



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

REALIDAD AUMENTADA EN DIBUJO TÉCNICO

Alumno/a: **Hernández Tubío, Ángel Luis**

Tutor/a: Prof. D. Cristina Martín Doñate.
Dpto: Expresión Gráfica en Ingeniería.

Junio, 2015

0. ÍNDICE

1. RESUMEN.	2
1. ABSTRACT.....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA.	4
3.1 Realidad Aumentada.....	4
3.1.1 Entornos sintéticos: Realidad Virtual y Realidad Aumentada.....	4
3.1.2. Historia de la realidad virtual y la realidad aumentada.....	6
3.1.3. Clasificación de la realidad aumentada y sus elementos.....	11
3.2. La realidad aumentada en educación.....	15
3.2.1. Proyectos de realidad aumentada en el aula.....	17
3.3. Realidad aumentada en Dibujo técnico.	20
3.3.1. Proyectos de realidad aumentada para Dibujo técnico.....	20
4. PROYECCIÓN DIDÁCTICA.....	23
4.1. Contextualización de la proyección didáctica.	23
4.2. Legislación.	25
4.3. Adscripción a una etapa, ciclo y nivel educativo.....	26
4.4. Elementos curriculares de etapa y de área.....	26
4.4.1. Objetivos de etapa.	26
4.4.2. Objetivos de área.	28
4.4.4. Contenido.....	29
4.5. Temporización anual.....	32
4.6. Desarrollo unidad didáctica.	35
4.6.1. Objetivos.	35
4.6.2. Competencias.....	36
4.5.3. Contenidos.	36
4.6.4. Metodología.....	37
4.6.5. Sesiones y actividades.....	39
4.6.6. Atención a la diversidad.....	47
4.6.7. Evaluación.	47
5. BIBLIOGRAFÍA.....	50
6. WEBGRAFÍA.....	52

1. RESUMEN.

La realidad aumentada es una tecnología que mezcla el mundo real con el mundo virtual. En ella se superponen diferentes capas de información a nuestro mundo físico ofreciendo una nueva experiencia de la realidad. Esta experiencia ofrece multitud de posibilidades de aplicación, ya que no solo podemos acceder a la información sino que podemos interactuar con ella. Esto hace de la realidad aumentada una herramienta muy interesante en el ámbito educativo.

Hoy día contamos con los dispositivos necesarios (tablets, smart phones, etc.) para su uso. Por eso a lo largo de este proyecto vamos a ver cómo funciona, qué posibilidades nos ofrece y cómo podemos incluirla en la práctica docente, en concreto dentro de la asignatura de Dibujo Técnico.

Palabras clave:

Dibujo técnico / Sistema Diédrico / Realidad aumentada / Realidad mixta / Docencia.

1. ABSTRACT.

Augmented reality is a technology that combines the real world with the virtual world. Augmented reality overlaps different layers of information to our physical world. This offers a new experience of reality. This experience offers a lot of possibilities, because we can get access to the information and we can interact with it. So it makes to augmented reality an interesting education tool.

Today, we have the necessary devices (tablets, smart phones, etc.) to use it. In this project we will see how it work, what chance offers and how we can include it in the school, particularly in Technical Drawing.

Key words:

Technical Drawing / Dihedral System / Augmented Reality / Mixed Reality / Teaching.

2. INTRODUCCIÓN.

A lo largo de este trabajo se plantea el uso de la realidad aumentada como herramienta docente. Gracias a los avances tecnológicos surgidos en los últimos años, en especial a la aparición de tablets y smart phones, el uso de la realidad aumentada dentro del aula es hoy día una realidad al alcance de todos.

La realidad virtual es una tecnología que mezcla el mundo real con el mundo virtual, generando una realidad mixta mediante capas de información. Esta información virtual completa la información del mundo real y nos ofrece una experiencia única como usuarios en infinitud de contextos y sus posibilidades parecen estar limitadas únicamente por nuestra imaginación.

Las características de esta tecnología, que hace unos años parecía de un futuro muy lejano, hacen de la realidad aumentada una herramienta muy potente para uso en educación. El informe Horizon 2012 pronostica que la realidad aumentada tendrá un uso generalizado dentro de la educación en aproximadamente cinco años.

Existen ya una infinitud de proyectos orientados al uso de la realidad aumentada en docencia, y todos ellos con increíbles resultados en el alumnado. Esto es debido a que es una metodología dinámica y atractiva para el alumno y ofrece la posibilidad de un aprendizaje significativo, ya que no solo accedemos a la información, sino que podemos interactuar y experimentar con ella en tiempo real. Además favorece el aprendizaje cooperativo, ya que ofrece una experiencia multiusuario.

La propuesta que planteamos a continuación está aplicada a la asignatura de Dibujo técnico, concretamente al sistema diédrico. Creo que la realidad aumentada es un complemento perfecto para esta asignatura, ya que permite al alumnado explorar de verdad el mundo tridimensional, entrenado de una forma mucho más efectiva su visión espacial.

A continuación vamos a ver qué es la realidad aumentada, cómo funciona y cuántos tipos hay. Además veremos algunos ejemplos de experiencias en su uso docente en diferentes asignaturas, para acabar con una propuesta didáctica para la asignatura de Dibujo técnico.

3. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA.

3.1 Realidad Aumentada.

3.1.1 Entornos sintéticos: Realidad Virtual y Realidad Aumentada.

Vivimos en un mundo físico cuyas propiedades hemos llegado a conocer a través de la experiencia. Sentimos una complicidad con este mundo físico que nos da la capacidad de predecir sus propiedades. Por ejemplo, podemos predecir dónde caerán los objetos, cómo se ven las formas conocidas desde otros ángulos y cuánta fuerza se requiere para que los objetos venzan la fricción. (...) Una pantalla conectada a un computador nos da la oportunidad de familiarizarnos con conceptos no realizables en el mundo físico. Es un espejo en el país de las maravillas matemático (...) (Sutherland, 1965).

Con estas palabras comenzaba Ivan Edward Sutherland, considerado el padre de los gráficos de las computadoras, su artículo "The ultimate display" en 1965. Un artículo histórico, ya que en él se describe por primera vez conceptos y formas de interactuar con las computadoras que sentarían las bases de la realidad virtual.

Gracias a la revolución tecnológica que hemos sufrido en los últimos 30 años (Ordenadores personales, Internet, Smartphone, Tablets, etc.) todo el mundo, en mayor o menor medida, está familiarizado con los conceptos de entornos sintéticos o de realidad virtual, ya que han pasado a formar parte de nuestro día a día: sistemas de entretenimiento, programas de diseño, visitas virtuales, juegos...



Ilustración 1 - Entorno virtual.

Por lo tanto, en primer lugar vamos a definir un sistema de realidad virtual como un entorno programado, donde se genera un mundo sintético capaz de interactuar con el usuario. (Durlach & Mavor, 1995:1-2)

Durante el desarrollo de la tecnología asociada a la realidad virtual, en la década de los 90, aparece un sistema menos conocido que será llamado realidad aumentada. Un modelo innovador que consiste básicamente en integrar elementos del mundo virtual en el mundo físico real generando una realidad mixta.

En la realidad virtual, así como en la realidad aumentada, se trata de incluir gráficos bidimensionales y tridimensionales en el campo de visión del usuario, pero la principal diferencia es que la realidad aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual. De esta forma, la realidad aumentada mantiene nuestro mundo físico, complementándolo y superponiendo información virtual. Podemos decir que el usuario no desconecta del mundo real mientras interactúa con la información virtual, generando la ilusión de que tanto los objetos reales como los digitales comparten un mismo espacio. (Bonnin & Cabezas, 2013)



Ilustración 2 - Entorno Realidad Aumentada

Según Ronald T. Azuma (1997), la realidad aumentada es una variación de los entornos virtuales que sumerge al usuario en una realidad mixta que combina objetos del mundo real y del mundo virtual. Esta realidad tiene que ser interactiva en tiempo real y tridimensional. Azuma hace especial hincapié en la interactividad del sistema, ya que el usuario debe poder manipular la información y provocar acciones en el entorno en tiempo real para que la experiencia pueda ser considerada realidad aumentada.

Otros autores como David Drascic y Paul Milgram (1996), clasificaron las realidades mixtas en un continuo realidad-virtual según el grado de realidad o virtualidad que combine el sistema.



Ilustración 3 - Continuo Realidad - Virtual (Drascic & Milgram, 1996)

Como veremos a lo largo de este trabajo, esta tecnología actualmente se encuentra en pleno auge y además, nos ofrece un amplio abanico de posibilidades de aplicación en diferentes campos, incluido el de la educación.

3.1.2. Historia de la realidad virtual y la realidad aumentada.

A continuación, para poder entender en el punto de desarrollo que se encuentra la realidad aumentada, vamos a hacer un breve recorrido histórico desde los inicios de la realidad virtual hasta la actualidad.

(Torres, 2012; Mendoza, 2013; Prendez, 2014)

El primer proyecto de aproximación a la realidad virtual es el sistema de proyecciones CINERAMA creado por el ingeniero Fred Waller en 1954. En este sistema varias cámaras proyectaban las imágenes sobre una pantalla curva logrando un efecto bastante real de profundidad. Es el precursor del sistema IMAX.

En 1956, Morton Heilig desarrolla un proyecto conocido como SENSORAMA. Basado en el sistema anterior, esta cabina incluye una experiencia sensorial más completa pues utiliza la vista, el tacto, el oído y el olfato para sumergir al usuario en la escena.

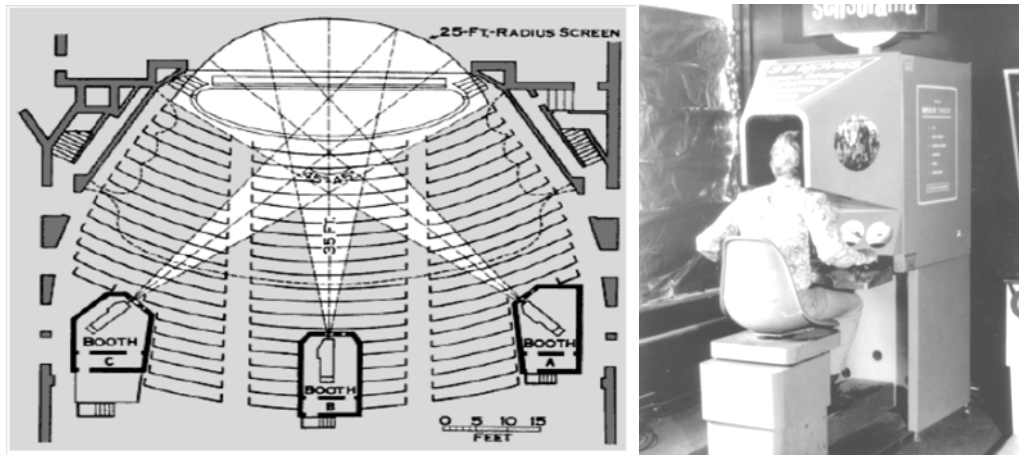


Ilustración 4 - CINERAMA 1954 / SENSORAMA 1956

Tras el artículo "The ultimate display", el propio Sutherland construye en 1968 el primer casco visor de realidad virtual HMD para visualizar imágenes generadas por ordenador. Este dispositivo fue la primera ventana al mundo virtual.

