

# **APROVECHAMIENTO DE LA REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA DE VALOR AÑADIDO PARA LAS VENTAS**

**Modalidad: Exploratorio**

**LORENZO BAENA URREA**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas y  
Computación**

**Héctor Alejandro Patiño Pérez**



**UNIVERSIDAD EIA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN  
ENVIGADO  
2019**

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Para las personas que desean ver más allá que una descripción

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mi familia por su apoyo moral y económico.

Al director de este trabajo de grado, Alejandro Patiño, por su soporte y guía.

A la Universidad EIA por haberme permitido conocer personas que me dieron su apoyo moral e ideas para este trabajo.

# CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	12
1. PRELIMINARES.....	13
1.1 Planteamiento del problema .....	13
1.2 Justificación.....	15
1.3 Objetivos del proyecto .....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos .....	17
1.4 Marco de referencia.....	18
1.4.1 Antecedentes .....	18
1.4.2 Marco teórico.....	20
2. METODOLOGÍA.....	26
2.1 Primer objetivo específico.....	26
2.2 Segundo objetivo específico .....	26
2.3 Tercer objetivo específico .....	26
3. DESARROLLO Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	27
3.1 Factores relevantes .....	27
3.1.1 Vigilancia tecnológica .....	27
3.1.2 Informes y aspectos .....	31
3.2 Requerimientos e integraciones de la herramienta .....	34
3.2.1 Requerimientos .....	34
3.2.2 Integraciones.....	35

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3.3	Prototipo de aplicación .....	38
3.3.1	Modelos de objetos .....	38
3.3.2	Elaboración de la aplicación .....	39
3.3.3	Funcionamiento.....	42
3.3.4	Prototipo funcional.....	43
3.3.5	Discusión de resultados.....	46
4.	CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES .....	47
	REFERENCIAS .....	48
	LISTA DE ANEXOS.....	55

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Valores de metodologías ágiles .....	20
Tabla 2	Búsqueda en Scielo .....	28
Tabla 3	Búsqueda en ScienceDirect .....	28
Tabla 4	Búsqueda en Scopus .....	28
Tabla 5	Búsqueda en Statista .....	29
Tabla 6	Historias de usuario .....	34
Tabla 7	Comparaciones entre software (Elaboración propia).....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Karma, sacada de Steven Feiner, Blair MacIntyre, Dorée Seligmann citada en (Bejerano G., 2014).....	19
Figura 2	Representación simplificada de "Virtuality continuum" de (Milgram & Kishino, 1994).....	21
Figura 3	Scrum (DotNetSolutions).....	24
Figura 4	Informe en una Infografía .....	30
Figura 5	Organización WebGL (Angel & Shreiner, 2015) .....	36
Figura 6	Diagrama de despliegue del sistema.....	37
Figura 7	Calendario Bloque escaneado y vista en el visor 3D incluido en Windows 10	38
Figura 8	Calendario escaneado y los 3 ejes del sistema de coordenadas cartesiano ..	39
Figura 9	Calendario transformado en el editor Blender .....	39
Figura 10	Configuración en Web Server for Chrome .....	40
Figura 11	Configuración en Chrome DevTools .....	41
Figura 12	Segunda configuración en Chrome DevTools.....	41
Figura 13	Inspección en la pestaña .....	42
Figura 14	Diagrama de flujo de la aplicación .....	43
Figura 15	Productos para la sala .....	44
Figura 16	Modelos de molinillos de sal y pimienta al lado de un termo (real) .....	45
Figura 17	Seleccionar calendario .....	46

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1 Certificado G8 Bibliotecas .....	55
Anexo 2 Capturas de pantallas en vigilancia tecnológica .....	56
Anexo 4 Carpetas del sitio web .....	62
Anexo 5 Extracto del archivo JavaScript “app” .....	63
Anexo 6 Extracto del archivo HTML “index” .....	64



## GLOSARIO

RA: realidad aumentada, o “Augmented Reality” (AR) en inglés

RV: realidad virtual o “Virtual Reality” (VR) en inglés

RM: realidad mixta o “Mixed Reality” en inglés

GPS: sistema de posicionamiento global

Software: “programas e información operativa utilizada por una computadora” (traducido de (Lexico, s.f.)).

Hardware: “las máquinas, el cableado y otros componentes físicos de una computadora u otro sistema electrónico”. (traducido de (Lexico, s.f.)).

Biblioteca de software: conjunto de implementaciones de software que ofrecen una función definida.

API: “un conjunto de funciones y procedimientos que permiten la creación de aplicaciones que acceden a las características o datos de un sistema operativo, aplicación u otro servicio” (traducido de (Lexico, s.f.)).

Refactorizar: “el proceso de cambiar un sistema de software de tal manera que no altera el comportamiento exterior del código, pero mejora su estructura interna.” (Medina, 2017)

## RESUMEN

Hoy en día algunos productos en venta tienen una descripción, pero esta no parece describirlos enteramente. Hay detalles que los clientes desearían obtener, como medidas relativas a modo de ejemplo. El hecho de caber en la palma de la mano sería una de las medidas sobre las cuales hasta que los clientes no obtienen detalles suficientes, no compran el producto.

En este trabajo se propone una forma de cómo utilizar tecnologías para entregar una aproximación a detalles de los productos que exhiben las empresas; ofreciendo información que pueda ser útil al potencial comprador.

Por esta razón, se recolectó información para buscar una aproximación en la definición de un prototipo, para ofrecer un valor agregado en lo antes descrito. Posteriormente se determinó requerimientos e integraciones para una aplicación que se proyectó.

Luego se representan productos de compra, sin que estos estén presentes, en la comodidad de un lugar. Entonces se abordó un prototipo para brindar una experiencia de compra en línea utilizando tecnologías web, algunas de estas basadas en especificaciones del consorcio *World Wide Web (W3C)*.

Palabras Clave: Realidad aumentada, tecnología, producto, software.

## **ABSTRACT**

Nowadays some products for sale have a description, but this does not seem to describe it entirely. There are details which customers would like to get relative measures as an example. The fact of fitting in the palm of your hand, may be one of the measures which until the customer doesn't get enough details, won't buy the product.

This thesis proposes a way to how we use technology, to deliver an approach to details of products of the companies show; offering information that can be useful to the potential buyer.

Therefore, we gathered information to find an approach in the definition of a prototype to deliver an aggregated value to it. Afterward were determined the requirements and integrations for a projected application.

After that, we represented purchasable products, without them being present, in the comfort of a place. Then we dealt with developing a prototype to provide an online shopping experience showing them using web technologies. Some of these based in specifications of the World Wide Web Consortium (W3C).

Keywords: Augmented reality, technology, product, software

## INTRODUCCIÓN

Con motivo de ayudar a dilucidar preguntas frecuentes de los clientes acerca de productos que ellos compran por necesidad y gustos, aparecen distintas herramientas para proyectar la satisfacción de la necesidad del usuario al comprarlo y también satisfacer los gustos.

La presente entrega propone a la sección de atención al cliente de una empresa ofrecer un autoservicio, para visualizar los productos de manera real, sobre todo para que “el cliente se [ayude] a sí mismo sin llegar a molestar [al equipo de trabajo] con todas las preguntas triviales” (Drozdova, 2014).

Este proyecto se inspiró en la tesis de Joinner (Ovalle Nobles, 2015) en su utilización de la realidad aumentada en los textos guías de matemáticas. En este trabajo se hizo un prototipo similar con tecnología de realidad aumentada, sin embargo, se utilizaron bibliotecas de software y plataformas distintas.

Primero, se introducen en el documento sucintamente el planteamiento del problema con las relaciones que tiene actualmente la realidad aumentada con la industria, luego el objetivo general y los específicos del trabajo que se buscaron cumplir. Para terminar el primer capítulo, se exponen algunos antecedentes relevantes. A continuación de esto, se expresa la metodología en la que se basó el trabajo para desarrollarlo y los resultados que se obtuvieron.

Se hizo un prototipo con las siguientes tecnologías: HTML, CSS, JavaScript junto con la interfaz API WebGL, Interfaz API experimental WebXR, y la biblioteca de software Three.js.

Finalmente se presentan las conclusiones, las propuestas futuras y las consideraciones pertinentes para trabajos derivados de éste.

# 1. PRELIMINARES

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas comerciales o industriales, por su definición, en algún objetivo organizacional tienen una meta que es alcanzar un crecimiento en los ingresos de las ventas, para ello buscan mantenerse o aumentar su participación en los mercados existentes mediante esfuerzos para diferenciarse de sus competidores, donde “la industria tiene que girar hacia lograr una experiencia de usuario más personalizada y que aporte valor añadido” (Molina, 2018).

Una forma de atraer clientes es ofrecer la posibilidad de observar la forma, el tamaño y la funcionalidad del producto que se desea comprar, de tal forma que se elimine la incertidumbre sobre la calidad y los aspectos esperados de éste. Sin embargo, algunas ventas de productos comerciales se realizan mediante revistas, catálogos y llamadas telefónicas; métodos de venta para los cuales el cliente no logra percibir adecuadamente las características de los productos ofertados, generando dudas al momento de comprar.

Con el avance de la tecnología han surgido y mejorado maneras de que las organizaciones ofrezcan sus productos, de manera que se despierte la necesidad de compra y se disminuya la incertidumbre de los clientes sobre si el producto en realidad es lo que buscan. Entre estas tecnologías está la realidad aumentada, la cual según la empresa Augment (2016), ha permitido a empresas como Lego, IKEA y Converse impulsar su presencia en ventas minoristas, a través de enriquecer su interacción con el cliente y la experiencia de compra.

De la misma manera, según el estudio, ‘El impacto de la realidad aumentada en el comercio minorista’, “se puede comprobar que casi dos tercios de los usuarios de Estados Unidos respondieron que la realidad [aumentada] influyó en el lugar final en el que realizaron sus adquisiciones” (Marketing4food, 2017). Por último, las compañías que desean estar por delante de sus competidores deberían considerar dónde pueden implementar estas tecnologías (Arnold, 2018).

En primer lugar, el concepto de realidad aumentada es relativamente nuevo, el cual se puede lograr mediante un dispositivo electrónico que capture el ambiente, procese las diferentes superficies y objetos, agregue unas nuevas encima de las anteriores y luego las muestre juntas. En segundo lugar, como dice Chaykowski (2018), los ejecutivos inmersos en esta tecnología enfatizan que nuevas aplicaciones sorprendentes van a llegar a medida que el medio crezca.

Partiendo de la necesidad de tener herramientas innovadoras para las empresas que venden a través de catálogos de productos de diseño o decoración a potenciales clientes, es concerniente proporcionar ayudas en la percepción visual para mejorar la idea o aproximación que hace la persona al ver el producto y su descripción. Finalmente surge la siguiente pregunta de investigación, la cual se soporta en aplicarla en dispositivos móviles y su posible implementación en cascos y gafas ¿Cómo utilizar la tecnología de realidad

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

aumentada para entregar una aproximación mayor de productos de diseño y decoración a los clientes, de tal forma que se disminuya la incertidumbre y se aumente la necesidad de compra?

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

En sitios cotidianos como el salón de la casa, la oficina o incluso en el baño, muchas personas se han detenido a pensar qué tal quedaría ubicado un producto de diseño. En efecto, planean sus actividades con la que será su nueva adquisición y también piensan las comodidades que trae con respecto a lo que se tiene o no actualmente. Sin embargo, en algunas ocasiones no terminan de planear porque no tienen puntos de referencia o medidas que le demuestren que el producto se adecúa al espacio que tienen asignado; a veces incluso desisten de la idea de comprar el producto, optando por otras alternativas.

Estos productos los recuerda la persona por una experiencia en medios visuales, de audio o audiovisuales, tales como: los avisos publicitarios, la radio o videos de otras personas. No obstante, solo se acuerdan de la descripción del producto como medidas comparables, por ejemplo, cabe en la palma de la mano.

Entonces se necesita describir más un producto para individualizarlo frente a otros y reducir las alternativas de estos a unos cuantos ya sea por su diseño, apariencia u otros aspectos. Como mencionan Porter y Heppelmann (2017), cuando los clientes ven virtualmente la apariencia de los productos, o su función en una configuración real antes de comprarlo, por ejemplo, en el comercio electrónico, los consumidores pueden usar la realidad aumentada para proyectar ítems sobre ellos mismos y dentro de sus casas; de esta manera, ellos tienen expectativas más precisas y confidentes sobre las decisiones de adquirirlo, además de mayor satisfacción por el producto. Por consiguiente, la realidad aumentada incluso puede reducir la necesidad de tiendas físicas y salas de exposición.

Los consumidores para elegir los productos deben determinar el modelo respectivo y sus características a través de estándares como, códigos de barras, códigos QR o en internet por medio del dispositivo móvil. Con esto el vendedor puede proyectar los productos en un sitio preferido del cliente, por ejemplo, el dormitorio de la casa, donde cree que en un futuro va a estar el objeto y al final si el cliente está interesado, este puede decidir luego dónde comprarlo, ya sea en una tienda física o en la tienda virtual.

Un beneficio de la tecnología de realidad aumentada, como lo expresa la empresa Aumentaty (2018), es que se consiguen buenos resultados en ventas y fidelización de los clientes, ya que estos quedan satisfechos. Como se evidencia en la corporación IKEA, "La respuesta, particularmente en el Reino Unido, ha sido tremenda, dijo a la BBC Peter Wright, director de mercadeo de Ikea en territorio británico e irlandés." (Thomas, 2014).

En los mercados se hace mucho esfuerzo para que la gente conozca el producto, no obstante, solo se alcanza a describir brevemente en lugares donde no está presente y no se alcanza el nivel de detalle que la organización quiere que el cliente tenga. Entonces es una oportunidad para disminuir esa brecha de información y usar la tecnología de realidad aumentada para los siguientes aspectos:

- Aclarar algunas dudas que el cliente tenga sobre la apariencia del producto, y su aspecto.
- Ahorrar tiempo en explicar el tamaño del producto y sus detalles.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- La posibilidad de describir mejor el producto.

Por ejemplo, se puede describir con más facilidad los productos que ofrecen empresas como Tupperware® porque sus productos son destinados para el hogar, como artículos de cocina o personales, como empaques para almuerzo, entre otros; En estos la gente se enfoca más en su aspecto y utilidad. Según Woodside Capital Partners, (2016), el mercado de software de realidad aumentada y realidad mixta es de 80.000 millones de dólares y 5% de ese mercado proviene del uso dentro del campo de ventas minoristas.



## **1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar un prototipo de una herramienta tecnológica con su respectiva documentación que permita a las PYME (pequeñas y medianas empresas), ofrecer una experiencia de compra utilizando realidad aumentada.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar factores relevantes que debe tener la herramienta para ofrecer un valor agregado a la industria.
- Determinar requerimientos e integraciones tanto de hardware como de software de la herramienta.
- Diseñar un prototipo de aplicación para una actividad de mercadeo específica.

## 1.4 MARCO DE REFERENCIA

### 1.4.1 Antecedentes

La realidad aumentada empezó con sobreponer una capa de datos sobre las imágenes que genera la cámara en tiempo real, y esta capa de datos se actualiza a medida que cambian las imágenes de la cámara además de utilizar “una conexión a Internet, esto da origen al nombre de Realidad Aumentada (RA)”, término acuñado en 1992 por el ingeniero Tom Caudell. (Lee, 2012 citado en Gutiérrez, Duque, Chaparro, & Rojas, 2018).

