas como la medicina, el comercio, la ingeniería entre otras. Se puede complementar a dichas áreas naturalmente gracias a la enseñanza con dispositivos móviles, observe la *figura 3.1*, sin embargo, la Realidad Aumentada la suelen relacionar con *Head Mounted Display* (lentes de RA), pero en criterios propios se necesitan un alto presupuesto y requieren un cierto nivel de experiencia, por esta razón en este trabajo de investigación se plantea el uso del celular con *Mobile-Learning*.



*Figura 3.1.* AR-Learning con dispositivos móviles. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## Realidad Virtual

Al ser conceptos nuevos y trabajar con elementos virtuales, la Realidad Aumentada se confunde con la Realidad Virtual, pero son completamente distintos. La Realidad Virtual se diferencia de la Realidad Aumentada, por ser en la que el usuario está por completo en un mundo virtual.

Yúbal (2019), lo define como: “La Realidad Virtual permite simular una experiencia sensorial completa dentro de un ambiente artificial sin que veas nada de lo que hay en el exterior.” En donde el usuario tiene total libertad de moverse y actuar dentro del ambiente simulado, donde sus sentidos son estimulados a creer que está presente en ese mundo. Solo se coloca este concepto para poder diferenciarlo de Realidad Aumentada.



*Figura 4.0.* Realidad Virtual. En la imagen izquierda se aprecia que los usuarios están aislados visualmente, en la imagen derecha se observa que están observando otra realidad creada. (Sánchez, 2019).

## Realidad Aumentada

A. Martínez (2016) divide la realidad en dos partes: un observador y el resto del universo. Entonces la función, la realidad del universo, depende del observador. Entiéndase por realidad del universo aquello observable y tangible a la congregación de la materia y propiedades químico-físicas propias de un objeto real.

La realidad es definida como el conjunto de objetos existentes que mantienen relación entre sí, devolviendo datos fidedignos recibidos por los sentidos. (Duarte, 2008).

La Realidad Aumentada es la visualización del entorno real complementada por tecnología y elementos virtuales, que a través de una combinación de hardware y software sobreponen imágenes digitales e interfaces con el entorno físico real, convirtiendo una experiencia interactiva y tridimensional. (Yang y Fleming, 2018).

A continuación, la *Figura 5.0* representa el espacio realidad-virtualización y se puede apreciar que la Realidad Aumentada se acerca más a la realidad que la Realidad Virtual.



*Figura 5.0.* Representación espacio Virtualización-Realidad. Fuente: Elaboración del Sustentante.

Ahora, visto estos dos conceptos, se puede decir que la Realidad Virtual *aísla* al usuario de su realidad, tal como se observa en la *Figura 4.0*, y en cambio, la Realidad Aumentada *agrega* componentes virtuales a la realidad vista por el usuario, vea *Figura 5.1*.



*Figura 5.1.* Realidad Aumentada. Dinosaurio virtual visto desde un dispositivo inteligente a través de marcadores en un libro de texto. (Mojica, 2017).

### **Características**

Mientras el usuario interactúa con su entorno físico sus acciones tienen consecuencias directas con los elementos virtuales representados, todo esto sucede en tiempo real. Estos elementos virtuales pueden ser imágenes, sonidos y textos. (Wolfe y Cedillos, 2015).

Además C. Wolfe y E. Cedillos (2015) enlistan las siguientes características:

- Permite la combinación del mundo real y el mundo virtual.
- Depende del contexto. Lo que se ve con los ojos y la relación directa con los datos.

- Tiempo real. Un cambio, acción o una respuesta que realice el usuario tiene repercusión inmediata en la escena recreada.
- Utiliza tres dimensiones. La información se muestra en perspectiva, dando la sensación que pertenece al entorno real.

### **Elementos**

Son cuatro componentes para el desarrollo y visualización de los elementos de la Realidad Aumentada, de acuerdo con Gonzáles (2014) son los siguientes:

- Dispositivo móvil. Es donde se verá reflejado el elemento virtual con la realidad.
- Cámara. Capta el mundo y lo transmite al software en tiempo real.
- Software. Procesa los datos reales en la Realidad Aumentada
- Marcadores. Son símbolos impresos en hojas, que el software interpreta a un elemento virtual. Vea *Figura 5.2*.



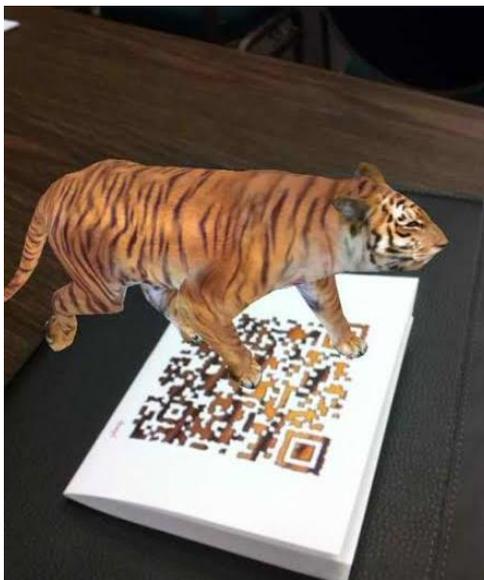
*Figura 5.2.* Marcadores de RA. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## Clasificación

Los niveles son establecidos de acuerdo a la complejidad de las tecnologías involucradas en el desarrollo de sistemas de Realidad Aumentada.

Los niveles y clasificación de la Realidad Aumentada coinciden C. Prendes (2015) y F. López (2017) colocándolos según sea la forma que se obtiene la información, tales como:

- Nivel 0. Basado en código de barras, códigos QR o reconocimiento de imágenes. Este nivel se caracteriza que sus códigos son hiperenlaces a contenidos planos.



*Figura 5.3. Códigos QR para proyección de elementos virtuales para RA.*  
(<http://creeramonzaza.blogspot.com/2014/05/la-realidad-aumentada.html>).

- Nivel 1. Basado en Marcadores. Normalmente este nivel está relacionado a objetos 3D, estos marcadores son imágenes cuadradas y asimétricas en blanco y negro.



Figura 5.4. Marcadores para proyección de elementos virtuales para RA.  
(<http://www.serdigital.cl/tag/codigos-qr/>).

- Nivel 2. Basado en GPS. En este nivel ya no se ven utilizado el reconocimiento de códigos o marcadores, ahora mediante el uso de GPS, acelerómetros y la brújula que se encuentran en los dispositivos electrónicos. Se logra sobreponer los elementos virtuales de acuerdo a la localización o puntos de interés ubicados en el mundo real.



Figura 5.5. Proyección de elementos virtuales de RA en lugares.  
(<https://www.motorafondo.net/navegador-gps-pioneer-con-realidad-aumentada/>).

- Nivel 3. Depende del dispositivo de visualización, como Lentes de Realidad Aumentada, Tablet o celulares inteligentes.



*Figura 5.6.* Lentes de RA Toshiba. (<https://www.cnet.com/es/noticias/vuzix-gafas-ar-windows-toshiba-venta/>).

- Nivel 4. Este nivel aún está en desarrollo. Se habla donde se utilizará lentes de contacto o implantes en el nervio óptico.



*Figura 5.7.* Lente de contacto para RA. (<http://subterranea.hdnweb.com/salud-tecnologia-lentes-contacto-del-futuro/>).

## Lentes de Realidad Aumentada

En 1994 Steven Feiner, Doree Seligmann y Blair MacIntyre crean “Karma”, siendo el primer prototipo de lentes de Realidad Aumentada, vea *figura 5.8.0* (Feiner, 2007).



*Figura 5.8.0.* Prototipo de Lentes de Realidad Aumentada.

(<https://pdfs.semanticscholar.org/519d/bc99438278913ef3866b24729df881f9e5f5.pdf>).

Tuvieron que pasar años para que en 2008 Randy Sprague iniciara una compañía de energía solar después de trabajar ingeniero eléctrico. Diseñó pantallas portátiles como indumentaria para uso militar en su antiguo trabajo, pero no era fácil ocupar algo pesado. Tuvo la idea de unos lentes que actuarían como una pantalla portátil, con esto, los usuarios podrían aumentar instantáneamente su vista con información. Para desarrollar su invento fundó Innovega, donde desarrolló el prototipo iOptik, vea *figura 5.8.1*, dos proyectores pequeños montados en cada brazo que transmitían una señal en la superficie interna del lente de policarbonato. Dos juegos de nanofiltros hechos de cables

minúsculos integrados en cada lente le permitía al usuario poder ver la información aumentada sin tener que dejar de observar su entorno. (Mohar, 2018).



*Figura 5.8.1. Prototipo de Lentes de iOptik.*

(<https://www.muyinteresante.com.mx/ciencia-y-tecnologia/lentes-realidad-aumentada-2/>).

Actualmente el uso de Realidad Aumentada está siendo atractivo para el entretenimiento, tal que, se está implementando nuevas tecnologías para que faciliten su uso. Los lentes de Realidad Aumentada son un dispositivo tecnológico con el cual se puede tener acceso inalámbricamente a contenidos de elementos virtuales, aunque su uso se ha visto en el entretenimiento, no ha logrado la popularidad que los hagan deseados por los usuarios de tecnología. Se debe tener en cuenta que estos lentes todavía están en desarrollo, y aunque existen algunos en el mercado, no está al alcance de los usuarios debido a su elevado precio. Como mencionan varios autores, la Realidad Aumentada está entrando en un apogeo, el cual es muy interesante ver esta tecnología migrada a otros dispositivos de visualización, tales como los smartphones. (Loya, 2019).

## **Dispositivos móviles**

Los dispositivos móviles, conocidos como smartphones o teléfonos inteligentes, poseen capacidades técnicas interesantes que han sido aceptados por la sociedad como una herramienta de trabajo, debido a su fácil manejo, conectividad y su tamaño pequeño.

Los teléfonos inteligentes permiten al usuario instalar cualquier aplicación adicional, he aquí la razón por que se le llaman así. Estos dispositivos son multitarea, tienen acceso a la información en la red desde cualquier lugar, tiene funciones multimedia como cámara, reproductor de video y audio, cuenta con sensores como acelerómetro y GPS. Se expresa como un dispositivo móvil gracias a su tamaño de entre 5 a 7 pulgadas, lo que lo hace una herramienta de uso personal. En el mercado se encuentran un sinnúmero de ellos, siendo Android e iOS los sistemas operativos principales para estos dispositivos. (Máxima, 2018).

Android va en crecimiento, siendo un sistema operativo basado en Linux con un kernel gratuito y multiplataforma, este sistema permite programar aplicaciones proporcionando todas las interfaces necesarias para desarrollarlas y que puedan acceder a las funciones del teléfono, tales como, la cámara y a los sensores de acelerómetro y GPS, los cuales son necesarios para implementar sistemas de Realidad Aumentada. (Nieto, 2011).

El teléfono celular es considerado una posesión tecnológica que cada vez tiene una gran cobertura entre la población mexicana. Este fenómeno se debe a la disminución de sus costos y a la infraestructura disponible para las comunicaciones inalámbricas. Resulta lógico los efectos que se han visto en las distintas áreas de conocimiento y actividades cotidianas. Por sus características de uso similares a los equipos de cómputo, resulta más fácil y cómodo contar con un teléfono inteligente como herramienta tecnológica. (McAnally, Lavigne y Organista, 2013).

Actualmente los teléfonos inteligentes tienen cámaras traseras triples: principal de 48 megapíxeles, ultra gran angular de 13 megapíxeles, telefoto de 8 megapíxeles, observe la *figura 5.9*, siendo capaces de capturar en mejor calidad la realidad y hacer grata la interacción con la Realidad Aumentada.