En 1972, Genaral Electric desarrolla el primer simulador de vuelo computarizado para la Armada Norteamericana. En 1978, Andrew Lippman desarrolla el Aspen Movie Map, capaz de recrear el recorrido de un vehículo como si lo estuviésemos conduciendo. Este simulador, programado con millones de fotos frontales y laterales, permitía cambiar la perspectiva para ver con más detalle el recorrido. Algo muy parecido a lo que podemos realizar actualmente mediante las imágenes 360º de Google Earth.

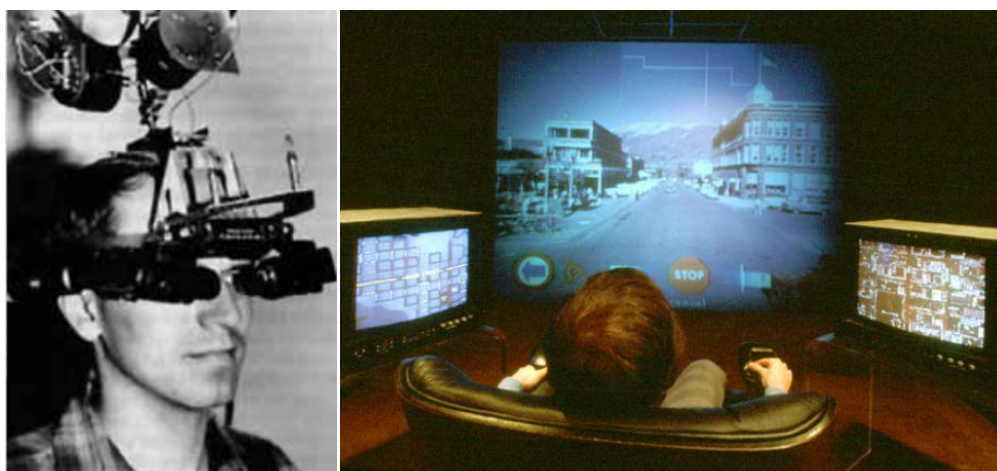


Ilustración 5 - HMD 1968 / Aspen Movie Map 1978

Durante los años 80 y 90, se incrementa notablemente los sistemas de realidad virtual. Comienzan a aparecer los interfaces hápticos y los guantes sensores de movimiento. Por primera vez, esta tecnología sale de las universidades y proyectos militares para llegar a las casas y salones recreativos.

En 1989 Lanier acuñó el término realidad virtual, y en 1990 Caudell habla por primera vez del término realidad aumentada para referirse a un sistema de montaje de paneles desarrollado para Boeing. Este sistema, mediante un casco HMD, guiaba al operador durante el montaje de los cables.

En 1992 se diseña Chicago, en la universidad de Illinois, el primer sistema de realidad virtual insertado en una habitación. El sistema CAVE (Cave Automatic Virtual Enviroment) consistía básicamente en una habitación en la que se proyectaban gráficos en paredes y suelo.



Ilustración 6 - Sistema CAVE

En 1994, Stecen Feiner, Blair MacIntyre y Doree Seligman presentan el primer sistema importante de realidad aumentada, KARMA. Este sistema prestaba ayuda para el mantenimiento de una impresora láser.

En 1998, nace Cybersphere de VR-System. Un sistema de realidad virtual parecido a CAVE, pero que se desarrolla dentro de una esfera translúcida. El usuario puede navegar por el mundo virtual de forma natural, simplemente paseando.

Hirokazo Kato, en 1999, desarrolla ARToolKit y se elabora la primera librería de realidad aumentada. Fue un gran referente a seguir, de hecho hoy día sigue usándose.

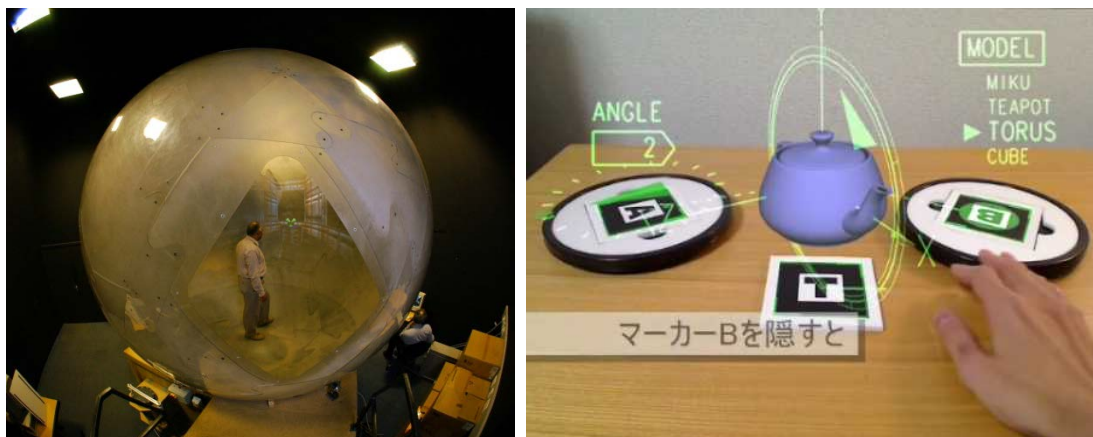


Ilustración 7 - Cybersphere / ARToolkit

A partir del año 2000, se sigue avanzando en materia de realidad virtual, aunque los proyectos más destacables comienzan a aparecer en internet y para videoconsolas: Second Life, Google Streetview, Nintendo Wii, Xbox 360 Kinect, etc.

En el año 2000, es protagonista otro videojuego. Se trata de un proyecto de realidad aumentada basado en el clásico juego en primera persona Quake. Este será el primer juego de exteriores de realidad aumentada. Las personas se mueven libremente por el entorno usando un GPS, un controlador espacial y un sensor de orientación, todo unido a una mochila con un pequeño Laptop.

La llegada de los Smartphone supone una revolución dentro de lo que es la realidad aumentada, pues en un mismo dispositivo contamos con GPS, una cámara y un display, es decir, todo lo necesario para generar una realidad mixta. Nuestro teléfono móvil se convierte en una ventana hacia el mundo virtual. Comienzan a aparecer aplicaciones basadas en ubicación, guías turísticas, reconocimiento de imágenes y un largo etcétera.

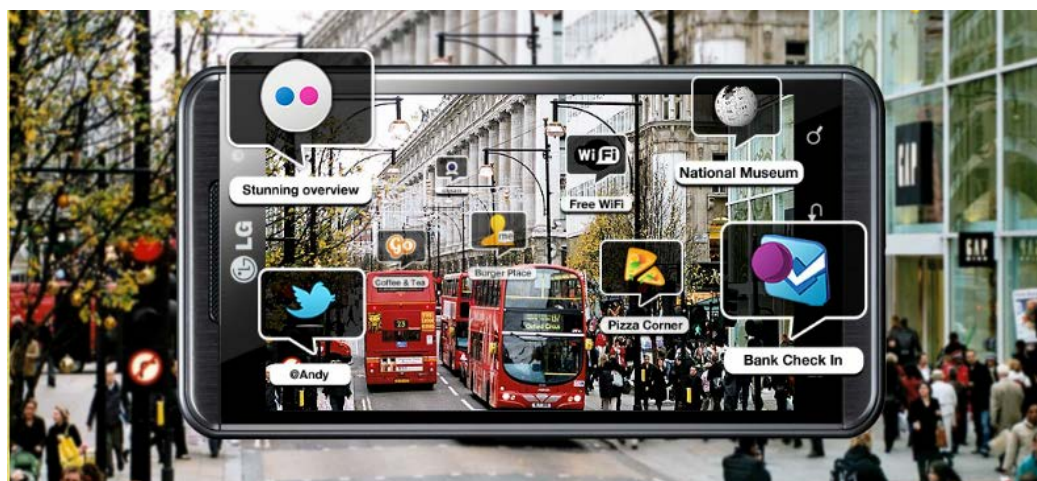


Ilustración 8 - Wikitude

En el año 2012, Google presentó las Google Glass. Este es uno de los proyectos más ambiciosos de realidad aumentada fabricado hasta el momento. Estas gafas funcionan como un dispositivo HMD, proyectando los datos frente a los ojos del usuario. Gracias a este dispositivo, podremos acceder a todo el contenido y la información de internet y proyectarla sobre el mundo real, como si del ojo de un Cyborg se tratase. (Goldman, 2012)

Actualmente, Google y la farmacéutica Novartis, están trabajando en unas lentillas inteligentes. Estas lentillas incorporarían las funciones de las Google Glass, pero además tendrían aplicaciones médicas corrigiendo dificultades visuales, zoom natural para los ojos, medidores de glucosa, etc. ¹



Ilustración 9 - Google Glass / Lentillas inteligentes



Ilustración 10 - Lentillas inteligente de Google

¹ <http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20140715/abci-novartis-lentillas-glucosa-google-201407151249.html>

3.1.3. Clasificación de la realidad aumentada y sus elementos.

A lo largo del punto anterior, hemos visto como han ido evolucionando los sistemas de realidad aumentada y sus elementos. El elemento más importante, y que va a determinar el nivel de la experiencia, es el display. Este dispositivo es el encargado de proporcionar al usuario la información digital y mezclarla con el mundo real. Bimber y Raskar (2005) clasifican los displays ópticos para realidad aumentada según la distancia entre el observador, el display y el objeto real:

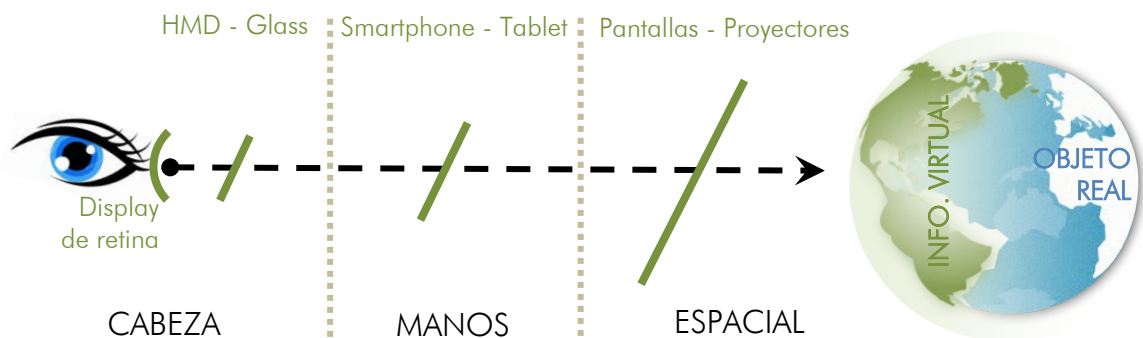


Ilustración 11 - Clasificación displays ópticos

También se pueden clasificar según la tecnología del dispositivo. Azuma (1997) diferencia entre los dispositivos *Closed-view*, que no permiten al usuario la observación directa del mundo real, y *See-through*, que permiten combinar las imágenes virtuales mientras observamos el mundo real. Según esta clasificación podemos distinguir tres sistemas: Óptico (see-through), de vídeo (closed-view) y basado en monitores (closed-view).