La realidad aumentada está basada en “metadatos multimediales, los cuales hacen referencia al enriquecimiento de la realidad aportando información pertinente para el usuario por medio de dispositivos de uso diario” (Gutiérrez, Duque, Chaparro, & Rojas, 2018). Antes había limitaciones tecnológicas para llevar a cabo la realidad aumentada en un celular inteligente, entonces se utilizaban otros dispositivos con más poder de procesamiento, sin embargo, esta restricción ha ido desapareciendo con el paso del tiempo porque los “dispositivos móviles han crecido recientemente en el poder de computación y también en el procesamiento de gráficos 3D, sobre todo gracias a la introducción de procesadores de gráficos integrados (GPU).” (Alcarria Izquierdo & Lizandra, 2019)

En 1994 se presentan los primeros dispositivos de Realidad Aumentada, uno de ellos fue KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance) (JPE, 2016), (vea Figura 1) que “proyectaba una imagen en 3D para dar instrucciones a su usuario sobre cómo recargar la impresora, en lugar de acudir al manual de uso” (Bejerano G., 2014). Luego, aproximadamente en el 2010, como expresa Mohn (2015) la tecnología hizo posible que los cascos de realidad aumentada se encogieran y con el paso del tiempo disminuyera su peso, permitiendo más libertad de movimiento al usuario; así mismo los cascos ya no tenían un cable de energía sujeto a la pared. Últimamente se logra hacer realidad aumentada en dispositivos de uso común, por ejemplo, el computador personal o teléfonos inteligentes. Además, hay algunos más exclusivos por su costo como son los cascos y gafas con sus cámaras y lentes integradas. Hay ejemplos en celulares, como el juego “Pokémon GO” ®, y en utilidades en cascos como Microsoft HoloLens ®.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Figura 1 Karma, sacada de Steven Feiner, Blair MacIntyre, Dorée Seligmann citada en (Bejerano G., 2014)

Yim, Chu, & Sauer (2017) diseñaron dos estudios para revelar la efectividad de realidad aumentada sobre promocionar productos en una manera exploratoria, y como las promociones vía software con realidad aumentada se comparan con promociones vía Web sin realidad aumentada trabajan en influenciar las evaluaciones del consumidor, en los resultados de este estudio (Yim, Chu, & Sauer, 2017) las presentaciones de los producto con realidad aumentada son generalmente mejores en novedad mediática, inmersión, disfrute del contenido y utilidad.

Los productos se pueden promocionar como una imagen en una hoja de papel o un modelo de tres dimensiones proyectado e interactivo, la segunda proporciona una mejor experiencia porque muestra más características que imágenes planas, ya sean físicas o virtuales. Para generar estos modelos se modelan manual o automáticamente, mezclando volúmenes con otros, o a través de escanear superficies y luego combinarlas para generar un volumen respectivamente. Este último se le conoce como escaneo 3D.

El escaneo 3D se deriva del escaneo 2D que es escanear un área como una hoja de papel sin embargo en el escaneo 3D se escanean varias áreas con su profundidad, que luego combinan formando un volumen. Este claramente tiene una desventaja con relación a la modelación manual es que solamente se escanea el aspecto exterior y omite detalles internos que una cámara o palpador no perciben, como un botón oculto a simple vista. El escaneo 3D también necesita más recursos en tecnología para poderse llevar a cabo, sin embargo, como opinan Bernardini & Rushmeier (2002) “el costo de equipo de escaneo 3D como el costo de computadores con capacidad de visualización de gráficos por hardware han tenido bajas drásticas a su precio, junto con estas tendencias con el creciente ancho de banda de internet están haciendo el uso de complejos modelos 3D accesibles a una mayor audiencia.”

Para este proyecto la metodología del trabajo que se va a aplicar junto con marcos como Scrum, proviene de un método alternativo a las metodologías tradicionales de 1970, como el método predictivo cascada para desarrollar software, sin embargo, este pertenece al grupo de metodologías ágiles, las cuales son varias aproximaciones entre las metodologías

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

incrementales e iterativas existentes, estas se basan en hacer varias iteraciones de tiempo corto para hacerle seguimiento al proyecto; “El concepto de Scrum tiene su origen en un estudio de 1986 sobre los nuevos procesos de desarrollo utilizados en productos exitosos en Japón y los Estados Unidos” (Albaladejo, s.f.) y “En 1993 se realizó el primer Scrum para desarrollo de software y en 1995 el proceso fue formalizado” (Albaladejo, s.f.).

El manifiesto ágil en el que está basado la metodología ágil tiene los siguientes valores (Beck, y otros, 2001)

Tabla 1 Valores de metodologías ágiles

Valores por priorizar	Valores por postergar
Individuos e interacciones	procesos y herramientas
Software funcionando	documentación extensiva
Colaboración con el cliente	negociación contractual
Respuesta ante al cambio	seguir un plan

Es decir, los valores de la izquierda se priorizan frente a los valores de la derecha porque se quiere la satisfacción del cliente a lo largo del tiempo, además de sobrellevar los posibles cambios que puedan afectar al proyecto y tener mejor comunicación con el cliente en vez de solo apearse a lo que se escribió en el contrato.

Para la elaboración del proyecto se va a seguir el marco de trabajo Scrum en desarrollo, en parte como lo hizo (Ovalle Nobles, 2015) en su tesis, porque “es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas” (Albaladejo, s.f.) con enfoque en la productividad y en el desarrollo iterativo.

Para finalizar se encontró un caso de éxito que ofrece una experiencia análoga con realidad aumentada de nivel 0 perteneciente a la empresa Editad S.A.S, que brinda una plataforma llamada Igetax de escucha de artículos escritos especialmente para “personas con discapacidad visual, quienes no saben leer, tienen baja visión, no pueden leer, o quienes quieran realizar otras actividades mientras les leen.” (Editad S.A.S, s.f.); leyendo el código QR presente en los contenidos de medios impresos en que esté disponible.

### 1.4.2 Marco teórico

“Cuando hablamos de Realidad Aumentada nos estamos refiriendo a cualquier tecnología que te permita ver el mundo real con información añadida, por eso se dice que ‘aumentamos la realidad’”. (Arsoft, s.f.)

Además, un software de realidad aumentada permite la interacción del mundo real con elementos digitales que se modelan con ciertas medidas para adaptarse a un espacio que el usuario designe. Por el contrario, la tecnología para mostrar la realidad virtual (RV) solo

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

permite la interacción en el mundo virtual hecho por gráficos por computadora, “La realidad virtual permite crear un mundo virtual mediante el diseño gráfico en 3D, aclaran los especialistas. Un mundo en el que ‘no existen límites y en el cual podemos ver, crear y hacer lo que queramos’”. (BBC Mundo Redacción, 2016).

En la empresa Intel, (2013), “La realidad aumentada es una visión viva, directa o indirecta de un ambiente físico, del mundo real cuyos elementos son aumentados por tomar datos de recepciones sensoriales como sonido, video, gráficos generados por imágenes, y la ubicación generada por datos GPS”. Como resultado, la tecnología funciona mejorando la percepción actual de la realidad y permite que la información se convierta en interactiva y manipulada digitalmente.

Del mismo modo, la realidad mixta toma conceptos de ambas tecnologías y combinándolos de tal manera que es un mundo virtual, pero con objetos del mundo real. aunque como manifiestan (Milgram & Kishino, 1994) hace parte de la realidad virtual y esta involucra la fusión del mundo real y el virtual. Igualmente, ellos mismos indican que la etiqueta de realidad virtual también se usa frecuentemente en asociación con una variedad de otros entornos, los cuales no aplican para una inmersión total y una completa síntesis, pero caen en algún lugar a lo largo del continuo de virtualidad (Virtuality continuum, en inglés) como se observa en la Figura 2:

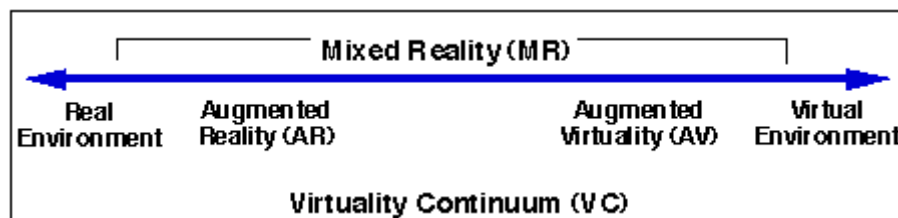


Figura 2 Representación simplificada de "Virtuality continuum" de (Milgram & Kishino, 1994)

En este trabajo se va a enfocar en la realidad aumentada y en esta hay varias técnicas para tener una experiencia, cada una limitada con los componentes que necesita el dispositivo para aprovechar dicha tecnología. Estas se dividen en niveles, y son “como una forma de medir la complejidad de las tecnologías involucradas en el desarrollo de sistemas de RA. En principio, a más nivel, mayores son las posibilidades de las aplicaciones. (Prendes, 2015)

Niveles adaptados de Prendes (2015):

- Nivel 0. Hiper-enlazando el mundo físico
- Nivel 1. Realidad aumentada basado en marcadores
- Nivel 2. Realidad aumentada sin marcadores
- Nivel 3. Visión aumentada
- (posible) Nivel 4 visualización con lentes de contacto o interfaz en el nervio óptico

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

El nivel 0 consiste en escanear una combinación de símbolos en una hoja para luego descodificarla en información como una tarjeta de contacto, notas o una página web como lo son ahora los códigos de barra, códigos QR y otros códigos no tan difundidos.

El nivel 1 radica en mostrar realidad aumentada alrededor de un punto que se identifica por una imagen preestablecida, es decir, que cuando detecta un patrón o una silueta conocida muestra modelos 3D alrededor de ese mismo.

El nivel 2 consta en mostrar realidad aumentada sobre cualquier superficie poniendo un punto como base para ubicarla, en otras palabras, detecta una superficie para generar aproximadamente otra superpuesta a esta.

El nivel 3 consiste en escanear varias superficies y utilizar la realidad aumentada en cualquiera de estas, es decir, mostrar objetos o modelos en varios de estos, y además dando movilidad a los objetos para que puedan pasar encima de una superficie a otra.

El nivel 4 puede consistir en el nivel 3 pero con una tecnología mejor como acceso a los lentes de contacto con electrónica o los nervios del ojo para simular una experiencia más realista.

Por otro lado, para mostrar los productos hay que expresarlos en forma digital, es decir mostrar un modelo 3D el cual se consigue con modelación de los productos en una serie de superficies y polígonos creados por computadora o con escaneo 3D, que es una unión de varios puntos que conforme al sitio web Aniwaa Pte. Ltd. (2018) “puede dar mucha información sobre el diseño de un objeto”.

Según el sitio web Aniwaa Pte. Ltd. (2018), se clasifica en 5 categorías por los principios físicos en que se basan

- Tecnología de escaneo 3D triangulación láser
- Tecnología de escaneo 3D de luz estructurada
- Fotogrametría
- Tecnología de escaneo 3D basado en contacto
- Pulso de láser

La triangulación láser consiste en medir varias posiciones de haces de luz de un láser en un objeto a través de una cámara con un ángulo de separación conocido, y con fórmulas trigonométricas con las distancias entre el objeto y los dispositivos se encuentra la posición del mismo. (Bernardini & Rushmeier, 2002)

La de luz estructurada se basa en proyectar haces de luz en forma de línea y luego con una cámara desde un ángulo diferente observa las distorsiones de la línea y utiliza una técnica semejante a la triangulación con algoritmos, para determinar la posición de cada punto de

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

la línea en el objeto, luego se repite el proceso varias veces barriendo el objeto con varias líneas. (Curless, Brian, 1999)

La de contacto se basa en tocar el objeto con un palpador con una punta de un material duro y el dispositivo rastrea la posición de la punta con sensores internos. “Las principales ventajas de este son la precisión y la habilidad de escanear superficies transparentes y reflexivas.” (Aniwaa Pte. Ltd., 2018)

La fotogrametría consiste en hacer medidas desde las fotos y en el proceso juntar las fotos para que queden homogéneas (mismas medidas) y al final generar la nube de puntos para generar el modelo 3D. Una definición de esta es “el arte, ciencia y tecnología de obtener información confiable acerca de objetos físicos del ambiente, a través de procesos de grabación, medición e interpretación de imágenes y patrones.” (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, s.f.)

El pulso de láser o tiempo de vuelo se basa en el movimiento de un láser a través del tiempo, es decir, emite un pulso de luz desde el dispositivo, el pulso es reflejado por el objeto y por último llega otra vez al dispositivo. Luego aplicando fórmulas físicas a los datos recogidos se va armando una nube de puntos con la distancia desde el dispositivo al objeto. (Bernardini & Rushmeier, 2002)

Por otra parte, los modelos se guardan en archivos basados en diferentes formatos, donde se almacena la información inherente a la geometría, topología y color del modelo. Una forma de guardarlo es en formato OBJ, MTL e imagen o mapeado de textura.

Un archivo OBJ “es formado por un archivo escrito en ASCII [código de caracteres basado en el alfabeto latino] que almacena modelos geométricos en 3D, solo contiene vértices, normales y texturas.” (The Ohio State University, s.f.).

Un archivo MTL (Material Template Library) “es formado por un archivo escrito en ASCII que guarda los materiales de los objetos utilizados para los archivos OBJ”. (The Ohio State University, s.f.)

Un mapeado de textura “es un archivo de imagen bidimensional que se aplica para dar el color, la textura, el brillo, reflexividad y transparencia” (Slick, 2019) en un formato de imagen. A veces se referencian desde los archivos MTL como los mapeados de texturas que pueden ser: ambiente, difusa o especular. Ello busca “emular la reflexión de la luz y el efecto en el color” (Salazar Ramírez, 2018) en la vida real, además se puede referenciar el mapeado de textura Alpha para emular la transparencia del objeto.

El desarrollo de la aplicación se basará en procesos ágiles que son livianos en la carga de trabajo. Se expresó que en el manifiesto ágil los procesos son más rápidos, flexibles, adaptables, controlables y resilientes frente a las nuevas necesidades del cliente dentro del plazo de realización del proyecto, no obstante, se necesita tener una buena comunicación y entrenamiento para aplicarlo (VersionOne, 2016).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



El trabajo de Scrum es hecho en iteraciones de tiempo fijo, en las cuales se escogen ciertas funcionalidades a desarrollar. Durante este tiempo se hace una reunión diaria y al final se revisa lo que se hizo, preguntando qué se ha atrasado y qué es lo que está deteniendo el proyecto. Mientras tanto el maestro del equipo (Scrum master) asesora el equipo para que se agreguen las funcionalidades hechas en la iteración del proyecto trabajado y las incompletas se quedan en la pila de iteración. Después, se empieza otra iteración en donde se agregan nuevas funcionalidades a la pila de iteración junto con las no terminadas, y así sucesivamente se hacen más iteraciones hasta que se acaba la pila de funcionalidades, (Leffingwell, 2011) mirar Figura 3. Se considera terminado cuando se acaba la última iteración.

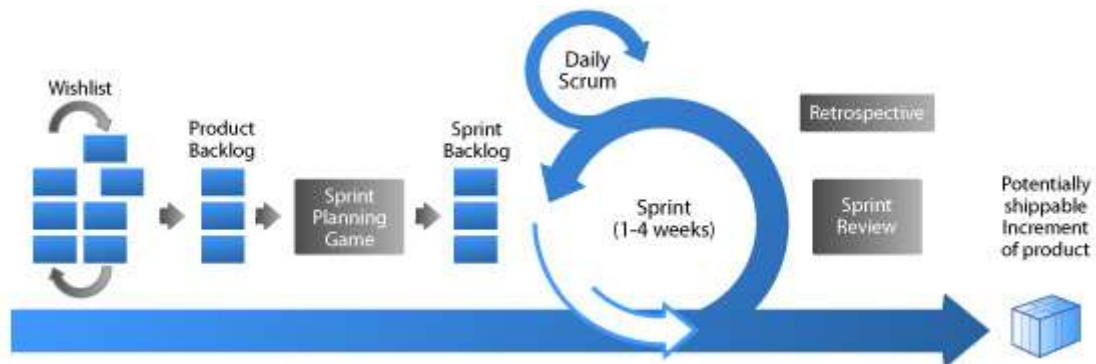


Figura 3 Scrum (DotNetSolutions)

Aún cabe señalar que existen los patrones de arquitectura que como lo indica la enciclopedia Ecured (s.f.) “expresan un esquema organizativo estructural fundamental para sistemas de software”. Estos patrones permiten una mejor planeación del software que se va a hacer, aprovechando conocimiento empírico de software; asimismo tener una mejor calidad de código en el software a desarrollar.