*Figura 5.9.* Smartphones. (<https://www.xataka.com.mx/celulares-y-smartphones/redmi-k20-pro-premium-smartphone-poderoso-xiaomi-tambien-smartphone-snapdragon-855-barato>).

En el caso de México, cada vez son más las universidades que hacen investigaciones en torno a los smartphones como herramienta educativa. En el 2019, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México presentó en su informe que de 68.9 millones de usuarios que ocupan el celular inteligente el 83.6% lo usan para la educación. (INEGI, 2019).

Este dispositivo se caracteriza por tener una mayor capacidad de procesamiento de información y mejor conectividad, por lo cual se estima que para el 2020 el crecimiento sea mayor a 7.5 puntos porcentuales de usuarios que utilizan el celular, donde el promedio de usuario de 18 a 24 años sea mayor a 17.4%, esto indica que los estudiantes de universidad serán aún más dependientes de esta tecnología por lo cual resulta factible su uso pedagógico con Realidad Aumentada.

## Aplicaciones con Realidad Aumentada

Hoy en día la Realidad Aumentada está impactando en la sociedad, tanto que las empresas están apostando por esta nueva tecnología, a la medida que disminuyen los precios de hardware aumenta la disponibilidad del desarrollo de software, el trabajo y la vida cotidiana de los usuarios se están facilitando con la integración de Realidad Aumentada.

### Entretenimiento

El primer ejemplo exitoso de Realidad Aumentada se ve relacionado con Pokémon Go, cuando se habla de esta tecnología gran parte del público lo relaciona con este juego. Se ha convertido un punto de la historia gracias a su gran cantidad de usuarios en el mundo. (Guadamuz, 2017).



*Figura 6.0.* RA en juegos como Pokémon Go. (<https://peru.com/epic/epic-mobile/pokemon-go-que-mi-smartphone-no-tiene-realidad-aumentada-fotos-noticia-468480>).

En los últimos años se debatió sobre el uso de animales en circos, incluso varios propietarios se han visto obligados a cerrar sus medios de

entretenimiento por estas nuevas normas legislativas. Algunos, en cambio, han apostado por la Realidad Aumentada como estrategia para proyectar hologramas de animales, los cuales son el espectáculo principal de sus funciones. El circo Roncalli es uno de los pocos que están implementando esta nueva herramienta. (Noguez, 2019).



*Figura 6.1. Entretenimiento con RA en circos.*

(<https://www.20minutos.es/noticia/3574607/0/hologramas-alternativa-circos-sin-animales-circus-roncalli/>).

### **Comercio electrónico**

Las compras en línea son a través de desplazamiento de imágenes en páginas web, cuando el cliente encuentra algo de su agrado, tiene que imaginarse como se vería en la realidad, pero actualmente esto está cambiando, por ejemplo, la forma de probarse la ropa. Existen tiendas que están desarrollando aplicaciones de Realidad Aumentada que muestran cómo se vería el producto en el cliente, vea Figura 6.2. También hay tiendas que en sus sucursales cuentan con la virtualización de las vestimentas, esto permite experimentar la forma de cómo

se adaptaría la prenda al cliente sin tener que utilizar los probadores y sin la necesidad de descargar aplicaciones al celular, simplemente el usuario posa frente al espejo digital y se simula el nuevo estilo, vea Figura 6.3. (Babich, 2019).

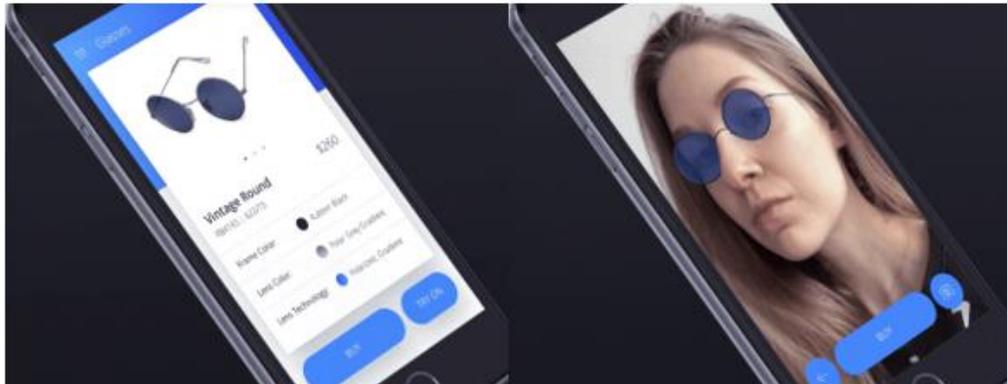


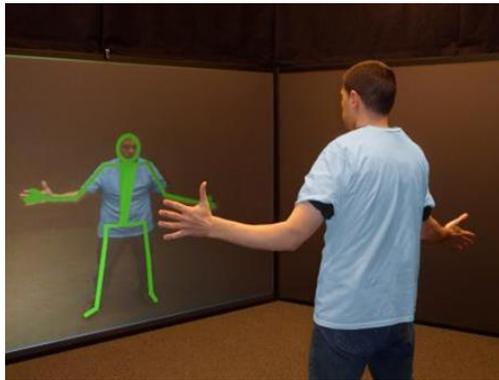
Figura 6.2. Aplicación con RA en compras en línea. (<https://uxplanet.org/6-interesting-concepts-for-ar-experiences-359193eb1ad5>).



Figura 6.3. Espejo RA en la tienda Timberland. (<https://uxplanet.org/6-interesting-concepts-for-ar-experiences-359193eb1ad5>).

## Medicina

Office of Innovation & Entrepreneurship (2018) de la Universidad de California menciona que se ha visto utilizada la Realidad Aumentada en pacientes con Alzheimer y Autismo, empresas están creando terapias digitales para estos trastornos cognitivos, mejorando favorablemente la calidad de la mente y hacer frente a enfermedades neurodegenerativas.



*Figura 6.4.* Pictogram Room es un proyecto de RA para personas con autismo.  
(<https://www.digitalavmagazine.com/2012/03/12/una-aplicacion-de-realidad-aumentada-ayuda-a-tratar-a-personas-con-autismo/>).



*Figura 6.5.* Sistema de rehabilitación que permite gestionar ejercicios para los pacientes, pero sin sentir que están entre las 4 paredes de un hospital.  
(<http://internovam.com/blog/realidad-aumentada-en-medicina/>).

## Banca en México

El Banco de México busca generar nuevas experiencias con los usuarios a través de observar los nuevos billetes bajo la modalidad de Realidad Aumentada. El efecto es posible al colocar el teléfono sobre uno de los nuevos billetes, pero la Realidad Aumentada no solo se ve sobre los billetes físico, sino también en imágenes de los mismos, por ejemplo, al enfocar la imagen de 500 pesos se podrá observar el paso de una carroza que transporta al Benemérito de las Américas en medio de confeti, en el de 200 pesos se observa y escucha una campana, en la parte trasera, tiene la biodiversidad de México como la ballena azul o el águila real respectivamente, vea *Figura 6.6*.

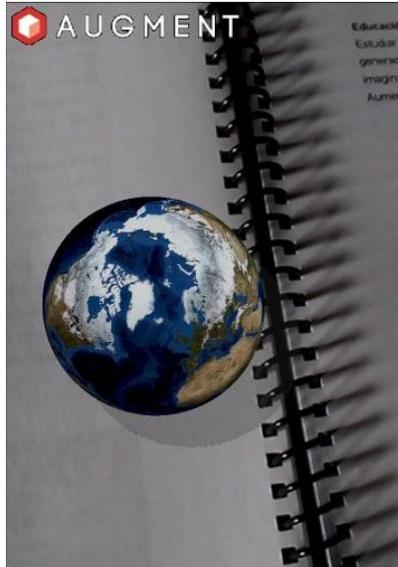
Cabe señalar que, al momento de usar la aplicación, en la pantalla aparece una leyenda que indica: "La Realidad Aumentada no asegura la autenticidad del billete", ya que la aplicación tiene como propósito ser utilizada únicamente con fines didácticos, por lo que no determina la autenticidad de billetes. (Banco de México, 2019).



*Figura 6.6.* Realidad Aumentada en los nuevos billetes de México. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## Educación

Estudiar y aprender utilizando libros es muy importante, pero a las nuevas generaciones de estudiantes le es aburrido, al mirar las imágenes se deben imaginar cómo se reflejan en la realidad, en cambio, con la Realidad Aumentada se puede aprender mucho mejor. (Babich, 2019).



*Figura 6.7.* Aplicaciones Educativas de la Realidad Aumentada. Fuente: Elaboración del Sustentante.

La implementación de la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza-aprendizaje encaja en todos los niveles educativos, pero en este trabajo de investigación se enfocará en las licenciaturas de Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

Otras aplicaciones podrían ser:

- Construcción y bienes raíces
- Servicio al cliente
- Leyes
- Viajes

## **Elementos virtuales en la Realidad Aumentada**

Hasta este punto de la investigación se han ido desarrollando diferentes cuestiones que abordan la educación virtual con Realidad Aumentada, siguiendo con los principales temas vinculados con el Entorno Personal de Aprendizaje y Ambiente del Aprendizaje que pueden ser útiles para gestionar el tiempo y los ritmos educativos. Para un profesor que desee adentrarse en esta modalidad educativa aún le quedarán muchas cuestiones relevantes que resolver, por ejemplo, el cómo debe proceder para adaptar los materiales didácticos a la enseñanza y aprendizaje virtual. (Barberá y Badía, 2004).

Los aspectos que un docente debe abordar se refieren al papel educativo que deben tener los materiales de contenidos, tales como:

- ¿Qué variedad de elementos virtuales existen para la Realidad Aumentada?
- ¿Qué funciones educativas realizarían cada tipo de elemento virtual?
- ¿Qué elementos virtuales pueden ser usados adecuadamente en un contexto educativo con Realidad Aumentada?
- ¿Qué decisiones deben tomarse en relación al formato y soporte más adecuados en cada caso?

Los elementos virtuales pueden ser almacenados desde unidades de almacenamiento físico hasta en servidores en la nube, por lo que permite ser consultado en cualquier lugar y a cualquier hora. Estos elementos pueden presentar la información de diferentes maneras o formatos, como son, textos, simulaciones de imágenes tridimensionales, audios y videos.

## Texto

Los libros de texto, informes o cualquier material que lleva texto, tiene información que permite el entendimiento de la materia, y en ocasiones al ver tanto texto el lector tiende a perder la concentración, esto se debe a que no hay una separación entre la estructura sintáctica superficial y la estructura sintáctica profunda. Respecto a esto las frases comunican acciones o información importante, algunas requieren de transformaciones para captar su sentido. La comprensión del texto permite desarrollarse en el tema que se está estudiando. (Montealegre, 2004).

En ocasiones, cuando se está observando un objeto, es necesario obtener más información de la que observa el estudiante. En la *Figura 7.0.* se observa que el estudiante de medicina tiene frente a él una representación del cuerpo humano, pero sin más información. Con la ayuda de la Realidad Aumentada puede saber el nombre de cada órgano que se encuentra en la representación física.



*Figura 7.0.* Aplicaciones Educativas de la Realidad Aumentada con Texto Virtual.  
(<https://www.realinfluencers.es/2016/11/29/10-mejores-aplicaciones-realidad-aumentada-eduacion/>).

