

APLICACIONES DE REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA

Jesús Bernabéu Sáez.
David Fuentes Alonso.

SISTEMAS OPERATIVOS. UNIVERSIDAD DE ALICANTE.

ÍNDICE:

1.	Introducción.....	3
2.	Realidad Virtual.....	5
2.1.	Historia.....	5
2.2.	Dispositivos de Realidad Virtual.....	7
2.2.1.	Gafas DIY.....	7
2.2.2.	Gafas de Realidad Virtual sin pantalla propia.....	8
2.2.3.	Gafas de Realidad Virtual con pantalla propia.....	8
2.2.3.1.	Oculus Rift.....	8
2.2.3.2.	HTC Vive.....	8
2.2.3.3.	PlayStation VR.....	9
3.	Realidad Aumentada.....	10
3.1.	Contextualización.....	10
3.2.	Técnicas de Visualización.....	12
3.2.1.	Display en la cabeza.....	12
3.2.2.	Display de mano.....	12
3.2.3.	Display espacial.....	13
3.3.	Elementos de la Realidad Aumentada.....	14
3.3.1.	Cámara.....	14
3.3.2.	Procesador.....	14
3.3.3.	Software.....	14
3.3.4.	Activador.....	14
3.3.5.	Conexión a Internet.....	14
3.3.6.	Marcador o Pantalla.....	14
3.4.	Niveles.....	15
3.4.1.	Nivel 0: Physical World Hyper Linking.....	15
3.4.2.	Nivel 1: Marker Based AR.....	15
3.4.3.	Nivel 2: Markerless AR.....	15
3.4.4.	Nivel 3: Augmented Vision.....	16
3.5.	Software.....	16
4.	Conclusión.....	18
5.	Bibliografía.....	21

1. INTRODUCCIÓN

La Realidad Aumentada y la Realidad Virtual son dos tecnologías que representan escenas o imágenes producidas por un sistema informático que proporcionan al usuario sensaciones en un entorno real virtualizado o completamente virtual. En la actualidad es muy habitual hablar de ellas y está en auge el desarrollo de nuevas aplicaciones que utilicen estas tecnologías, como HoloLens, Oculus Rift o PlayStation VR, las cuales se están convirtiendo en un punto verdaderamente importante del ocio y el entretenimiento virtual que las grandes empresas están sabiendo explotar. Por ejemplo, hasta un nuevo juego tan simple como *Pokémon Go* que apenas hace uso de la Realidad Aumentada más que para añadir un dibujo estático sobre el entorno real, sin entrar en temas tan básicos como la profundidad o la iluminación, fue un rotundo éxito este verano atrayendo a miles de millones de usuarios de todo el mundo.

No obstante, tanto la Realidad Virtual como la Aumentada no han nacido hace dos días, sino que llevan entre nosotros mucho más tiempo del que se sospecha, ya que el primer indicio de Realidad Aumentada lo encontramos en la invención de la Holografía por Dennis Gabor en 1948; y en cuanto a la Realidad Virtual tendríamos que remontarnos nada más y nada menos que al siglo anterior. Sí que es cierto que sus nombres no se acotarían hasta mucho después, por ejemplo el término “Realidad Aumentada” no se usaría hasta que en 1992 Tom Caudell decidió que el mundo había dado con otro tipo de tecnología que no conocía y tenía que investigar.

La Realidad Aumentada y la Virtual están estrechamente relacionadas y se parecen bastante, tanto que la mayoría de la población fácilmente las confunde. Ambas juegan con trabajar en una realidad en el que la persona se ve envuelta completamente y que es diferente al plano del entorno real humano.

La diferencia es que la Realidad Virtual utiliza un plano de realidad completamente diferente al entorno humano y generado por ordenador, mientras que la Realidad Aumentada añade elementos de mayor o menor complejidad a nuestro plano humano de realidad. Un ejemplo de Realidad Virtual lo encontraríamos en las Oculus Rift en que el usuario se pone unas gafas opacas y se le proyecta una imagen tridimensional en 360° con la que puede interactuar; mientras que uno de Realidad Aumentada sería las HoloLens, que son unas gafas con cristales traslúcidas que permiten ver lo que hay a nuestro alrededor y añaden elementos en nuestro campo de visión como podría ser una aplicación de teléfono, acceso a Internet, gráficos o incluso algo más interactivo con el mundo, como es generar un mapa al leer un código QR.

Además, también pueden combinarse estas dos tecnologías. Se utiliza en los parques temáticos The Void: Unos escenarios reales lisos y simples, por los que se mueven los usuarios y que ha sido escaneado por un ordenador. De este modo, llevarán unos equipos de Realidad Virtual que a partir del escaneo mostrará el escenario con todo tipo de modificaciones y ampliaciones donde se podría aprovechar mucho el uso de aplicarle texturas detallistas para hacer más hiperrealista, si cabe aún, este tipo de experiencias y hacer de ésta una actividad completamente inmersiva. Así, se podría transportar, por así llamarlo, al usuario a otros mundos tanto reales como ficticios. Se podría mapear una parte de la superficie lunar y poder pasear con el paisaje de la Tierra en el horizonte. O castillos míticos, ir al Amazonas.... Y un sinfín de lugares y experiencias que se

podrían crear si unieran ambas tecnologías. De este modo, al contrario que la Realidad Virtual, se podría tocar lo que nos muestran.

Y así, en este trabajo se trata de realizar una investigación acerca de las aplicaciones de estas dos tecnologías que cada vez, día a día, están más presentes en nuestras vidas, sobre todo, como se ha remarcado con anterioridad, en el mundo del ocio, el entretenimiento y la cultura virtual. Aunque también tienen otros fines fuera de la diversión, ya que la Holografía es utilizada en sistemas de seguridad y en muchas otras materias más y más que aparecerán en el nuevo abanico que se ha abierto debido al gran impacto que ha traído en el mercado global. También se tratará de explicar los distintos niveles en que podemos encontrar ambas tecnologías (a cada cual más inmersiva e interactiva) de sus diferentes variedades y modos, mostrando claros ejemplos cotidianos o referencias actuales de nuestro alrededor más inmediato que podemos ver reflejado su funcionamiento y uso directo para una mayor y más rápida comprensión y, a su vez, su relación con los sistemas operativos que suelen emplear, aunque suelen ser los propios de sus desarrolladores, como por ejemplo, HoloLens utiliza Windows 10, ambos propiedad de Microsoft

También se desentrañarán sus orígenes y se hilarán hasta llegar a sus aplicaciones en las tecnologías de última generación para poder llegar a sugerir nuevas y mejores aplicaciones derivadas del uso tanto de la Realidad Virtual como de la Aumentada para ser empleados en otros campos que aún no se haya involucrado o pisado fuerte, como puede ser la educación, la sanidad o el desarrollo de cualquier proyecto ya que resulta muy manejable para plasmar ideas gráficamente y un mayor número de personas lo comprendan más fácilmente y más rápido. Este hecho lleva a plantear una problemática de implantación, si la hubiera, en los campos en los que aún no se ha asentado

2. REALIDAD VIRTUAL

HISTORIA.