Por último, para investigar se usa la vigilancia, que es un proceso para captar información y tomar decisiones con fundamento en ella. Hay 5 tipos de vigilancia: comercial o de mercados, tecnológica, del entorno, científica y estratégica.

La vigilancia tecnológica es un proceso que toma información de fuentes confiables para luego interpretarla y analizarla buscando estar informado de un conocimiento en particular. Para aclarar un poco más el término, vigilancia “es un proceso para mejorar la situación competitiva y poder crear oportunidades de negocio” (Seminario G8 Bibliotecas, 2018), también “un proceso de alerta temprana para la dirección de la organización que detecta tanto oportunidades como amenazas” (Seminario G8 Bibliotecas, 2018).

En otras palabras, “la vigilancia tecnológica es una herramienta esencial para detectar oportunidades de innovación tecnológica y nuevas ideas que faciliten una mejora de procesos, productos y servicios en la organización” (OVTT, s.f.). La vigilancia tecnológica consta de 4 etapas (Seminario G8 Bibliotecas, 2018):

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Planeación: Es la etapa que permite enfocar esfuerzos y recursos, retroalimentar el proceso y establecer los puntos de partida del ejercicio de vigilancia tecnológica, así como identificar la necesidad de información.

En la etapa de planeación se debe definir:

- ¿Qué se necesita conocer realmente? Y ¿Qué es crítico?
- Palabras clave
- Ecuaciones de búsqueda
- Periodo de tiempo
- ¿Que recursos se disponen?

Búsqueda y recuperación de la información: Es la etapa que define la periodicidad de la consulta, se identifica las fuentes de información a usar, y la forma, soporte y ubicación de los resultados de búsqueda.

En la etapa de búsqueda se debe definir:

- La periodicidad de la consulta.
- Identificación de fuentes de información a utilizar.
- Si se utiliza operadores booleanos para la búsqueda en alguna fuente de información.

Análisis: Es la etapa que hace el tratamiento de la información y es donde se interpretan y relacionan los datos o información para tener una visión de algo. En esta etapa se deben definir los tipos de análisis a desarrollar.

Presentación de resultados: Es la etapa en que se ubican los hallazgos y conclusiones, de forma que apoye la toma de decisiones.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## **2. METODOLOGÍA**

Para lograr los objetivos planteados anteriormente se describirá la metodología individual de cada objetivo específico.

### **2.1 PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO**

Para investigar información acerca de procesos que se llevan en la industria mediante el uso de realidad aumentada, se utilizará una metodología conocida como vigilancia tecnológica, la cual permite ahondar más en el tema de investigación desde diferentes perspectivas. Para este fin se asistirá al Seminario Taller G8 Bibliotecas 2018, con el propósito de presenciar el taller de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

Luego se realizará una pequeña vigilancia tecnológica siguiendo las etapas descritas en la metodología, como búsquedas bibliográficas en unos tiempos específicos para indagar la popularidad de algunos términos y ver el estado de la investigación en realidad aumentada.

Por consiguiente, se buscan informes para identificar aspectos importantes y aplicaciones comerciales que utilicen realidad aumentada para dar solución a problemas.

### **2.2 SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO**

Para este objetivo se buscan varios tipos de software para ejecutar principalmente en dispositivos móviles y se asegura que el hardware del dispositivo disponible sea capaz de ejecutar el software. Más tarde se evaluará la viabilidad del prototipo.

### **2.3 TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO**

Se formulan unas historias de usuario para el posterior desarrollo del prototipo. Luego, se crearán modelos a través de la ejecución de un software de descarga gratuita, para crear modelos 3D basados en una técnica de escaneo y otros modelos diseñados digitalmente. Entre tanto, se procede a desarrollar una propuesta de software basado en el objetivo anterior para mostrar los modelos.

Posteriormente se documenta el funcionamiento de la aplicación y se revisan las historias de usuario con el prototipo hecho.

Finalmente se escribe una discusión de resultados para futuros proyectos.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

### **3. DESARROLLO Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

A continuación, se enseñan los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto. Se empiezan con las fases descritas en el plan operativo planteado en el capítulo pasado, para así cumplir con el objetivo general.

#### **3.1 FACTORES RELEVANTES**

##### **3.1.1 Vigilancia tecnológica**

Se hizo una pequeña vigilancia tecnológica con las cuatro etapas que se describieron en el marco teórico para llevarla a cabo:

###### **3.1.1.1 Planeación**

Se necesitó conocer casos generales para la realidad aumentada y fue crítico conocer áreas donde se ha aplicado en los últimos años.

Las palabras clave utilizadas en las búsquedas fueron: Realidad, aumentada, Augmented, Reality. Hubo 2 ecuaciones de búsqueda las cuales fueron sin filtros: Realidad Aumentada y Augmented Reality.

Se tuvo un periodo de tiempo de 2 meses.

Se dispone de acceso a bases de datos como estudiante de universidad, considerando que ésta paga una suscripción; también otra que solo requiere la verificación de existencia de correo institucional para tener acceso a estadísticas básicas (Statista, s.f.).

###### **3.1.1.2 Búsqueda**

La periodicidad de la consulta fue mensual.

Se identificaron las siguientes fuentes de información a utilizar:

- Fuentes de información estructurada: Se eligieron bases de datos de publicaciones y artículos multidisciplinarios: Scielo, ScienceDirect, Scopus
- Fuentes de información no estructurada: Se eligió un portal de estudios de mercado y de opinión: Statista

Se utilizó el operador booleano AND en la base de datos Scopus cogiendo los términos clave descriptos.

###### **3.1.1.3 Análisis**

Se hacen dos tipos de análisis:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Tendencias en investigaciones y/o en desarrollo tecnológico, para identificar autores, países y áreas temáticas

En la base de datos Scielo se buscó con el método “Integrada”, y en el menú desplegable “Todos los índices”. En la Tabla 2 se muestra el resultado del análisis.

*Tabla 2 Búsqueda en Scielo*

Búsqueda	Fecha	Resultados	Análisis
Realidad aumentada	03/09/2018	29	Hubo 9 documentos en Colombia y 8 en Chile

En la base de datos ScienceDirect se buscó en el campo de palabras clave (Keywords, en inglés). En la Tabla 3 se muestra el resultado del análisis.

*Tabla 3 Búsqueda en ScienceDirect*

Búsqueda	Fecha	Resultados	Análisis
Realidad aumentada	03/09/2018	1048	Se publicaron más artículos en el año 2017 y los artículos son principalmente de medicina
Augmented reality	03/09/2018	45707	Se publicaron más artículos en el año 2018 y se encuentran de temas variados no involucrados con medicina

En la base de datos Scopus se buscó con la opción de “Título del artículo, resumen y palabras claves” (Article title, Abstract, Keywords; en inglés). En la Tabla 4 se muestra el resultado del análisis.

*Tabla 4 Búsqueda en Scopus*

Búsqueda	Fecha	Resultados	Análisis
Realidad aumentada	03/09/2018	44	Se publicaron más artículos en el año 2017. Se produce más en España y en segundo lugar en Colombia
Augmented reality	03/09/2018	21066	Se publicaron más artículos en el año 2017. El autor que más publicó fue Billingham, M con 223, y en el área en

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

			donde se publicaron más fue ciencias de la computación seguido de Ingeniería.
--	--	--	---

- Nivel de madurez tecnológico

En la base de datos Statista Basic se buscó en inglés por título “Augmented Reality”. En la Tabla 5 se muestra el resultado del análisis.

*Tabla 5 Búsqueda en Statista*

Búsqueda	Fecha	Resultados	Notas
augmented reality	07/08/2018	338	De estos son 27 estudios o reportes
augmented reality	03/09/2018	345	De estos son 28 estudios o reportes

Se analiza que solo el portal añadió 6 estadísticas más y 1 estudio adicional en un mes, a pesar de contar con más de un millón de hechos y estadísticas en las diferentes áreas que manejan (Statista, s.f.)

#### **3.1.1.4 Presentación de resultados**

Se intuye que la tecnología en que se apoya la realidad aumentada está en la etapa de introducción o emergente basado en el análisis que se hizo, no obstante, puede no conseguirse una visión significativa acerca de la realidad aumentada.

Finalmente, se hizo un informe en una infografía (Figura 4) para presentar otros resultados:



## Casos de RA

2018

Se revisaron algunos documentos extraídos de ScienceDirect de fecha del año 2018, los cuales exponían casos en que se aplicaba realidad aumentada con personas externas al grupo de investigación excluyendo documentos enfocados en teoría y algoritmos

### **Casos generales donde se ha aplicado la realidad aumentada**

Capacitación y educación

Procedimientos profesionales

Procedimientos paso a paso (a inexpertos)

Procedimientos videoasistidos

Conocimiento y retroalimentación sobre productos comerciales



En áreas y lugares como:

Aviación  
Plantas industriales  
Industria automotriz  
Educación (Colegios y universidades)  
Museos (exhibiciones de arte)  
Diseños y ventas de productos

Figura 4 Informe en una Infografía

Las fuentes consultadas para hacer la infografía son: (Fernández del Amo, Erkoyuncu, & Wilding, 2018); (He, Wu, & Li, 2018); (Huang, Yang, Hsieh, Wang, & Hung, 2018); (Ibáñez

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

& Delgado-Kloos, 2018); (Jetter, Eimecke, & Rese, 2018); (Mahmood, y otros, 2018); (Palmarini, Erkoyuncu, Roy, & Torabmostaedi, 2018); (Poushneh, 2018); (Rau, Zheng, Guo, & Li, 2018); (Scholz & Duffy, 2018); (Zogopoulos & Vlachou, 2018).

### **3.1.2 Informes y aspectos**

En un estudio anual por el centro de investigación para el estudio y observación de las condiciones de vida (CREDOC) en Francia, se encontró un aspecto clave en las dudas de los compradores en línea, este fue el hecho de que no se puedan representar los productos en apariencia y en tacto, apenas superado por la seguridad en el pago. (Gaudiaut, 2018)

Entonces tenemos un indicio de que a los compradores se le pueda dar una mejor representación del producto que compra con la ayuda de tecnologías, además de la representación que se da por escrito. Por ende, la empresa que ofrece productos para vender, necesita adaptar la tecnología para que el usuario acceda y pueda obtener dicha representación.

De hecho, esto se puede cumplir a través de aplicaciones en teléfonos inteligentes de los usuarios. Esto, teniendo en cuenta que no todos los dispositivos tendrían la misma capacidad para soportar estas aplis.

Luego, un estudio de “USA Today”, muestra que la gran mayoría de los usuarios de teléfonos inteligentes en los Estados Unidos no están dispuestos a gastar más de 750 USD e incluso solo un 30% está dispuesto a gastar hasta 300 USD por un smartphone (Richter, 2019), aunque, no hay que perder de vista la visión general de cuánta gente tiene un smartphone, como lo expresa Pew Research Center (Silver, 2019) en EE. UU. El 19% de los adultos tiene un teléfono básico o no tiene, es decir, solo el 81% tiene un teléfono inteligente.

Por lo tanto, un síntoma que podemos extraer de esta información es en que si una empresa decide lanzar un servicio que solo funciona con tecnología integrada de un teléfono inteligente no todas las personas van a acceder a ella, especialmente si se necesita un componente que a veces no está en los teléfonos de gama media y baja que puede ser la brújula o el giroscopio integrado.

El usuario promedio no se preocupa de que características o funciones nuevas podría tener su teléfono inteligente, así lo reveló “Morning Consult” (Sabin, 2018) en los resultados de una encuesta que hicieron a 1.894 usuarios de teléfonos inteligentes, estos prefieren un teléfono con buena capacidad de la batería, la durabilidad de este, la calidad de cámara, entre otros. En vez de tener la capacidad de reconocimiento facial, herramientas de realidad aumentada y realidad virtual; Del mismo modo, una característica importante que disuade a los compradores de estos, es la preferencia del sistema operativo del mismo teléfono, ya que esta es la característica que más influye en los servicios o productos disponibles que el usuario consume a través del teléfono.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Así pues, un agente para tener en cuenta es la plataforma o entorno donde el servicio de la empresa se va a ejecutar para acoger un conjunto de clientes potenciales que lo usen y que sean también compradores potenciales después de informarse y decantarse por el producto ofrecido en este.

A continuación, se exponen algunas aplicaciones exitosas y en desarrollo que utilizan realidad aumentada en sus servicios:

- TimeTrip Experience: Toralla

“En lugar de imaginar lo que un guía te explica en una visita a un yacimiento, puedes verlo.” (Xoia, 2017) y “pretende mejorar la musealización de la villa romana de Toralla”. (Xoia, 2017)

Se nota que la aplicación ofrece una experiencia que ejecuta una técnica de realidad aumentada de nivel 1, porque es basada en escanear un marcador situado en los paneles en la infraestructura física del lugar.

Esta da un valor agregado por mostrar de manera más clara lo que el guía de turismo quiere transmitir acerca de la historia del sitio, su gente y sus costumbres mostrando edificaciones y escenas cotidianas de la época.

- JigSpace

Permite a las personas que quieren aprender sobre un objeto, escoger y leer un tutorial sobre este mismo, y la aplicación permite ver instrucciones interactivas animando el objeto, ya sea deconstruyéndolo, o haciendo mover sus partes funcionales con una descripción en forma de subtítulos en la parte de debajo de la pantalla. Como por ejemplo la firma de aplicación creo unas guías para ensamblar muebles IKEA. (Thompson, 2017)

Se percibe que la aplicación ofrece lo dicho ejecutando una técnica de realidad aumentada de nivel 3, puesto que primero le indica al usuario de forma gráfica de encontrar una superficie para mostrar el objeto y segundo al elegir la superficie muestra el modelo teniendo como base esta misma, y, por último, tiene controles para el flujo del paso a paso del tutorial, rotar el objeto y modificar el tamaño.

Esta da un valor agregado por reemplazar los documentos o videos “paso a paso”, ya que da una mejor visualización al respecto, es decir, es mejor ver un modelo 3D que se puede ver con todas sus perspectivas en lugar de una sola perspectiva en el video o documento.

- Dynamics 365 Product Visualize (Preview)

Ofrece a los vendedores que tienen suscripción Microsoft Dynamics 365 una plataforma de ventas donde se encuentran los productos, y así, mostrar el modelo de estos en realidad mixta dentro del entorno real a través de dispositivos que

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



tengan iOS, como el iPad, a los clientes. Además, tienen la posibilidad de hacer notas espaciales (Taylor, 2019), como correcciones que pide el cliente en el acto de la venta.

Se nota que esta aplicación ejecuta una técnica de realidad aumentada de nivel 3, porque detecta superficies como un suelo y permite mover el modelo alrededor de este, además de cambiar su tamaño.

Esta posee un valor agregado por mostrar un modelo en vivo en el dispositivo y poderle agregar trazos de líneas en el espacio junto a este.