## **Imágenes tridimensionales**

Una imagen es una representación visual de un objeto iluminado por una fuente radiante. Estas son percibidas por los ojos en las distintas actividades cotidianas. La naturaleza básica de una imagen es representada por  $f(x, y)^2$ , caracterizada por dos componentes: la cantidad de luz que incide procedente de la fuente de la escena contemplada (iluminación); y la otra es la cantidad de luz reflejada por los objetos de escena (reflectancia). (González, Martínez, Pernía, Alba, Castejón, Ordieres y Vergara, 2017).

La extracción de información a partir de imágenes ya sean reales, impresas o digitales, es una tarea fácil que realiza el ser humano, el cual desde temprana edad tiene la capacidad de ver y reconocer objetos en el ambiente que le rodea y con los cuales aprende. (Vite, 2008).

Existen investigaciones sobre cuestiones vinculadas a la percepción e interpretación de imágenes, tales que, se encuentran diversas interpretaciones en las diferencias de ver una imagen impresa a un objeto de la realidad directamente. La percepción de imágenes es un proceso óptico conducido por un estímulo, como ya se mencionó.

La mayoría de los materiales de estudio, tienen una presencia importante de imágenes, pero L. Cámara (2000) menciona “los estudiantes no están habituados a aprender de las imágenes, ni las consideran fuentes de información útil”.

A pesar de que los estudiantes las miran, no las estudian al menos que les impulse algo. Esto se debe a que una imagen plana (impresa), se ignoran detalles que únicamente se ven en la realidad. Hay estudios que han demostrado que los efectos 3D o la formación de imágenes tridimensionales mejoran la atención, y se captan mejor los rasgos visuales relevantes, impactando potencialmente en el estudio. (Cámara, 2000).

La imagen digital se ha convertido en el medio para difundir información, pero la mayoría de ellas son representadas bidimensionalmente en un plano

(XY), donde en ocasiones la información es escasa. Sin embargo, en un modelado tridimensional representado en un plano (XYZ) se capta mejor los detalles.

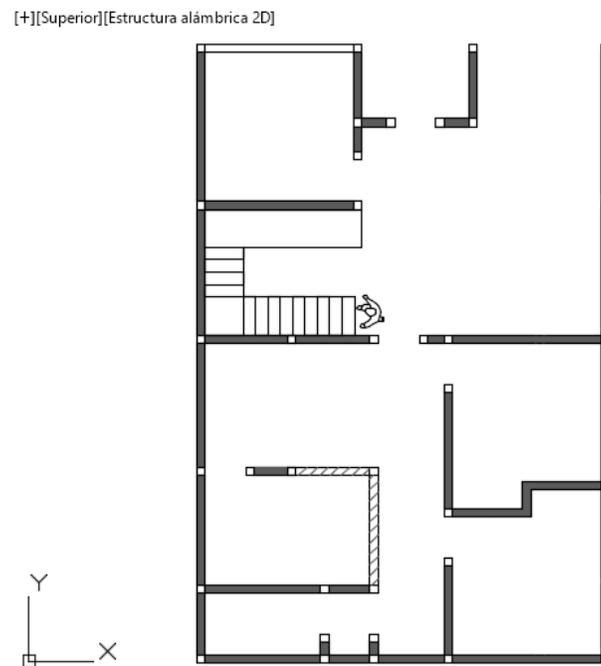


Figura 7.1. Plano arquitectónico Bidimensional. Fuente: Elaboración del Sustentante.

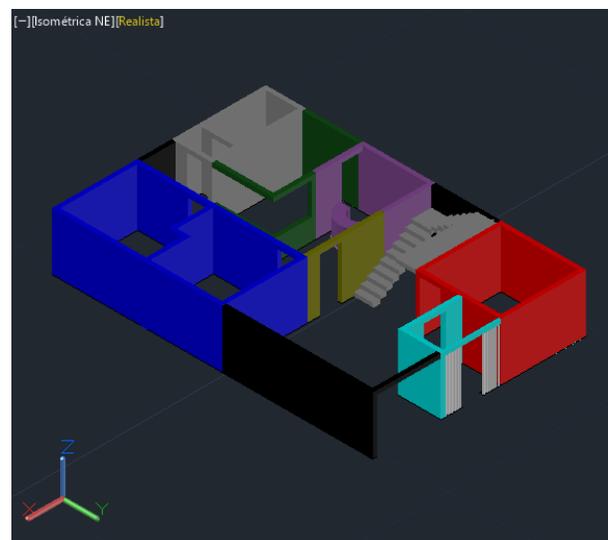
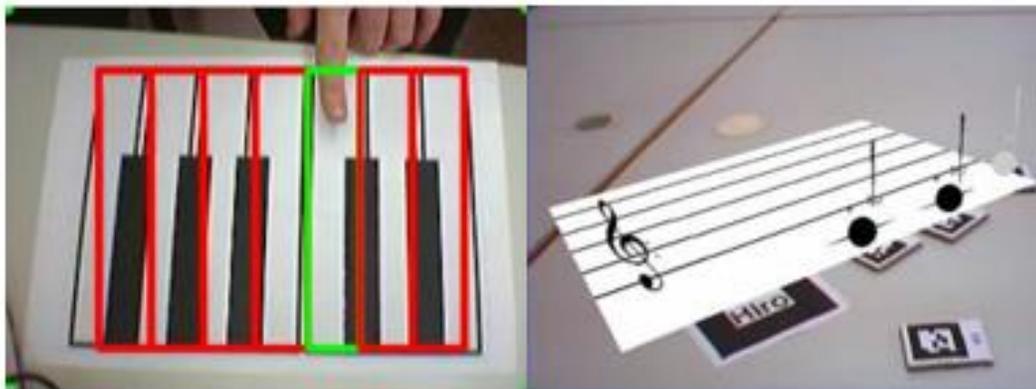


Figura 7.2. Plano arquitectónico Tridimensional. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## Audiovisuales

Los elementos auditivos resultan interesantes en ámbitos educativos de música y lenguas extranjeras. Una aplicación en desarrollo de partitura virtual, vea *figura 7.3* desarrollado en ARToolkit, permite obtener la posición y orientación relativa de la partitura respecto a la cámara y a partir de esta se escucha una nota música. (Peula, Zumaquero, Urdiales, Barbancho y Sandoval, 2007).



*Figura 7.3.* Piano y Partitura Virtual.

([http://www.grupoisis.uma.es/isis/administrador/components/com\\_jresearch/files/publications/ursi2007\\_26.pdf](http://www.grupoisis.uma.es/isis/administrador/components/com_jresearch/files/publications/ursi2007_26.pdf)).

Los contenidos de video son medios didácticos empleados por los profesores para facilitar la transmisión de conocimientos a los alumnos.

La Realidad Aumentada se ha visto aplicándose en la difusión y captación de contenidos por partes de empresas audiovisuales y televisivas. La televisión ha tenido cambios drásticos a comparación de los 50's. El modelo digital audiovisual ha cambiado teniendo una televisión social, accesible, multiformato y móvil, tanto que, están en continua evolución. (Caldera, 2014).

## **Software de desarrollo para Realidad Aumentada**

Existen varias plataformas de desarrollo de Realidad Aumentada, Meza (2018) menciona las más importantes:

- Aurasma y Layar permiten crear contenidos a observarse en forma de vídeos, páginas web, animaciones o modelos 3D de acuerdo a la materia y necesidades específicas del docente.
- ARToolKit fue la primera biblioteca de código abierto centrada en Realidad Aumentada. Utiliza capacidades de seguimiento de video que calculan la posición y orientación reales de la cámara en relación con los marcadores físicos en tiempo real. (Lima, 2018).
- ArUco es un software que contiene una biblioteca para aplicaciones de Realidad Aumentada basado en OpenSV soportado en sistemas Windows y distribuciones de Linux.
- ATOMIC tiene una multiplataforma para crear aplicaciones de Realidad Aumentada en Windows, Linux y Mac OS X.
- Goblin XNA escrito en C# que incluye además de la Realidad Aumentada móvil a la Realidad Virtual, es una plataforma para la investigación de las interfaces de usuario 3D.
- GRATF incluye bibliotecas desarrolladas en C# pero a comparación al anterior este es un proyecto de código abierto para la detección y reconocimiento de imágenes tridimensionales.
- NyARToolkit contiene una librería que se utiliza para optimizar el seguimiento de indicadores visuales, además de que se puede desarrollar en lenguajes como Java, C++ y C#.
- Mixare disponible para crear Realidad Aumentada para Android e iOS además de ser una distribución de código abierto.

- DroidAR es una plataforma de código abierto enfocado a aplicaciones para Android ofrece Realidad Aumentada basada en la localización e interpretación de marcadores.
- Kudan AR Motor es parecido al anterior solo que este no usa marcadores.

### **Software de creación de imágenes tridimensionales.**

Existen plataformas que, al momento de crear los contenidos con realidad aumentada, funcionan de forma sencilla, como arrastrando los elementos digitales interactivos, entre los que se pueden incluir cortes de vídeo, música, presentaciones fotográficas, imágenes tridimensionales, páginas web completas, enlaces a las redes sociales. Cada imagen, objeto o lugar puede tener su propio marcador. (Educación 3.0, 2019).

Se podría decir que, al momento de desarrollar un sistema de Realidad Aumentada, el trabajo importante está en la creación de modelados 3D, que son los más utilizados en esta tecnología.

Peredo, Peredo y Anaya (2014) y López (2017), colocan los siguientes softwares de desarrollo de elementos digitales para Realidad Aumentada:

- UNITY. Se podría decir que uno de los más conocidos para el desarrollo de contenidos 3D interactivos. Esta herramienta desarrolla proyectos para dispositivos móviles, navegadores web, computadoras y consolas de videojuegos.
- Vuforia. Kit para desarrollo de modelos 2D y 3D para Realidad Aumentada en dispositivos móviles. Trabaja con configuraciones multi-objeto y marcadores de fotograma direccional.
- AutoCAD. Crea dibujos 2D y modelos 3D precisos para distintas plataformas y dispositivos.

- Maya. Es un programa informático dedicado al desarrollo de modelados 3D, animaciones y efectos especiales por computadora.
- Blender. Creación de modelados 3D, animación, simulación, edición de videos y dibujos 2D de código abierto.
- Google Sketchup. Diseño de 3D y documentación 2D
- Cinema 4D. Herramienta flexible para producciones 3D, modelado paramétrico y texturas.
- Gamar. Plataforma basada en web para la creación de senderos educativos y guías de audio para Realidad Aumentada.
- Aumentar. Plataforma basada en web para el desarrollo de modelados 3D.
- BuildAR. Su contenido de esta plataforma basada en web es para la construcción de geolocalización y de seguimiento para Realidad Aumentada.
- Catchoom CraftAR. Diseñado para elaborar experiencias de Realidad Aumentada a través de reconocimiento de imágenes.
- Hoppala. Es una herramienta para crear sistemas de Realidad Aumentada móvil a través de geolocalización.
- Layar Creador. Para la creación de medios digitales para superficies planas utilizando el reconocimiento de imágenes.
- Tartt. Integrado con Adobe InDesign para crear contenido de Realidad Aumentada.

## **Aspectos de la Realidad Aumentada**

Desde una perspectiva propia, centrándonos en el ámbito educativo, la Realidad Aumentada no se trata de implementar esta tecnología como una herramienta para erradicar los métodos de enseñanza-aprendizaje, sino de verla como un complemento a la educación tradicional en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

La Realidad Aumentada debe contar con los siguientes aspectos educativos:

- Debe de coincidir con el Programa de Estudio por Competencia de la UAEM.
- Debe cumplir con los Lineamientos de estudio de las distintas licenciaturas del Centro Universitario.
- Debe alcanzar a cubrir la mayoría los propósitos de las unidades de aprendizaje necesarias para el alumno.
- De acuerdo a los criterios del docente debe la Realidad Aumentada aportar conocimiento, habilidades, actitudes y valores hacia el alumno.
- Generará nuevos contenidos de acuerdo a las exigencias digitales en las nuevas generaciones.
- Además del impacto académico en el Centro Universitario, tendrá un impacto a la sociedad que rodea al Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

Ahora bien, para poder a trabajar con esta tecnología es necesario identificar los requerimientos de información, humano y equipo computacional.