La realidad virtual últimamente se está viendo muy extendida, pero no es para nada un concepto nuevo, ya que sus orígenes se remontan hasta antes de 1850, con textos e ilustraciones que se referían a una realidad alternativa, hasta artilugios que intentaban crear un mundo distinto al consumidor, como el de un visor estereoscópico que consistía en poner dos fotografías casi idénticas pero que diferían ligeramente en el punto de toma de la imagen creando así una sensación de profundidad y sentando las bases de los primeros visores de Realidad Virtual.



Fotografía del primer modelo de visor estereoscópico.

Los primeros proyectos sirvieron para sentar las bases de lo que se quería conseguir: introducir al usuario en un mundo artificial, permitiéndole interactuar con el entorno y que se sintiese completamente dentro de él. No obstante, no sería hasta el año 1961 en el que consta que se construyó el primer casco de Realidad Virtual. Se trataba de un dispositivo que permitía ver imágenes en movimiento y disponía de un sensor que determinaba la orientación de la cabeza del usuario. En 1965, surgió el concepto de Realidad Virtual, cuando en un artículo Ivan Sutherland dijo que “La pantalla es una ventana a través de la cual uno ve un mundo virtual. El desafío es hacer que ese mundo se vea real, actúe real, suene real, se sienta real”. Sería él el creador del primer casco visor de Realidad Virtual utilizando tubos de rayos catódicos (uno para cada ojo) y de un sistema mecánico de seguimiento.

La utilización de gráficos a través del ordenador tuvo que esperar aún algún tiempo, y se debió al trabajo realizado en el MIT por Roberts y Sutherland. Roberts escribió el primer algoritmo para eliminar superficies oscuras y ocultas de una imagen, abriendo así el camino a la utilización de gráficos 3D. Por otro lado, en 1971, en el Reino Unido se comenzó a fabricar simuladores de vuelo con Displays gráficos, pero sería un año más tarde, en 1972, cuando la empresa General Electric desarrollase el primer simulador computarizado de vuelo. Éstos operaban en tiempo real, aunque los gráficos eran bastante primitivos. Y pocos años después, en 1979, los militares empezaron a

experimentar con cascos de simulación de vuelo para sus operaciones. En 1983, el Dr. Gary Grimes, de los Bell Labs, patentó el primer guante que reconocía las posiciones de la mano con la intención de crear caracteres alfanuméricos y poder sustituir los teclados por éstos. Este guante tenía sensores de flexión en los dedos, sensores táctiles en las yemas de los dedos y sensores de orientación y posición en la muñeca. Aun así, la primera plataforma de Realidad Virtual no llegaría hasta 1992 por la compañía Virtuality, que consistía en una cinta en la cual se podía moverse al igual que el personaje al que se estaba emulando. Se encontraban instalados en los salones recreativos de Estados Unidos e incluía unos cascos y unas gafas de visionado.

Hasta 1995 no se veía la primera consola comercial de Realidad Virtual, de la mano de Nintendo: Virtual Boy, una consola semiportátil que supuso en su momento una revolución por sus ideas innovadoras, aunque se vio envuelta en un completo fracaso debido a su gran tamaño, su fragilidad, dolores de cabeza que producía a los usuarios y problemas de irritación en la vista. Ya en 2003, se creó el famoso mundo virtual en 3D "Second Life" donde por medio de un programa PC, los usuarios podían moverse por él, relacionarse, modificar su entorno y participar en su economía. En 2005, Nintendo apostaría de nuevo por la Realidad Virtual, mediante la Nintendo Wii, que, esta vez sí, alcanzó altas cuotas de popularidad y ventas. Consistía en una consola de sobremesa que mediante un sensor era capaz de detectar los mandos que poseía el usuario a modo de sensores de posicionamiento del cuerpo, consiguiendo así una inmersión en el juego aunque no tan plena como otras tecnologías. Esta consola supuso una revolución en el mercado, al convertirse en una de las consolas más vendida hasta la época.

Pero no fue hasta 2012, cuando la Realidad Virtual tuvo su verdadero punto de inflexión: se anunció una prematura versión de Oculus Rift que prometía a los usuarios una experiencia de Realidad Virtual en 3D estereoscópico. Durante los años siguientes fue tomando repercusión hasta el punto de que en el año 2014 Facebook compró la compañía adjudicando como fecha de salida máxima el año 2016.



Modelo de la Oculus Rift desarrollado por Facebook.

Al ver el interés que había despertado Oculus con los visores de Realidad Virtual, las grandes compañías desarrollaron sus versiones de los visores y así en 2014 durante el E3 de ese mismo año, Sony anunció las Project Morpheus, que posteriormente se

renombrarían a PlayStation VR. Este visor sería exclusivo de la consola PlayStation 4. En marzo de 2015, la compañía Valve junto con HTC anunció su apuesta por la Realidad Virtual que a diferencia de los otros proyectos, el dispositivo está diseñado para utilizar el espacio en una habitación y sumergirse en un mundo virtual en el que se permite al usuario caminar y utilizar controladores para interactuar con objetos virtuales.

En 2016, con las salidas de las grandes apuestas por los visores VR, muchas compañías lanzaron sus propias versiones, la mayoría de bajo presupuesto y con prisas para apuntarse a este nuevo mercado que acababa de nacer, que utilizaban los Smartphones para crear la sensación de la Realidad Virtual. Las más conocidas son las Google Cardboard, unas gafas de cartón que ofrecen la realidad a un bajo precio, y las Samsung VR, las gafas de Samsung que en colaboración con Oculus han desarrollado para sus dispositivos móviles.

DISPOSITIVOS DE REALIDAD VIRTUAL.

