

10. REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA

Autor: Dr. Claudio Delrieux

10.1 UNA INTRODUCCIÓN A SUS APLICACIONES

En este capítulo presentamos brevemente los conceptos y las tecnologías subyacentes a la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA). Ambas comparten un tronco común al combinar mundos virtuales con la percepción de la realidad (en diferentes proporciones cada una). Se mencionan las tecnologías utilizadas más populares, y algunas de las aplicaciones más comunes en diferentes contextos.

10.2 INTRODUCCIÓN

La Realidad Virtual y la Realidad Aumentada (RV y RA) han experimentado un extensivo desarrollo y popularización en las últimas dos décadas, y se han aplicado de forma exitosa en entornos industriales, académicos, productivos, y socio-culturales. Estas tecnologías representan la posibilidad de integrarse en forma flexible en diversos entornos, para mejorar la comprensión de la realidad, optimizando aprendizajes y reforzando la capacidad cognitiva de quienes las emplean.

La implementación de RV y RA como herramienta de trabajo aún constituye un reto dado que las plataformas *turnkey* son aún muy costosas y de difícil integración, y los *frameworks* genéricos requieren desarrollos de software específicos. Por otro lado, las tecnologías de apoyo a la RV y RA se están volviendo potentes y compactas, llevado de la mano de los smartphones, la evolución de los sensores, y el poder de cómputo de los dispositivos de propósito general. Esto permite predecir que la oferta de aplicaciones de RV y RA, y su evolución hacia aplicaciones simples y económicas, generarán grandes cambios en la manera de acceder y manipular la información en todos los contextos de uso.

Para demarcar un poco el contexto de RV y RA, en la siguiente figura representamos a ambas como un “continuo” de posibilidades, que va desde el entorno puramente real hasta el entorno puramente virtual. El área comprendida entre los dos extremos donde se combina lo real y lo virtual se puede denominar *Mixed Reality* o Realidad Mixta.



Figura 10.1 - El continuo entre RV y RA (fuente: elaboración propia).

10.3 DEFINICIONES

RV y RA son tecnologías emergentes que permiten generar experiencias en las que se añade contenido virtual (en diferentes proporciones y maneras) al mundo real, aumentando de esa manera la percepción que tenemos del mismo o sinterizándola con la percepción de información virtual. Mediante estas tecnologías se pueden incorporar contenidos contextualizados y específicos, incluyendo texto, imágenes, audio, vídeos, modelos 3D, etc. Esta información extra, superpuesta a la realidad, puede brindar apoyo y ayuda a mejorar el conocimiento, la performance y el foco de las personas que la utilizan y permitirles un mayor grado de percepción y comprensión lo que sucede a su alrededor.

El término Realidad Aumentada fue acuñado en 1990 por Tom Claudell, un investigador de la compañía aérea Boeing. Claudell y sus colegas desarrollaron sistemas HMD (Head-mounted Display) que permitían a los ingenieros ensamblar complejos cableados en las aeronaves mediante la proyección de imágenes sobre un “display” muy cercano a los ojos (ver Fig. 10.2(a)). Durante la década de los 90 se desarrollaron aplicaciones industriales y militares basadas en Realidad Aumentada, pero los requerimientos técnicos de aquella época mantuvieron esta tecnología fuera del alcance de la mayor parte de los usuarios.