## **Identificar los alcances de la Realidad Aumentada**

### **Alcance actual**

En la actualidad se encuentran aplicaciones basadas en Realidad Aumentada siendo una tecnología en desarrollo que proporciona información, además de que es portable, es decir, que se utiliza mucho en los dispositivos móviles.

El sistema de Realidad Aumentada en la docencia, será, para dispositivos móviles basándose en el nivel 1, que implementará el uso de marcadores para desplegar los elementos virtuales dentro de las aulas del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

Se considera que los elementos virtuales ayudarán a facilitar la resolución de problemas dentro de las clases de las licenciaturas de Enfermería, Diseño Industrial e Ingeniería en Computación.

### **Alcance a futuro**

La Realidad Aumentada es actualmente un área de investigación por universidades, pero eminentemente esta tecnología siendo multidisciplinaria se podrá utilizar en los distintos niveles de educación en México.

Se tiene conocimiento que la tecnología va en aumento, entonces, la Realidad Aumentada será una herramienta muy utilizada y demandada, gracias a las facilidades de procesamiento de los nuevos hardware, es decir se podrá crear animaciones con mejor calidad, y la conexión en los dispositivos será rápido con la llegada inminente de la red 5G.

Se plantea que en un futuro este sistema de Realidad Aumentada para la docencia en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco no solo sea con dispositivos móviles, sino que se utilicen Lentes de Realidad Aumentada.

Además, se podría relacionar con redes neuronales para sustituir marcadores y empezar a reconocer formas y lugares para visualizar los elementos virtuales de Realidad Aumentada.

## **Identificación de requerimientos**

Es necesario que esta herramienta cumpla con los requisitos en el uso pedagógico, los cuales se enlistan como:

- Facilidad de creación de material de apoyo al docente.
- Facilidad de uso de la aplicación por el usuario.
- Entorno agradable al usuario final.
- Interdisciplinaria en las licenciaturas del Centro Universitario.

Además, debe tener los siguientes requisitos la aplicación:

- Debe tener una respuesta rápida.
- Tendrá que ser fácil de instalar.
- Que necesite un mínimo de 500 MB de peso y trabaje con un mínimo de 1 GB de RAM.
- Será una aplicación móvil principalmente para Android, de acuerdo a la demanda se planteará implementarlo para iOS.
- Escalable.

Para generar la Realidad Aumentada se deben tener ya determinados los elementos virtuales que se requieren desplegar y también el ambiente físico donde se proyectarán.

Debido al acceso que se tienen a los smartphones y tablets se optó por utilizarlos como dispositivos de visualización de los elementos virtuales, se planea desarrollar los elementos sobre el ambiente Windows ya que es perfecto para estas plataformas de experiencia aumentada.

La aplicación será desarrollada de acuerdo a la clasificación del Nivel 1 de la Realidad Aumentada el sistema estará basado en el reconocimiento de marcadores.

## **Diagrama de casos de usos**

En un diagrama de casos de uso no solo muestran los detalles del uso del sistema, sino también explica algunas de las relaciones entre los actores y elementos del sistema. En el diagrama no se muestra el orden en que se llevan a cabo los pasos para lograr los objetivos planteados de cada caso de uso. Esos detalles pueden describirse en otros diagramas, que pueden vincularse a cada caso de uso. (Microsoft, 2016).

Peñalvo y Holgado (2018), indican que, con la ayuda de un diagrama de casos de uso, puede analizar y comunicar:

- Los escenarios en los que el sistema o aplicación interactúa con personas, organizaciones o sistemas externos.
- El ámbito del sistema.
- Extracción de requerimientos, permite que el analista se centre en las necesidades del usuario.
- Los objetivos del sistema.

El propósito de apoyarse en esta técnica tiene como finalidad poder identificar los elementos que participan en el uso de la Realidad Aumentada. Lo cual servirá de antecedente para crear un modelo más detallado de la descripción de los procesos, posteriormente, a partir de este diagrama construir un diagrama de flujo de datos para un sistema de Realidad Aumentada en la Docencia del Centro Universitario.

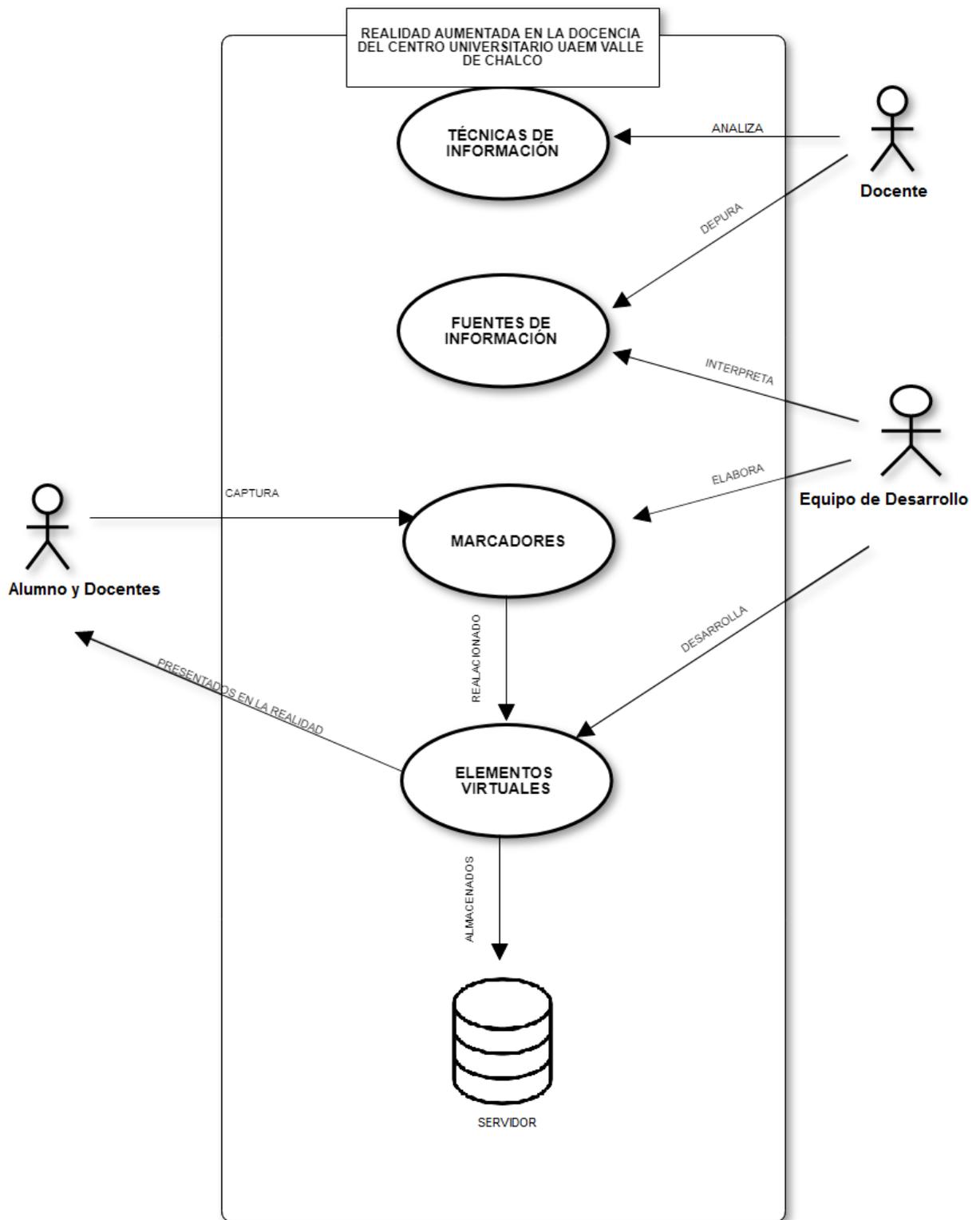
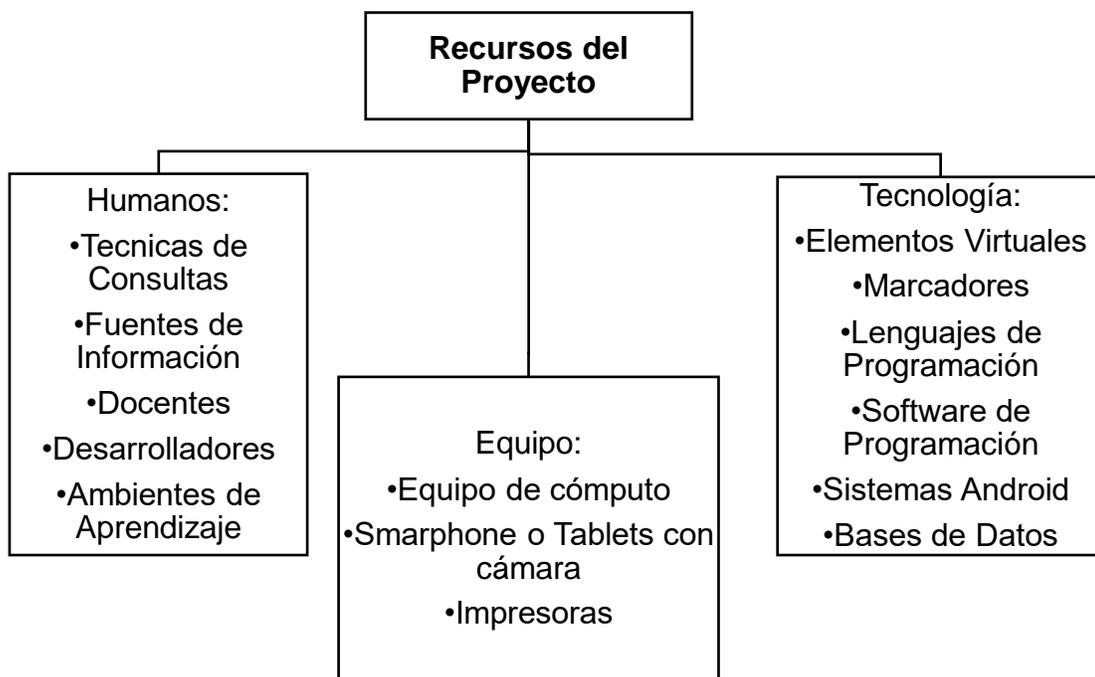


Diagrama 1.0. Diagrama de Casos de Usos del proceso de Realidad Aumentada en la docencia. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## Diagrama especificación de requisitos del sistema

En el *Diagrama 1.0* se especifican los elementos que se ven o verán involucrados durante el análisis y el proceso del sistema, de acuerdo a esos elementos se pueden enlistar los recursos del proyecto de Realidad Aumentada en la docencia, vea el *Diagrama 1.1*.



*Diagrama 1.1.* Diagrama de Especificación de Requisitos del Sistema 'Realidad Aumentada en la Docencia del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco'. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## **Recopilación de información**

Para casos en los que se lleven a cabo los procedimientos de las técnicas de consulta es necesario jerarquizar la importancia del material virtual a utilizar, estos procesos evaluativos dependen de las fuentes de información. Se deben desarrollar material y elementos virtuales acudiendo a consulta con los expertos en la materia, en este caso serán los docentes de las distintas licenciaturas del Centro Universitario.