Dentro de los Visores de Realidad Virtual que existen actualmente se pueden clasificar según su operatividad:

- **Gafas DIY:** Son las gafas que están compuestas por cartón y unas lentes simples. Es la alternativa más barata dentro de las gafas de Realidad Virtual, ya que simplemente es necesario un teléfono móvil que reproduzca un video pregrabado, aunque actualmente se pueden encontrar varias marcas en el mercado que ofrecen este tipo de gafas, este modelo de visores fue impulsado por Google cuando en el año 2015 lanzó las **Google Cardboard** bajo la premisa unas gafas VR que se podían conseguir por menos de 5\$. No tienen sistema operativo propio ya que son un complemento para los Smartphones. La sensación de Realidad Virtual dentro de estas gafas, aunque pobre, se puede apreciar la profundidad gracias a las lentes que portan, al igual que el sensor de movimiento, que usa el del móvil al que está conectado.



Modelo de Google Cardboard.

- **Gafas de Realidad Virtual sin pantalla propia:** Al igual que con las Google Cardboard, este modelo de gafas usa el móvil como pantalla en sí, con la diferencia de que cuenta con una carcasa de plástico o metal. La mayor ventaja

respecto a las anteriores es su capacidad de Realidad Virtual, ya que las propias gafas tienen un regulador para la profundidad y cuentan con mayor calidad de materiales. Actualmente existe una variedad de este tipo de visores en el mercado, pero las más conocidas son las **Samsung Gear**, desarrolladas en 2014, que fueron lanzadas al mercado en el año 2015 por la empresa Samsung en colaboración con Oculus. Usan el sistema operativo de Android del Smartphone al que estén conectadas, aunque para configurarlas es necesario una aplicación desarrollada por Oculus. La sensación de Realidad Virtual que aporta es mayor que las DIY ya que cuenta con mayor calidad en la lente y materiales, aunque el tener que estar conectadas al móvil las hace muy limitadas e incapaces de alcanzar altas resoluciones para crear un entorno 3D. Su mayor función es la reproducción de secuencias pregrabadas porque éstas no requieren de tanta potencia para su procesamiento.

- **Gafas de Realidad Virtual con pantalla propia:** Son las más completas del mercado. Este tipo de visores muestra en cada ojo una serie de imágenes creadas por ordenador. A diferencia de las anteriores, este tipo de gafas son capaces de conseguir mayor inmersión debido a la potencia con la que cuentan. Las más conocidas actualmente son:
 - **Oculus Rift.** Fueron las pioneras en el mercado de visores. En el 2012 se creó su proyecto en la plataforma de crowdfunding Kickstarter, consiguiendo gran aceptación en el público. Años más tarde, empezaron a repartir los kits de desarrollo para la gente que había invertido en el proyecto, que contaban con una versión prematura de las gafas, llamada DK1 y un kit de desarrollo de software (SDK) con el que se podía crear aplicaciones para probar el visor, por lo que existe un gran número de aplicaciones y juegos adaptados desde su lanzamiento. Las gafas de Realidad Virtual ofrecen posicionamiento 360°, acelerómetro, giroscopio y sistema de sonido en forma de auriculares. Su pantalla es OLED con un campo de visión de 110°, resolución 2160 x 1200 y una tasa de refresco de 90 Hz. A diferencia de sus competidores, Oculus Rift no incorpora ningún tipo de mando propio para el control, por lo que en sus versiones comerciales cuenta con un mando de la consola Xbox One.
 - **HTC Vive.** La apuesta por la Realidad Virtual por HTC y Valve. Este dispositivo, a diferencia del Oculus Rift, utiliza el espacio en una habitación para sumergirse en un mundo virtual en el que se permite al usuario caminar y utilizar controladores para interactuar con objetos virtuales. El HTC Vive tiene una frecuencia de actualización de 90 Hz. El dispositivo utiliza dos pantallas, una para cada ojo, cada una con una resolución de 1080x1200. Emplea más de 70 sensores, incluyendo un giroscopio MEMS, acelerómetros y sensores láser, y

está hecho para funcionar en un área de seguimiento de 5 metros cuadrados.

- **PlayStation VR.** El visor de Realidad Virtual desarrollado por Sony está diseñado para funcionar con la consola de sobremesa PlayStation 4. Para controlar el PS VR hace falta un mando DualShock 4 o los controles PlayStation Move. PlayStation VR tiene un panel OLED de 5,7 pulgadas, con una resolución de matriz de subpíxeles RGB de 1080p, o $960 \times 1080 \times \text{RGB}$ por cada ojo. También cuenta con 9 LEDs de posición en su superficie para PlayStation Camera con el fin de rastrear el movimiento 360° de cabeza.



PlayStation VR junto con un controlador PS Move.

3. REALIDAD AUMENTADA

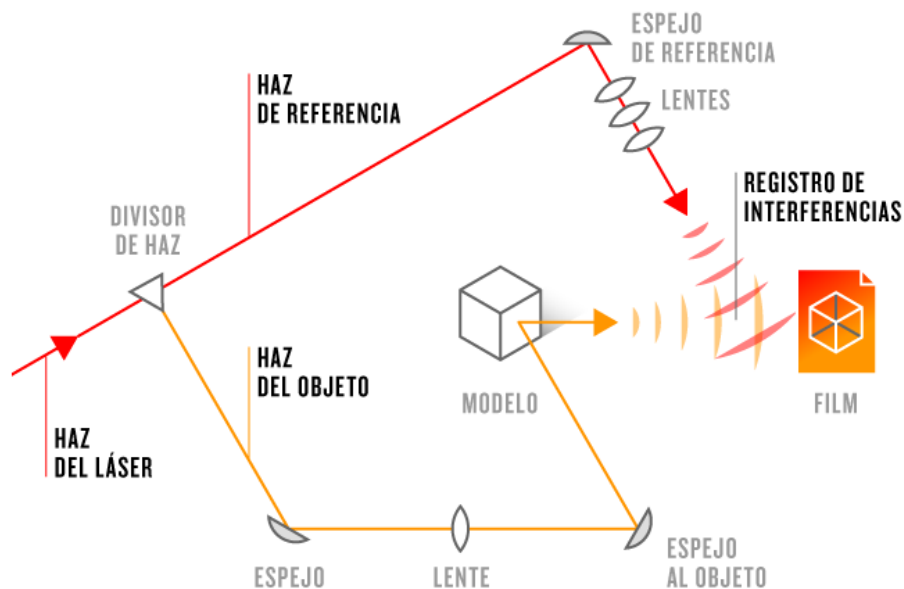
CONTEXTUALIZACIÓN.