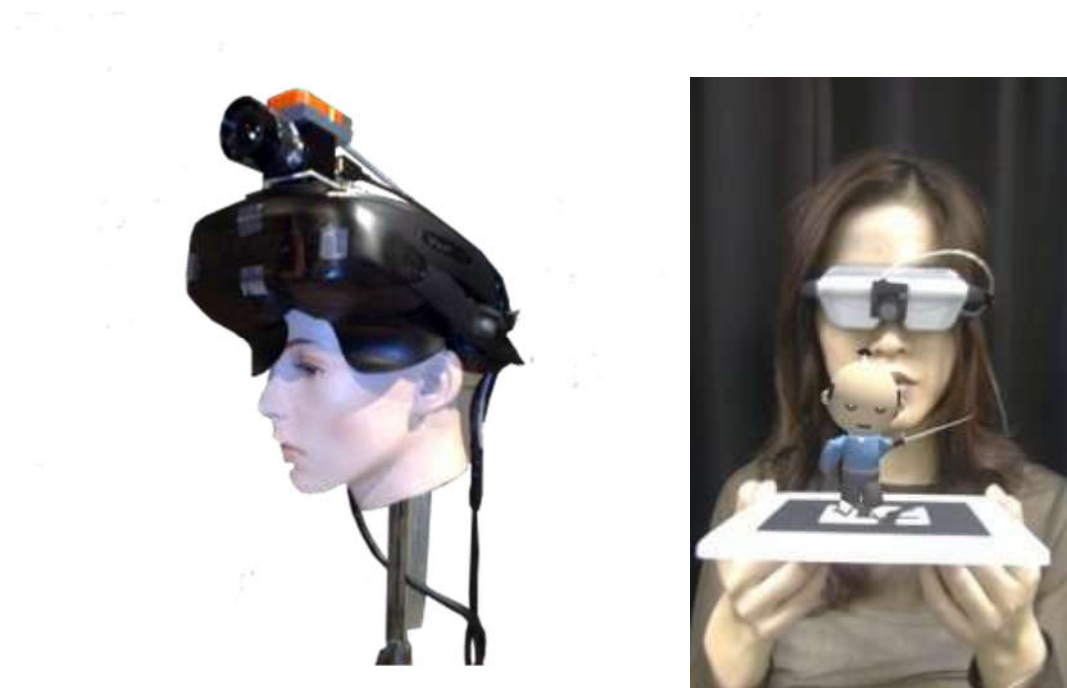


Figura 10.2 - (a) Head Mounted Display; (b) ARToolkit (fuente: Flickr).

En 1999 se produjo un gran avance en estas tecnologías de la mano del desarrollo del grupo de Hirokazu Kato, el cual creó ARToolkit (ver Fig. 10.2(b)), una potente biblioteca de herramientas para crear aplicaciones de RA. ARToolkit permitió

que la RA (y por consiguiente la RV) fuese accesible a un abanico mucho más amplio de investigadores y desarrolladores. En la actualidad, la RA está en expansión gracias al desarrollo de los smartphones, y está evolucionando permanentemente hacia aplicaciones fáciles de usar, más prácticas y útiles desde el punto de vista del usuario (ver Fig. 10.3).



Figura 10.3 - Navegador Wikitude (fuente: Flickr).

Como mencionamos, RV y RA son tecnologías muy relacionadas, pero a la vez diferentes en muchos aspectos. RV sumerge al usuario en un mundo virtual generado por la computadora, reemplazando totalmente su percepción del mundo real por un mundo totalmente artificial, incluyendo muchas veces actuadores (sensores hápticos) para accionar dicho mundo, mientras que en RA se combina el mundo real con el contenido digital virtual, con el objetivo de que el usuario mejore su percepción de la realidad, permitiendo un mayor conocimiento de la misma (ver Fig. 10.4).

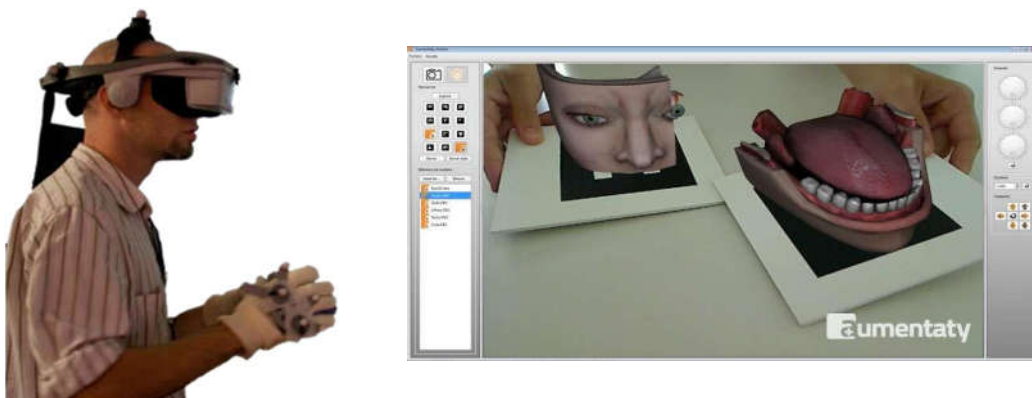


Figura 10.4 - Aplicaciones típicas (a) RV y (b) RA (fuente: Flickr).