- Dispositivos ópticos: Utilizan un elemento transparente que permite la visión del mundo real, mientras que sobre él se proyecta la información y las imágenes virtuales. Las Google Glass son el mejor ejemplo.

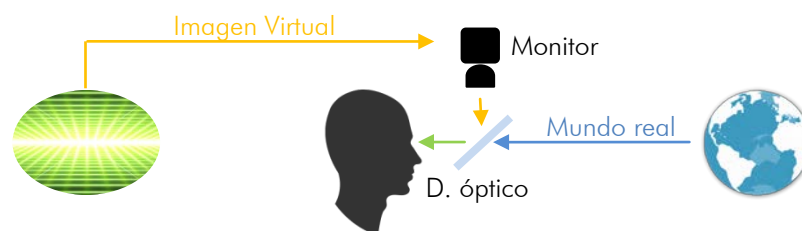


Ilustración 12 - See-through óptico

- **Dispositivo de vídeo:** En este sistema, una cámara de vídeo recoge la imagen del mundo real. Se combina con la imagen virtual y se proyecta la imagen mixta al usuario. Por ejemplo un casco HMD closed-view o un Smartphone.

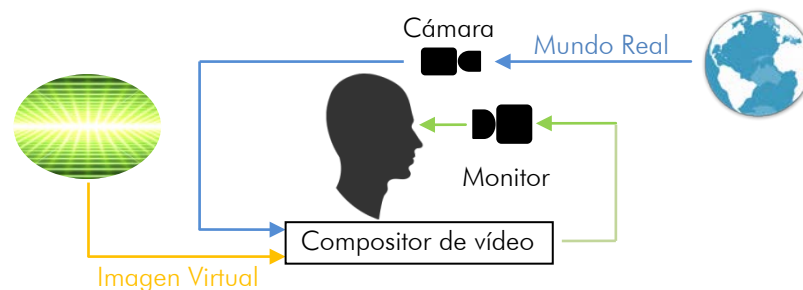


Ilustración 13 - Closed-view de vídeo.

- **Sistema basado en monitores:** Muy similar al anterior, una cámara recoge la imagen del mundo real y se combina con la imagen virtual. Pero el resultado final, se proyecta sobre una pantalla o monitor. En este sistema, el usuario es más un espectador. Por ejemplo, la utilización de un ordenador portátil.

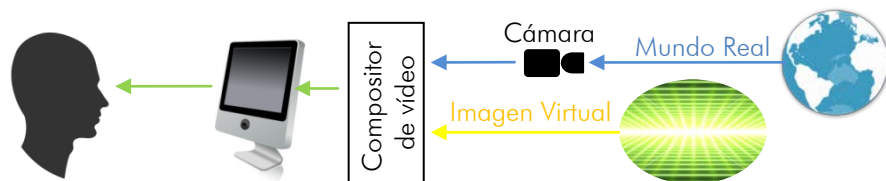


Ilustración 14 - Closed-view en monitor.

También podemos clasificar la realidad aumentada según los marcadores. Los marcadores son otro elemento clave, ya que son los que activan la información digital dentro del mundo real. Lens-Fitzgerald (2009) establece que según el tipo de marcador podemos definir cuatro niveles de 0 a 3. Entendiendo estos niveles como una clasificación para medir la complejidad de las tecnologías involucradas en el proceso.

- **Nivel 0 - Hiperenlaces en el mundo físico:** Este nivel se basa en códigos unidimensionales y bidimensionales y en el reconocimiento de imágenes, como por ejemplo un código de barra, un código QR (Quick Response). Básicamente estos códigos son hiperenlaces html a otros contenidos.

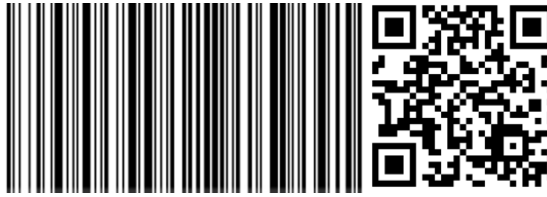


Ilustración 15 - Códigos de barras y QR.

- Nivel 1 - AR basada en marcadores: Este nivel se basa en el reconocimiento de objetos bidimensionales y tridimensionales. Estos marcadores sitúan la información virtual dentro de la realidad, podemos decir que son como el punto de inserción de la información, si movemos el marcador movemos la información.

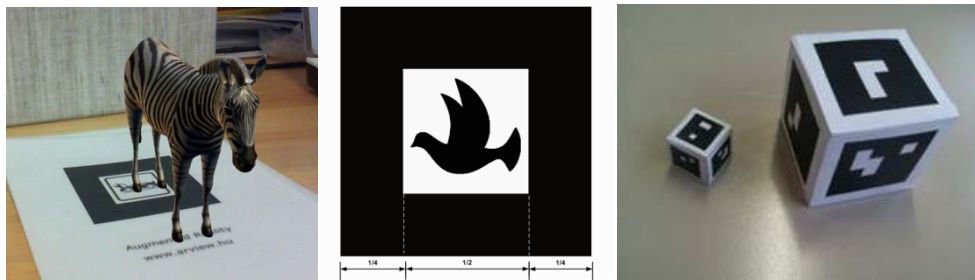


Ilustración 16 - marcadores AR.

- Nivel 2 - AR sin marcas: En este nivel, las tecnologías utilizadas son más complejas, ya que utilizan métodos de posicionamiento por GPS y orientación por brújula para situar la información virtual dentro del mundo real. Es lo que conocemos como realidad aumentada geoposicionada.



Ilustración 17 - AR geoposicionada.

- Nivel 3 - Visión aumentada: En el máximo nivel, encontramos la tecnología de los dispositivos See-through ópticos. Gracias a ellos la realidad aumentada se convierte en visión aumentada, la información se activaría con cualquiera de los otros niveles, reconocimiento de imágenes, GPS, etc.



Ilustración 18 - Visión aumentada.

3.2. La realidad aumentada en educación.

La evolución que ha sufrido la realidad aumentada desde su aparición en los años 90 ha sido increíble, y ha abierto infinitas posibilidades de aplicación en todos los ámbitos, incluido en la educación. Los avances tecnológicos, y los dispositivos móviles en concreto, han puesto al alcance de nuestra mano esta tecnología y es nuestra obligación llevarlas a las aulas. En palabras de Paredes (2013), las nuevas tecnologías rompen los límites espaciales del aprendizaje, ya no es el aula el único lugar para aprender, y rompen con los horarios, ya no hay límite de tiempo de aprendizaje.

El informe Horizon (Johnson et al., 2012), anticipaba la irrupción de la realidad aumentada en las aulas gracias a los teléfonos móvil y tablets. Este informe señala que la realidad aumentada será la tecnología de uso generalizado en los centro educativos dentro de cuatro o cinco años.

La realidad aumentada supone una innovación disruptiva en educación (Reinoso, 2013), ya que genera un cambio muy importante en la metodología. Esta tecnología permite al alumnado explorar la realidad desde otro punto de vista, y les ayuda a comprender conceptos que son difíciles de explicar solo con palabras o difíciles de representar con dibujos bidimensionales. Además, con la realidad aumentada el estudiante puede interactuar, ser creativo, jugar y estar por tanto mucho más motivado ya que presenta el aprendizaje de una forma muy atractiva.

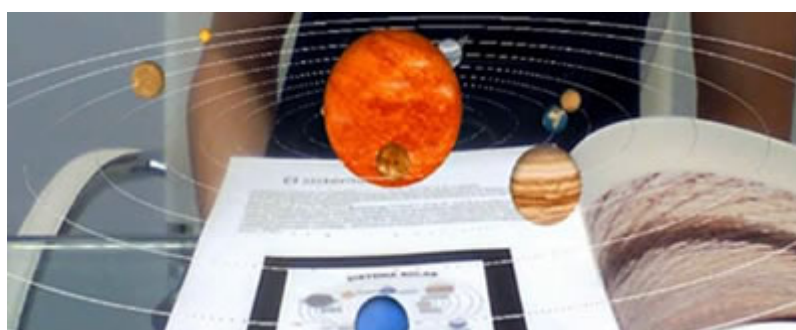


Ilustración 19 - Realidad aumentada en el aula.

Por lo tanto, las posibilidades que ofrece la realidad aumentada dentro del contexto educativo están claras. Pero la dificultad hoy día reside en la creación de contenidos académicos interactivos. Por eso a continuación vamos a ver algunos de los proyectos que se han llevado a cabo.