En conclusión, los factores que debe tener la herramienta que se le va a ofrecer a una empresa en general para crear un valor agregado son:

- Mostrar productos en vivo que puedan ofrecer al cliente varias perspectivas del producto.
- Ser accesible a un grupo de usuarios.
- Involucrar un área temática que mejore la interacción entre las personas y propenda a una mejor comunicación.

## 3.2 REQUERIMIENTOS E INTEGRACIONES DE LA HERRAMIENTA

### 3.2.1 Requerimientos

Con la información recopilada del capítulo anterior se sacan unas actividades que debe tener la herramienta:

- Proporcionar un sitio para mostrar los productos
- Mostrar un producto de realidad aumentada
- Volver a la sección de productos para ver otros productos
- Seleccionar el producto a comprar

Estas funciones se reescriben en forma de historias de usuario (ver Tabla 6) para incluir quién, el qué y el porqué de las funciones y su importancia:

Tabla 6 Historias de usuario

N	Yo como	Puedo	Para	Importancia
1	Administrador	Tener una lista de productos	Que el usuario los observe	4
2	Usuario	Apreciar los productos en realidad aumentada	Observar los detalles a interesar	5
3	Usuario	Cambiar entre mirar el producto en el sitio a realidad aumentada y viceversa	Mirar con fluidez el sitio	5
4	Usuario	Seleccionar el producto	Encontrar la referencia para comprarlo	3

Lo anterior conformaría el prototipo, en analogía a desarrollo de productos, un producto mínimo viable; puesto que se desarrolla para satisfacer alguna necesidad y en este recoger la retroalimentación, que podrá ser usada para implementarlo como producto comercial.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

### 3.2.2 Integraciones

En el planteamiento del problema se incluyó el tipo de dispositivo al que iba destinada la herramienta, de este modo, se enfocó su desarrollo en teléfonos inteligentes, ya que, si se desarrollara para computadores sería incómodo mostrar productos en realidad aumentada.

Las aplicaciones que se consideran de realidad aumentada utilizan el GPS, el acelerómetro, y/o la brújula para determinar la posición y el campo visual del lugar, otros también usan el flujo de datos de una cámara aplicando software de procesamiento de imágenes para identificar objetos (Metz, 2012). Hay que tener en cuenta los sistemas micro electromecánicos necesarios para el funcionamiento de la aplicación o la herramienta tecnológica, además de los componentes necesarios para la ejecución de las bibliotecas de código que se planean utilizar, como la capacidad del procesador.

Se buscaron bibliotecas de código de varios tipos como SDK y APIs afines para crear una herramienta de realidad aumentada y se clasificaron de la siguiente forma (ver Tabla 7)

Tabla 7 Comparaciones entre software (Elaboración propia)

	De pago	Plataforma móvil	Condicionamiento
Wikitude	Sí <sup>1</sup>	Android 4.4+, iOS 9+ y UWP <sup>2</sup>	No aplica
ARKit 3	No	iOS 11+	Tener el sistema operativo macOS en la estación de trabajo
ARCore	No	Android <sup>3</sup> + y iOS 11+	Depende del dispositivo <sup>3</sup>
Vuforia	Sí <sup>1</sup>	Android 4.4+, iOS 11+	No aplica
OpenGL ES 3 y OpenCV 3	No	Android 4.3+ y iOS	No aplica
WebGL y WebXR	No	Los mismos de ARCore	Navegador del dispositivo con JavaScript habilitado

1. Tienen planes gratuitos con limitaciones y planes de pago.

2. Plataforma universal de Windows (Universal Windows Platform, en inglés).

3. Tienen un periodo de certificación para cada tipo de dispositivo de los fabricantes para ofrecer buenas experiencias (Google Developers, 2019).

Para la herramienta se eligió WebGL con WebXR, primero por depender del navegador por parte del usuario y un servidor web, como se aprecia en la Figura 5, donde se aloja la herramienta por parte del desarrollador o una empresa y segundo por ser este un estándar web libre de regalías (The Khronos Group Inc, s.f.).

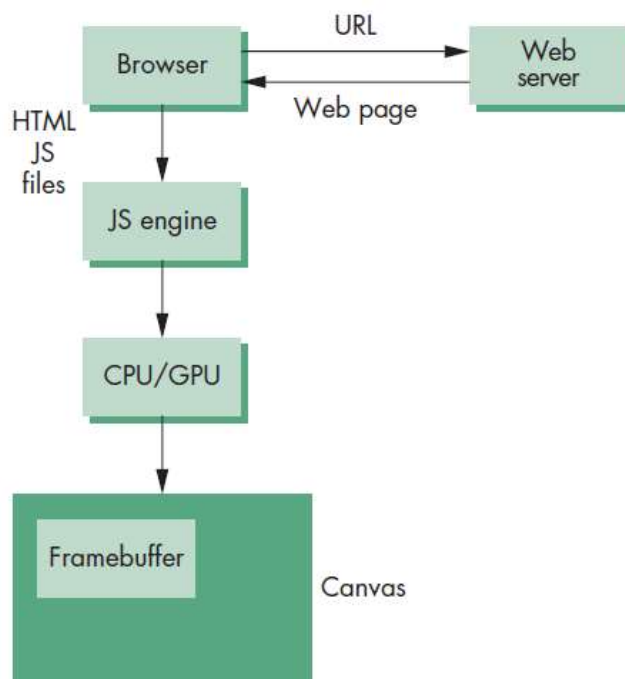


Figura 5 Organización WebGL (Angel & Shreiner, 2015)

Mientras que los otros necesitan instalar software en la estación de trabajo, el kit de desarrollo de Java (a veces con Android Studio) en el caso de Wikitude, ARCore, Vuforia y OpenGL con OpenCV, o, el sistema operativo de Apple para el caso de ARKit, el cual no se disponía en una estación de trabajo en Windows.

Para terminar, aunque se estudió una introducción a ARCore, ya que era la biblioteca de código que se percibió que tenía más funciones y más características, se decidió no avanzar más en esta, puesto que no se tenía experiencia significativa en desarrollo móvil. En cambio, se adquirió un poco de experiencia en desarrollo Web, dado que, en la universidad, el plan de estudio de la carrera tiene materias como Ingeniería Web y Computación Gráfica que ayudaron a afianzar conocimientos en el área.

En suma, para desplegar la herramienta se necesitó que el dispositivo final, en este caso se tiene un teléfono inteligente Sony "Xperia XZ2", tenga una CPU con un buen rendimiento y cálculos efectivos en tiempo real, al menos una cámara, sensores de movimiento (Google Developers, 2019), como un acelerómetro y giroscopio, y por último tenga la plataforma

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

ARCore instalada por los enlaces necesarios en el navegador y el navegador tenga la versión de desarrollador para estos; y para el desarrollador tener un servidor web que aloje el contenido web que contiene la herramienta. En la Figura 6 se hace un diagrama de despliegue del sistema para modelar la disposición física de los dispositivos con el software que se usa.

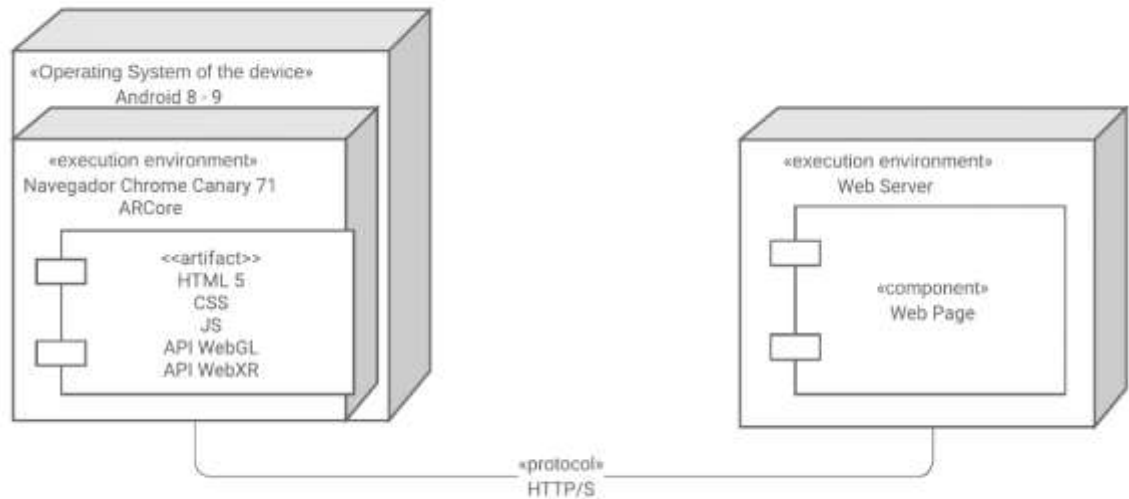


Figura 6 Diagrama de despliegue del sistema

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

### 3.3 PROTOTIPO DE APLICACIÓN

#### 3.3.1 Modelos de objetos

En principio, la mayoría de los modelos propuestos para la aplicación son creados digitalmente, ya que estos son representaciones exactas de los objetos a mostrar por parte del proyecto, contrastando con respecto a los que se escanearon.

Hubo dos modelos escaneados por un teléfono inteligente compatible con la aplicación Creador 3D de Sony por su simplicidad, ya que es simplemente escanear el “objeto en un tiempo de 15 a 60 segundos con tu teléfono” (Sony Mobile Communications, s.f.), aunque por dentro de la aplicación haga el posicionamiento, calcule una nube de puntos en base a imágenes, ejecute un algoritmo de esculpido 3D y por último agregue la textura y el color.

Luego, se exportó cada modelo en 3 archivos, uno en formato OBJ, otro en formato MTL, y el último en formato imagen, por ejemplo, se observa una visualización del archivo MTL en la Figura 7.

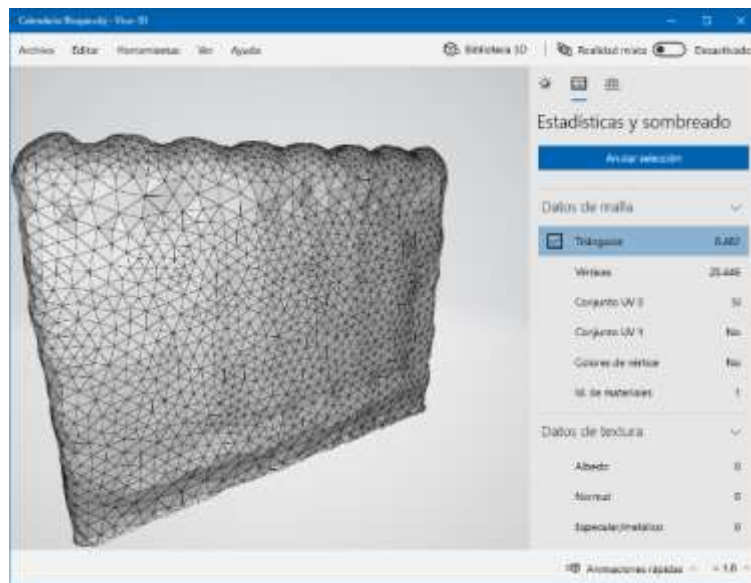


Figura 7 Calendario Bloque escaneado y vista en el visor 3D incluido en Windows 10

Para tener en cuenta, hay que verificar que los vértices definidos en los modelos no tengan medidas negativas en el eje z, ver Figura 8, ya que el objetivo de la aplicación es mostrar los modelos encima de una superficie (una mesa o un piso, por ejemplo), entonces, dependiendo de las medidas del modelo, puede pasar que la imagen se muestre encima de la superficie, o por el contrario, que aparezca pegada a esta como una pegatina.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

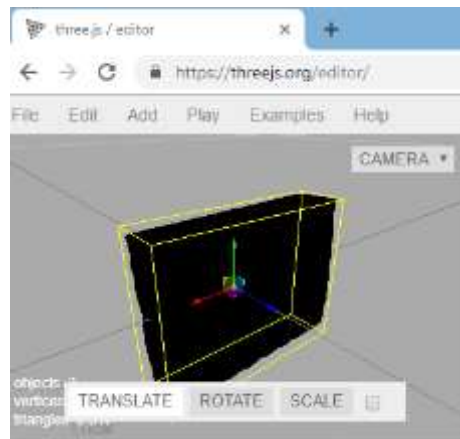


Figura 8 Calendario escaneado y los 3 ejes del sistema de coordenadas cartesiano

En la Figura 9, se muestra el editor Blender donde se editó el modelo para que se viera correctamente ajustándole los valores de ubicación y de rotación.

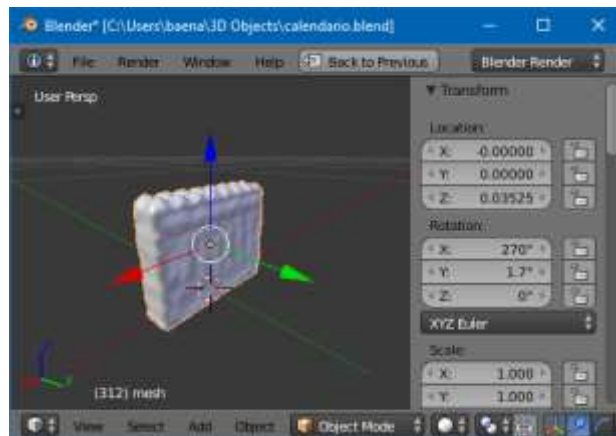


Figura 9 Calendario transformado en el editor Blender

Posteriormente se descargaron de CC0archviz cinco modelos para el proyecto en los mismos formatos de los escaneados, la razón de esto fue que todos los modelos lanzados están con licencia CC0 (CC0 Archviz, s.f.), con la cual se pueden utilizar sin necesariamente pedir permiso, además de que se consideran aptos para proyectos públicos, aunque con el desincentivo de la garantía o el respaldo del diseño de los modelos.

### 3.3.2 Elaboración de la aplicación

Se enfocó la herramienta en un servicio web, la cual necesitó de un servidor Web para proveerlo. Con fines de desarrollo se alojaron los archivos de la herramienta en un servidor local en vez de uno accesible públicamente desde internet, esto por recursos y posibilidades de depuraciones en la herramienta accesibles al desarrollador.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

El servidor que se usó es Web Server for Chrome (ver Figura 10) y para depurar la herramienta se utilizó Chrome DevTools, ver Figura 11 y Figura 12 para la configuración empleada. Esta configuración está basada en la que está disponible en la documentación de Chrome DevTools en la sección de “Acceder a servidores locales” (Basques & Kearney, 2019).