En la RA, el usuario puede interactuar en un entorno real complementado con información virtual, percibiendo que lo real y lo virtual coexisten. Se mantiene el contacto con la realidad y por tanto existe la posibilidad de recibir información externa

sobre acciones a realizar, mientras que en la RV la interacción es siempre mediada por la computadora y dentro del mundo virtual. La RA parece ser una tecnología más adecuada para entornos industriales y laborales, ya que no distrae la atención del mundo real, permitiendo que los usuarios sean capaces de utilizar esta tecnología y, al mismo tiempo, seguir instrucciones operativas.

En particular, la RA no es una tecnología que necesite de muchos requerimientos técnicos para ponerla en práctica, básicamente una cámara, una computadora (tablet, smartphone) con pantalla (o lentes) y el software adecuado. Últimamente las consolas de videojuegos están incursionando en aplicaciones y usos de RA, y se vislumbra un amplio y rico panorama en aplicaciones de RA en el contexto de los *juegos serios* y la propedéutica asistida por computadora.

La RV, en cambio, requiere de un equipamiento y un contexto de uso muy específico, como cascos provistos de visores especiales, trajes y guantes equipados con sensores hápticos. Es por lo tanto más “invasiva” y compleja. Por otro lado, permite actuar y desempeñarse en contextos donde la RA es inadecuada (por ejemplo, simulaciones de túneles de viento, altos hornos, etc.). Por dichas razones, la RV tiene mayores aplicaciones en el área de la investigación básica y aplicada, y en la educación. Además de los elementos de hardware y software anteriores, son necesarios elementos *activadores* o disparadores (marcadores, imágenes, objetos, códigos QR o puntos geolocalizados, ver Fig. 10.5).

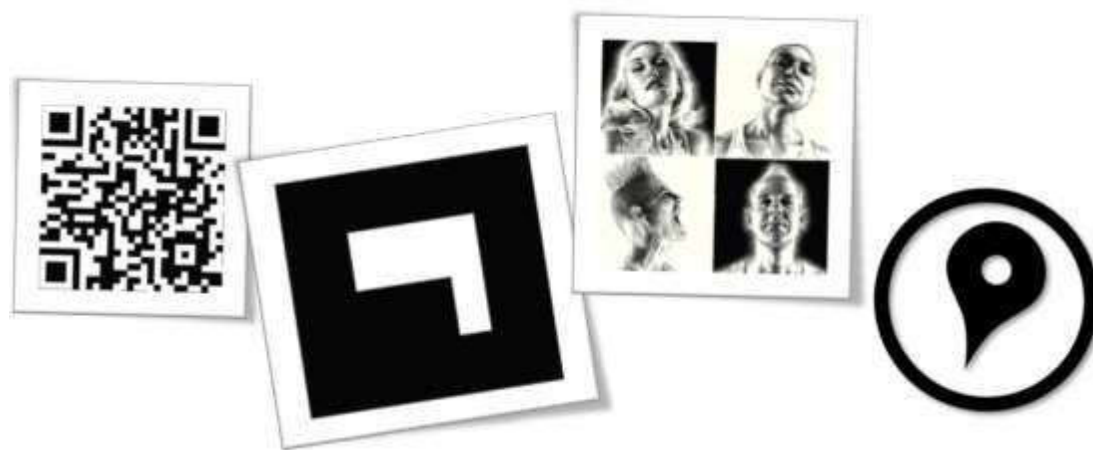


Figura 10.5 - Activadores de la RA o RV (fuente: Google images).

10.4 NIVELES DE REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA

Podemos clasificar “crudamente” la RV y RA en niveles de acuerdo a su forma de trabajo, parámetros, sistemas de seguimiento y técnicas empleadas. Así podemos distinguir cinco niveles. Los primeros tres son casi privativos de la RA, el último de la RV, y el cuarto participa de ambos tipos de tecnología.

- Nivel 0 – Hyperlinks en el mundo físico.
- Nivel 1 – RA basada en marcadores.
- Nivel 2 – RA sin marcadoras.
- Nivel 3 – RV y RA con visión aumentada.
- Nivel 4 – Mundos virtuales.