La Realidad Aumentada nace con la invención de la Holografía en 1948 por el físico húngaro Denis Gabor, hecho que le llevó a ser el ganador del Premio Nobel de Física en el año 1971. Es curioso que Gabor no estuviera buscando una nueva forma de representar el mundo en el que el ser humano se encuentra, sino que llegó por accidente a este descubrimiento, como muchos otros en la historia, haciendo pesquisas para desarrollar un microscopio electrónico con mayor resolución. No obstante, su tecnología era muy primitiva y no fue hasta 1963 cuando se pudo representar con nitidez una imagen tridimensional mediante la técnica de hologramas, ya que todavía no se había inventado el láser, utensilio de mucha importancia para esta técnica; y es por eso que tras la invención del mencionado láser se dio lugar a un sinnúmero de aplicaciones científicas y tecnológicas por lo que se le acabó galardonando con el Premio Nobel anteriormente mencionado.

Gabor bautizó su descubrimiento fortuito como “Holografía” del griego “Holos” que significa “todo” o “completamente” porque podía ver, en las imágenes que con ello realizaba, los objetos completamente desde cualquier ángulo o punto de visión.

En sí, la Holografía es un método fotográfico muy avanzado que proyecta imágenes tridimensionales sin necesidad de lente alguna. A este tipo de imágenes de las conoce como hologramas, los cuales serían las versiones tridimensionales de las imágenes fotográficas, sin embargo el método utilizado para grabarlas es completamente opuesto y diferente. Mientras que una fotografía es una imagen bidimensional y está grabada sobre un plano y con único punto de vista inamovible, en el holograma, por el contrario, se queda registrada toda la información visual que procede del objeto, es decir, todas sus vistas y caras. Desde cualquier ángulo que se observe el holograma es distinto al anterior. Tal y como sería ver un objeto real creando una sensación de hiperrealismo no conocida con anterioridad por la Humanidad en el ámbito de la fotografía y la plasmación del entorno del ser humano.

Pero no fue hasta 1958 y 1963 cuando Yuri Denisyuk (en la Unión Soviética), y Emmeth Leith y Juris Upatnieks (en los Estados Unidos), revitalizaron, trabajaron y perfeccionaron en el viejo concepto de la reconstrucción de imágenes para formar hologramas que Gabor. Desgraciadamente, debido a los enfrentamientos políticos, estos 3 científicos no pudieron unir sus conocimientos en aras de la ciencia y sólo los estadounidenses lograron corregir los esquemas de Gabor eliminando el problema de las imágenes dobles e ideando la idea del haz de referencia inclinado, que hace uso del láser que, como se comentó con anterioridad, fue lo que le faltó a Gabor para pasar al siguiente nivel de la holografía y continuar desarrollando esta tecnología con unos hologramas más nítidos.



Esquema de holograma de transmisión de Leith y Upatnieks.

Como se aprecia en la imagen, para grabar tridimensionalmente se emplean una serie de lentes y espejos que reflejan las ondas planas emitidas por el haz láser que se van reflejando en una misma dirección hacia adelante y en donde coinciden, en el registro de interferencias, se sitúa una placa fotosensible. Después de realizar este tratamiento, las zonas más expuestas al haz del láser serán más transparentes, mientras que se tornarán un poco más opacas aquellas que hayan sido menos expuestas.

Cabe destacar que el registro de interferencias debe quedar bien sujeto y que apenas un ligero movimiento puede resultar en el fracaso de la grabación del holograma, ya que las zonas que deberían quedarse más expuestas se quedarían menos y viceversa, lo que ni de lejos resultaría en la imagen que queremos representar tridimensionalmente y la grabación habría resultado fallida.

Para reproducir el holograma, tan sólo es necesario alumbrar con el haz del láser en el sentido opuesto al que se ha grabado en la placa fotosensible. Las ondas que se producen son semiesféricas lo que provoca que un observador situado en la parte frente al emisor de luz pueda ver la imagen y moverse para ver el resto de lados del holograma.

El holograma es fundamental para la Realidad Aumentada, ya que si bien una parte de la Realidad Aumentada es la de portar un dispositivo wearable que nos hace ver “añadidos” a nuestra realidad, también es posible que gracias a hologramas, añadamos “objetos” luminosos a la realidad, y es ahí donde entra la holografía al utilizar los hologramas como estos mencionados objetos luminosos. Atrás ya quedan los “futuristas” mensajes de la Princesa Leia a Ben Kenobi, sobrepasados por el concierto,

en 2014, de un holograma de Michael Jackson que lo “resucitó” 5 años después de su muerte.

TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN.

Para poder hacer uso de la Realidad Aumentada existen 3 técnicas de visualización que son las principales para poder mostrarla. Se trata del Display en la cabeza, el Display de mano y el Display espacial.

- **Display en la cabeza:** Consiste en situar una pantalla en la cabeza, en la parte superior de la cara, entre los ojos y la frente, que posee un dispositivo que permite al usuario ver el mundo a través de una lente pero que a la vez le da la oportunidad de visualizar diferentes imágenes. Así, pueden interactuar la realidad con las imágenes del dispositivo y poder formar una nueva realidad: la Aumentada. Sería útil para poder ver anotaciones a, por ejemplo, una obra arquitectónica, donde se podrían situar comentarios explicativos y anécdotas de su fachada, interior, etc... Este dispositivo recibe el nombre anglosajón de HMD, siglas en inglés de Head-Mounted Display, que en lengua cervantina quiere decir algo así como “Dispositivo apilado en la cabeza”. Para que la interacción sea completa, el HMD debe tener un sensor que rastree los movimientos de la cabeza del usuario. Este seguimiento de movimientos permite al sistema informático añadir la información necesaria al mundo real conforme vaya necesitando el portador del HMD. Su principal ventaja es que no necesita de un gran soporte para poder aplicar una Realidad Aumentada aunque a su vez es su gran inconveniente porque sólo quien porte las gafas HMD será quien pueda disfrutar de dicha nueva realidad. Ejemplos de este tipo serían las Google Glass y su competencia: las HoloLens, propiedad de Microsoft.
- **Display de mano:** Se trata de un dispositivo que se lleva en las manos, una pantalla pequeña que realiza la Realidad Aumentada superponiendo sobre una grabación en vídeo, la información gráfica que se le quiera añadir. En un inicio, los sensores de captación de las reacciones de los usuarios eran brújulas digitales y GPS, pero más tarde se comenzó a emplear el sistema ARToolKit que permite añadir información digital en tiempo real a las secuencias de vídeo. No obstante, hoy en día, el seguimiento es realizado por los sistemas SLAM o PTAM. Las ventajas de este dispositivo es se puede llevar en la mano, por lo que es transportable y perfectamente un teléfono móvil puede servirnos para ello. Inconveniente es que todavía no está perfeccionado del todo y requiere de mucha energía para hacer la superposición en tiempo real así como que todo lo vemos a través de una pantalla (al contrario que el Display en la cabeza, que veíamos a través de unas lentes) y la vista se acaba agotando o irritando los ojos. Como ejemplo de esta tecnología tenemos el juego *Pokémon Go*, éxito del