Reinoso (2012) clasifica las aplicaciones de realidad virtual en seis tipos de aplicaciones:

- Aprendizaje basado en el descubrimiento: Se trata de aplicaciones que funcionan por geolocalización. Dependiendo del punto donde nos encontremos podremos acceder a diferente información e interactuar con ella. Un ejemplo sería la aplicación *Historypin*, que nos muestra fotografías históricas del lugar dónde nos encontramos.
- Desarrollo de habilidades profesionales: Aplicaciones destinadas a la formación de profesionales mediante el aprendizaje de procesos y tareas. Como el proyecto de Aumentaty RGB-D que identifica uno o varios objetos 3D y enseñarnos por ejemplo el proceso de reparación.
- Juegos educativos: Se tratan de videojuegos de realidad aumentada educativos. Un ejemplo sería el proyecto enredaMAdrid, una aplicación basada en geolocalización que propone tour temáticos por la ciudad.
- Modelado de objetos 3D: Crear y visualizar objetos tridimensionales, para alejarlos, acercarlos, girarlos o explorar sus propiedades. Una de las aplicaciones más fáciles para este proceso es Aumentaty Author, donde podremos incluir nuestros modelos tridimensionales dentro de un marcador para poder manipularlo.
- Libros de realidad Aumentada: Se trata de libros tradicionales que insertan información digital adicional mediante marcadores. Existen también muchos proyectos como Magic Book o Ar-books.
- Materiales didácticos: Colecciones de modelos de realidad aumentada, como la colección del Centro Aragonés para las tecnologías de la Educación o la librería de ArToolKit.

3.2.1. Proyectos de realidad aumentada en el aula.

- **Magic Book:** Desarrollado por el grupo HIT de Nueva Zelanda (Billinghurst & Grasset, 2008). Mediante este proyecto los usuarios leen las páginas del libro real a través de una pantalla de mano, de forma que pueden explorar el contenido virtual superpuesto. Además el libro potencia el aprendizaje cooperativo, ya que cuando varios usuarios ven la misma página cada uno lo ve desde su propio punto de vista. Una experiencia de realidad aumentada compartida.



Ilustración 20 - Magic Book.

- **Juegos colaborativos:** Desde el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y Harvard han desarrollado aplicaciones de realidad aumentada en formato de juegos para la educación. Con ellos pretenden involucrar a los estudiantes de secundaria en un proceso de aprendizaje fuera del aula. Los juegos combinan experiencias en el mundo real con información adicional en los teléfonos móviles. Algunos están desarrollados para mejorar el aprendizaje colaborativo como Environment detective o Mystery at the museum.

- **CONNECT Project:** Proyecto desarrollado por el instituto de tecnología de la información aplicada de Fraunhofer (FIT). Utilizando la realidad aumentada pretende crear un ambiente de aprendizaje en el parque temático de la ciencia virtual. Utiliza las estrategias del aprendizaje informal y las actividades curriculares formales en educación científica. Se trata de un proyecto colaborativo entre escuelas y museos.²

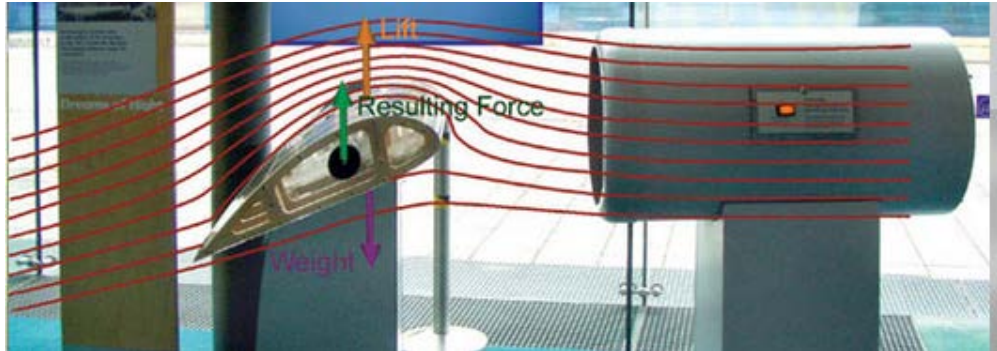


Ilustración 21 - CONNECT project.

- **ARiSE:** Este proyecto europeo de investigación, utiliza la realidad aumentada como forma innovadora de transmisión del conocimiento, utilizando presentaciones y actividades en 3D. Según sus estudios la interacción con la realidad aumentada mejora la comprensión del contenido científico, pero también la motivación del alumno. Este proyecto ofrece al estudiante la posibilidad de interactuar con los objetos virtuales en un espacio real, por lo que aprenden de una forma práctica. Además esta metodología promueve el trabajo en equipo.³

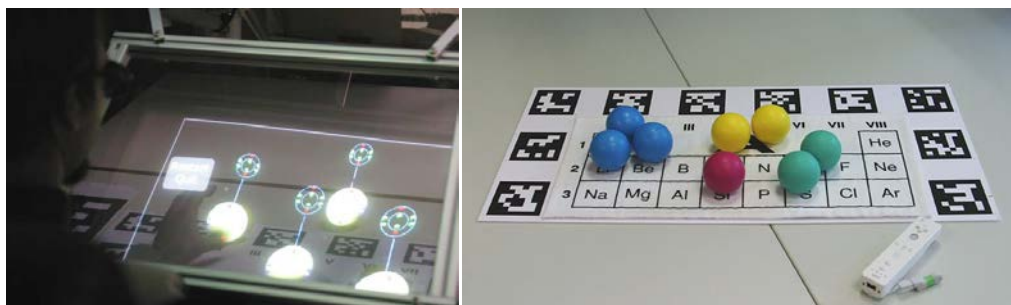


Ilustración 22 - ARiSE Project.

² http://www.ea.gr/ep/connect/main.asp?Cat_ID=380

³ <http://www.arise-project.org/index.php%3Fid=35.html>

- **LearnAR:** Utilizando la herramienta de realidad aumentada Augmentaty autor, nos muestra algunos ejemplos de aplicaciones basadas en marcadores de esta tecnología para la educación. Dispone de ejemplos de Química, Biología, Física e idiomas.⁴

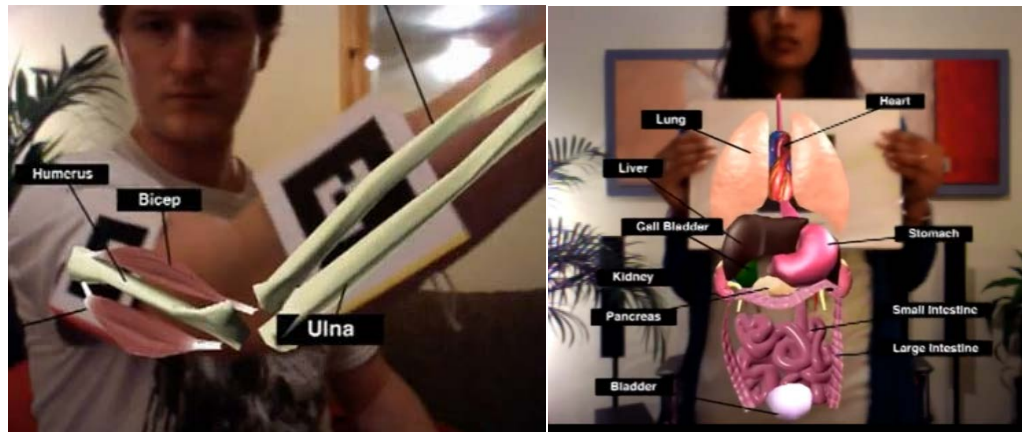


Ilustración 23 - LearnAR.

- **Realidad Aumentada en Educación Infantil:** Se trata de la experiencia llevada a cabo en C.E.I.P. Valdespartera, en Zaragoza. Dónde han comenzado a utilizar la realidad aumentada desde educación infantil. Mediante el uso de un blog, nos cuentan los proyectos realizados y las herramientas utilizadas para ello. Este proyectos nos indica lo fácil que es hoy día usar este recurso sin necesidad de un gran despliegue de medios. Además refleja la facilidad del sistema, ya que hasta los más pequeños pueden usarlo.⁵



Ilustración 24 - C.E.I.P. Valdespartera.

⁴ <http://www.learnar.org/>

⁵ <http://valdesparteraescultura.blogspot.com.es/p/ra-en-educacion.html>

3.3. Realidad aumentada en Dibujo técnico.

Una vez vistas la cantidad de posibilidades que ofrece que ofrece la realidad aumentada dentro del mundo de la educación, nos centraremos en la asignatura de Dibujo técnico.

Parece obvio las posibilidades que ofrece un sistema como la realidad virtual en una asignatura tan gráfica como esta. Por eso pienso que es una de las mejores opciones, dentro de la educación, para insertar esta metodología. Para los alumnos, la mayor dificultad de esta asignatura se presenta en la visión espacial. Como veremos a continuación, se han llevado a cabo numerosos proyectos utilizando la realidad aumentada para mejorar la capacidad espacial de los alumnos, todos ellos con resultados francamente positivos.

3.3.1. Proyectos de realidad aumentada para Dibujo técnico.

- **Construct3D:** Proyecto desarrollado por la Universidad tecnológica de Viena. Es una herramienta de construcción geométrica tridimensional basada en la realidad aumentada. Utiliza un casco estereoscópico (HMD) como pantalla y mediante el uso de dos mandos se interactúa con el modelo 3D. Se está planteando su inserción como aplicación matemática y de geometría en las escuelas de secundaria y en estudios superiores. El estudio piloto avala su eficacia, ya que mejora la percepción espacial, la visualización espacial, las rotaciones mentales, las relaciones espaciales y la orientación espacial.⁶



Ilustración 25 - Construct3D.

⁶ <https://www.ims.tuwien.ac.at/projects/construct3d>

- **A-RA!:** Es una aplicación de realidad aumentada para sistema axonométrico. La aplicación fue desarrollada por Victor Valbuena, estudiante de 4º de E.S.O. del instituto Vilatzara de Vilassar de Mar. Con esta aplicación se pretende facilitar la comprensión espacial de las piezas tridimensionales mediante la realidad virtual. El alumno puede ver las proyecciones de la pieza mientras sujeta la propia pieza virtual en la mano.⁷

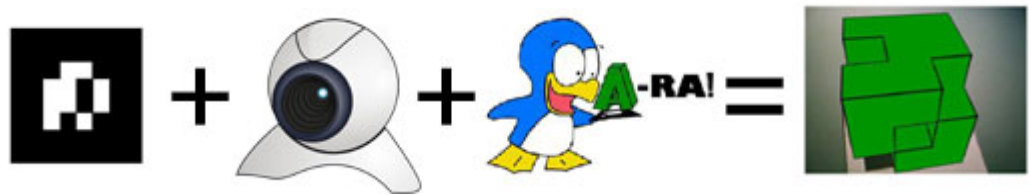


Ilustración 26 - Ar-A!