10.4.1 Hyperlinks en el mundo físico

Este tipo de RA considerado como simple o inicial, posibilita enlazar el mundo físico con el mundo virtual a través del hyperlinks típicamente codificados en códigos QR puestos *in situ*. Para leer un código QR debemos instalar (típicamente en tablets o celulares) un lector adecuado. Actualmente todos los smartphones incluyen estos lectores por defecto en las instalaciones de sus sistemas operativos (Android o IOS, ver Fig. 10.6).



Figura 10.6 - Lectura de un código QR (fuente: Google Images).

Los códigos QR no son marcadores de RA (éstos únicamente pueden ser identificados por la aplicación para la que han sido creados, y la información que se muestra en un marcador de RA viene determinada por la aplicación a la que está asociado, ver más abajo). Sin embargo, en un código QR, al estar la información codificada en el propio símbolo, puede ser leída por cualquier lector de códigos QR. Actualmente es posible utilizar generadores libres y gratuitos de códigos QR que permiten crear hyperlinks en un instante. Son muchas las experiencias y posibilidades del empleo de los códigos QR en diversos entornos industriales, corporativos, laborales, educativos, etc.

10.4.2 Realidad Aumentada basada en marcadores

La RA basada en marcadores es considerada la forma más popular y sencilla. Se emplean como marcadores unos símbolos impresos sobre los que se superpone algún tipo de información digital (objetos 3D, vídeo, imágenes, etc.) cuando son reconocidos por el software de RA que estamos ejecutando. Los marcadores están formados generalmente por un cuadrado de color negro con un diseño determinado en su interior que permite que se diferencien unos de otros. Para experimentar este tipo de RA el procedimiento general suele ser el siguiente:

- Imprimir el marcador.
- Iniciar la aplicación.
- Situar el marcador delante de la cámara.
- El software reconoce el marcador y superpone generalmente un modelo 3D.

Un buen ejemplo de aplicación de RA basada en marcadores fue Ezflar una herramienta que permitió crear escenas de RA que consiguió ser muy popular al ofrecer el primer generador online. Otra aplicación a destacar es el plugin AR-media para Google Sketchup y Autodesk 3Ds Max (ver Fig. 10.7), desarrollado por la empresa Inglobe Technologies. Este plugin permite a los usuarios visualizar y analizar sus creaciones en 3D directamente en su entorno físico, además de todos los modelos de la Galería 3D de Google.

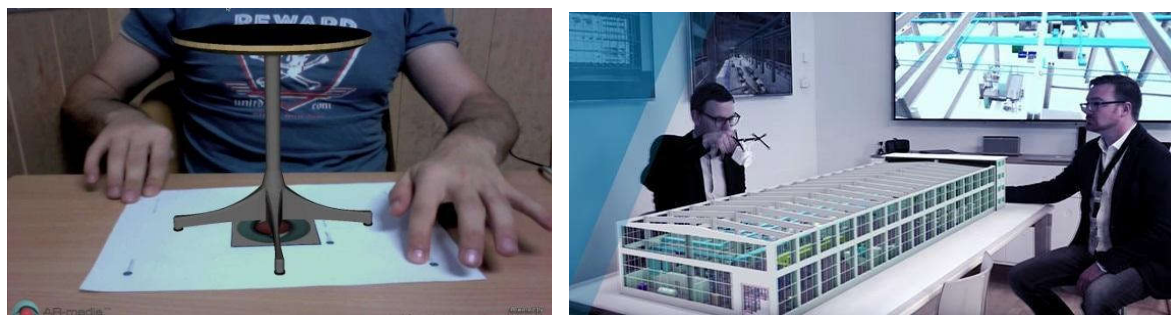


Figura 10.7 - (a) Google Sketchup; (b) Autodesk 3Ds Max (Fuente: Google Images).

10.4.3 Realidad Aumentada sin marcadores

Como su nombre indica, este tipo de RA se basa en el reconocimiento de imágenes por sus características o atributos (features), su geolocalización y otras técnicas, que permiten reconocer el punto de despliegue de la información virtual sin requerir de uso de marcadores. Esto ofrece más posibilidades que la RA basada en marcadores, y si bien es más compleja (requiere capacidades mayores de procesamiento de imágenes), se considera que es el futuro de la RA dada la infinidad

de aplicaciones que pueden ser desarrolladas usando esta tecnología.