verano de 2016, que funcionaba en sistemas Android e iOS. Como curiosidad, el juego no estaba optimizado a las pantallas de las tabletas con sistema Android, al contrario que los iPads con iOS.

- **Display espacial:** Éste tipo de técnica de visualización de la Realidad Aumentada es la que proyecta sobre objetos reales una información virtual con haces de luz. Es decir, la que utiliza los hologramas antes explicados. Normalmente, se suele utilizar para mostrar a una gran cantidad de gente una representación de Realidad Aumentada. Es decir, que su principal diferencia con los otros dos dispositivos es que por primera vez, la pantalla está separada del usuario, lo que permite, como se ha dicho, que varios usuarios compartan la misma representación. La principal ventaja es que el usuario no está obligado a llevar el equipo encima de sensores ni el holograma está limitado por la resolución de pantalla, como sí ocurría en los dos anteriores casos ni tampoco desgasta la vista. Pero a su vez, esto también es su inconveniente, ya que gestionar un dispositivo tan grande es más caro y engorroso de desplazar, así que es preferible que se le de una ubicación definitiva y que sean los usuarios los que vayan ahí para poder disfrutar de la representación. Es muy útil para realizar trabajos en grupo, ya que, por ejemplo puede representar tridimensionalmente el plano de un edificio que unos arquitectos están intentando mostrar a los inversores de una manera que todos lo vean a la vez y lo entiendan más claramente. Este tipo de tecnología fue empleada en 2014 en un concierto para “resucitar” a Michael Jackson, tras morir en 2009.



Ejemplo de Display espacial en la película *Iron Man 2* (2010, Jon Favreau).

ELEMENTOS DE LA REALIDAD AUMENTADA.

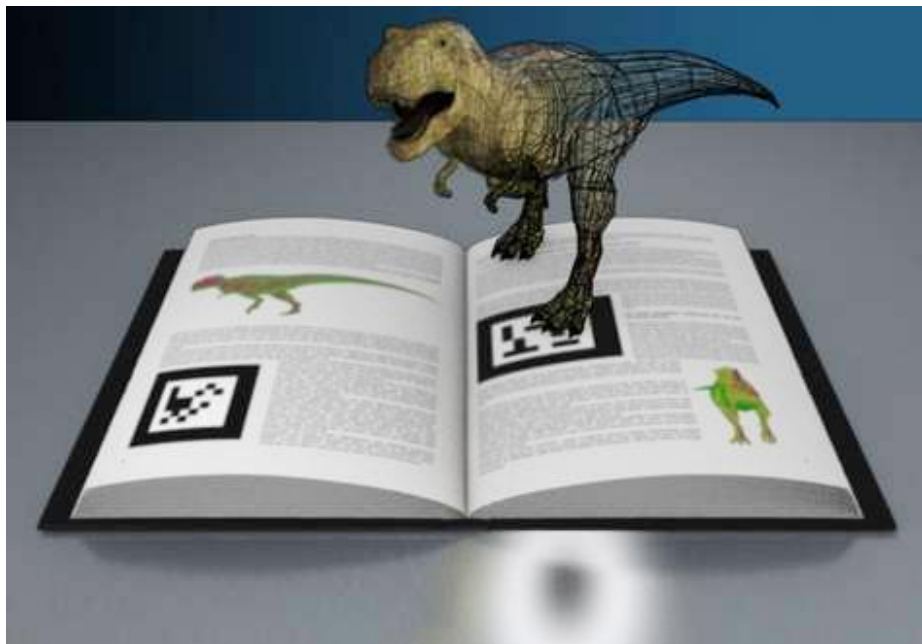
Para poder representar un objeto mediante Realidad Aumentada son necesarios una serie de elementos o partes del dispositivo de los que tiene que estar formado para lograr su objetivo: superponer imágenes virtuales sobre un entorno físico real. Estos elementos son los siguientes:

- **Cámara.** O en su defecto un elemento que pueda capturar imágenes del entorno físico. Si no es una profesional bien puede ser una webcam o una cámara de un móvil o tableta aunque suelen tener menor resolución. Transmiten la información del mundo real al procesador para que determine cómo y con qué combinar ambos mundos. Serían los ojos del dispositivo tratándolo con un símil de cuerpo humano.
- **Procesador.** Recibe la información del mundo exterior captada por la Cámara y la interpretará así como la información almacenada en su memoria y estudiar cómo ha superponer éstas últimas con las del mundo real. Es el nexo entre los dos mundos, totalmente imprescindible, ya que puede llegar a sustituirse la Cámara por otros elementos de captación (visión infrarroja, ultrasonidos) pero sin el Procesador no habría modo alguno de unir lo virtual con lo real.
- **Software.** Es el soporte lógico del procesador, el programa y sistema operativo que utilice. Dependiendo de si se trata de unas HoloLens utilizará Windows 10 o si se trata de unas Google Glass empleará la última versión de Android.
- **Activador.** Elemento del mundo real que el software utiliza para reconocer el entorno sobre el que se sitúa el usuario y seleccionar la información almacenada en memoria que debe superponer sobre las imágenes captadas por la Cámara. En definitiva, calculan la posición de nuestro dispositivo y puede tratarse de una brújula virtual, un GPS u otros sistemas más avanzados como ARToolKit o SLAM o PTAM.
- **Conexión a Internet.** Importantísima y vital la conexión a Internet si se quiere que el dispositivo de Realidad Aumentada utilice su elemento Activador para localizar la ubicación del usuario y poder discernir, mediante el Procesador, qué elementos multimedia deberá implantar sobre las imágenes.
- **Marcador o Pantalla.** Para poder ver la presentación de Realidad Aumentada, como es evidente será necesaria una pantalla. No obstante, existe un nivel inferior de Realidad Aumentada que precisa de un Marcador (nivel inferior al de la proyección de hologramas y al de superposición de imágenes en la pantalla de un teléfono móvil). En ese nivel, se suelen emplear Marcadores donde hay impreso un código QR que la Cámara visualizará y el Procesador interpretará para mostrar por pantalla lo que se ha querido representar.