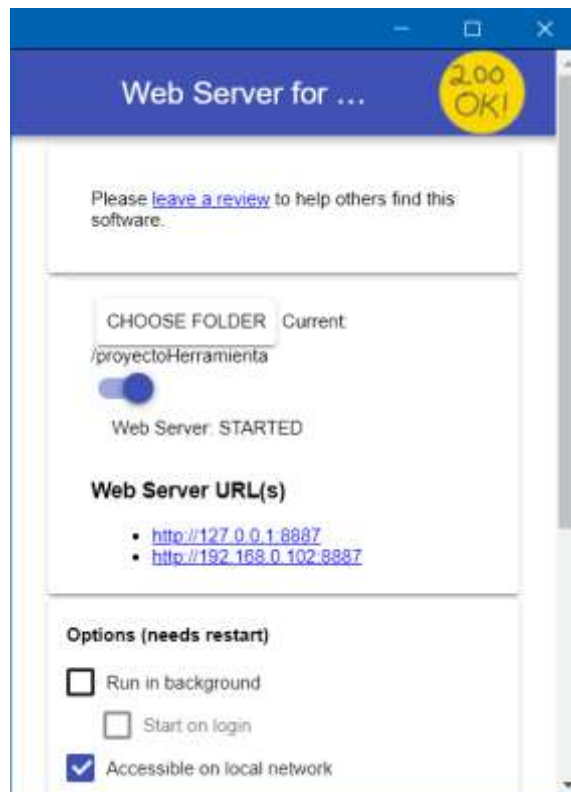


Figura 10 Configuración en Web Server for Chrome

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



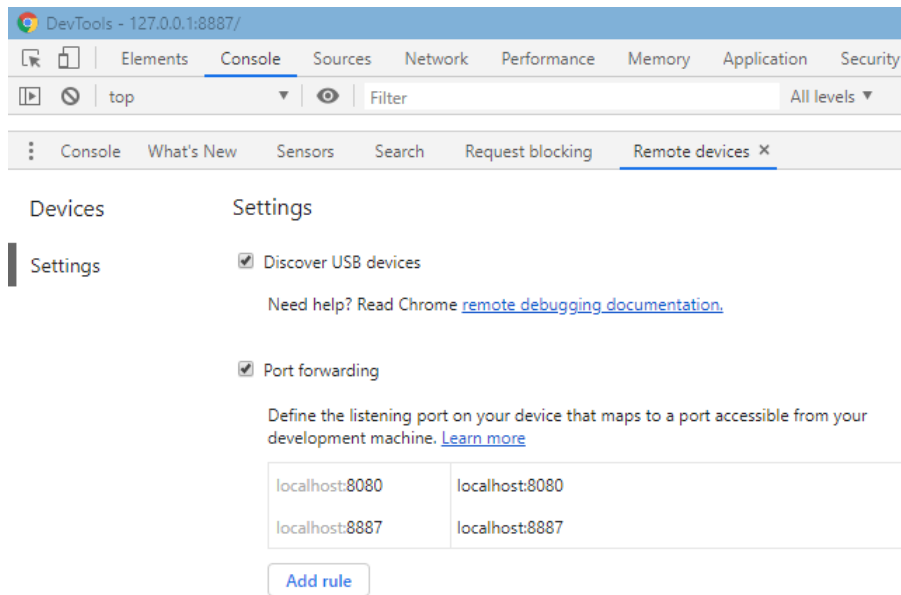


Figura 11 Configuración en Chrome DevTools

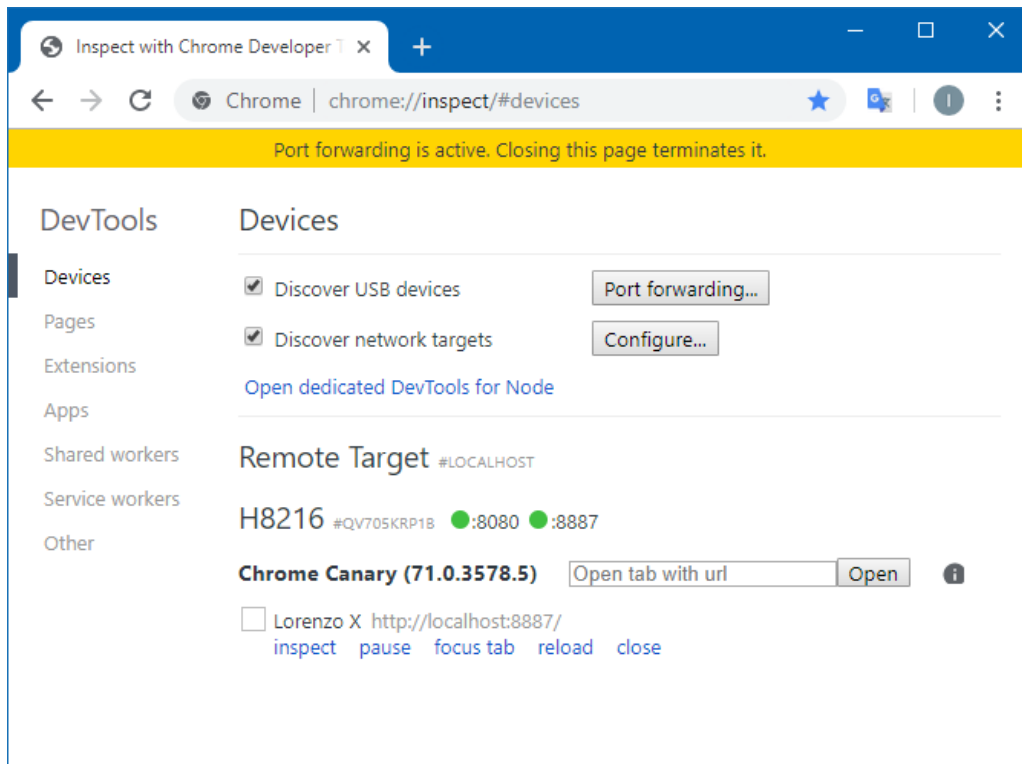


Figura 12 Segunda configuración en Chrome DevTools

El contenido de la aplicación contiene una página HTML con código de JavaScript y, además, en este último se vale de la biblioteca de código Three.js para los gráficos en la

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

aplicación que a su vez consume la API de WebGL y luego se usa la API de WebXR para disponer la realidad aumentada en la aplicación.

Además, en la Figura 13 se muestra como al abrir el inspector desde el botón “inspect” se abre la ventana donde están las herramientas para examinar, editar y depurar código (HTML, CSS, JavaScript), sobre todo en el móvil para que la ejecución del código sea la que el desarrollador espera.

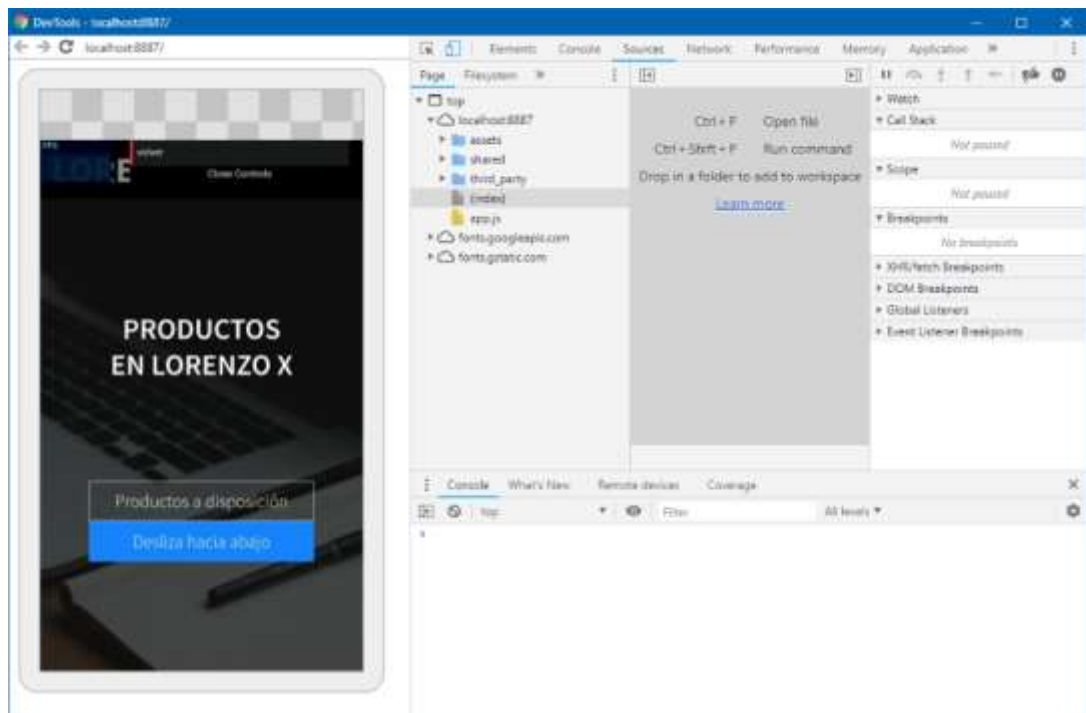


Figura 13 Inspección en la pestaña

### 3.3.3 Funcionamiento

Para el dispositivo móvil se utilizó el navegador Chrome Canary y se mantuvo en la versión 71 con dos funciones experimentales activadas, y ubicadas en la dirección “*Chrome://flags*”, son #webxr y #webxr-hit-test y, además, en el dispositivo, se activaron las opciones de desarrollador en la configuración del sistema de Android y en estas las opciones de depuración por USB.

La función experimental WebXR le facilita al navegador soportar realidad aumentada en la web, y la de WebXR Hit Test habilita acceso a cierta interactividad, como permitir que el usuario señale una ubicación dentro del entorno en el dispositivo, y que una función devuelva la posición en el espacio de esta; esto se basa en el uso de una intersección rayo a superficie, conocido como raycast (Immersive Web at W3C, 2018).

En la Figura 14, se presenta el diagrama de flujo de la aplicación perceptible para el usuario.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

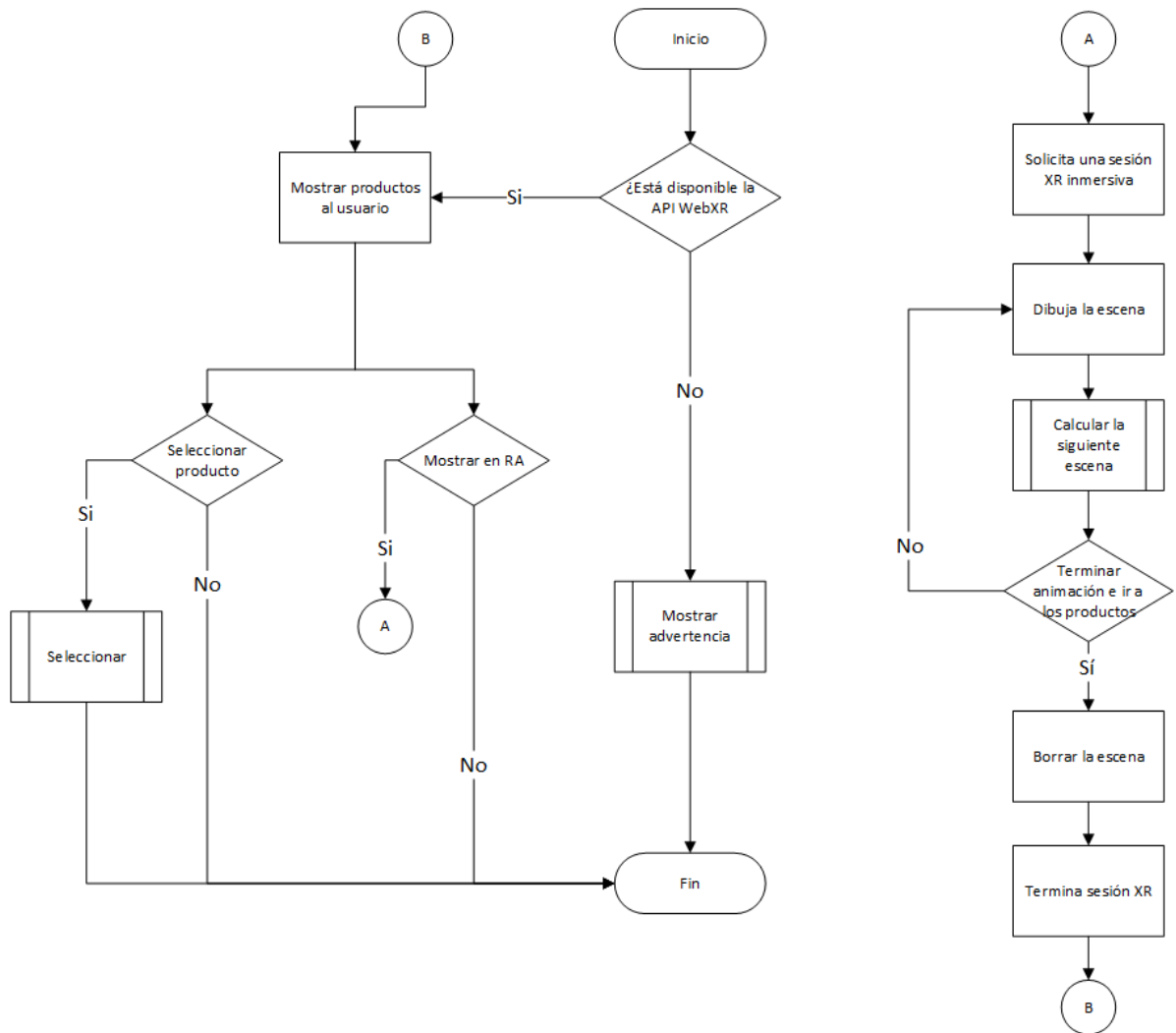


Figura 14 Diagrama de flujo de la aplicación

### 3.3.4 Prototipo funcional

Con los requisitos e integraciones necesarias descritas en el capítulo 3.2 se cumplieron con las historias de usuario.

- Como administrador puedo tener una lista de productos para que el usuario los observe.

Se muestra una lista de productos en la Figura 15.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Figura 15 Productos para la sala

- Yo como usuario puedo apreciar los productos en realidad aumentada para observar los detalles a interesar.

La aplicación espera que el usuario toque la pantalla para ubicar el producto donde se ubica el círculo de color blanco ubicado en la superficie detectada, mirar Figura 16.

- Yo como usuario puedo cambiar entre mirar el producto en el sitio a realidad aumentada y viceversa para mirar con fluidez el sitio.

El botón volver en el menú de controles permite volver a la página (mirar Figura 16) y los botones pertenecientes a cada modelo permiten verlo en realidad aumentada (mirar Figura 15).

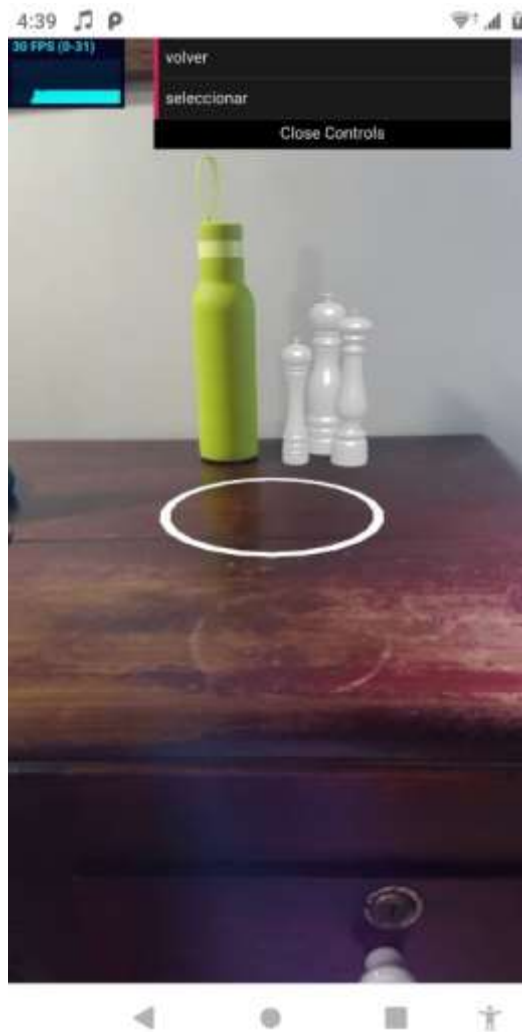


Figura 16 Modelos de molinillos de sal y pimienta al lado de un termo (real)

- Yo como usuario puedo seleccionar el producto para encontrar la referencia para comprarlo.

Los botones seleccionar permiten identificar el producto y mostrar la referencia del producto al usuario (ver Figura 17).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



Figura 17 Selección de calendario

### 3.3.5 Discusión de resultados

El sitio web se diseñó para que fuera adaptable según el tamaño de la pantalla, usando una hoja de estilos CSS en la página web. La interactividad del sitio se hizo con JavaScript y CSS en la parte de descripción y en la parte donde se muestra la realidad aumentada se implementó en un *canvas* (*lienzo*) de HTML5 en pantalla completa, JavaScript, WebGL, WebXR device API (y WebXR Hit Test) junto con ARCore, librería three.js, la librería dat.gui para el menú donde aparecen dos botones, seleccionar y volver, y por último, se implementó stats.js para monitorear la velocidad de renderizado en JavaScript, para más detalles consultar Anexo 3 y Anexo 4.