En la RA basada en el reconocimiento de imágenes y contextos, cuando una imagen u objeto es reconocido, se desencadena la acción, superponiéndose, en ese momento, el contenido digital: una imagen, un vídeo o un modelo 3D. Para reconocer un objeto se requiere una imagen de referencia del mismo, efectuar un proceso de entrenamiento de reconocedores de objetos a partir de los atributos de las imágenes, y finalmente un identificador. Todos estos procesos son intensivos en procesamiento de imágenes y en aprendizaje de máquina. El aprendizaje profundo está actualmente facilitando mucho estas tareas para objetos genéricos.

En los últimos años se han venido desarrollando aplicaciones para dispositivos móviles llamadas “navegadores de RA”. Estas aplicaciones utilizan el hardware de los smartphones (GPS, brújula, acelerómetro, ADSL) para mostrar una capa de información sobre puntos de interés de nuestro entorno. Mediante el GPS se identifica la posición del usuario, la brújula permite conocer la orientación del dispositivo y con el acelerómetro se detectan cambios de elevación.

Con esta combinación de datos, y empleando la conexión a Internet del smartphone, se construye la visión aumentada del lugar. Desde que apareció el primer navegador de RA en el año 2008, se han desarrollado multitud de aplicaciones basadas en la geolocalización. Estas aplicaciones permiten al usuario visualizar los puntos de interés (POIs) de entre un grupo conspicuo de lugares (ver Fig.10.8) y acceder a información relacionada con los mismos.

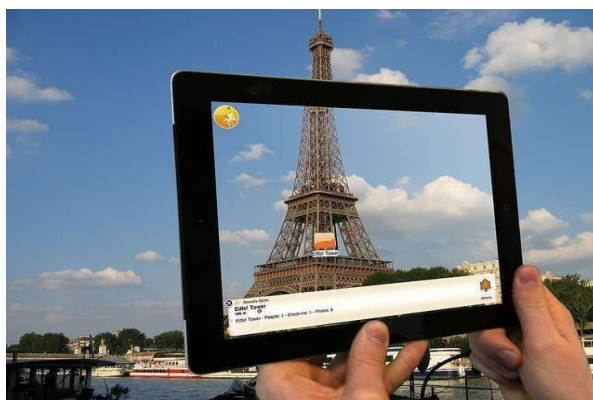


Figura 10.8 - Ipad2 con aplicación de RA (fuente: Flickr).

10.4.4 Realidad Virtual y Realidad Aumentada por visión aumentada

Se puede considerar este último tipo como la superposición entre RV y RA. También se la considera “espacios inmersivos” o de realidad inmersa. Google entre otras cosas desarrollo lentes inteligentes (smart glasses) que permiten al usuario ver directamente su entorno “aumentado” a partir de la información digital adicional que le proporcionará el dispositivo (ver Fig. 10.9(a)). Por otra parte, ingenieros de la

Universidad de Washington llevan tiempo trabajando en lentes de contacto que proyectarían la Realidad Aumentada directamente a nuestros ojos (ver Fig. 10.9(b)).



Figura 10.9 - (a) Project Glass de Google y (b) lentes biónicas (fuente: University of Washington).

10.4.5 Mundos virtuales

Los mundos virtuales simulan un contexto o entorno artificial (inspirado o no en la realidad) con el cual los usuarios pueden interactuar a través de lentes o cascos especiales y sensores de movimiento o hápticos. Llevado a un extremo, la inmersión de los usuarios puede hacerse a través de avatares. En las organizaciones los mundos virtuales funcionan como plataformas de abastecimiento colectivo. Los personajes, objetos y demás elementos en el mundo virtual se representan con gráficos en 2D o 3D según sea el objetivo final. Hay muchos ejemplos representativos, especialmente para juegos serios en ambientes inmersivos (simuladores de vuelo), para aplicaciones de enseñanza (MOODLE), cirugía virtual y telepresencia en medicina.