NIVELES.

En cuanto a la los diferentes tipos de Realidad Aumentada, se pueden clasificar dependiendo del nivel de inmersión que proporcionen al usuario. De este modo, se puede clasificar en 4 niveles:

- **Nivel 0: Physical World Hyper Linking.** “Mundo físico hiper enlazado”, se utilizan Marcadores en el mundo físico trabajan de hiperenlaces a otros contenidos que el Procesador interpretará y mediante la conexión a Internet obtendrá la información requerida. De este modo, no existe un registro ni bases de datos en el Software del dispositivo, lo que aligera el trabajo del Procesador. Estos marcadores suelen ser códigos QR, códigos de barra, texto, VCards o incluso números de teléfono. Un ejemplo sería un código QR que al escanearlo enlazaría a una página web con información.
- **Nivel 1: Marker Based AR.** “Marcador basado en Realidad Aumentada”. Es muy parecido al nivel anterior, pero la información que carga del código en 2D leído se muestra en la Pantalla en 3D.



Ejemplo de Nivel 1 de Realidad Aumentada. Un código muestra un diseño 3D de un Tyrannosaurus Rex.

- **Nivel 2: Markerless AR.** “Realidad Aumentada sin Marcador”. Mediante aplicaciones aparte como el GPS y la brújula virtual, se determina la posición del usuario y en las imágenes grabadas por la cámara del dispositivo se superponen puntos de interés y de orientación que el Procesador interprete

necesario dependiendo de la configuración previa y las estadísticas de uso del usuario.

- **Nivel 3: Augmented Vision.** “Visión Aumentada”. Éste es el nivel más avanzado de Realidad Aumentada y el que más capacidad de inmersión proporciona al usuario. Aquí ya sólo se utilizan aquellos dispositivos que de Realidad Aumentada cuyas técnicas de visualización sean de Display en la cabeza y de Display espacial. La experiencia que producen está más contextualizada, inmersiva y personal que el resto ya que se suele utilizar más para usos de ocio o trabajo con una historia detrás (Videojuego o presentación de un plano a unos ejecutivos). Algunos ejemplos de este tipo serían las Google Glass y las HoloLens.

SOFTWARE.

Los dispositivos de Realidad Aumentada al emplear cámaras y ajustar a las imágenes recibidas una superposición con elementos virtuales, sumándole el uso paralelo del GPS, producen una gran demanda de la unidad CPU así como de memoria RAM por lo que el software utilizado debe ser el adecuado para soportar aplicaciones con estas características.

Para la creación, procesado y compilación de elementos de Realidad Aumentada existen diversos softwares desarrollados específicamente con este fin. El primero y más importante de ellos es el D.A.R.T. que en inglés significa “Dardo” pero que a su vez hace un juego de palabras (intraducible al castellano) dado que son las siglas de “Designer’s Augmented Reality Toolkit” (*Juego de Herramientas para Desarrolladores de Realidad Aumentada*, en nuestro idioma). Este sistema fue creado por el laboratorio Augmented Environments Lab. de el Instituto de Tecnología de Georgia para poder comportarse como lenguaje de programación de diseñadores de Realidad Aumentada ya que es muy útil y competente a la hora de de visualizar la mezcla entre los objetos reales y virtuales. A su vez, se trata de un software muy completo al incorporar un sinnúmero de herramientas para el diseño que permiten coordinar los elementos tridimensionales con imágenes, sonido o la combinación de éstos últimos. También ofrece de un seguimiento de objetos y extensiones para el desarrollo y la creación de juegos, simuladores y aplicaciones multimedia con sus respectivos emuladores para poder compilar y comprobar su correcto funcionamiento.

Otros softwares para la creación y desarrollo de contenido en Realidad Aumentada aunque no tan competentes e importantes como el D.A.R.T. son el ARToolKit (del que ya se ha comentado con anterioridad), el ATOMIC Authoring Tool y su “hijo” ATOMIC Web Authoring Tool que proporciona el poder subir las animaciones de Realidad Virtual a los sitios webs; y finalmente, Blender y Unity. No obstante, éstos dos últimos no han sido creados para el desarrollo de Realidad Aumentada, aunque en ellos se puede llegar a crear algo pero no de una manera tan cómoda y específica como con D.A.R.T. o ARToolKit. Blender es un programa enfocado al desarrollo de gráficos por ordenador; mientras que Unity lo es a la creación de videojuegos, por lo que no

convendría entrar en detalles en ellos si no están especializados en la Realidad Aumentada.

ARToolKit fue creado en 1999 y abierto al mundo en 2001 y se mantiene con un espacio de código abierto donde todo el mundo puede entrar a crear sus aplicaciones con Realidad Aumentada y ver otras creadas por la Comunidad y compartir las suyas propias además de pedir ayuda o consejo. La última versión data del 2004, momento desde el que diversas compañías se unieron a la Comunidad de ARToolKit para captar jóvenes prodigios y nuevas ideas o ayudar a resolver problemas con sus aplicaciones.

ATOMIC Authoring Tool es muy similar a ARToolKit pero su principal y más importante diferencia es que esta herramienta está diseñada para personas con pocos o nulos conocimientos en programación, por lo que es muy útil para crear rápidamente pequeñas aplicaciones de Realidad Aumentada así como buen instrumento para la enseñanza. Su “hijo” ATOMIC Web Authoring Tool permite la creación rápida y rápida implantación de aplicaciones con Realidad Aumentada a la web.

En cuanto a hardware que utilice la Realidad Aumentada, existen dos dispositivos importantes y comerciales que han tenido un fuerte impacto en la sociedad. Se trata de las Google Glass y las HoloLens. Este tipo de gafas son básicamente, unas competencias unas de otras, dado que la primera pertenece a Google (como su nombre bien indica), mientras que la segunda es propiedad de Microsoft.