- **Curso para la mejora de la capacidad espacial:** Proyecto de 2011, a cargo de Sergio Ballester de la empresa BIENETEC S.L. Este proyecto, al igual que A-ra!, está desarrollado para mejorar la visión espacial aplicada al sistema axonométrico. El programa realiza reconocimiento de superficies y discriminación de vistas para mostrar la pieza mediante realidad virtual. Los desarrolladores de esta aplicación subrayan la mejora en los resultados de los alumnos.

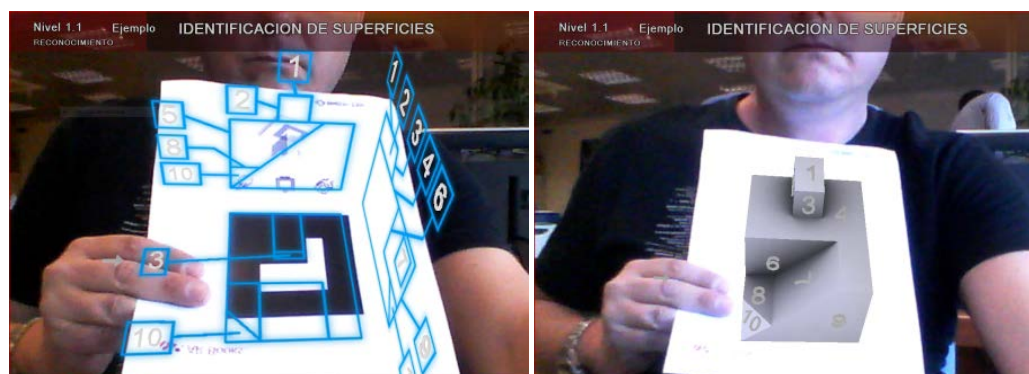


Ilustración 27 - Mejora de la capacidad espacial.

⁷ <http://victorvalbuena.blogspot.com.es/>

Laboratorio de diédrico: Esta herramienta desarrollada por José Antonio Cuadrado, no podemos enmarcarla dentro de realidad aumentada, ya que es un sistema completamente virtual. Lo he incluido por la calidad e innovación del proyecto. Se trata de una aplicación virtual donde el usuario puede manipular elementos elementales, punto, recta y plano, dentro del sistema diédrico en tiempo real, visualizando los cambios tanto en el sistema tridimensional como en su representación en papel. Como veremos después, la propuesta didáctica que se propone, trataría de realizar una herramienta parecida a este software, pero desarrollada mediante realidad virtual.⁸

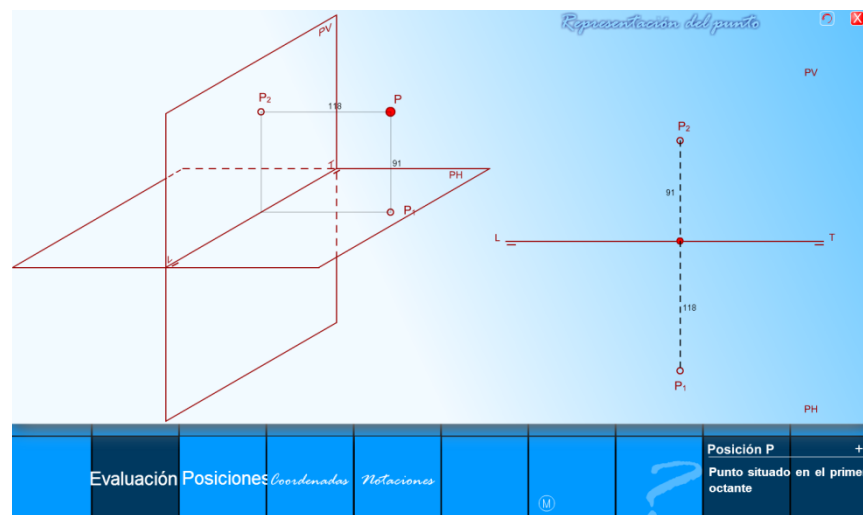


Ilustración 28 - Laboratorio de diédrico.

⁸ <http://sd.joseantoniocuadrado.com/>

4. PROYECCIÓN DIDÁCTICA

4.1. Contextualización de la proyección didáctica.

El proyecto que he desarrollado va dirigido al alumnado de Dibujo técnico de 1º de Bachillerato. A lo largo de este proyecto se intentará incluir la realidad aumentada dentro de la metodología de aprendizaje de la asignatura. Una de las dificultades que nos encontramos es la etapa, ya que está orientada a preparar al alumnado para el examen de acceso a la universidad y parece que resulta más difícil incluir nuevas metodologías. Por eso lo que se intenta a lo largo de la misma es introducir la realidad aumentada como recurso didáctico a los métodos tradicionales.

Para su desarrollo me he basado en mi propia experiencia personal como profesor de Dibujo técnico, tanto en Bachillerato como en estudios superiores. Según mi experiencia personal, el principal problema que se encuentra el alumnado con esta asignatura es la falta de visión espacial, que hace más difícil el seguimiento de la asignatura. En otros casos los problemas son de base en los conocimientos, falta de conceptos básicos que son de aplicación durante todo el desarrollo de la asignatura.

En cualquiera de los casos, hace unos años decidí incluir en mis clases modelos virtuales proyectados por ordenador para suplir estas carencias, y los resultados fueron muy buenos. Por eso motivo, este trabajo he decidido orientarlo hacia una nueva tecnología: la realidad aumentada. Esta tecnología permite una mezcla perfecta entre la realidad y las proyecciones virtuales, ya que permite al alumno explorar un mundo 3D virtual dentro de la propia realidad. Además le permite interactuar con ella en tiempo real y observar los cambios sin la necesidad de conocimientos informáticos. Creo que esto hace de la realidad aumentada un recurso perfecto para la enseñanza de esta asignatura, y que además la hace muy atractiva para el alumno.

Para el desarrollo del proyecto, tendremos que generar una serie de modelos en realidad aumentada que servirá para complementar las clases teóricas. Pero por otro lado, también queremos que los alumnos generen sus propios productos en realidad aumentada, de modo que se inicien en esta tecnología que tanto posibilidades nos ofrece.

Durante el curso, los alumnos utilizarán la realidad aumentada para ir descubriendo conceptos, métodos, etc. Pero también generarán su propio contenido en la realización de las prácticas. Por lo que se propone como tarea o proyecto anual la elaboración de un "portfolio aumentado", donde los alumnos incluirán sus trabajos realizados en láminas de manera tradicional, pero con marcadores de realidad aumentada que nos mostraran el proceso o los conceptos de forma virtual como información complementaria.



Ilustración 29 - Portfolio aumentado.

A continuación, se desarrollará la unidad didáctica correspondiente al primer tema del sistema diédrico. He elegido esta unidad porque es dónde se desarrollan algunos de los conceptos más básicos pero a la vez más importantes.

Para aplicar la realidad aumentada al sistema diédrico, se propone la siguiente metodología: El alumno elaborará una maqueta abatible de los planos de proyección, que nos servirá como elemento clave del mundo real para situar el contenido virtual. Después, mediante marcadores el alumno podrá situar los diferentes elementos en los cuadrantes y observar cómo se comportan sus proyecciones y dibujarlas sobre la maqueta. Por último, el alumno abatirá los planos y pasará los resultados a papel.

Lo más interesante de esta metodología es el proceso, ya que los alumnos pueden ver todo el proceso de cómo se pasa de un sistema tridimensional a un sistema bidimensional para plasmarlo en el papel, desde la proyección de piezas al abatimiento de los planos.

4.2. Legislación.

La elaboración de la unidad didáctica está pensada para el curso 2015/2016, año de entrada en vigor de la LOMCE en los curso 1º y 3º de la ESO, 1º de Bachillerato y en los cursos pares de Primaria. Por lo que se seguirán las directrices marcadas por la nueva ley a nivel nacional.

En cuanto a la legislación autonómica nos encontramos en un periodo de transición en la que no se ha adaptado aún dicha normativa. De hecho, la conserjería de educación ha pedido un aplazamiento de un año para la entrada en vigor de la LOMCE, ordenando un plan de transición que supone el mantenimiento de la misma carga horaria en un buen número de asignaturas.⁹

Legislación nacional:

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Legislación autonómica:

- Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía.
- Orden de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en Andalucía.

⁹ <http://www.elmundo.es/andalucia/2015/04/29/553fd79f22601d03348b456f.html>

4.3. Adscripción a una etapa, ciclo y nivel educativo.

El proyecto propuesto, como comentaba anteriormente, está dirigido al alumnado del primer curso de la etapa de Bachillerato. Concretamente a aquellos que cursen la asignatura de Dibujo Técnico I. La asignatura tiene carácter de opcional dentro de las troncales de la modalidad del Bachillerato de Ciencias o de opcional específica según la oferta del centro.

La finalidad en esta etapa según la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa es la de "proporcionar al alumnado formación, madurez intelectual y humana, conocimientos y habilidades que les permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y competencia. Asimismo, capacitará al alumnado para acceder a la educación superior."

4.4. Elementos curriculares de etapa y de área.

4.4.1. Objetivos de etapa.

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se establecen los objetivos para la etapa de Bachillerato. El Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

- a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad.

- d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.
- f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
- g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- h) Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
- l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
- m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
- n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.

4.4.2. Objetivos de área.

En el Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, se establecen los objetivos de etapa para la asignatura de Dibujo técnico. La enseñanza del Dibujo técnico en el bachillerato tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

- 1) Utilizar adecuadamente y con cierta destreza los instrumentos y terminología específica del dibujo técnico.
- 2) Valorar la importancia que tiene el correcto acabado y presentación del dibujo en lo referido a la diferenciación de los distintos trazos que lo configuran, la exactitud de los mismos y la limpieza y cuidado del soporte.
- 3) Considerar el dibujo técnico como un lenguaje objetivo y universal, valorando la necesidad de conocer su sintaxis para poder expresar y comprender la información.
- 4) Conocer y comprender los principales fundamentos de la geometría métrica aplicada para resolver problemas de configuración de formas en el plano.
- 5) Comprender y emplear los sistemas de representación para resolver problemas geométricos en el espacio o representar figuras tridimensionales en el plano.
- 6) Valorar la universalidad de la normalización en el dibujo técnico y aplicar la principales normas UNE e ISO referidas a la obtención, posición y acotación de las vistas de un cuerpo.
- 7) Emplear el croquis y la perspectiva a mano alzada como medio de expresión gráfica y conseguir la destreza y la rapidez necesarias.
- 8) Planificar y reflexionar, de forma individual y colectiva, sobre el proceso de realización de cualquier construcción geométrica, relacionándose con otras personas en las actividades colectivas con flexibilidad y responsabilidad.
- 9) Integrar sus conocimientos de dibujo técnico dentro de los procesos tecnológicos y en aplicaciones de la vida cotidiana, revisando y valorando el estado de consecución del proyecto o actividad siempre que sea necesario.