A su vez, la industria del entretenimiento ha visto un gran mercado, permitiendo que los usuarios interactúen entre ellos a través de avatares, el uso de moneda y bienes virtuales, NTFs y demás activos intangibles. Muchos de estos mundos virtuales son conocidos como videojuegos masivos en línea. Recientemente el CEO de Facebook anunció que el futuro de la red social se encamina a convertirse en Metaverso (una forma literaria de bautizar a los mundos virtuales).

Los mundos virtuales son plataformas de gran valor y utilidad para las comunidades de práctica. El sector de la educación y el de cursos de entrenamiento profesional son algunas de áreas de aplicación más rentables de mundos virtuales (como por ejemplo Second Life), y su adopción por parte de las más prestigiosas

universidades del mundo se aceleró a partir del aislamiento impuesto por la pandemia. Asimismo, el entrenamiento profesional y práctico para médicos, enfermeras, estudiantes de medicina, de enfermería, gestores de hospitales (y también pacientes) es un área de crecimiento vertiginoso de la mano de los mundos virtuales y los juegos serios inmersivos (por ejemplo, River City).

10.5 ALGUNAS APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA

Las tecnologías subyacentes a la Realidad Virtual y la Aumentada están en pleno desarrollo y abaratamiento, al tiempo que las capacidades de las computadoras hogareñas y de la infraestructura de telecomunicaciones crece exponencialmente. Estos y otros factores permiten vislumbrar un gran cambio en nuestra forma de acceder a la información y la posibilidad de proporcionar ricas experiencias laborales y de aprendizaje de la mano de la RV y la RA. A continuación, mencionamos algunas de estas aplicaciones.

10.5.1 Aprendizaje basado en el descubrimiento

La Realidad Aumentada combinada con dispositivos móviles constituye una potente herramienta que puede facilitar y apoyar el aprendizaje basado en el descubrimiento. El gran auge de los dispositivos móviles en estos últimos años ha permitido las condiciones perfectas para el desarrollo de la Realidad Aumentada y que día a día veamos cómo aparecen aplicaciones que muestran un potencial importante en el terreno educativo y laboral, tanto para proporcionar experiencias de aprendizaje contextualizadas, como de exploración y descubrimiento de información de forma casual o por iniciativa propia.

Actualmente ya son muchos aquellos lugares de históricos y museos, que proporcionan información utilizando la tecnología de la Realidad Aumentada a sus visitantes, donde mediante el uso de una aplicación instalada en el smartphone se facilita información adicional en forma de texto, audio, vídeo, mapas, etc., reforzándose la experiencia de aprendizaje gracias a la capacidad de la Realidad Aumentada de aumentar literalmente la realidad, motivando al usuario hacia el aprendizaje basado en el descubrimiento. Las excursiones didácticas se pueden convertir en búsquedas virtuales de información donde el alumno reciba instrucciones y cuestionarios asociados a los diferentes puntos de interés a visitar a través de sus teléfonos móviles.

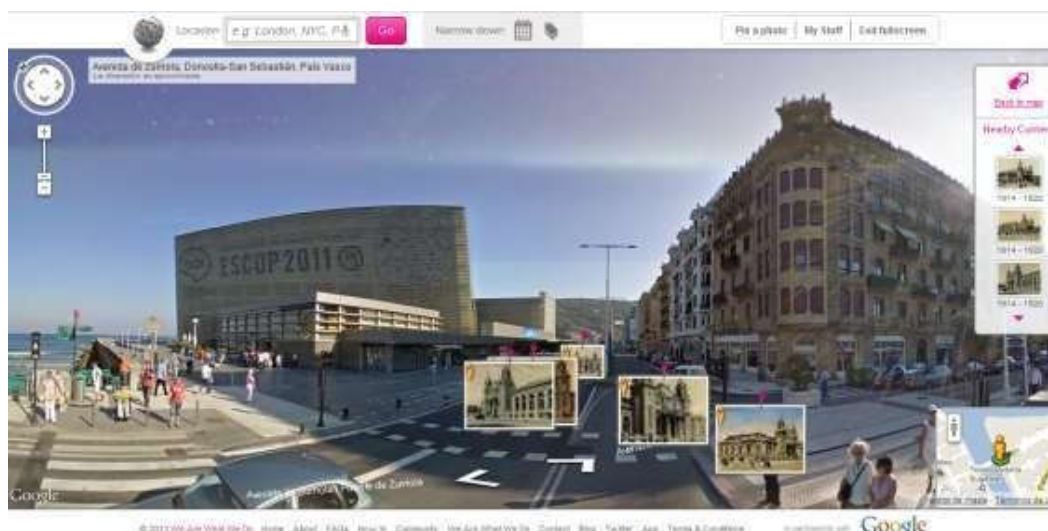


Figura 10.10 - Captura de pantalla de Historypin (fuente: Google).