El método más sencillo es el de ordenar por rangos de complejidad las fuentes de información utilizadas por Programas y Lineamientos de Estudios que emite la Rectoría de la UAEM, sin embargo, cada docente busca lo que realmente es útil para el alumno de acuerdo a su experiencia en la educación.

Dentro de esta etapa se plantean las siguientes preguntas de acuerdo al Modelado de Gestión de la Metodología RAD (Desarrollo Rápido de Aplicaciones) para el planteamiento de un Sistema:

- ¿Qué información se genera? Información relevante sobre las distintas unidades de aprendizaje, así como la biografía del autor.
- ¿Quién la genera? La información adquirida debe ser procesada, y simplificarla de tal forma de no eliminar lo más importante.
- ¿A dónde va la información? La información será visualizada en la aplicación de Realidad Aumentada de tal forma que sea legible y entendible.
- ¿Quién lo proceso? Esta información fue procesada con apoyo de los docentes y egresados de las licenciaturas del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.



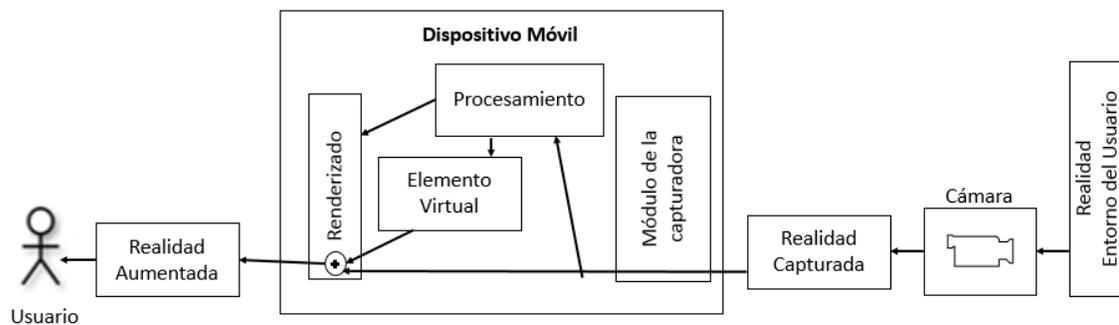
## Modelado del flujo de trabajo

El sistema de Realidad Aumentada consta de:

- Cámara del dispositivo móvil.
- Procesamiento.
- Pantalla del dispositivo móvil.

La cámara captura el entorno del usuario y el sistema añade los elementos virtuales a través del procesamiento de la unidad computacional para posteriormente ser visualizados en la pantalla del dispositivo móvil.

En el *diagrama 1.3*. se puede observar el flujo de trabajo de un sistema de Realidad Aumentada.



*Diagrama 1.3.* Modelado del Flujo de Trabajo de un sistema de Realidad Aumentada.

Fuente: Elaboración del Sustentante.

En este modelado explica: el Usuario a través de la cámara de su dispositivo captura su entorno y obtiene una imagen, el procesamiento calcula la localización y orientación de correcta del elemento virtual, renderiza y combina la imagen capturada con el elemento virtual, mostrando la Realidad Aumentada.

## Detección del marcador

El marcador debe ser fácilmente detectable bajo cualquier circunstancia. El sistema tiene que ser capaz de calcular la orientación de la cámara utilizando el marcador detectado, por lo cual, los marcadores deben ser cuadrados en blanco y negro, ya que es más fácil detectar un objeto con más contraste en la luminancia (brillo) que las cromáticas (color), debido al mal balance de blancos automático en las cámaras. (Caiza y Tapia, 2017).

Es por esta razón que los códigos de barras o códigos QR son en blanco y negro, por lo tanto, los sistemas de Realidad Aumentada utilizan los marcadores de esta forma.

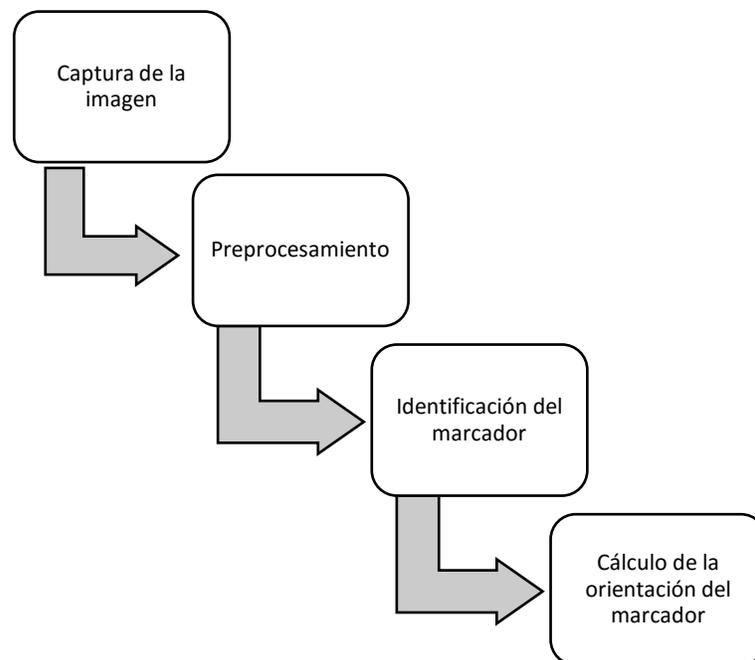


Diagrama 1.4. Modelado de la detección del marcador. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## **Propuestas existentes**

Los distintos docentes del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco utilizan TICs y consideran que utilizar herramientas tecnológicas ayudan a los estudiantes de las licenciaturas a encontrar el interés de aprender y difundir sus conocimientos y exponer sus ideas.

Se desea exponer las aplicaciones de Realidad Aumentada utilizando las ya existentes basadas en métodos pedagógicos reconocidos y probados en el aula. Al recopilar esta información, se plantea en un futuro crear contenido propio, de acuerdo a los que se analice y discuta sobre estos contenidos.

## **Licenciatura en Enfermería**

En el ámbito de aprendizaje de enfermería es considerado complejo y multifuncional, donde los estudiantes deben desempeñar distintas acciones pertenecientes a la gestión del cuidado del paciente mediante la interacción constante entre ellos. (Moreno, Prado y García, 2013).

Aunque la mayoría de los estudiantes consideran que lograron objetivos y resultados positivos durante sus estancia y prácticas en las distintas instituciones de salud, concluyen que es necesario tener más actividades que les den experiencia necesaria antes de trabajar con un paciente. Por tal motivo, surge el interés de realizar una investigación de un sistema de Realidad Aumentada que facilite al estudiante el desarrollo de más habilidades en el cuidado de la salud.

Respecto a la enseñanza de los contenidos de salud de la mujer y recién nacido, suele limitarse a teoría, si bien la atención del parto no es una competencia de perfil de egreso del profesionista de la licenciatura en Enfermería del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, los estudiantes de esta licenciatura deben tener conocimiento de este proceso. Si por ética los estudiantes no pueden practicar con personas, la Realidad Aumentada y sus funciones son una herramienta de gran ayuda, no solo para simulaciones de

parto, sino también, para explicaciones del cuerpo humano o escenarios de simulación clínica.

En la Universidad de Middlesex, Reino Unido, los estudiantes de Enfermería están aprendiendo a realizar partos a través de Realidad Aumentada. El proyecto cuenta con una sala de simulación con cuatro camas, cada una con un *animatronic* capaces de simular las situaciones normales y de emergencia de una mujer embarazada. Los estudiantes comprenden este procedimiento, ecografías y la anatomía humana con la visualización de imágenes 3D, garantizando una mejor preparación, sin la necesidad de exponer a pacientes. (Middlesex University, 2018).



*Figura 8.0.* Estudiantes de enfermería en clase de parto asistido con Realidad Aumentada. (<https://www.mdx.ac.uk/news/2018/09/middlesex-first-university-in-the-uk-to-invest-in-virtual-reality-midwifery-equipment>).

Otra práctica pedagógica de la Realidad Aumentada para la licenciatura de Enfermería, es usarla, en el tema de planos anatómicos de cuerpo humano. El

alumno aprenderá visualizando todos los sistemas y aparatos anatómicos del ser humano. *Anatomy 4D* permite visualizar la anatomía del cuerpo humano, vea *figura 8.1*, empleando una serie de marcadores, los cuales son de uso gratuito, los estudiantes enfocan con su dispositivo móvil el marcador y la aplicación devuelve un esquema en 3D con todos los detalles e información necesaria de la parte del cuerpo estudiada.



*Figura 8.1.* Aplicación Anatomy 4D, visualización del corazón y el cuerpo humano a través de marcadores de Realidad Aumentada. (<https://ahora.com.ar/video-temostramos-como-funciona-la-app-anatomy-4d-n4119263>).

## **Licenciatura en Diseño Industrial**

Los profesionistas del diseño industrial manufacturan productos sustentables de diferentes medios y modos de producción, siempre evaluando los aspectos ergonómicos, tecnológicos, productivos y estéticos ofreciendo un alto aporte humanístico a la sociedad.

Envase y embalaje, es una unidad de aprendizaje de Diseño Industrial del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, le permite al alumno estructurar y desarrollar las soluciones ideales de protección de acuerdo al producto, presentando los diferentes procesos de producción de los distintos materiales utilizados en el desarrollo de envases; así como los principales organismos relacionados al envase y embalaje, tanto de México como en otros países. (UAE Mex, 2004).

La relevancia del rol del envase y embalaje en la Ingeniería Industrial resulta crítica, un mal empaquetado y sostenibilidad del producto durante su traslado, se ve afectado con tanto movimiento y resultan con daños, se debe tomar la decisión de uso de materiales que protejan al producto como el empaquetado. (NEFAB, 2019).

Con la Realidad Aumentada es posible conocer detalladamente el posicionamiento del objeto, pieza, componente o producto dentro del embalaje evitando puntos críticos, donde los productos podrían resultar dañados en el proceso logístico, como se menciona en el párrafo anterior, y de esta manera se optimiza tiempo y costos.

Otra función de la Realidad Aumentada es que a través de un marcador el transportador del embalaje pueda visualizar el contenido sin la necesidad de abrirlo. Para ello, NEFAB proporciona códigos QR sobre el cual se proyecta la imagen del producto embalado, vea *figura 9.0*. (NEFAB, 2019).

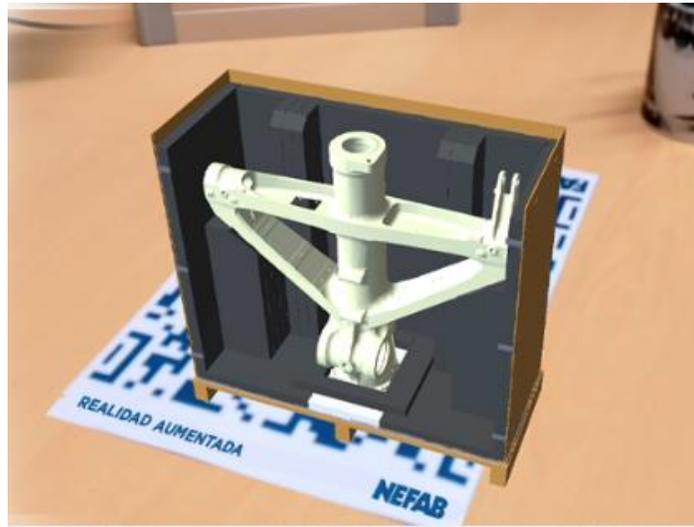


Figura 9.0. NEFAB, visualización de un producto embalado.

(<https://www.nefab.com/es/home/servicio-embalaje/embalaje-realidad-aumentada/>).