- 10) Interesarse por las nuevas tecnologías y los programas de diseño, disfrutando con su utilización y valorando sus posibilidades en la realización de planos técnicos.

4.4.3. Competencias clave.

En la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de Bachillerato. Según el cual, las competencias curriculares serán las siguientes:

- a) Comunicación lingüística.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociales y cívicas.
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- g) Conciencia y expresiones culturales.

4.4.4. Contenido.

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se establecen los contenidos para la asignatura de Dibujo Técnico I. "Durante el primer curso se trabajan las competencias básicas relacionadas con el Dibujo Técnico como lenguaje de comunicación e instrumento básico para la comprensión, análisis y representación de la realidad. Para ello, se introducen gradualmente tres grandes bloques: Geometría, Sistemas de representación y Normalización.

Se trata de que el estudiante tenga una visión global de los fundamentos del Dibujo Técnico que le permita en el siguiente curso profundizar distintos aspectos de esta materia."

Bloque I: Geometría y Dibujo Técnico.

- Trazados geométricos. Instrumentos y materiales del Dibujo Técnico.
- Reconocimiento de la geometría en la Naturaleza.
- Identificación de estructuras geométricas en el Arte.
- Valoración de la geometría como instrumento para el diseño gráfico, industrial y arquitectónico.
- Trazados fundamentales en el plano.
 - Circunferencia y círculo. Operaciones con segmentos. Mediatriz. Paralelismo y perpendicularidad. Ángulos.
 - Determinación de lugares geométricos. Aplicaciones.
 - Elaboración de formas basadas en redes modulares.
- Trazado de polígonos regulares.
 - Resolución gráfica de triángulos.
 - Determinación, propiedades y aplicaciones de sus puntos notables.
 - Resolución gráfica de cuadriláteros y polígonos.
 - Análisis y trazado de formas poligonales por triangulación, radiación e itinerario.
- Representación de formas planas:
 - Trazado de formas proporcionales. Proporcionalidad y semejanza.
 - Construcción y utilización de escalas gráficas. Construcción y utilización de escalas gráficas.
- Transformaciones geométricas elementales.
 - Giro, traslación, simetría homotecia y afinidad.
 - Identificación de invariantes. Aplicaciones.
- Resolución de problemas básicos de tangencias y enlaces. Aplicaciones.
- Construcción de curvas técnicas, óvalos, ovoides y espirales.
- Aplicaciones de la geometría al diseño arquitectónico e industrial.
 - Geometría y nuevas tecnologías. Aplicaciones de dibujo vectorial en 2D.

Bloque II: Sistemas de representación.

- Fundamentos de los sistemas de representación:
 - Los sistemas de representación en el Arte. Evolución histórica de los sistemas de representación. Los sistemas de representación y el dibujo técnico. Ámbitos de aplicación. Ventajas e inconvenientes. Criterios de selección. Clases de proyección. Sistemas de representación y nuevas tecnologías. Aplicaciones de dibujo vectorial en 3D.
- Sistema diédrico:
 - Procedimientos para la obtención de las proyecciones diédricas. Disposición normalizada. Reversibilidad del sistema. Número de proyecciones suficientes.
 - Representación e identificación de puntos, rectas y planos. Posiciones en el espacio.
 - Paralelismo y perpendicularidad. Pertenencia e intersección.
 - Proyecciones diédricas de sólidos y espacios sencillos Secciones planas. Determinación de su verdadera magnitud.
 - Sistema de planos acotados. Aplicaciones.
- Sistema axonométrico:
 - Fundamentos del sistema. Disposición de los ejes y utilización de los coeficientes de reducción.
 - Sistema axonométrico ortogonal: perspectivas isométricas, dimétricas y trimétricas.
 - Sistema axonométrico oblicuo: perspectivas caballeras y militares. Aplicación del óvalo isométrico como representación simplificada de formas circulares.
- Sistema cónico:
 - Elementos del sistema. Plano del cuadro y cono visual. Determinación del punto de vista y orientación de las caras principales. Paralelismo. Puntos de fuga. Puntos métricos. Representación simplificada de la circunferencia. Representación de sólidos en los diferentes sistemas.

Bloque III: Normalización.

- Elementos de normalización
- El proyecto: necesidad y ámbito de aplicación de las normas.
- Formatos. Doblado de planos.
- Vistas. Líneas normalizadas. Escalas.
- Acotación. Cortes y secciones.
- Aplicaciones de la normalización: Dibujo industrial. Dibujo arquitectónico.

4.5. Temporización anual.

La asignatura de Dibujo Técnico I cuenta con 4 horas semanales de clase. Si suponemos 11 semanas por trimestre, contamos con 44 horas por trimestre, la programación anual se hará para 132 horas.

Teniendo en cuenta los contenidos establecidos en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, he establecido las siguientes unidades didácticas para la proyección didáctica.

UD1: Trazados geométricos y trazados fundamentales en el plano.

Instrumentos y material de Dibujo técnico.

Paralelas, perpendiculares y mediatrices.

Ángulos, bisectrices, Operaciones con ángulos y segmentos.

Circunferencia y círculo.

UD2: Polígonos.

Triángulos y puntos singulares. Cuadriláteros.

Métodos generales de construcción de polígonos.

UD3: Proporcionalidad y semejanza, escalas.

Proporcionalidad directa. Proporcionalidad inversa. Semejanza

Escala gráfica.

UD4: Transformaciones geométricas elementales.

Giro, traslación, simetría homotecia y afinidad.

UD5: Tangencias.

Tangencias básicas y enlaces.

UD6: Curvas técnicas.

Óvalo y ovoide.

Espiral y voluta.

UD7: Geometría y nuevas tecnologías.

Aplicaciones de dibujo vectorial en 2D.

Giros y translaciones.

Introducción al dibujo vectorial en 3D y la realidad aumentada.

UD8: Sistema diédrico I.

Punto, recta y plano

Posiciones en el espacio.

Pertenencia.

UD9: Sistema diédrico II.

Intersecciones.

Paralelismo y perpendicularidad.

Distancias.

UD10: Sistema diédrico II.

Abatimientos, cambios de plano y giros.

UD11: Sistema axonométrico.

Fundamentos del sistema.

Perspectivas isométricas, dimétricas y trimétricas.

UD12: Sistema axonométrico oblicuo.

Perspectiva caballera y militar.

UD13: Sistema cónico.

Fundamentos del sistema.

Representación de figuras y sólidos.

UD14: Normalización I.

Elementos de normalización. Normas UNE e ISO.

UD15: Normalización II.

Vistas, cortes y secciones.

Acotación y croquis.

En función de estas unidades didácticas, he temporizado las sesiones del curso en la siguiente tabla agrupada por trimestres.

TEMPORIZACIÓN DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS					
PRIMER TRIMESTRE		SEGUNDO TRIMESTRE		TERCER TRIMESTRE	
U.D.	Duración	U.D.	Duración	U.D.	Duración
1	10 h.	8	16 h.	11	12 h.
2	4 h.	9	16 h.	12	10 h.
3	6 h.	10	12 h.	13	10 h.
4	4 h.			14	2 h.
5	6 h.			15	10 h.
6	4 h.				
7	10 h.				
TOTAL	44 h.	TOTAL	44 h.	TOTAL	44 h.

Durante el primer cuatrimestre se desarrollará los contenidos del bloque I del curso, correspondiente a Geometría y Dibujo técnico, a lo largo de 44 horas. Este bloque terminará con la unidad didáctica 7 dedicado al dibujo asistido por ordenador, dónde se aplicarán los conceptos y contenidos estudiados durante este primer trimestre. Además en esta unidad didáctica se explicará algunos conceptos básicos sobre el dibujo asistido por ordenador en 3D, que necesitaremos para desarrollar nuestro proyecto de realidad aumentada.

En el segundo cuatrimestre, comenzaremos con el bloque II del curso correspondiente a los Sistemas de representación, a lo largo de las 44 horas se desarrollará el proyecto de realidad aumentada aplicado a diédrico.

En el tercer trimestre, continuaremos con el bloque II, pero esta vez aplicado a axonométrico y perspectiva cónica, con una duración total de 32 horas.

El trimestre finalizará con el bloque III de normalización, que tendrá una duración total de 12 horas.

4.6. Desarrollo unidad didáctica.

UNIDAD DIDÁCTICA 8: SISTEMA DIÉDRICO I.

4.6.1. Objetivos.

Los objetivos planteados para ésta unidad didáctica son los siguientes:

- Entender la necesidad y la importancia de los distintos sistemas de representación.
 - o i / 3
- Comprender los fundamentos teóricos del sistema diédrico.
 - o i / 3 / 5
- Identificar los elementos básicos del sistema diédrico: Planos de proyección, proyecciones verticales - horizontales y trazas.
 - o i / 1 / 3 / 5
- Representar en sistema diédrico los elementos básicos: punto, recta y plano. Resolviendo problemas de pertenencia.
 - o i / 1 / 2 / 4 / 5 / 8
- Representar puntos, rectas y planos en un software de diseño asistido por ordenador 3D y su integración en la realidad virtual.
 - o g / i / k / 5 / 9 / 10
- Utilizar operaciones simples en un software de diseño asistido por ordenador: Girar / Mover / Escalar.
 - o g / i / 10
- Analizar las diferentes propiedades de las posiciones características de las rectas y los planos.
 - o i / 4 / 8
- Identificar las posiciones características de planos y rectas en objetos de la vida cotidiana.
 - o i / 4 / 9

4.6.2. Competencias.

Durante el desarrollo de esta unidad didáctica se trabajarán las siguientes competencias clave.

COMPETENCIA CLAVE	NIVEL DE DESARROLLO
Comunicación lingüística.	3
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.	5
Competencia digital.	5
Aprender a aprender.	4
Competencias sociales y cívicas.	1
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.	2
Conciencia y expresiones culturales	1

4.5.3. Contenidos.

Los contenidos correspondientes a esta unidad didáctica quedan estructurados de la siguiente manera:

- Clases de Proyección.
 - Diferentes sistemas de representación.
- Sistema diédrico.
 - Elementos fundamentales y reversibilidad del sistema.
 - Planos de proyección y tercera proyección.
- El punto.
 - Proyecciones del punto
 - Cota y alejamiento. Representación por coordenadas.
 - Posiciones del punto. Proyecciones del punto en los cuadrantes.
- La recta.
 - Proyecciones y trazas. Partes vistas y ocultas.
 - Posiciones particulares y propiedades.
 - Condiciones para que un punto pertenezca a una recta.