10.5.2 Formación y desarrollo de habilidades profesionales

La formación profesional es una de las grandes áreas de aplicación de la RV y la RA, pudiéndose recrear situaciones reales de trabajo y mejorar la comprensión en las actividades de formación práctica, superponiendo información relevante que permita un mejor seguimiento de los procesos. En este contexto, la RV y la RA pueden ofrecer posibilidades de interactuar con maquinaria industrial real sobre la que se muestre una capa de datos que proporcione información adicional sobre su empleo, y de esta forma, mejorar la formación de los técnicos de montaje y mantenimiento y prevenir posibles errores en la manipulación de la misma.

La investigación en el campo de la Realidad Aumentada está permitiendo el desarrollo de aplicaciones que facilitan las tareas de mantenimiento complejas. Un ejemplo es una aplicación de BMW que guía al mecánico en el proceso de reparación del motor de un coche. Usando unas gafas de datos conectadas de forma inalámbrica a un potente ordenador, el mecánico recibe información adicional sobre el motor que está reparando. Además del entorno real, el mecánico puede ver animaciones que le muestran el procedimiento para montar/desmontar piezas y qué herramientas debe utilizar, además de recibir instrucciones a través de unos auriculares integrados en las gafas que le van guiando en el proceso paso a paso.



Figura 10.11 - Realidad Aumentada en el service de BMW (fuente: BMW press).

La Realidad Virtual puede ir más allá, permitiendo la interacción con maquinaria o equipo virtuales sin correr riesgos de daños o perjuicios. La RV y RA pueden convertirse en el puente entre los conceptos teóricos y la realización formación práctica. Un smartphone o tablet puede capturar la imagen del dispositivo o herramienta a emplear y tras ser reconocida por el software mostrar en pantalla al empleado la información adicional que indiquen sus especificaciones técnicas, modo de utilización y pasos a seguir para realización de la actividad formativa de taller o laboratorio.

Asimismo, estas tecnologías facilitan la adquisición de aprendizajes prácticos en los procesos formación virtual o e-learning. El desarrollo de plataformas de teleformación de Realidad Aumentada permitirían la posibilidad de reproducir contextos laborales a medida, con el objetivo de proporcionar una formación más práctica y solucionar las carencias que en este sentido tiene la formación online, accediéndose a unos contenidos que únicamente puede ofrecer la formación presencial.

10.5.3 Juegos Serios con Realidad Aumentada

Los juegos serios por medio de Realidad Aumentada tienen la capacidad de poder trasladar de una forma lúdica los conocimientos al mundo real. A través de la interactividad e integración de los juegos con el medio real, este tipo de actividades permiten crear conocimientos significativos y fácilmente aprendibles. Es posible aprender jugando y a través de los juegos serios y con la tecnología de RV y RA,

conseguir un mejor acercamiento a alumnos o empleados, aumentar la motivación y la productividad, una lograr una mayor interacción e inmersión y aprendizajes más significativos.

Instituciones de prestigio como el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y la Universidad de Harvard han trabajado en el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada en forma de juegos de simulación, en éstas se combinan experiencias inmersivas en el mundo real, donde la realidad es el escenario del juego, con información adicional que es suministrada a los usuarios a través de sus teléfonos inteligentes. Uno de los primeros juegos desarrollados en el MIT fue “Environmental Detectives”, un juego en el que se retaba a los estudiantes a convertirse en técnicos ambientales con el objetivo de descubrir el origen de los problemas que se estaban produciendo en el medio ambiente de su comunidad y diseñar soluciones adecuadas. Un juego con el que se pretendía iniciar a los alumnos en la investigación científica, en el que se combinaba un espacio de juego real con instrumentos y productos químicos virtuales gracias a la tecnología de la Realidad Aumentada.