Para tener en cuenta, las APIs de WebXR implementadas están en estado experimental, y después, se puede necesitar una refactorización de código, ya que puede haber mejores funciones de las que se usan con el mismo objetivo.

Después, cuando salgan las APIs WebXR en estado estable, y, en consecuencia, los navegadores web la implementen y la hagan disponible por defecto, la aplicación mejorará en disponibilidad hacia los usuarios. A diferencia de cómo se implementó, ya que solo está disponible para los dispositivos que tengan instalado ARCore y estén activadas las APIs WebXR, esto en un navegador en una versión no estable (Chrome Canary versión 70-71).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## 4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En el presente trabajo se consultaron fuentes secundarias para analizar los datos y llegar a una interpretación de los resultados, junto a una conclusión. Para la vigilancia tecnológica, como posible continuación de la tesis, se podría hacer minería de datos o de textos para la extracción de conocimiento, un ejemplo de esto es ilustrado en la revista Nature, en el artículo "Unsupervised word embeddings capture latent knowledge from materials science literature". Sin embargo, en este trabajo no se tuvo en cuenta.

Una necesidad que se tuvo fue reunir unos requisitos y necesidades de software como de hardware, para hacer un producto mínimo viable de un prototipo de un sitio web para una empresa cualquiera.

Se diseñó y realizó un prototipo en un servicio web, el cual muestra modelos 3D en realidad aumentada y su respectiva identificación con productos para su posterior compra.

La intención del prototipo fue demostrar el concepto de que la realidad aumentada se puede implementar de una forma simple al área de mercadeo, apuntando a la promoción de ventas de una empresa vendedora de productos en una página web y a la experiencia de compra que ayuda a afianzar el interés del cliente en un producto.

Para futuros proyectos se considera que, para desarrollar con APIs experimentales, estas deben de estar muy avanzadas, es decir que la marca o grupo esté pronto a desarrollar la API estable. Lo mejor es desarrollar cuando las ventajas de trabajar con una API nueva sean mayores que las desventajas. Una ventaja es aprovechar esa tecnología en una innovación, y una desventaja es refactorizar varias veces el código para ofrecer la misma funcionalidad.

En conclusión, se recomienda observar el beneficio/costo con las tecnologías elegidas.

## REFERENCIAS

- Albaladejo, X. (s.f.). *Historia de Scrum – Proyectos Ágiles*. Recuperado el 2018, de Proyectosagiles.org: <https://proyectosagiles.org/historia-de-scrum/>
- Alcarria Izquierdo, C., & Lizandra, D. M. (2019). *Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles*. Trabajo de grado, Universitat Politècnica de València., Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica . Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/8597>
- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. (s.f.). *asprs.org*. Recuperado el 2 de Mayo de 2018, de <http://www.asprs.org/a/society/about.html>
- Angel, E., & Shreiner, D. (2015). *Interactive computer graphics: a top down approach with WebGL*. (Séptima ed.). Boston: Pearson Education, Inc.
- Aniwa Pte. Ltd. (2 de Mayo de 2018). *3D scanning technologies*. Obtenido de <https://www.aniwaa.com/3d-scanning-technologies-and-the-3d-scanning-process/>
- Arnold, A. (29 de Enero de 2018). *How AR And VR Are Revolutionizing The Supply Chain*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/andrewarnold/2018/02/16/how-ar-and-vr-are-revolutionizing-the-supply-chain/>
- Arsoft. (s.f.). *Realidad Aumentada*. Recuperado el 31 de Agosto de 2017, de <http://www.arsoft-company.com/realidad-aumentada/>
- Augment. (22 de Marzo de 2016). *3 Retail Giants Who Used Augmented Reality to Sell*. Obtenido de Augment News: <http://www.augment.com/blog/3-consumer-giants-who-used-augmented-reality-for-retail/>
- Aumentaty. (28 de Febrero de 2018). *Sectores: nuestra experiencia*. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de Aumentaty Solutions: <http://www.aumentaty.com/solutions/index.php/sectores/>
- Basques, K., & Kearney, M. (14 de Mayo de 2019). *Acceder a servidores locales | Tools for Web Developers | Google Developers*. Obtenido de <https://developers.google.com/web/tools/chrome-devtools/remote-debugging/local-server>
- BBC Mundo Redacción. (17 de Octubre de 2016). *Qué es la realidad aumentada, cómo se diferencia de la virtual y por qué Apple apuesta fuertemente a ella - BBC Mundo*. Recuperado el 31 de Agosto de 2017, de BBC Mundo: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-37678017>

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A. v., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., . . . Sutherland, J. (2001). *Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software*. Obtenido de <http://agilemanifesto.org/>
- Bejerano G., P. (7 de Agosto de 2014). *El origen de la realidad aumentada*. Obtenido de Blogthinkbig: <https://blogthinkbig.com/realidad-aumentada-origen>
- Bernardini, F., & Rushmeier, H. (Junio de 2002). The 3D Model Acquisition Pipeline. *Computer Graphics Forum*, 21(2), 149-150. Recuperado el 19 de Abril de 2018, de <http://www1.cs.columbia.edu/~allen/PHOTOPAPERS/pipeline.fausto.pdf>
- CC0 Archviz. (s.f.). *CC0 Archviz | Free high-quality 3D models*. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de <http://cc0archviz.com/>
- Chaykowski, K. (8 de Marzo de 2018). *Six Ways Augmented Reality Will Matter Beyond Puppy Selfies*. Obtenido de Forbes Staff: <https://www.forbes.com/sites/kathleenchaykowski/2018/03/08/six-ways-augmented-reality-will-matter-beyond-puppy-selfies/>
- Curless, Brian. (4 de 11 de 1999). From range scans to 3D models. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 33(4), 38-41. doi:10.1145/345370.345399
- DotNetSolutions. (s.f.). *agile\_process\_1.jpg*. Recuperado el 11 de Mayo de 2018, de [http://assets.dotnetsolutions.co.uk/themes/dotnet/content/media/agile/agile\\_processes\\_1.jpg](http://assets.dotnetsolutions.co.uk/themes/dotnet/content/media/agile/agile_processes_1.jpg)
- Drozdova, E. (19 de Febrero de 2014). *Los clientes ya están utilizando el autoservicio de forma cotidiana*. Obtenido de PuroMarketing: <https://www.puromarketing.com/88/19291/clientes-estan-utilizando-autoservicio-forma-cotidiana.html>
- Ecured. (s.f.). *Patrones de diseño y arquitectura - EcuRed*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2018, de [https://www.ecured.cu/Patrones\\_de\\_diseño\\_y\\_arquitectura](https://www.ecured.cu/Patrones_de_diseño_y_arquitectura)
- Editad S.A.S. (s.f.). *IGETAX - Universal Accessibility*. Recuperado el 2018, de <http://igetax.com:8080/igetax/faces/login.xhtml>
- Fernández del Amo, I., Erkoyuncu, J., & Wilding, S. (1 de 1 de 2018). Augmented Reality in Maintenance: An information-centred design framework. *Procedia Manufacturing*, 19, 148-155.
- Gaudiaut, T. (4 de Diciembre de 2018). *Graphique: E-Commerce : les freins à désamorcer | Statista*. (Statista) Obtenido de <https://fr.statista.com/infographie/16300/freins-des-francais-par-rapport-aux-achats-en-ligne/>

- Google Developers. (16 de Mayo de 2019). *Supported Devices | ARCore | Google Developers*. Obtenido de <https://developers.google.com/ar/discover/supported-devices>
- Gutiérrez, R. S., Duque, E. T., Chaparro, R. L., & Rojas, N. R. (Enero de 2018). Aprendizaje de los Conceptos Básicos de Realidad Aumentada por Medio del Juego Pokemon Go y sus Posibilidades como Herramienta de Mediación Educativa en Latinoamérica. *Informacion Tecnologica*, 29(1), 49-58. Obtenido de <http://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authy pe=crawler&jrnl=07168756&AN=127673571&h=Ysnr3Th62sPkRC%2F5L4ZHegR2K3UZ0Q3PNJCUGpCfWNDYzvr9nKUNrTn%2FqgJICQ22hn%2B1lbG4PRaxek6Rh1o4sA%3D%3D&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLoc>
- He, Z., Wu, L., & Li, X. (1 de 10 de 2018). When art meets tech: The role of augmented reality in enhancing museum experiences and purchase intentions. *Tourism Management*, 68, 127-139.
- Huang, T.-K., Yang, C.-H., Hsieh, Y.-H., Wang, J.-C., & Hung, C.-C. (1 de 4 de 2018). Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 34(4), 243-248.
- Ibáñez, M.-B., & Delgado-Kloos, C. (1 de 8 de 2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123.
- Immersive Web at W3C. (13 de Septiembre de 2018). *hit-test/explainer.md at master · immersive-web/hit-test · GitHub*. Obtenido de <https://github.com/immersive-web/hit-test/blob/master/explainer.md>
- Intel. (19 de Diciembre de 2013). *Augmented Reality and Apps: A Natural Progression | Intel® Software*. Obtenido de <https://software.intel.com/en-us/blogs/2013/12/19/augmented-reality-and-apps-a-natural-progression>
- Jetter, J., Eimecke, J., & Rese, A. (1 de 10 de 2018). Augmented reality tools for industrial applications: What are potential key performance indicators and who benefits? *Computers in Human Behavior*, 87, 18-33.
- JPE. (12 de Agosto de 2016). *¿Qué es la realidad aumentada?* (El Universal) Recuperado el 17 de Abril de 2018, de El Universal: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/tecnologia/2016/08/12/que-es-la-realidad-aumentada>
- Leffingwell, D. (2011). A brief history of software requirements methods. En D. Leffingwell, *Agile Software Requirements Lean Requirements Practices for Teams, Programs, and the Enterprise* (págs. 4, 15). Boston: Pearson Education, Inc.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Lexico. (s.f.). *API | Definition of API in English by Lexico Dictionaries*. (Oxford University Press) Recuperado el 30 de Junio de 2019, de <https://www.lexico.com/en/definition/api>
- Lexico. (s.f.). *hardware | Definition of hardware in English by Lexico Dictionaries*. (Oxford University Press) Obtenido de English Dictionary, Thesaurus, & grammar help | Lexico Dictionaries: <https://www.lexico.com/en/definition/hardware>
- Lexico. (s.f.). *software | Definition of software in English by Lexico Dictionaries*. (Oxford University Press) Obtenido de English Dictionary, Thesaurus, & grammar help | Lexico Dictionaries: <https://www.lexico.com/en/definition/software>
- Mahmood, F., Mahmood, E., Dorfman, R., Mitchell, J., Mahmood, F.-U., Jones, S., & Matyal, R. (1 de 6 de 2018). Augmented Reality and Ultrasound Education: Initial Experience. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 32(3), 1363-1367.
- Marketing4food. (31 de Marzo de 2017). *Realidad aumentada para aumentar las ventas*. Obtenido de Marketing4Food: <http://www.marketing4food.com/realidad-aumentada-aumentar-las-ventas/>
- Medina, F. (11 de Noviembre de 2017). *Refactorización y mejora de código (1) - Felipe Medina* - *Medium*. Obtenido de <https://medium.com/@XFelipeM/refactorizaci%C3%B3n-de-c%C3%B3digo-like-a-champion-1-a9c9c95d704f>
- Metz, R. (2 de Agosto de 2012). *Augmented Reality Is Finally Getting Real - MIT Technology Review*. (MIT Technology Review) Obtenido de <https://www.technologyreview.com/s/428654/augmented-reality-is-finally-getting-real/>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). *IEICE Paper on MR*. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de IEICE: [http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul\\_dir/IEICE94/ieice.html](http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html)
- Mohn, E. (2015). *Augmented Reality, EBSCO Research Starters*. Obtenido de EBSCO Research Starters and Salem Press Encyclopedia of Science: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/delivery?sid=c9cc3473-eaea-43a7-be8f-da02dc143acf%40sessionmgr102&vid=13&ReturnUrl=http%3a%2f%2fed.s.b.ebscohost.com%2feds%2fdetail%2fdetail%3fvid%3d12%26sid%3dc9cc3473-eaea-43a7-be8f-da02dc143acf%2540sessionmgr102%26bdata%3d>
- Molina, J. (12 de Marzo de 2018). *Estrategias para vender más y fidelizar al cliente*. Obtenido de Blogs de De Vuelta, El Confidencial: [https://blogs.elconfidencial.com/mercados/de-vuelta/2018-03-12/programa-fidelidad-cliente-negocios\\_1533846/](https://blogs.elconfidencial.com/mercados/de-vuelta/2018-03-12/programa-fidelidad-cliente-negocios_1533846/)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Ovalle Nobles, J. N. (2015). *Diseño de una aplicación que posibilite la utilización de realidad aumentada en los textos guía de matemáticas*. Trabajo de grado, Universidad EIA, Ingeniería de Sistemas y Computación, Envigado. Obtenido de <http://repository.eia.edu.co/handle/11190/2287>
- OVTT. (s.f.). *OVTT | Vigilancia tecnológica*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2018, de Observatorio virtual de transferencia de tecnología: <https://www.ovtt.org/node/41168>
- Palmarini, R., Erkoyuncu, J., Roy, R., & Torabmostaedi, H. (1 de 2 de 2018). A systematic review of augmented reality applications in maintenance. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *49*, 215-228.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (Noviembre de 2017). A Manager's Guide to Augmented Reality. *Harvard Business Review*, *95*(6), 46-57. Obtenido de Harvard Business Review: <https://hbr.org/2017/11/a-managers-guide-to-augmented-reality>
- Poushneh, A. (1 de 3 de 2018). Augmented reality in retail: A trade-off between user's control of access to personal information and augmentation quality. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *41*, 169-176.
- Prendes, C. (Enero de 2015). REALIDAD AUMENTADA Y EDUCACIÓN: ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS. (46), 187-203. doi:10.12795/pixelbit.2015.i46.12
- Rau, P.-L., Zheng, J., Guo, Z., & Li, J. (1 de 10 de 2018). Speed reading on virtual reality and augmented reality. *Computers & Education*, *125*, 240-245.
- Richter, F. (28 de Febrero de 2019). *Chart: Have Smartphone Makers Lost Touch With Reality?* | Statista. (Statista) Obtenido de <https://www.statista.com/chart/17198/willingness-to-pay-for-smartphones/>
- Sabin, S. (15 de Noviembre de 2018). *Smartphone Owners Prefer Simple Features Like Battery Life, Durability, Camera Quality*. (Statista) Obtenido de Morning Consult Holdings, Inc: <https://morningconsult.com/2018/11/15/smartphone-owners-prefer-simple-features-like-battery-life-durability-camera-quality/>
- Salazar Ramírez, R. (22 de Mayo de 2018). Notas de clase Renderizado. Envigado, Medellín, Colombia.
- Scholz, J., & Duffy, K. (1 de 9 de 2018). We ARe at home: How augmented reality reshapes mobile marketing and consumer-brand relationships. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *44*, 11-23.
- Seminario G8 Bibliotecas. (2018). *Taller de vigilancia e inteligencia competitiva*. Reporte, Universidad EAFIT, Medellín (Antioquia, Colombia).