- El plano.
 - o Trazas del plano.
 - o Posiciones particulares.
 - o Condición para que una recta pertenezca a un plano.
 - o Rectas particulares de un plano.
 - o Definición de un plano:
 - 2 rectas que se cortan.
 - Punto y recta.
 - 3 puntos.

4.6.4. Metodología.

Durante el curso hemos dicho que utilizaremos la realidad aumentada como innovación para la enseñanza del dibujo técnico. Utilizaremos modelos de realidad aumentada para explicar la teoría y los conceptos. Además se propondrá a los alumnos, como proyecto durante el curso, la elaboración de un portfolio aumentado. En este portfolio, el alumno elegirá, dentro de las prácticas realizadas durante el curso, aquellas que más le ha gustado. De esta forma, en el portfolio, se mostrará la práctica realizada por el alumno junto un marcador de realidad aumentada que mostrara de forma tridimensional el resultado o el proceso de la misma como información adicional.

A lo largo de esta unidad didáctica, el alumnado tendrá su primera toma de contacto con los sistemas de representación basados en proyecciones. En concreto se desarrollaran conceptos muy básicos del sistema diédrico, pero fundamentales para poder seguir tanto con el temario de bachillerato como en sus futuras carreras.

Como comentábamos al principio, la principal dificultad que encuentra el alumnado en esta unidad es la falta de visión espacial, debido a que no la ha entrenado lo suficiente. Para ello, la metodología que se va a seguir se apoyará en la realidad virtual y la realidad aumentada como ayuda para suplir esta carencia. Además el uso de esta herramienta es una forma de llamar su atención e invitarle a descubrir los conceptos de una forma nueva, sin olvidar que la finalidad en bachillerato es la preparación del alumno para la prueba de acceso a la universidad.

La metodología que se seguirán en esta unidad didáctica será la siguiente:

- Exposición de conceptos e ideas previas. Exposiciones teóricas utilizando modelos de realidad aumentada o realidad virtual.
- Actividades inductivas individuales. Mediante ejercicios con modelos de realidad aumentada, el alumno irá descubriendo los conocimientos y los procedimientos. Los resultados de estas actividades quedarán plasmadas en el cuaderno de dibujo.
- Exposición de desarrollo de conceptos. Exposiciones teóricas donde se desarrollaran los conceptos que se han ido descubriendo.
- Actividades grupales de consolidación. Una vez desarrollados todos los conceptos, en grupos de 2-3 alumnos, desarrollaran el estudio de casos y de resolución de problemas. El resultado de estas actividades se desarrollará de dos maneras, mediante láminas de dibujo de forma tradicional y generando un modelo de realidad aumentada.
- Evaluación. Se realizarán pruebas escritas al final de la unidad didáctica y durante el desarrollo de la misma. Estas evaluaciones nos permitirán hacer un diagnostico sobre el estado de comprensión de los conceptos en el alumnado, así como de la propia metodología.

El desarrollo de sesiones se realizará en el aula de dibujo y en el aula de informática.

- Aula de dibujo. Estará equipada con un ordenador con webcam, un proyector, pizarra y mesas de dibujo.
- Aula de informática. Para las actividades de desarrollo de la realidad aumentada, se utilizará un software de dibujo asistido por ordenador y otro de códigos de realidad virtual. Utilizaremos software libre como Blender (CAD) y Augmentaty (RA).

Los alumnos deberán disponer del siguiente material:

- Material de dibujo, cuaderno de dibujo, material para maquetas y teléfono móvil con aplicación de lectura de códigos RA.

4.6.5. Sesiones y actividades.

Sesión I: Clase teórica. Aula de Dibujo.

- Durante la primera sesión se explicarán brevemente las proyecciones ortogonales y las proyecciones cónicas, y los diferentes sistemas de proyección, mediante la proyección de imágenes seleccionadas por el profesor.
 - o Material necesario: PC y Proyector.
- Se realizará una introducción al sistema diédrico y sus elementos. Se utilizará como modelo de ejemplo un modelo de realidad virtual, donde se representará un volumen simple con sus tres proyecciones, para identificar todos los elementos que lo componen.
 - o Material necesario: PC, Web Cam y Proyector.
- Método de abatimiento de planos para representar el sistema diédrico en el papel. Para ello se utilizará una animación virtual.
 - o Material necesario: PC y Proyector.
- Explicación Actividad 1 y Actividad 2.

Sesión II: Clase práctica. Aula de dibujo.

- **Actividad 1:** Se proporcionará a cada alumno un marcador de realidad aumentada. Este marcador contendrá una pieza con volumen sencillo. El alumno mediante la aplicación móvil observará el volumen y realizará un croquis intuitivo a mano alzada de las tres proyecciones del objeto en sistema diédrico. (CC - B)
 - o Esta actividad, nos permitirá hacer un diagnostico inicial del alumnado. El objetivo es comprobar la capacidad de visión espacial, además permitirá al alumno familiarizarse con los sistemas de realidad virtual.
 - o Material necesario: Teléfono móvil, material de dibujo, cuaderno de dibujo.

- **Actividad 2:** Construcción de una maqueta abatible de los planos de proyección. Con esta maqueta, los alumnos podrán entender cómo se pasa de las tres dimensiones a las dos dimensiones y viceversa. Además esta maqueta será utilizada como planos de proyección en las futuras actividades de realidad virtual, sirviéndonos de soporte físico para los modelos virtuales. (CC - B)
 - o Material necesario: Tableros de metacrilato, bisagras, tablero de madera, cola y tornillos.



Ilustración 30 - Ejemplo de maqueta.

Sesión III: Clase teórico-práctica. Aula de dibujo.

- Se explicarán los conceptos de cota y alejamiento. Gracias a estos conceptos el alumno debe de ser capaz de representar puntos por coordenadas.
- **Actividad 3:** Se entregará al alumnado una serie de marcadores de realidad aumentada con diferentes puntos en el espacio. El alumno deberá situar dicho marcador sobre la maqueta elaborada. El alumno tendrá que analizar el modelo y situar las proyecciones de los puntos sobre la maqueta con un rotulador deletable. Una vez dibujadas las

proyecciones, abatirá los planos y representará el resultado obtenido en una lámina. Con esta actividad se pretende que el alumno descubra por sí mismo como se comportan las proyecciones de los puntos en los diferentes cuadrantes. (CC – B y D)

- o Material necesario: Teléfono móvil, maqueta de los planos de proyección, rotulador de color, material de dibujo, cuaderno de dibujo.
- Corrección de actividad 3 y explicación sobre la posición de los puntos en los 8 octantes y planos singulares (Plano horizontal, plano vertical, primer bisector y segundo bisector).

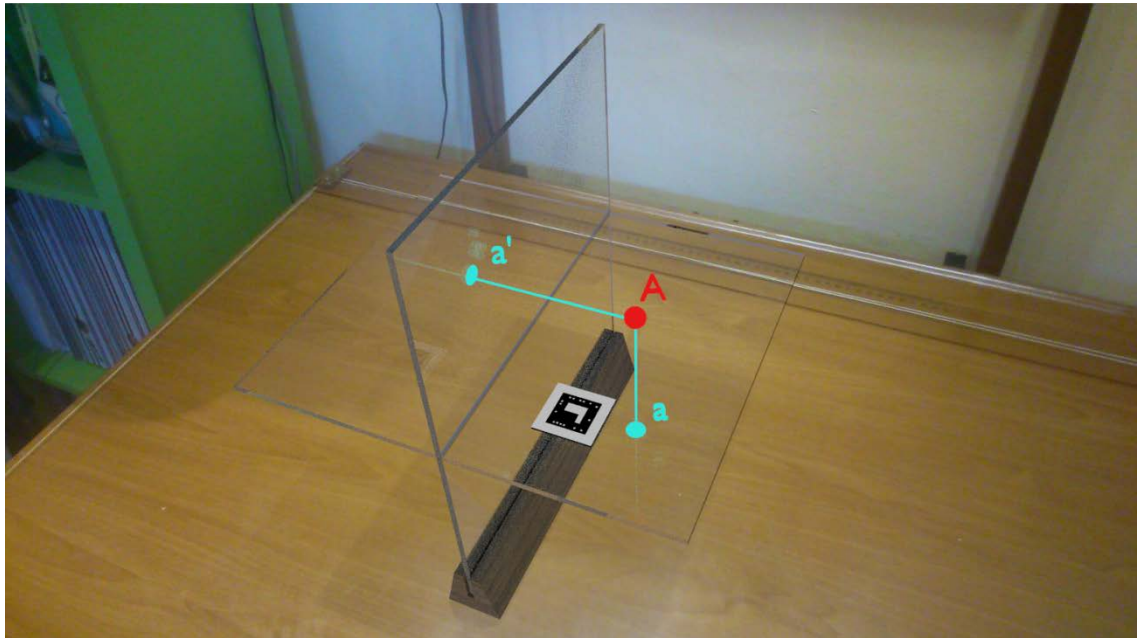


Ilustración 31 - Ejemplo RA. Proyecciones de un punto.

Sesión IV: Clase teórico-práctica. Aula de informática.

- Iniciación en aplicaciones de dibujo asistido por ordenador en 3D. Operaciones básicas de insertar objetos, mover, girar y escalar.
- Iniciación en aplicaciones de realidad virtual. Seleccionar marcadores e insertar modelos.

- **Actividad 4:** Realización de un modelo tridimensional mediante software CAD del abecedario del punto e inserción en un marcador de realidad aumentada. Esta actividad servirá de evaluación de los contenidos sobre la representación del punto en el sistema diédrico y podrá ser incluida en el portfolio de final de curso. Esta actividad se realizará en grupos de 2-3 alumnos. (CC – B, C y D)
 - o Material necesario: PC, software CAD y de RA.

Sesión V: Clase teórico práctica. Aula de dibujo.

- Explicación teórica sobre la proyección de la recta. Concepto de trazas. Representación de lo visto y lo oculto. Pertenencia del punto a la recta.
- **Actividad 5:** Se entregará un marcador de realidad virtual con una recta virtual a cada alumno. Utilizando la maqueta de los planos de proyección, el alumno descubrirá de forma intuitiva cómo se comportan las proyecciones de la recta en las diferentes posiciones de la recta en el espacio. Una vez analizadas las proyecciones, el alumno las dibujará en una lámina. (CC – B y D)
 - o Material necesario: Teléfono móvil, maqueta de los planos de proyección, rotulador de colores, material de dibujo, cuaderno de dibujo.