Existen sectores donde el prototipo del producto requiere de elevados costos de inversión, necesarios para crear físicamente los productos para que se puedan analizar su diseño y apreciar sus características. La Universidad Autónoma del Estado de México menciona que el diseñador industrial desarrolla los productos de distintas dimensiones del objeto, como la formal, la funcional y la estética, pero, ¿la virtual? Es necesario que se aporte información adicional de un modelado 3D del producto, reduciendo costos y tiempo de producción, este modelado le permite al diseñador industrial visualizar el producto con todas las características del mismo, tal como si estuviera físicamente delante de él.

Es importante un sistema de Realidad Aumentada para los diseñadores, pues podrá mostrar las ideas totalmente en el mundo real, reduciendo significativamente gastos; la aplicación "Pair" permite simular mobiliario 3D y cualquier aparato utilizado en el hogar, cuenta con más de 200 modelos y cada día se agregan nuevos. Después de lanzar su aplicación, se observó y concluyó que un gran porcentaje de su crecimiento provenía de los diseñadores industriales y fabricantes de muebles, con lo cual es estudiante de diseño creará su diseño y lo publicará. (Stockins, 2017).

Otra opción, el estudiante de diseño industrial, desarrollará su modelo 3D de su producto en AutoCAD o en Sketchup, que son los que más utilizan en la carrera, exportarlo con la extensión OBJ, normalmente relacionada a archivos de imágenes 3D y subirlo en la página web de Augment 3D.

Augment 3D es una aplicación que se encuentra en las tiendas de google e iOS teniendo una licencia gratuita para estudiantes y profesores, les permite subir sus proyectos de modelados 3D y relacionarlos a marcadores para posteriormente visualizarlos como Realidad Aumentada.

Se elaboró una prueba con una imagen plana del escudo de la Universidad Autónoma del Estado de México donde el tiempo de respuesta es menor de 5 segundos el cual es adecuado y con una visualización aceptable, vea *figura 9.1*.



*Figura 9.1.* Augment genera el código QR relacionado con el modelado, en este caso es un modelado 2D del escudo de la UAEMex. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## Licenciatura en Informática Administrativa

Una de las temáticas en la enseñanza-aprendizaje tanto de la licenciatura en Informática Administrativa como la Ingeniería en Computación son los fundamentos de programación. Aprender a programar es considerado difícil por los estudiantes de primeros semestres de la carrera, y una de las mayores dificultades incide en los lenguajes de programación en sus distintas plataformas y la gran cantidad de la matrícula estudiantil que ingresa a la carrera tiene escasos o nulos conocimientos sobre ellos.

Son varios los docentes que mencionan a las matemáticas como una estrategia para la enseñanza-aprendizaje de los fundamentos de programación, es por esta razón que en los primeros semestres de la carrera las asignaturas son relacionadas al campo de las matemáticas y geometría. Los docentes llevan al estudiante a plantear problemas a través de un proceso cíclico (prueba y error) hasta encontrar la solución que lo satisfaga. Dentro de este paradigma se visualizan varios enfoques para enseñar, algunos de los docentes enseñan a programar en un lenguaje de programación en específico utilizando su sintaxis y semántica. (Jiménez, Collazos, Hurtado y Pantoja, 2015).

Jiménez et al., (2015), experimentó con la Realidad Aumentada en los procesos de enseñanza-aprendizaje con las bases de la programación. Se imprimieron marcadores para un grupo de estudiantes donde elegían las configuraciones adecuadas de un *ciclo for*, observe *figura 10.0* y se simulaba el ciclo con la visualización de un juego mecánico, vea *figura 10.1*.

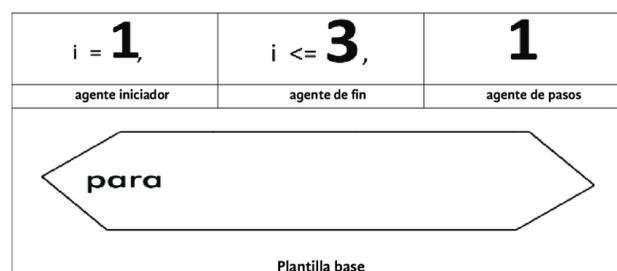


Figura 10.0. Marcador y configuración del ciclo for. (Jiménez et al., 2015).

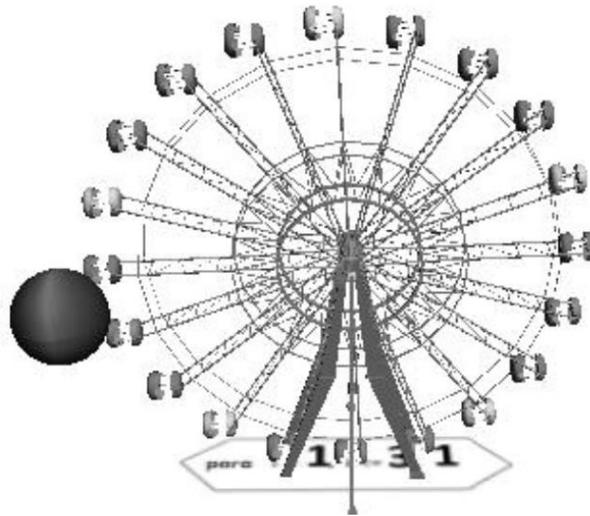


Figura 10.1. Simulación de la configuración del marcador del *ciclo for*. (Jiménez et al., 2015).

## Ingeniería en Computación

### Robótica

Una aplicación de Realidad Aumentada para la enseñanza de la robótica en la licenciatura de Ingeniería en Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, desarrollaron una aplicación de Realidad Aumentada a base de marcadores considerando el kit de robótica “Bioloid Premium”. Este robot está diseñado para el aprendizaje de la robótica y la capacitación de los estudiantes en el manejo de robots. La aplicación muestra todos los componentes con su respectiva descripción, además, se consideró incluir videos e ilustraciones sobre la conexión, configuración, programación de movimientos básicos, vea *figura 11.0*. (Mendoza, Cruz, Villalba, Calderón y Arreola, 2017).

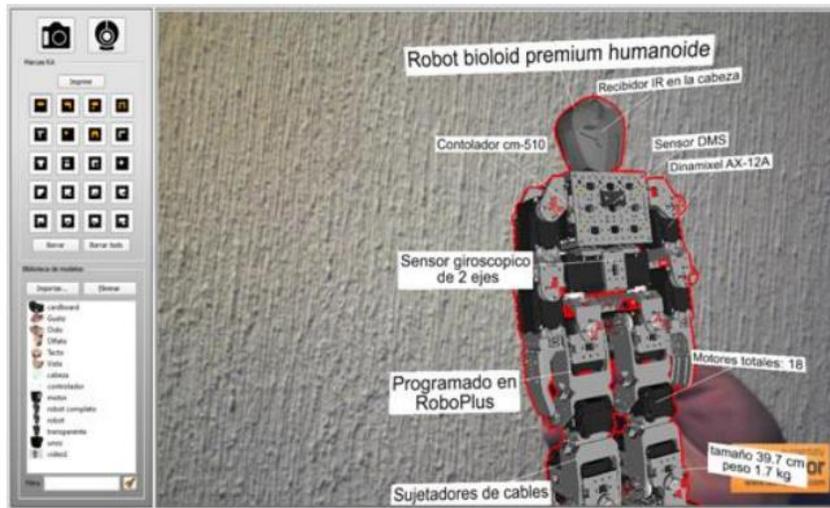


Figura 11.0. Aplicación de Realidad Aumentada para robot Bioloid. (Mendoza et al., 2017).

## Electrónica

Otra utilidad es presentar una placa de circuito impreso de un circuito, por ejemplo; de un carro seguidor de línea, estudiado en la asignatura de Circuitos Digitales. Con el sistema de Realidad Aumentada, los alumnos no solo visualizan y manipulan la representación de la placa impresa, sino que obtienen además la información de cada componente que la conforma, así como los elementos adicionales necesarios para su funcionamiento.

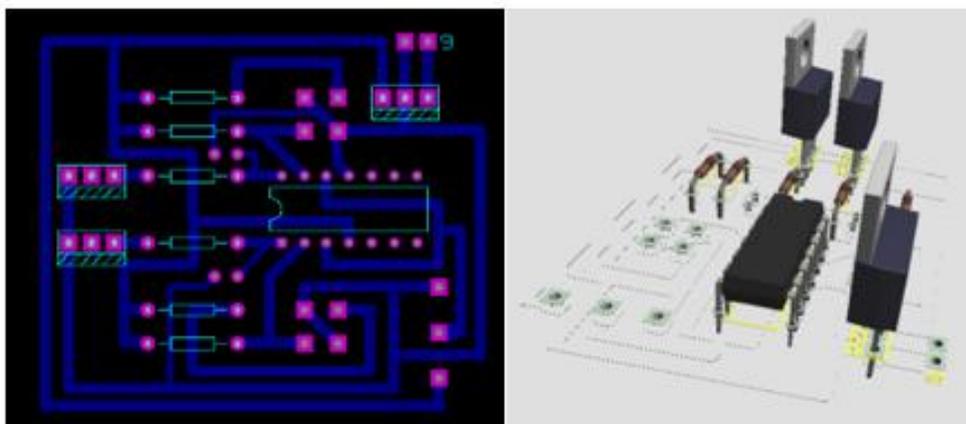


Figura 11.1. Propuesta de Realidad Aumentada para circuitos impresos. Fuente: Elaboración del Sustentante.

## Reconstrucción 3D

Actualmente la información 3D es un requisito de importante prioridad en diversas aplicaciones. En el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, en un proyecto dirigido por el Dr. William de la Cruz, se trabajó con un sistema de reconstrucción 3D basado en la proyección de franjas.

El proceso del proyecto consta de las etapas de una proyección de franjas generada por patrones, la calibración radiométrica del proyector y la cámara, la proyección de las franjas sobre el objeto, la captura de la imagen del objeto con franjas, obtención de los valores de fase envueltos, el cálculo de los valores de fase desenvuelta y la obtención de las coordenadas espaciales para así visualizar una imagen 3D. (Padilla, 2017).

En la figura 11.2. se puede apreciar los patrones de interferencia proyectados en los objetos.

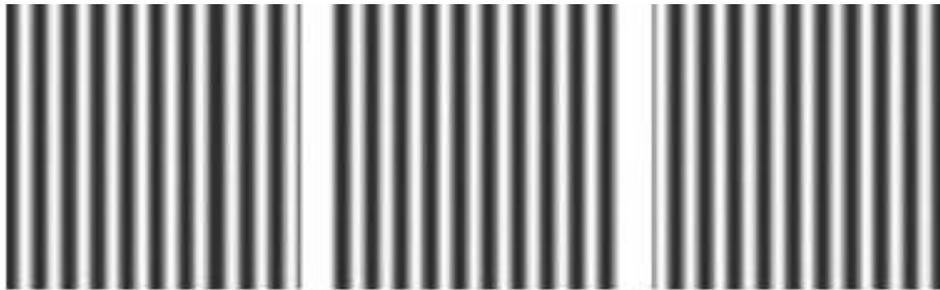


Figura 11.2. Patrones de Franjas. (Padilla, 2017).

Estos patrones proyectados sobre un objeto gracias a la calibración radiométrica, vea *figura 11.3*, eran capturados por una cámara digital y después se visualizaban con la fase envuelta, vea *figura 11.4*, al utilizar el algoritmo de desenvolvimiento de fase se obtenía la *figura 11.4* y posteriormente se reconstruía la imagen utilizada para obtener información 3D, vea *figura 11.5*.