- Silver, L. (5 de Febrero de 2019). *Smartphone Ownership Is Growing Rapidly Around the World, but Not Always Equally* | Pew Research Center. Obtenido de Pew Research Center: <https://www.pewresearch.org/global/2019/02/05/smartphone-ownership-is-growing-rapidly-around-the-world-but-not-always-equally/>
- Slick, J. (13 de Enero de 2019). *The Basics of Texture Mapping*. (Dotdash publishing family) Obtenido de LifeWire: <https://www.lifewire.com/texture-mapping-1956>
- Sony Mobile Communications. (s.f.). *Creación de imágenes 3D con Xperia - Sony Mobile (Español global)*. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de <https://www.sonymobile.com/global-es/apps-services/3d-creator/>
- Statista. (s.f.). *Statista - The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies*. Recuperado el 2018, de <https://www.statista.com/>
- Taylor, A. (21 de Febrero de 2019). *Product Visualize | Microsoft Dynamics 365*. (Microsoft) Obtenido de <https://cloudblogs.microsoft.com/dynamics365/bdm/2019/02/21/new-ai-mixed-reality-business-solutions-lead-the-way-for-microsoft-dynamics-365/>
- The Khronos Group Inc. (s.f.). *WebGL Overview - The Khronos Group Inc*. Recuperado el 13 de Junio de 2019, de <https://www.khronos.org/webgl/>
- The Ohio State University. (s.f.). *Guidance to write a parser for .Obj and mtl file*. (CSE department) Recuperado el 14 de Junio de 2019, de [Labhelp\\_Obj\\_parser.htm](http://web.cse.ohio-state.edu/~shen.94/581/Site/Lab3_files/Labhelp_Obj_parser.htm)
- Thomas, D. (2014). *Cómo la realidad aumentada está cambiando el mundo - BBC Mundo*. Obtenido de BBC Mundo: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140808\\_realidad\\_aumentada\\_aplicaciones\\_am](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140808_realidad_aumentada_aplicaciones_am)
- Thompson, C. (12 de Diciembre de 2017). *Augmented Reality's Real Power Will Be Helping With Everyday Tasks | WIRED*. (WIRED) Obtenido de <https://www.wired.com/story/augmented-realitys-real-power-will-come-from-substance-not-flash/>
- VersionOne. (2016). *10th Annual State of Agile Report*. Recuperado el 11 de Mayo de 2018, de <https://explore.versionone.com/state-of-agile/versionone-10th-annual-state-of-agile-report-2>
- Woodside Capital Partners. (Junio de 2016). *Slide 1*. Obtenido de Woodside Capital Partners: <http://www.woodsidecap.com/wp-content/uploads/2016/06/Augmented-Reality-Report-FINAL.pdf>
- Xoia. (2017). *TIME TRIP EXPERIENCE: TORALLA* | Xoia. Obtenido de <https://xoia.es/proyectos/timetripsexperience-toralla/>

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Yim, M. Y., Chu, S. C., & Sauer, P. L. (Agosto de 2017). Is Augmented Reality Technology an Effective Tool for E-commerce? An Interactivity and Vividness Perspective. *Journal of Interactive Marketing*, 39. doi:10.1016/j.intmar.2017.04.001
- Zogopoulos, V., & Vlachou, E. (1 de 1 de 2018). Augmented Reality supported Product Design towards Industry 4.0: a Teaching Factory paradigm. *Procedia Manufacturing*, 23, 207-212.

## LISTA DE ANEXOS

### ANEXO 1 CERTIFICADO G8 BIBLIOTECAS



CERTIFICAN QUE

**LORENZO BAENA URREA**  
C.C. 1036956968

Asistió al Seminario Taller como Participante:

**G8 BIBLIOTECAS: APRENDIZAJE ACTIVO, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN.**

20 horas de actividades académicas  
Medellín, Colombia, 12, 13 y 14 de junio de 2018

Vigilado Ministerio

**Luis Fernando Rendón Cortés**  
Director de Educación Continua  
**UNIVERSIDAD EAFIT**

**Hernán Alonso Muñoz Vélez**  
Coordinador  
**G8 BIBLIOTECAS**

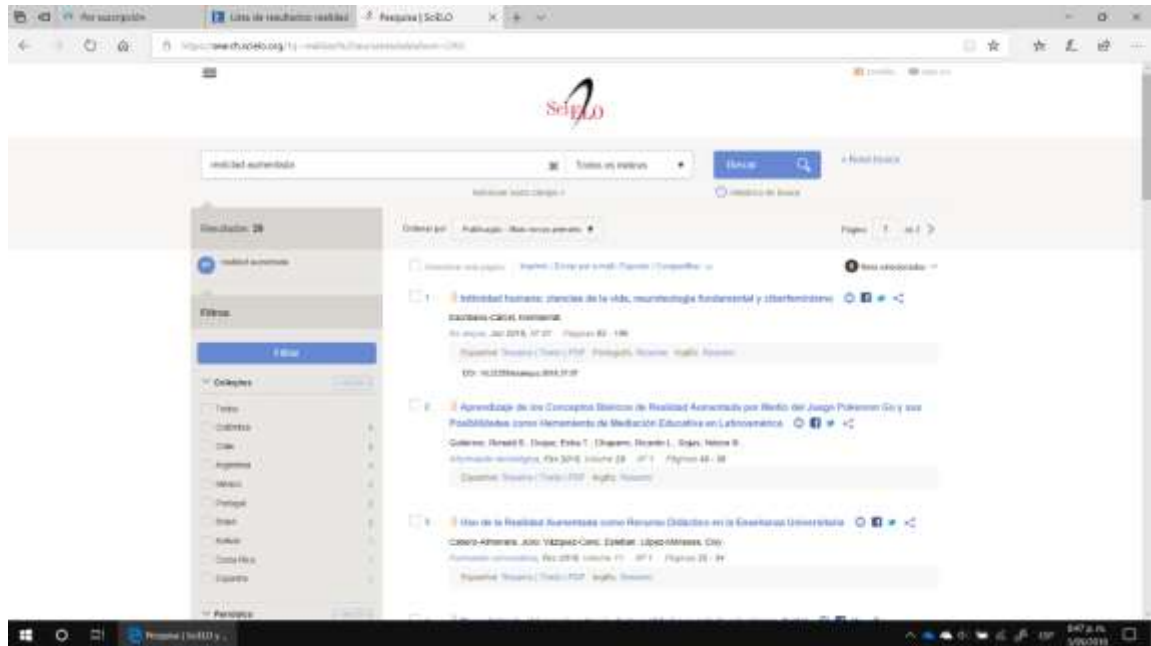
**Gloria Patricia Ospina Ospina**  
Jefe Centro Cultural Luis Echavurría  
**UNIVERSIDAD EAFIT**

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

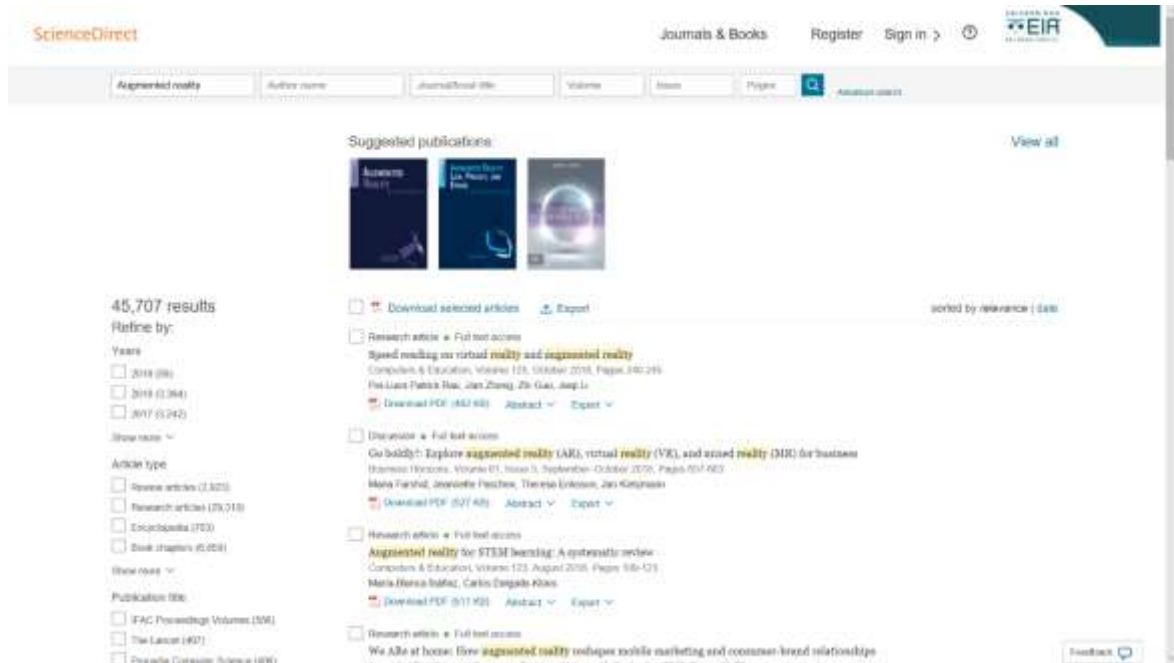


## ANEXO 2 CAPTURAS DE PANTALLAS EN VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Búsqueda en Scielo con los términos en español, 3 de septiembre de 2018



Búsqueda en ScienceDirect con los términos en inglés (1 de 2)



La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



## Búsqueda en ScienceDirect con los términos en inglés, 3 de septiembre de 2018 (2 de 2)

This screenshot shows the search results for 'augmented reality' on ScienceDirect. The left sidebar contains filters for 'Publication title' (IFAC/Proceedings Volumes (108), The Lancet (67), Proceedings Computer Science (48)), 'Access type' (Open access (115), Open archive (88)), and 'Show more'. The main content area lists several articles, each with a checkbox, a download PDF icon, and options for abstract and export. The articles include:

- Research article • Full text access: **Wearable at home: How augmented reality helps mobile marketing and consumer-brand relationships**. Journal of Marketing and Consumer Services, Volume 44, September 2016, Pages 11-22. Authors: Joseph Schmitt, Matthew Duffy. Download PDF (3.61 KB) | Abstract | Export
- Research article • Full text access: **Reduced order modeling for physically based augmented reality**. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Volume 311, 1 November 2016, Pages 32-70. Authors: Alberto Ballar, Iñaki Alfaro, David Gonzalez, Francisco Gonzalez, Elias Cuevas. Download PDF (3.470 KB) | Abstract | Export
- Research article • Full text access: **Augmented reality mobile app development for all**. Computers & Electrical Engineering, Volume 61, January 2016, Pages 250-263. Authors: José Miguel Vela, Juan Raúl Rubio, Juan Manuel Dobere, Inmaculada Anselmo-Sánchez. Download PDF (2.128 KB) | Abstract | Export
- Research article • Open access: **Enhancing the Attractiveness of Learning through Augmented Reality**. Procedia Computer Science, Volume 125, 2015, Pages 196-176. Authors: Altan Hoke, Diane Transtali. Download PDF (811 KB) | Abstract | Export
- Review article • Open access: **Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry**.

## Búsqueda en ScienceDirect con los términos en español, 3 de septiembre de 2018

This screenshot shows the search results for 'realidad aumentada' on ScienceDirect. The left sidebar contains filters for 'Refine by' (Years: 2010 (26), 2017 (3), 2016 (48)), 'Article type' (Review articles (73), Research articles (53), Book chapters (17), Conference abstracts (15)), 'Publication title' (Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditada (8), Archivos de Bronconeumología (4), Medicina Clínica (4)), and 'Access type' (Open access (13), Open archive (1)). The main content area lists several articles, each with a checkbox, a download PDF icon, and options for abstract and export. The articles include:

- Editorial • Open access: **Realidad aumentada en medicina**. Revista Colombiana de Cardiología, Volume 18, Issue 1, January-February 2011, Pages 4-7. Authors: Carlos Enrique Ortiz-Rangel. Download PDF (833 KB) | Abstract | Export
- Research article • Open access: **Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina**. Educación Médica, Volume 15, Issue 3, July-September 2011, Pages 203-209. Authors: Julio Cabezo-Almeida, Julio Barrios-Osuna, Miguel Obando. Download PDF (807 KB) | Abstract | Export
- Research article • Open access: **Realidad aumentada para el diseño de contenidos de enseñanza especializada en odontología**. Educación Médica, Volume 26, Issue 2, April 2015, Pages 34-39. Authors: Cristina Marín, Sonia Pino, Eduardo Mayán, José Miguel Ocaña, Felipe Delgado. Download PDF (1.302 KB) | Abstract | Export
- Conference abstract • No access: **GEREVATE, realidad virtual para permitir una detección cognitiva**. Revista Española de Geriatria y Gerontología, Volume 53, Supplement 1, June 2018, Page 176. Authors: P. Juárez López, M. Sánchez Ojalá. Full Access | Abstract | Export
- Mini review • Abstract only: **Efectividad clínica de la intervención terapéutica sobre la ansiedad con realidad virtual en sujetos con epilepsia: revisión sistemática**. Epilepsias, Volume 37, Issue 1, January-February 2015, Pages 27-34. Authors: Juana María Martín, Antonia I. Cuevas-Vargas, María T. Calvo-Marcos. Full Access | Abstract | Export
- Research article • Open access:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## Búsqueda en Scopus con los términos en español, 3 de septiembre de 2018 (1 de 2)

The screenshot shows the Scopus search results page for the query "realidad 3D aumentada". The page displays 44 document results. The search bar at the top contains the query. Below the search bar, there are options to refine results, such as "Access type" (Open Access, Peer) and "Year" (2018, 2017, 2016, 2015, 2014). The main results table lists the following documents:

Document title	Author	Year	Source	Cited by
1 Case study: Methodology for the development of learning objects (LO) in 3D for applications of augmented reality (AR)   [Caso de estudio: metodología para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (OA) en 3D para aplicaciones de Realidad Aumentada (RA)]	Betabiz-Samaniego-Franco, J., Jimeno-Roa, O.I., Sarango-Lago, G.F., Guzman-Jaramilla, J.L., Contreras-Mendoza, J.A.	2018	Berlin Conference on Informatics Systems and Technologies, CISTI 2018 June, pp. 1-7	0
2 Augmented reality: Another level of education? [Realidad Aumentada: Educación de Otro Nivel]	Alvarado, S., González, W., Guardia, T.	2018	Berlin Conference on Informatics Systems and Technologies, CISTI 2018 June, pp. 1-5	0
3 Learning of the basic concepts of augmented reality through the Pokemon Go game and its possibilities as an educational mediation tool in Latin America   [Aprendizaje de los Conceptos Básicos de Realidad Aumentada por Medio del Juego Pokemon Go y sus Posibilidades como Herramienta de Mediación Educativa en Latinoamérica]	Gutiérrez, R.S., Daquía, E.T., Chaparro, R.L., Rojas, N.R.	2018	Información Tecnológica 29(1), pp. 49-58	0

## Búsqueda en Scopus con los términos en español, 3 de septiembre de 2018 (2 de 2)

This screenshot shows a refined view of the search results. The left sidebar contains filters for "Author name", "Subject area", "Document type", "Source title", "Keyword", "Affiliation", and "Country/territory". The "Country/territory" filter is currently set to "Spain" (25 results). The main results table shows the following documents:

1 Learning of the basic concepts of augmented reality through the Pokemon Go game and its possibilities as an educational mediation tool in Latin America   [Aprendizaje de los Conceptos Básicos de Realidad Aumentada por Medio del Juego Pokemon Go y sus Posibilidades como Herramienta de Mediación Educativa en Latinoamérica]	Gutiérrez, R.S., Daquía, E.T., Chaparro, R.L., Rojas, N.R.	2018	Información Tecnológica 29(1), pp. 49-58	0
4 Bibliometric review of augmented reality in education [Revisión bibliométrica sobre la realidad aumentada en Educación]	Uribe, G.L., Galano, C.S.	2018	Revista General de Información y Documentación 28(1), pp. 45-60	0
5 Use of augmented reality technology as a didactic resource in university teaching   [Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria]	Cabeza-Arreola, J., Elizaga-Carró, E., López-Pérez, F.	2018	Formación Universitaria 11(1), pp. 25-34	1
6 Summary of reviews on Augmented Reality in education   [Resumen de revisiones sobre Realidad Aumentada en educación]	González, W., Abizadeh, M.J., Cajal, R.	2018	Espectro 39(1),14	0
7 Analysis of the motivation of university students as producers of educational resources using Augmented Reality   [Análisis de la motivación de los estudiantes universitarios como productores de recursos educativos de Realidad Aumentada]	Gálvez Pérez, Ó.M., Barroso Osuna, J., Marín Díaz, Y.	2018	Espectro 39(2)	0
8 TAM model validation: analysis of augmented reality through structural equations   [Validación del modelo TAM de adopción de la Realidad Aumentada mediante ecuaciones estructurales]	Cabeza-Arreola, J., De Las Rivas, J.L.P.D.	2018	Ensayos Sobre Educación 34, pp. 129-153	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## Búsqueda en Scopus con los términos en inglés, 3 de septiembre de 2018 (1 de 2)

21,066 document results

1112-ARX-KEY: (augmented reality)

Search within results...