Tanto Google Glass como HoloLens son unos dispositivos de Realidad Aumentada cuya técnica de visualización es la de Display en la cabeza. Se trata de dos gafas que proyectan elementos virtuales sobre el mundo físico que vemos a través de sus lentes. El primer prototipo de Google Glass fue creado en 2012 y están controladas por voz gracias a la frase “OK Glass” que el Procesador de las gafas entenderá como el botón Aceptar o 2 clicks izquierdos si fuera un ratón. La posición del puntero en el menú se localizará conforme al movimiento ocular. Con ellas se podría jugar al famoso *Pokémon Go* sin necesidad estar mirando constantemente el móvil. Sus principales inconvenientes son que tiene una alta demanda de batería, por lo que se agota enseguida, así como que tienen a re-calentarse así como la carencia de datos móviles: No posee conexión a Internet propia, sino que están conectadas a nuestro teléfono móvil.

Por su lado, HoloLens es muy parecida a Google Glass, es más sus inconvenientes son los mismos: Necesita mucha batería, padece de re-calentamiento y no posee conexión a Internet nativa. No obstante, HoloLens no funciona por comandos de voz, sino que utiliza un Marcador como los dispositivos de Realidad Aumentada de Nivel 0 y 1, pero una vez procesado el mensaje del Marcador, HoloLens no proporciona una simple figura tridimensional, sino todo un mundo virtual sumando al real que se ve a través de las lentes. Sería más o menos como un dispositivo que mezcla la lectura de Marcador de los niveles 0 y 1 de la Realidad Aumentada, con la creación de un nuevo mundo (virtual + real) de los dispositivos de Nivel 3.

4. CONCLUSIÓN

Aunque tanto la Realidad Virtual como la Realidad Aumentada se han puesto de moda últimamente y están teniendo una fama que nunca antes habían tenido, el público sigue viendo estos dispositivos como herramientas enfocadas al entretenimiento virtual y nada más lejos de la realidad. Sí que es cierto que se pueden utilizar en estos campos y se les puede exprimir un jugo muy importante así como que las grandes empresas han dirigido sus campañas de venta en este sentido, pero también pueden utilizarse en otros campos como la Sanidad o la Educación donde aportarían un punto de interés muy importante.

Por ejemplo, en Educación tanto con la Realidad Aumentada como con la Virtual se podría “salir” del aula y “viajar” sin salir físicamente de ella. En niños esto sería muy importante porque fomentaría su imaginación y sus ganas de aprender, cosa muy importante en los más pequeños. Porque es evidente, que sería todo más ameno y entretenido el aprender a través de un modelo virtual tridimensional las diferentes lecciones del temario, que leerlas en una monótona clase. Además, serían las alumnas y alumnos quienes irían descubriendo las diferentes secciones del temario al ir probando los diferentes dispositivos propuestos y con esa curiosidad innata en los niños, ayudarían a reforzar y asentar sus conocimientos mediante visualizaciones 3D que les ayudarían a entender de un golpe de vista lo que acaba de explicar el docente a cargo de la clase. Esto se podría aplicar a las diferentes clases para aprender, por ejemplo, sobre el cuerpo humano, ya que mostraría, incluso en movimiento, las diferentes partes de él, con etiquetas con los nombres de cada músculo y órgano y podría mostrar cinemáticas con diferentes procesos como la respiración, deglución o el funcionamiento del corazón, que de otro modo en una clase convencional, sin hablar de los Grados de Ciencias de la Salud de las Universidades, no habría sido posible explicar de una manera tan lúdica, visual, rápida y sobretodo, entretenida y amena para que se pueda aprender mejor e incluso ayude a esos alumnos con déficit de atención o que se encuentran desmotivados.

La Realidad Virtual y Aumentada también serían muy importantes en la parte empresarial a la hora de plantear un proyecto a una serie de inversores, aunque en este caso sería más conveniente que se ocupara la Aumentada con Displays en la cabeza o espaciales. Por ejemplo, a la hora de exponer un trabajo a quien tenga que subvencionarlo, como puede ser un arquitecto con el plano del edificio que acaba de diseñar, podría utilizar unas Google Glass u HoloLens para cada inversor para que observasen la zona donde está el plano, que sería el elemento donde interactuarían los dispositivos, creando la estructura del edificio en 3D y mostrando un resultado final más claro, rápido y conciso que una vista de planta de un plano. Pero no sólo eso, también podría mostrar la imagen en movimiento con los diferentes procesos de construcción del edificio o cómo funcionan sus partes (puertas de parking, sótanos, etc).



Ejemplo de la representación de un edificio con Realidad Aumentada con Display espacial en la película *Los Vengadores* (2012, Joss Whedon).

En otro campo muy importante en el que se podrían emplear tanto la Realidad Virtual como la Aumentada es en la Sanidad. Sería muy de ayuda para el diagnóstico de enfermedades, ya que podría mostrar una representación tridimensional del cuerpo del paciente donde tiene la herida o enfermedad que podría esclarecer en caso de duda. O incluso sería un método para mostrar el crecimiento de un feto en el vientre de su madre paralelo a las ecografías. Este proceso mencionado se conoce como Espejo virtual, y su nombre proviene de una metáfora con los pequeños espejos que utilizan los dentistas para auscultar a sus pacientes. También podría utilizarse a la hora de realizar cirugías menos invasivas que en ocasiones es necesario abrir gran parte del cuerpo humano para llegar a un punto concreto, y de este modo, apoyándose con ultrasonidos y resonancias magnéticas, se podría crear un modelo virtual del cuerpo del paciente en directo para que esto no sea necesario.

En el ámbito de la rehabilitación y contrarrestar las fobias humanas tanto la Realidad Virtual como la Aumentada serían de gran ayuda ya que se podría crear un aserie de ejercicios que el paciente tendría que copiar y podría realizarlos desde casa, así como terapia de choque para fobias como la aracnofobia, amaxofobia (miedo a conducir), claustrofobia o agorafobia (miedo a espacios abiertos y multitudes).