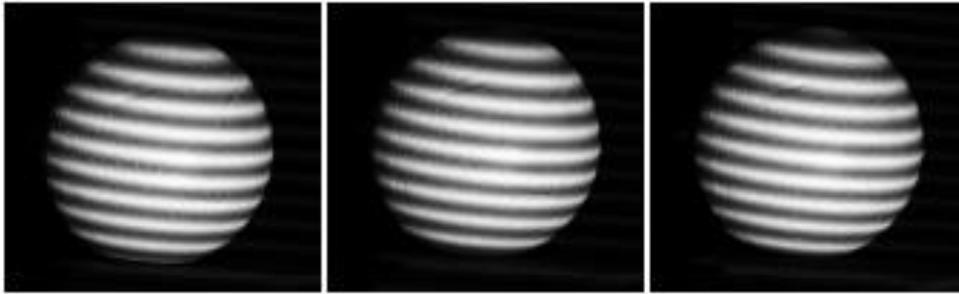


Figura 11.3. Patrones de Franjas proyectados sobre una pelota. (Padilla, 2017).

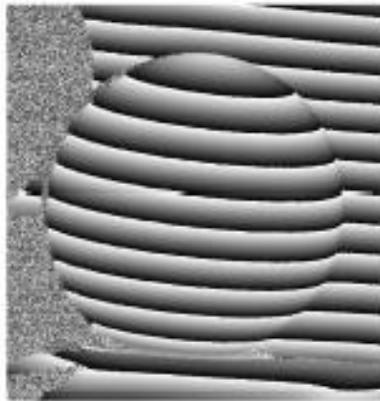


Figura 11.4. Visualización de fase envuelta. (Padilla, 2017).

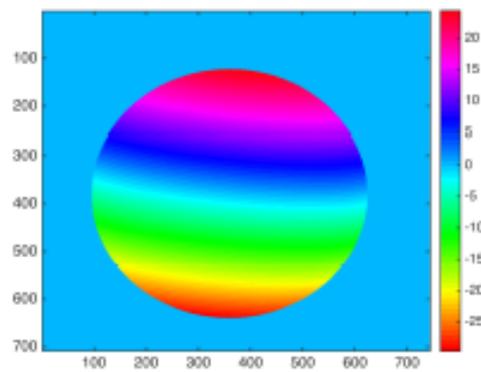
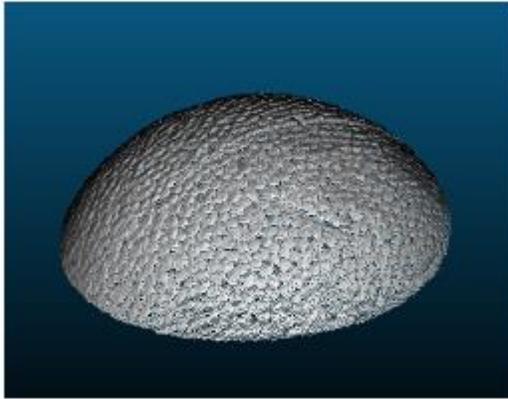


Figura 11.5. Visualización de mapa de fase desenvuelto utilizando el algoritmo de desenvolvimiento. (Padilla, 2017).



*Figura 11.6.* Reconstrucción 3D con rectificación radiométrica. (Padilla, 2017).

Ahora bien, se podrían utilizar los modelos de la reconstrucción 3D con el método de calibración radiométrica en los proyectores digitales comerciales, para visualizarlos con una aplicación de Realidad Aumentada y así poder interactuar con ellos con la ayuda de un dispositivo móvil.

## VI. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

La Realidad Aumentada esta perfilada como la tecnología del futuro, para ser la más utilizada y con enfoques en las distintas áreas del conocimiento. Los prototipos e incluso las aplicaciones ya existentes que hacen uso de esta tecnología, prometer dar a los usuarios una mejora en sus entornos académicos sociales y laborales.

Para mejorar la educación y sus métodos de enseñanza-aprendizaje, son necesarias agregar nuevas herramientas tecnológicas, como la Realidad Aumentada. Son grandes los esfuerzos para implementar la Realidad Aumentada en el país, haciéndola capaz de acoplarse a cualquier dispositivo que tenga una cámara de video, ya sea para el entretenimiento o la educación. Sin embargo, hace falta que se hable más del tema, no solamente con los estudiantes del Centro Universitario, sino también, con los profesores, para así poder tener la interactividad deseada para implementar esta tecnología.

Con el rápido desarrollo de nuevos dispositivos móviles y la demanda de los usuarios, hace que el humano no solo tenga acceso a la más alta tecnología, sino que, hace que la sienta como una parte vital en sus vidas. La creación de estos proyectos no solo facilita las tareas cotidianas del usuario, sino también, produce mejores profesionistas.

Resulta conveniente puntualizar lo anterior, ya que se quiere potencializar la Realidad Aumentada como complemento educativo, por esta razón hay que considerar los aspectos de la Realidad Aumentada en la docencia y probar su potencial educativo en las distintas licenciaturas, resultando productivo para los alumnos y profesores visualizar imágenes, audios y videos en sus prácticas educativas.

Respecto a ámbitos de la enseñanza-aprendizaje, para la elección de los entornos y ambientes de aprendizaje que se quieran abordar con la Realidad

Aumentada, conviene explorar las unidades de aprendizaje de las distintas licenciaturas del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco y elegir correctamente el tipo de elemento virtual para explotar todo su potencial.

La interacción de la Realidad Aumentada con otras disciplinas ajenas a la Ingeniería en Computación, proporciona a las próximas generaciones a egresar del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco nuevas oportunidades de realizar proyectos novedosos e innovadores, que no necesariamente se tiene influencia a la docencia. Por tal motivo se pretende informar los aspectos de la Realidad Aumentada para las distintas licenciaturas estudiando los modelos existentes expuestos.

## VII. REFERENCIAS DE CONSULTA

- Álvarez, A. Castillo, M. Pizarro, J. y Espinoza, E. (2017). Realidad Aumentada como Apoyo a la Formación de Ingenieros Industriales. Universidad de La Serena. Chile. Recuperado el 20 de agosto de 2019 de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50062017000200005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062017000200005). doi: 10.4067/S0718-50062017000200005.
- Babich, N. (2019). 6 Interesting Augmented Reality Concepts. Recuperado el 18 de junio de 2019 de: <https://uxplanet.org/6-interesting-concepts-for-ar-experiences-359193eb1ad5>
- Banco de México. (2019). Realidad Aumentada en la nueva familia de billetes de México. Recuperado el 06 de septiembre de 2019 de: <https://www.banxico.org.mx/footer-es/billetes-monedas-mx-celulares.html>
- Barbera, E. y Badía, A. (2004). Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Educación con aulas virtuales*. ISBN 84-7774-147-6. Recuperado el 13 de septiembre de 2019 de: [https://campusmoodle.proed.unc.edu.ar/pluginfile.php/51379/mod\\_book/chapter/5488/PrimerEncuentro/DE\\_LOS\\_MATERIALES\\_DIDACTICOS\\_A\\_LAS\\_UNIDADES.pdf](https://campusmoodle.proed.unc.edu.ar/pluginfile.php/51379/mod_book/chapter/5488/PrimerEncuentro/DE_LOS_MATERIALES_DIDACTICOS_A_LAS_UNIDADES.pdf)
- Cabero, J. Fernández, B. Marín, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *Revista Iberoamericana de Educación Distancia*. Universidad de Sevilla y Universidad de Córdoba. España. ISSN: 1138-2783. Recuperado el 20 de agosto de 2019 de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3314-53132008>
- Caiza, J. y Tapia, S. (2017). Desarrollo de una aplicación con realidad aumentada, para dispositivos móviles Android, que permita obtener información de las instalaciones de la facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemáticas. Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 18 de septiembre de 2019 de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13568>

- Caldera, J. (2014). Realidad Aumentada en Televisión y Propuesta de Aplicación en los Sistemas de Gestión Documental. *Revista española de Documentación Científica*. Recuperado el 17 de septiembre de 2019 de: <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2014/nov/12.pdf>
- Cámara, L. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de Psicodidáctica*. España. ISSN: 1136-1034. Recuperado del 13 de septiembre de 2019 de: <https://www.redalyc.org/pdf/175/17500911.pdf>
- Cupitra, A y Duque, E. (2017). Profesores aumentados en el contexto de la realidad aumentada: una reflexión sobre su uso pedagógico. Universidad de la Sabana. Colombia. Recuperado el 20 de agosto de 2019 de: <http://www.redalyc.org/jatsRepo/4077/40-7758286017/index.html>  
doi: 10.21500/16578031.3178
- Duarte, G. (2008). Definición de Realidad. Recuperado el 10 de junio de 2019 de <https://www.definicionabc.com/ciencia/realidad.php>
- Educación 3.0. (2019). Herramientas para crear contenidos con Realidad Aumentada. Recuperado del 17 de septiembre de 2019 de: <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/apps-para-crear-contenidos-con-realidad-aumentada/25200.html>
- Feiner, S. (2007). Redefining the User Interface: Augmented Reality. *Department of Computer Science and Center for Telecommunications Research*. Estados Unidos. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Redefining-the-User-Interface-%3A-Augmented-Reality-Feiner/519dbc99438278913ef3866b24729df881f9e5f5>
- Fredin, E. (2017). Observatorio de Innovación Educativa, Tecnológico de Monterrey. *Aprendizaje Híbrido: ¿El futuro de la educación superior?* Recuperado el 30 de agosto de 2019 de: <https://observatorio.tec.mx/edu-news/2017/10/13/aprendizaje-hibrido-el-futuro-de-la-educacion-superior>

- García, E. (2009). *Aprendizaje y Construcción del Conocimiento*. Universidad Complutense de Madrid. España. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de:  
[https://eprints.ucm.es/9973/1/APRENDIZAJE\\_\\_Y\\_CONSTRUCCION\\_DE\\_L\\_CONOCIMIENTO.pdf](https://eprints.ucm.es/9973/1/APRENDIZAJE__Y_CONSTRUCCION_DE_L_CONOCIMIENTO.pdf)
- García, M. L. (2012). *Estímulos de los sentidos*. Recuperado el 17 de junio de 2019 de:  
<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxjYXBhY2I0YWVnpb25hbG9zZG9jZW50ZXN8Z3g6NGU3YWl5YmU3MmJIYTcyMA>
- García, S. (2019). ¿Qué es el m-learning? ¿Es una Opción viable para la educación del siglo XXI? Recuperado el 24 de Julio de 2019 de:  
<https://observatorio.tec.mx/edu-news/que-es-mobile-learning>.
- González, A. Martínez, F. J. Pernía, A. Alba, F. Castejón, M. Ordieres, J. y Vergara, E. (2017). *Técnicas y Algoritmos Básicos de Visión Artificial*. ISBN: 84-689-9345-X. Recuperado el 20 de octubre de 2018 de:  
<https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/monografias/mdi24.shtml>
- González, J. F. (2014). *Realidad Aumentada, Análisis y Aplicaciones*. *Repositorio Institucional, UAEMex*. México. Recuperado el 15 de junio de 2019 de:  
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/59266>
- Guadamuz, A. (2017). *Pokémon Go: La realidad aumentada pone a prueba la propiedad intelectual*. Recuperado el 19 de junio de 2019 de:  
[https://www.wipo.int/wipo\\_magazine/es/2017/01/article\\_0005.html](https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/01/article_0005.html)
- Helland, K. (2018). *Augmented Reality (AR) for Learning. What is Augmented Reality (AR)*. Institute on Disabilities at Temple University. Recuperado el 04 de septiembre de 2019 de:  
<https://techowlpa.org/how-tos/ar-for-learning/>
- INEGI. (2019). *Telefonía Celular. Comunicado de Prensa Núm. 179/19 abril 2019*. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de:

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/ENDUTIH\\_2018.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/ENDUTIH_2018.pdf).