Analyze search results

Document title Author Year Source Cited by

1	The application of augmented reality technology in the production process	Sojka, A., Sojka, J., Bryzik, R., Szpak, M., Weisik, W.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 635, pp. 316-319	0
2	Augmented reality technology as a tool for better usability of medical equipment	Bleier, J.M.T., Mattes, J., Garcia, R.	2019	IFIP019 Proceedings 4831, pp. 391-394	0
3	Application of augmented reality in the compilation and publication of cartographic textbooks	Fan, H.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 689, pp. 1511-1519	0

## Búsqueda en Scopus con los términos en inglés, 3 de septiembre de 2018 (2 de 2)

21,066 document results

1112-ARX-KEY: (augmented reality)

Search within results...

Analyze search results

Document title Author Year Source Cited by

3	Application of augmented reality in the compilation and publication of cartographic textbooks	Fan, H.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 689, pp. 1511-1519	0
4	Virtual and augmented reality innovations in old wine in new bottles?	Alowadi, T.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 622, pp. 233-239	0
5	An augmented reality application to support deployed emergency teams	Nicew, L., Lopez, R., Simón-Manzana, M., Corral, N.	2019	Advances in Intelligent Systems and Computing 622, pp. 285-289	0
6	A Test Platform for the Evaluation of Augmented Reality Head-Mounted Displays in Industrial Applications	Pedra, V., Bicker, C., Balk, J.	2019	Advances in Intelligent Systems and Computing 593, pp. 25-35	0
7	Impact of the textbooks' graphic design on the augmented reality applications tracking ability	Kukhina, N., Sankhina, N.	2019	Advances in Intelligent Systems and Computing 754, pp. 692-701	0
8	Using augmented reality and gamification to empower rehabilitation activities and elderly persons. A study applying design thinking	Kerr, G., Barboni, L., Reel, A., (-), Werner, C., Hauer, K.	2019	Advances in Intelligent Systems and Computing 787, pp. 219-229	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Búsqueda en Scopus con los términos en español, 3 de septiembre de 2018 (1 de 2)

The screenshot shows the Scopus search results page for the query 'Realidad Aumentada'. The page displays 44 document results. The search bar at the top contains the query. On the left, there are filters for 'Refine results' (Access type, Year, Author name) and 'Analyze search results' (Document type, Year, Author name). The main results table lists three documents:

Document title	Author	Year	Source	Cited by
1 Case study: Methodology for the development of learning objects (LO) in 3D for applications of augmented reality (AR)   [Caso de estudio: metodología para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (OA) en 3D para aplicaciones de Realidad Aumentada (RA)]	Betzabe Sarmiento-Franco, J., Jimena Ros, O.I., Sarango-Lago, G.P., Guzman-Jaramilla, J.L., Contreras-Mendoza, J.A.	2018	Latin American Conference on Informatics Systems and Technologies, CISTI 2018 June, pp. 1-7	0
2 Augmented reality: Another level of education? [Realidad Aumentada: Educación de Otro Nivel?]	Abarca, S., González, W., Guardia, T.	2018	Latin American Conference on Informatics Systems and Technologies, CISTI 2018 June, pp. 1-5	0
3 Learning of the basic concepts of augmented reality through the Pokémon Go game and its possibilities as an educational mediation tool in Latin America   [Aprendizaje de los Conceptos Básicos de Realidad Aumentada por Medio del Juego Pokémon Go y sus Posibilidades como Herramienta de Mediación Educativa en Latinoamérica]	Gutiérrez, R.S., Daqan, E.T., Chaparro, R.L., Rojas, N.R.	2018	Información Tecnológica 29(1), pp. 49-58	0

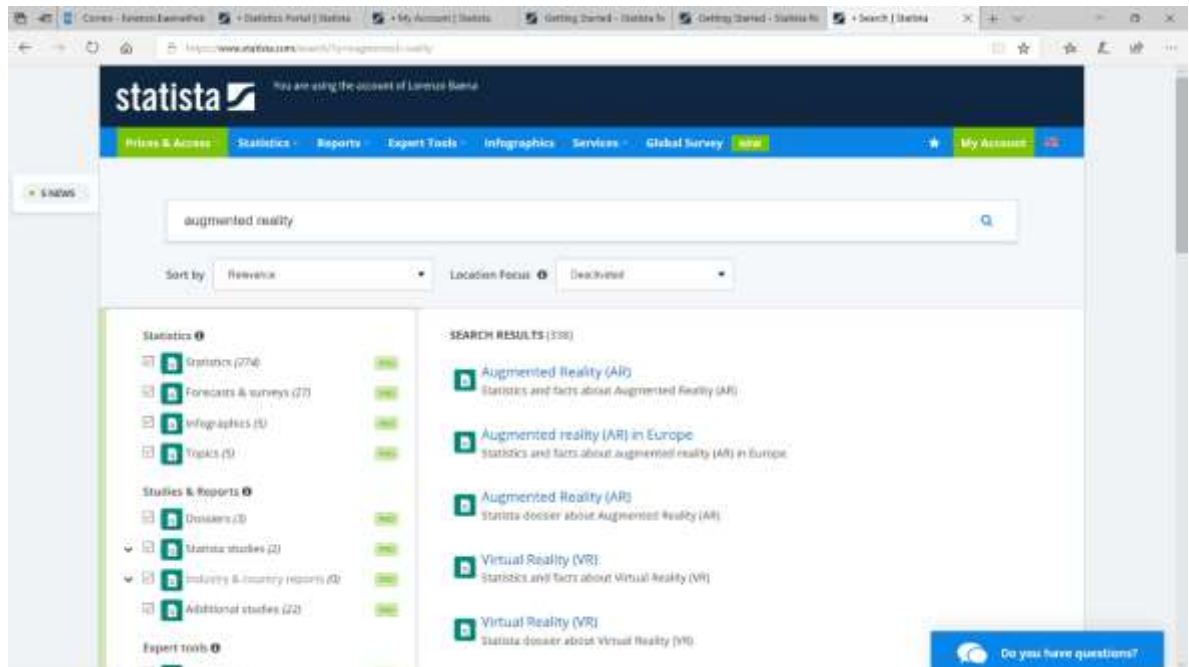
Búsqueda en Scopus con los términos en español, 3 de septiembre de 2018 (2 de 2)

The screenshot shows the Scopus search results page for the query 'Realidad Aumentada' with various filters applied. The search bar at the top contains the query. On the left, there are filters for 'Refine results' (Access type, Year, Author name) and 'Analyze search results' (Document type, Year, Author name). The main results table lists three documents:

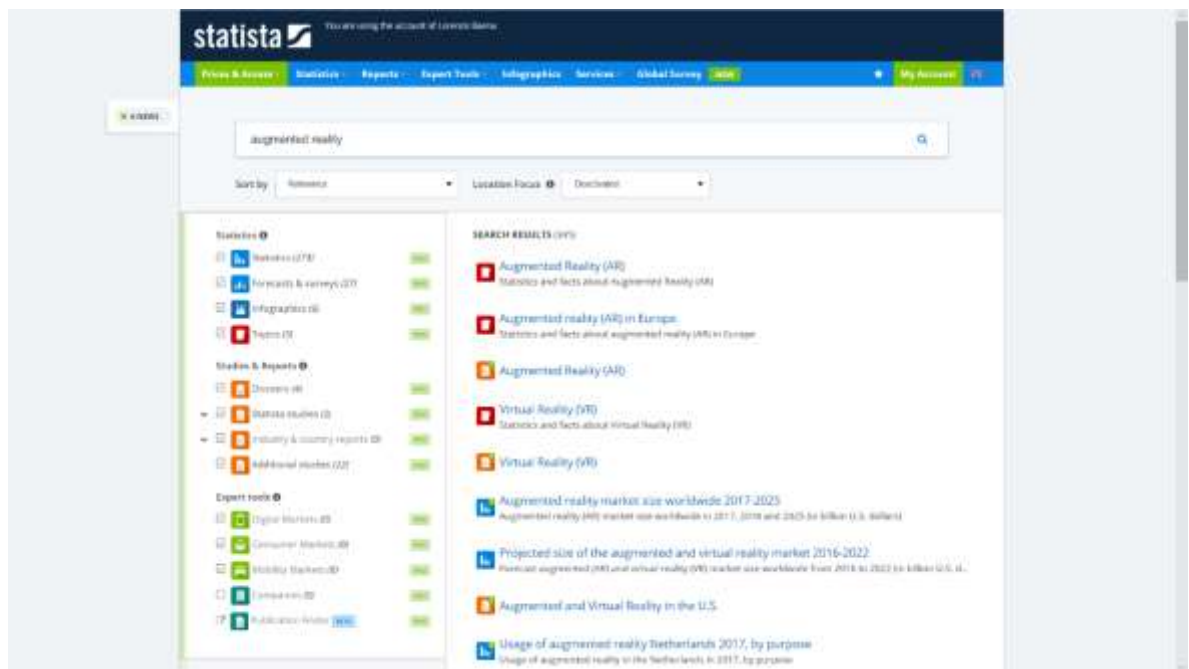
Document title	Author	Year	Source	Cited by
7 Impact of the testbeds' graphic design on the augmented reality applications tracking ability	Kulshona, N., Sachdev, N.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 754, pp. 892-900	0
8 Using augmented reality and gamification to empower rehabilitation activities and elderly persons: A study applying design thinking	Kern, O., Buchwala, L., Rem, A., G.J. Werner, C., Hauer, K.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 787, pp. 219-224	0
9 Effectiveness of enhancing classrooms by using augmented reality technology	Kulshrethong, K., Baensriwatt, P., Chaitong, J.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 785, pp. 125-131	0
10 Comparison of theory of mind tests in augmented reality and 2D environments for children with neurodevelopmental disorders	Alin, N.T.A., Galitani, M.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 782, pp. 257-264	0
11 Simulation of analytical chemistry experiments on augmented reality platform	Dew, U.K., Chaudhary, V., Ujale, K.P.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 734, pp. 385-401	0
12 The virtual processing the physical and the application for augmented reality head up displays	Walter, M., Selig, V., Bengler, K.	2018	Advances in Intelligent Systems and Computing 795 no. 3-10	0

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Búsqueda en Statista con los términos en inglés, 7 de agosto de 2018.



Búsqueda en Statista con los términos en inglés, 3 de septiembre de 2018.



La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

### ANEXO 3 CARPETAS DEL SITIO WEB

Nombre	Tipo	Tamaño
tesis		
assets	Carpeta de archivos	
css	Carpeta de archivos	
gif	Carpeta de archivos	
img	Carpeta de archivos	
modelos		
ArtifortTwinsCoffeTable		
Baskets		
Calendario		
Notebook1		
Pepper_Mill_And_Salt_Grinder,		
Rectangular_Carving_Board		
RolloPapel		
WoodMetalBaskets		
shared		
third_party		
Google_Data_Arts_Team		
stats.js		
three.js		
assets	Carpeta de archivos	
shared	Carpeta de archivos	
third_party	Carpeta de archivos	
app	Archivo JavaScript	17 KB
favicon	Icono	85 KB
index	Archivo HTML	8 KB

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## ANEXO 4 EXTRACTO DEL ARCHIVO JAVASCRIPT “APP”

```
var MODEL_OBJ_URL;
var MODEL_MTL_URL;
var MODEL_SCALE = 1;
var stats = new Stats();
stats.showPanel(0);
document.body.appendChild(stats.dom);
document.querySelector("canvas").style.display = "none";
//los primeros 3 canvas es de Stats, y el primero es Stats FPS

const outputCanvas = document.createElement('canvas');
document.body.appendChild(outputCanvas);
var session;

/**
 * Clase para administrar la conexión a la WebXR Device API y
 * manejar la animación
 */
class App {
  constructor() {
    // funciones asincronas para manejar la animación
    this.onXRFrame = this.onXRFrame.bind(this);
    this.onEnterAR = this.onEnterAR.bind(this);
    this.onClick = this.onClick.bind(this);
    //vincular un manejador de clic a la clase
    this.endXRSession = this.endXRSession.bind(this);
    this.onSessionEnd = this.onSessionEnd.bind(this);

    //funciones para cargar la referencia del modelo y luego el canvas
    this.onEnterARCoffee = this.onEnterARCoffee.bind(this);
    this.onEnterARNotebook = this.onEnterARNotebook.bind(this);
    this.onEnterARMill = this.onEnterARMill.bind(this);
    this.onEnterARBaskets = this.onEnterARBaskets.bind(this);
    this.onEnterARBoard = this.onEnterARBoard.bind(this);
    this.onEnterARCalendar = this.onEnterARCalendar.bind(this);
    this.onEnterARPaper = this.onEnterARPaper.bind(this);
    // función que determina si está disponible la API de WebXR Device API y WebXR Hit Test
    this.init();
  }
  ...
}
window.app = new App();
```

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



## ANEXO 5 EXTRACTO DEL ARCHIVO HTML “INDEX”

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
  <head>
    <meta charset="UTF-8" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0" />
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="ie=edge" />
    <title>Lorenzo X</title>
    <link rel="icon" href="favicon.ico" />
    <link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
    <!-- fuente -->
    <link
  />
</head>
<body>
  <nav id="enter-ar-info">...
</nav>
  <div id="unsupported-info">...
</div>
  <div id="stabilization"></div>
  <header id="enter-ar-info" class="header">...
</header>
  <section id="enter-ar-info" class="about">...
</section>
  <section id="enter-ar-info" class="template">...
</section>
  <section id="enter-ar-info" class="download">...
</section>
  <section id="enter-ar-info" class="contact">...
</section>
  <footer id="enter-ar-info">...
</footer>
  <!-- para seleccionar los productos -->
  <script src="shared/funcionesMensaje.js"></script>
  <!-- necesario para la animación y la interfaz en el canvas -->
  <script src="third_party/three.js/three.js"></script>
  <script src="third_party/stats.js/stats.min.js"></script>
  <script src="third_party/Google_Data_Arts_Team/dat.gui.min.js"></script>
  <!-- para cargar los modelos y escenas -->
  <script src="third_party/three.js/OBJLoader.js"></script>
  <script src="third_party/three.js/MTLLoader.js"></script>
  <script src="shared/utils.js"></script>
  <!-- el canvas se crea desde JavaScript -->
  <script src="shared/interfazDatgui.js"></script>
  <script src="app.js"></script>
</body>
</html>
```

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.