10.5.4 Textos con Realidad Aumentada

Otro ámbito de aplicación es el desarrollo de textos (libros, manuales, etc.) con Realidad Aumentada, donde la incorporación de esta tecnología introduce una nueva dimensión que enriquece sus contenidos con materiales interactivos complementarios que permiten un aprendizaje más efectivo y una mayor motivación del alumno. Desde la introducción del MagicBook de Mark Billinghurst en el 2001, muchos investigadores y empresas han desarrollado textos con esta tecnología. Libros interactivos con modelos 3D, video, sonido y demás multimedios, que posibilitan al lector interactuar, a veces de forma muy sencilla, acercando o moviendo el libro o un marcador con respecto a la cámara y otras veces de una forma más inmersiva, permitiéndole un cierto grado de control de la escena que está visualizando. A pesar de las posibilidades que ofrece la Realidad Aumentada a las publicaciones en papel, todavía no está muy introducida en el área del libro de texto, si bien ya hay editoriales que están dando sus primeros pasos para proporcionar materiales basados en esta tecnología.

10.5.5 Modelado de objetos 3D

Mediante herramientas de modelado de objetos y aplicaciones de RA, se pueden crear y visualizar modelos 3D y manipularlos: acercarlos, alejarlos, girarlos, colocarlos en lugares determinados o explorar sus propiedades físicas. Existen aplicaciones de modelado y animación 3D que permiten al usuario la creación de

modelos propios. Algunos de los programas de modelado 3D más empleados son los siguientes:

10.5.5.1 Google Sketchup es una herramienta de modelado 3D muy intuitiva diseñada para que cualquier persona pueda crear y compartir sus modelos. Está disponible en dos versiones, una versión básica que se distribuye gratuitamente y otra profesional de pago.

10.5.5.2 Blender es una aplicación open source y gratuita para la creación de modelos 3D. Es de sencilla instalación y no es muy exigente con los requisitos del sistema. A diferencia con Google Sketchup su interfaz es menos intuitiva.

10.5.5.3 Autodesk 3ds Max es quizás el programa de modelado y animación 3D más empleado. En Autodesk Education Community30 es posible la descarga del software para uso personal y propósitos educativos.

Cuando el objetivo no es la creación de los modelos 3D, un dato a tener en cuenta es la existencia de colecciones con multitud modelos 3D con potencial educativo, donde los usuarios comparten sus creaciones. Uno de estos espacios es la Galería 3D de Google. La visualización de los modelos 3D en Realidad Aumentada es posible mediante aplicaciones gratuitas para uso no comercial, y es desarrollada para usuarios sin conocimientos de programación. Algunas aplicaciones son las siguientes:

10.5.5.4 BuildAR Free version es la primera versión del software BuildAR lanzado por HITLab NZ en 2008, que proporciona la funcionalidad básica que se requiere para crear escenas de realidad aumentada de una forma sencilla. Con este software permite asociar fácilmente modelos 3D a marcadores propios y controlar su rotación, traslación y escala.

10.5.5.5 AR-media de Inglobe Technologies permite al usuario visualizar sus modelos 3D creados con Google Sketchup o Autodesk 3ds Max, directamente en su entorno real mediante un marcador que debe colocar en el campo de visión de la cámara de su ordenador.

10.5.5.6 Atomic Authoring Tool es una aplicación que permite la creación de aplicaciones de Realidad Aumentada. Atomic se creó con el objetivo de proporcionar una herramienta open source que pudiera ser modificada con facilidad y que proporcionase el acceso a la tecnología de la Realidad Aumentada de forma sencilla y sin necesidad de programación.

10.5.5.7 Aumentaty Author, es una iniciativa impulsada por Bienetec y LabHuman (Universidad Politécnica de Valencia), ideada con el objetivo de proporcionar un conjunto de soluciones software de Realidad Aumentada en diversos ámbitos, pensando en especial en el sector de la educación. Actualmente ya están disponibles Aumentaty Author, un práctico programa para la creación de escenas de Realidad Aumentada y Aumentaty Viewer, un visor que permite visualizar y compartir contenidos independientemente de la herramienta de autor.