Jiménez, A. Collazos, C. Hurtado, J. y Pantoja, W. (2015). Estrategia colaborativa en entornos tridimensionales como estrategia didáctica de aprendizaje de estructuras iterativas en programación computacional. *Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*. Recuperado el 25 de septiembre de 2019 de:

<https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire/article/view/112/97>  
doi: <http://dx.doi.org/10.15658/CESMAG15.05060207>.

Jiménez, M. (2014). Lo que necesita un buen estudiante. *Vida Científica*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado el 29 de agosto de 2019 de:

<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n4/e13.html>

Lima, A. (2018). Augmented Reality-A Simple Technical Introduction. Recuperado el 18 de junio de 2018 de:

<https://medium.com/deemaze-software/augmented-reality-a-simple-technical-introduction-83d5e77206b9>

López, F. V. (2017). Sistema de Realidad Aumentada para estrategias de mercadotecnia enfocada a una empresa inmobiliaria (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma Nacional de México. México. Recuperado el 12 de junio de 2019 de:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12508/Tesis.pdf?sequence=5>

Loya, J. A. (2019). Las gafas de Realidad Aumentada: Google Glass y su Competencia. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de:

<http://blog.continental.edu.pe/uc-virtual/las-gafas-de-realidad-aumentada-google-glass-y-su-competencia/>

Madrid, C. A. (2014). Desarrollo de un Sistema de Realidad Aumentada para el aprendizaje utilizando dispositivos móviles (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional. México. Recuperado el 12 de junio de 2019 de:

<http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/20081>

Martínez, A. (2016). ¿Qué es la Realidad? Recuperado el 18 de junio de 2019 de:

[https://pijamasurf.com/2016/12/que\\_es\\_la\\_realidad\\_esta\\_definicion\\_de\\_william\\_james\\_tal\\_vez\\_sea\\_la\\_mejor\\_que\\_tenemos/](https://pijamasurf.com/2016/12/que_es_la_realidad_esta_definicion_de_william_james_tal_vez_sea_la_mejor_que_tenemos/)

Máxima, J. (2018). Teléfono. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de: <https://www.caracteristicas.co/telefono/>

McAnally, L. Lavigne, G. y Organista, J. (2013). El teléfono inteligente (smartphone) como herramienta pedagógica. Universidad de Guadalajara. México. ISSN: 1665-6180. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de: <https://www.redalyc.org/pdf/688/68830443002.pdf>

Mendoza, M. Cruz, R. Villalba, A. Calderón, J. y Arreola, E. (2017). Aplicación de Realidad Aumentada para la enseñanza de la Robótica. Recuperado el 25 de septiembre de 2019 de:

<http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1048/895>

Microsoft. (2016). Diagramas de casos de uso UML. Recuperado el 13 de septiembre de 2019 de:

<https://docs.microsoft.com/es-es/visualstudio/modeling/uml-use-case-diagrams-guidelines?view=vs-2015>

Middlesex University. (2018). Middlesex: first university in the UK to invest in augmented reality midwifery equipment. Recuperado el 23 de septiembre de 2019 de: <https://www.mdx.ac.uk/news/2018/09/middlesex-first-university-in-the-uk-to-invest-in-virtual-reality-midwifery-equipment>

Mohar, E. (2018). Lentes de Realidad Aumentada. *Muy Interesante*. Recuperado el 10 de julio de 2019 de:

<https://www.muyinteresante.com.mx/ciencia-y-tecnologia/lentes-realidad-aumentada-2/>

Mojica, J. C. (2017). La Realidad Aumentada. Universidad de Panamá. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de:

<https://sites.google.com/site/realidadaumentadavirtual/actividades>

- Montealegre, R. (2004). Comprensión del texto y significado. *Revista Latinoamericana de Psicología*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. ISSN: 0120-0534. Recuperado el 13 de septiembre de 2019 de: <https://www.redalyc.org/pdf/805/80536205.pdf>
- Moreno, M. Prado, E. y García, D. (2013). Percepción de los estudiantes de enfermería sobre el ambiente de aprendizaje durante sus prácticas clínicas. *Revista CUIDARTE*. ISSN 2216-0973. Recuperado el 23 de septiembre de 2019 de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2216-09732013000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2216-09732013000100003)
- NEFAB. (2019). Optimización de embalajes con Realidad Aumentada. Recuperado el 24 de septiembre de 2019 de: <https://www.nefab.com/es/home/servicio-embalaje/embalaje-realidad-aumentada/>
- Nieto, A. (2011). ¿Qué es Android? Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de: <https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-es-android>
- Noguez, O. (2019). Un circo que usa hologramas y otras estrategias de realidad aumentada. Recuperado el 19 de junio de 2019 de: <https://www.merca20.com/un-circo-que-usa-hologra-mas-y-otras-2-estrategias-de-realidad-aumentada-que-debes-implementar-ya/>
- Office of Innovation & Entrepreneurship. (2018). Pay Attention: Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) Will Change Our Daily Lives and How We Do Business. Recuperado el 18 de junio de 2019 de: <https://www.ucop.edu/innovation-entrepreneurship/innovation-resources/dr-christine-articles/ar-vr-applications.html>
- Olmedo, B. (2012). Cómo influye el celular en la sociedad. Recuperado el 5 de junio de 2019 de: [http://belenolmedo99.blogspot.com/2012/08/como-influye-el-celular-en-la-sociedad\\_26.html](http://belenolmedo99.blogspot.com/2012/08/como-influye-el-celular-en-la-sociedad_26.html)

- Osorio, L. y Duart, J. (2011). Análisis de la interacción en ambientes híbrido de aprendizaje. *Aprendizaje Híbrido*. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de: <https://www.redalyc.org/pdf/158/15820024008.pdf>. doi: 10.3916
- Padilla, D. (2017). *Método de Calibración Radiométrica de Proyectoras Digitales Aplicado a la Reconstrucción Tridimensional basado en Proyección de Patrones* (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México.
- Parra, K. (2010). El docente de aula y el uso de la mediación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Recuperado el 02 de septiembre de 2019 de: <https://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/3761/376140398009/6>
- Peñalvo, F. y Holgado, A. (2018). Fundamentos de la vista de casos de usos. Universidad de Salamanca. Recuperado el 13 de septiembre de 2019 de: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1155/1/UML%20-%20Casos%20de%20uso.pdf>
- Peredo, I. Peredo, R. Anaya, K. (2014). Interacción de modelos 3D con Realidad Aumentada. *Sistemas, Cibernética e Informática*. ISSN: 1690-8627. Recuperado el 18 de septiembre de 2019 de: [http://www.iiisci.org/journal/CV\\$/risici/pdfs/XA349TL14.pdf](http://www.iiisci.org/journal/CV$/risici/pdfs/XA349TL14.pdf)
- Pérez, A. (2016). OpenMind. La revolución sensorial de la tecnología. Universidad del Pacifico. Recuperado el 17 de junio de 2019 de: <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/futuro/la-revolucion-sensorial-de-la-tecnologia/>
- Peula, J. M. Zumaquero, J.A. Urdiales, C. Barbancho A.M. y Sandoval, F. (2007). Realidad Aumentada Aplicada a Herramientas Didácticas Musicales. Universidad de Málaga. España. Recuperado el 17 de septiembre de 2019 de: [http://www.grupoisis.uma.es/isis/administrator/components/com\\_jresearch/files/publications/ursi2007\\_26.pdf](http://www.grupoisis.uma.es/isis/administrator/components/com_jresearch/files/publications/ursi2007_26.pdf)

- Prendes, C. (2015). Realidad Aumentada y educación: Análisis de experiencias prácticas. *Revista de Medios y Educación*. España. Recuperado el 05 de septiembre de 2019 de:  
<https://recyt.fecyt.es/in-dex.php/pixel/article/viewFile/61619/37631>.  
doi: 10.12795.
- Rolando, F. L. (2015). Reflexión Académica en diseño y comunicación. *Realidad Aumentada aplicada en la educación*. Universidad de Palermo. Recuperado el 17 de junio de 2019 de:  
[https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=544&id\\_articulo=11462](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=544&id_articulo=11462)
- Romero, A. (2018). Los receptores sensitivos. Recuperado el 17 de junio de 2019 de:  
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/3ESO/Relacor/contenido6.htm>
- Ruiz, V. G. (2014). El ojo humano. Recuperado 3 el junio de 2019 de:  
[https://w3.ual.es/~vrui/Docencia/Apuntes/Perception/Sistema\\_Visual/index.html](https://w3.ual.es/~vrui/Docencia/Apuntes/Perception/Sistema_Visual/index.html)
- Salmerón, H. Rodríguez, S. y Gutiérrez, C. (2010). Metodologías que optimizan la comunicación en entornos de aprendizaje virtual. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de: <https://www.reda-lyc.org/pdf/158/15812481019.pdf>  
doi: 10.3916.
- Sánchez, A. (2019). Donde probar la Realidad Aumentada en Barcelona. *El periódico OnBarcelona*. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de:  
<https://www.elperiodico.com/es/onbarcelona/a-la-ultima/20190117/centros-realidad-virtual-barcelona-7252504>
- Sarmiento, M. (2007). La Enseñanza de las Matemáticas y las NTIC una estrategia de formación permanente. La Universidad Rovira i Virgili. España. ISBN: 978-84-690-8294-2. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de:

[https://www.tdx.cat/bits-tream/handle/10803/8927/D-  
TESIS\\_CAPITULO\\_2.pdf](https://www.tdx.cat/bits-tream/handle/10803/8927/D-<br/>TESIS_CAPITULO_2.pdf)

- Stockins, I. (2017). Top 5 aplicaciones de realidad virtual y realidad aumentada para arquitectos. Recuperado el 24 de septiembre de 2019 de: <https://www.archdaily.mx/mx/879808/top-5-aplicaciones-de-realidad-virtual-y-realidad-aumentada-para-arquitectos>
- UAEMex. (2004). Plan de estudios de diseño industrial. UAEMex. México. Recuperado el 24 de septiembre de 2019 de: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/62944>
- UNESCO. (2016). Competencias y Estándares TIC desde la dimensión pedagógica: Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente. Recuperado el 29 de agosto de 2019 de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Competencias-estandares-TIC.pdf>
- Urraza, J. (2015). Teoría y aplicaciones de la informática 2. La Realidad Aumentada. Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”. Recuperado el 15 de junio de 2019 de: <http://www.royalweb.com.mx/Trabajos/MarioCarrillo/tesis/docs/RA2.pdf>
- Vite, I. (2008). Reconstrucción Tridimensional de Objetos Mediante Técnicas Evolutivas (Tesis de Doctorado). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Recuperado el 20 de octubre de 2018 de: <https://www.cs.cinvestav.mx/TesisGraduados/2008/tesisIsraelVite.pdf>
- Wolfe, C. y Cedillo, E. (2015). Plataformas de E-Communications y E-Learning. Recuperado el 18 de junio de 2019 de: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/augmented-reality>
- Yang, A y Fleming, L. (2018). Realidad Aumentada y Virtual (AR / VR). Recuperado el 18 de junio de 2019 de: <https://exec-ed.berkeley.edu/courses/arvr/>

Yúbal, F. (2019). Diferencias entre realidad aumentada, realidad virtual y realidad mixta. Recuperado el 14 de junio de 2019 de: <https://www.xataka.com/basics/diferencias-entre-realidad-aumentada-realidad-virtual-y-realidad-mixta>