Como bien se ha explicado, tanto la Realidad Virtual como la Aumentada pueden aplicarse a diversos, y bastante amplios, campos y ámbitos aparte del entretenimiento audiovisual. No obstante, todo este tiene una problemática de implantación y es el alto coste actual de estas tecnologías que, para empezar descartaría su uso en medicina al necesitar de una impresionante precisión y resolución en pantalla que todavía sólo se ha alcanzado en los dispositivos más punteros como Oculus Rift. Una verdadera lástima, porque podría reducir los casos de diagnósticos erróneos o salvar más vidas. Pero claro, es lo que tiene vivir en un país donde no sólo no se invierte en Sanidad sino

que se recorta de ella para llenar unas arcas estatales que, mágicamente, siguen estando más vacías y limpias que una patena. Lo mismo ocurre con la Educación: se podría emplear para ayudar a todos esos alumnos con problemas para comprender las lecciones o que estén desmotivados, pero es mejor reunir al mayor número de alumnos por clase, masificándolas, como si de un juego de Tetris se tratara y claro, la Realidad Aumentada aplicada a la Educación no tiene hueco en ese Tetris. ¿Para qué sería necesario que se aprendiera la geografía global con una aplicación de Realidad Aumentada con animaciones, indicaciones y locuciones? Si lo único importante para saber dónde está es la oficina del INEM. Por no hablar del rechazo que producirían estas aplicaciones en ciertos sectores de la población. Eso, unido a su alto coste actual, sentencian su implantación en Sanidad y Educación en los momentos actuales.

Tan sólo podría contar con un apoyo seguro en los servicios privados, donde entraría el caso de mostrar proyectos a inversores o el mundo del ocio y del entretenimiento donde ya está pisando fuerte con Oculus Rift y PlayStation VR.

5. BIBLIOGRAFÍA

PÁGINAS WEB:

Aracil Pérez, C., Domenech Vicedo, A., Fuentes Alonso, D., Sánchez Sirvent, M. (2015). *Holografía: HoloLens*.

http://prezi.com/kkt0c9r0cec/?utm_campaign=share&utm_medium=copy

Autores anónimos. *Introducción a la holografía*.

<http://www.dadosnegros.com/centro-de-holografia-y-artes/introduccion-holografia/>

Autores anónimos. (2005). *Orígenes historical de la realidad virtual*.

<http://www.realidadvirtual.com/info/origenes-de-la-realidad-virtual.htm>

Campo, M. (2012). *Técnicas de visualización de la Realidad Aumentada*.

<https://prezi.com/lxycro1jawo3/tecnicas-de-visualizacion-de-la-realidad-aumentada/>

Wion. (2013). *Elementos de la Realidad Aumentada*.

<http://www.realidad-aumentada.eu/es/elementos-de-la-realidad-aumentada/>

Autores anónimos. *Historia de la Realidad Aumentada*.

<http://www.avancesdelcelular.weebly.com/historia.html>

Autores anónimos. *Niveles de la Realidad Aumentada*. Última fecha de consulta: 03/12/2016 14:31.

<https://sites.google.com/site/aumentadatema/niveles-de-la-realidad-aumentada>

Muñoz, J. Miguel. (2013). *Realidad aumentada, realidad disruptiva en las aulas*.

<http://scopeo.usal.es/realidad-aumentada-realidad-disruptiva-en-las-aulas/>

Autores anónimos. *Google Glass, toda la información. ¿Qué es Google Glass? ¿Para qué sirven?*

<http://gglassday.com/google-glass-toda-la-informacion-que-es-google-glass-para-que-sirven/>

González, J. Carlos. (2015). *He probado HoloLens y no quiero volver atrás: por fin la Realidad Aumentada es alucinante*.

<http://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/he-probado-hololens-y-no-quiero-volver-atras-por-fin-la-realidad-aumentada-es-alucinante>

Autores anónimos (2014). *Realidad aumentada en la Educación*.

<https://www.nubemia.com/realidad-aumentada-en-la-educacion/>

Bejerano, Pablo G. (2016). *El futuro de la Educación pasa por la Realidad Virtual*.

<http://blogthinkbig.com/el-futuro-de-la-educacion-pasa-por-la-realidad-virtual/>

Autores anónimos. *D.A.R.T. Programming Language*.
<https://www.dartlang.org/>

Autores anónimos. *D.A.R.T. & Commuter*.
<http://www.irishrail.ie/about-us/dart-commuter>

Autores anónimos. *D.A.R.T.: The Designer's Augmented Reality Toolkit*.
<http://ael.gatech.edu/dart/>

Autores anónimos. *About ARToolKit*.
<https://artoolkit.org/about-artoolkit>

Rodríguez, C. Alberto. (2013). *Realidad Aumentada en código Atomic*.
<http://es.slideshare.net/CarlosRodriguez47/realidad-aumentada-encodigoatomic-25048337>

Autores anónimos. *Una visión enriquecida para la Sanidad*.
<http://www.realidadaugmentada-fundaciontelefonica.com/una-vision-enriquecida-para-la-sanidad/>

THE VOID. (2015). *First look at THE VOID*. Última fecha de consulta: 3/12/2016 14:46.
<https://www.youtube.com/watch?v=cML814JD09g>

Franquis, A. (2012). *Realidad Aumentada en la Educación*. Última fecha de consulta: 3/12/2016 14:46.
<https://www.youtube.com/watch?v=unka-i5CDk4>

FOTOS:

<http://www.dadosnegros.com/img/pedagogias/holograma-transmision-es.png>
<https://network1iblog.files.wordpress.com/2012/09/iron-man-ar.jpg>

http://2.bp.blogspot.com/-KKtD9tULh6k/VbAsrFmJ8HI/AAAAAAAAABw/gS9HfFgk_8Y/s1600/realidad-aumentada-21.jpg

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Playstation VR Headset und Controller %2828430730093%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Playstation_VR_Headset_and_Controller_%2828430730093%29.jpg)

<https://lh3.googleusercontent.com/PUoxFz1ShIvkTWu8HFqdgCqlhBSIXOPT08dNWWgkPZD3SL7JVA9SbgKO8v04aqQShQ>

<http://vignette3.wikia.nocookie.net/marvelcinematicuniverse/images/4/49/TonyPepperAvengers.png/revision/latest?cb=20151026023034&path-prefix=es>

LIBROS:

Saxby, G. (2015). *Practical Holography*. Miami: Institute of Physics Publishing.
<https://www.crcpress.com/Practical-Holography-Third-Edition/Saxby/p/book/9780750309127>