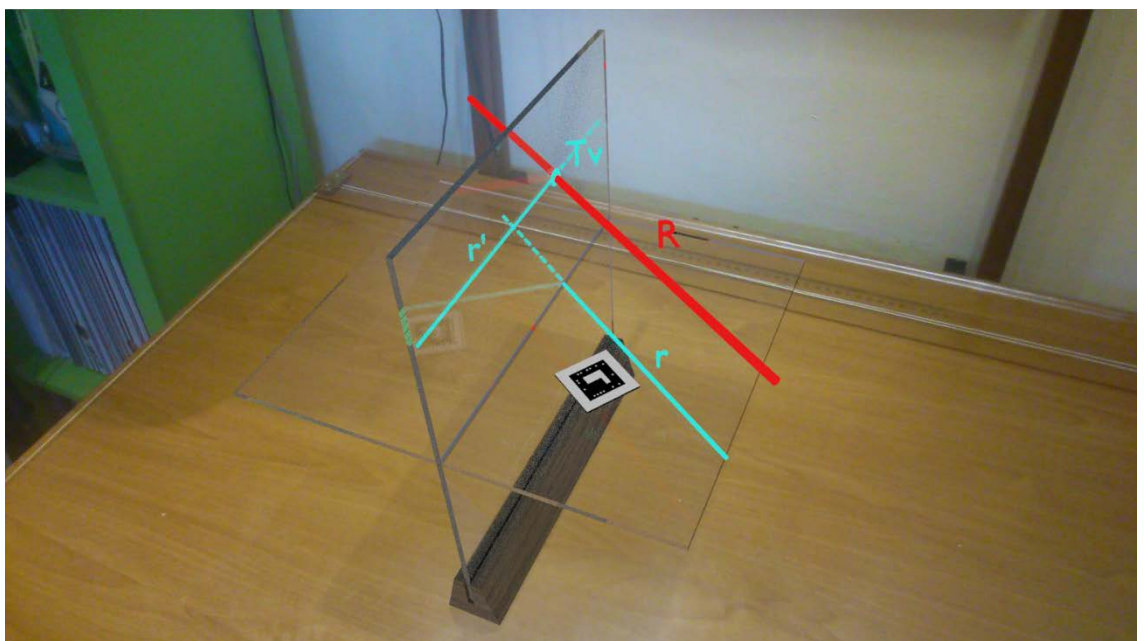


Ilustración 32 - Ejemplo RA. Proyecciones de una recta.

Sesión VI: Clase teórico. Aula de informática.

- Explicación teórica sobre las posiciones de rectas en el espacio. Utilizando el recurso web "Laboratorio de diédrico" de José Antonio Cuadrado.
 - o Material necesario: PC y Proyector.

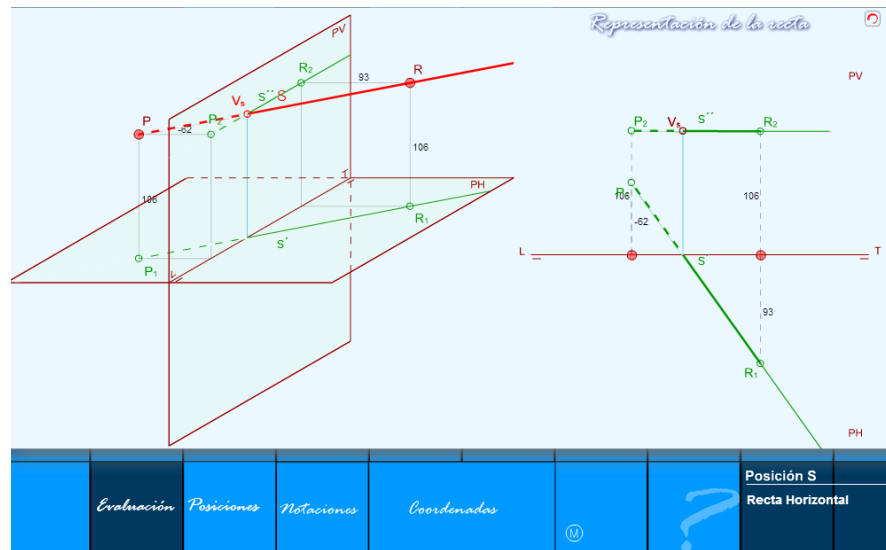


Ilustración 33 - Laboratorio de diédrico. José Antonio Cuadrado.

- **Actividad 6:** Realización de un modelo tridimensional mediante software CAD del abecedario de la recta e inserción de cada una de ellas en un marcador de realidad aumentada. Esta actividad servirá de evaluación de los contenidos sobre la representación de la recta en el sistema diédrico y podrá ser incluida en el portfolio de final de curso. Esta actividad se realizará en grupos de 2-3 alumnos. Cada grupo representará dos posiciones características de la recta, tanto virtualmente como en papel, y expondrá al resto de la clase las propiedades de las mismas. (CC – A, B, C y D)
 - o Material necesario: PC, software CAD y de RA, material de dibujo y cuaderno de dibujo.

Sesión VII: Clase teórica. Aula de dibujo.

- Exposición de los trabajos realizados en la actividad 6.
 - o Material necesario: PC y Proyector.

Sesión VIII: Sesión de evaluación. Aula de dibujo.

- Examen escrito: Punto y Recta.
 - o Material necesario: Material de dibujo.

Sesión IX: Clase teórico-práctico. Aula de dibujo.

- Explicación teórica sobre la representación del plano en sistema diédrico y sus trazas. Pertenencia de la recta al plano.
- **Actividad 7:** Se entregará un marcador de realidad virtual con un plano virtual a cada alumno. Utilizando la maqueta de los planos de proyección, el alumno descubrirá de forma intuitiva cómo se comportan las trazas de un plano, descubriendo las diferentes posiciones en el espacio. Una vez analizadas las trazas del plano, el alumno las dibujará en una lámina. (CC – B y D)
 - o Material necesario: Teléfono móvil, maqueta de los planos de proyección, rotulador deletable, material de dibujo, cuaderno de dibujo.

Sesión X: Clase teórico. Aula de informática.

- Explicación teórica sobre las posiciones del plano en el espacio. Utilizando el recurso web "Laboratorio de diédrico" de José Antonio Cuadrado.

o Material necesario: PC y Proyector.

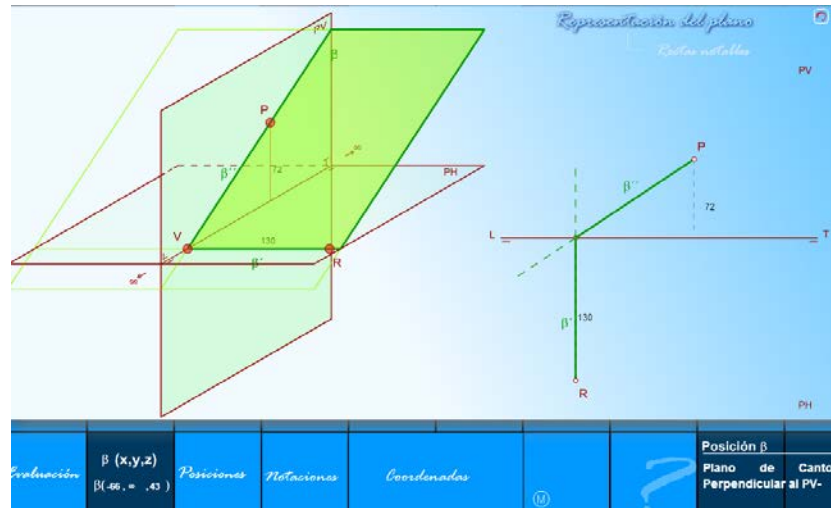


Ilustración 34 - Laboratorio de diédrico. José Antonio Cuadrado.

- Explicación teórica mediante modelo de realidad aumentada de las rectas características de los planos. Pertenencia del punto al plano.

o Material necesario: PC, Web Cam y Proyector.

Sesión XI: Clase práctica. Aula de informática.

- **Actividad 8:** Realización de un modelo tridimensional mediante software CAD de las diferentes posiciones del plano en el espacio e inserción de cada una de ellas en un marcador de realidad aumentada. Esta actividad servirá de evaluación de los contenidos sobre la representación del plano en el sistema diédrico y podrá ser incluida en el portfolio de final de curso. Esta actividad se realizará en grupos de 2-3 alumnos. Cada grupo representará una posición característica del plano, y las rectas que este puede contener, tanto virtualmente como en papel. expondrá al resto de la clase las propiedades de las mismas. (CC – A, B, C y D)

o Material necesario: PC, software CAD y de RA, material de dibujo y cuaderno de dibujo.

Sesión XII: Clase teórica. Aula de dibujo.

- Exposición de los trabajos realizados en la actividad 8.
 - o Material necesario: PC y Proyector.

Sesión XIII: Clase teórico-práctica. Aula de dibujo.

- Explicación teórica mediante modelo de realidad aumentada con animación virtual del procedimiento de definición de un plano mediante, dos rectas que se cortan, recta y punto y tres puntos.
 - o Material necesario: PC, Web Cam y Proyector.
- **Actividad 9:** Resolución de los tres casos, en papel, mediante la observación directa del modelo de realidad aumentada.
 - o Material necesario: Teléfono móvil, material de dibujo, cuaderno de dibujo.

Sesión XIV y XV: Clase práctica. Aula de dibujo.

- **Actividad 10:** Una vez explicados todos los contenidos de la unidad. Se volverán a repartir los marcadores que contenían los objetos de la actividad 1. El alumno deberá, mediante la observación directa del modelo en realidad aumentada, definir en el papel las tres proyecciones de los objetos, identificando y representando las tipologías de rectas y planos que lo definen. Esta actividad de consolidación, nos servirá de evaluación de los contenidos de la unidad de sistema diédrico y podrá ser incluida en el portfolio de final de curso.
 - o Con esta actividad, ayudaremos al alumno a identificar los contenidos estudiados a lo largo de la unidad en objetos reales. Además podremos ver su evolución y evaluar si se han conseguido los objetivos.
 - o Material necesario: Teléfono móvil, material de dibujo, cuaderno de dibujo.

Sesión XVI: Evaluación final. Aula de dibujo.

- Examen escrito donde se evaluarán todos los contenidos y procedimientos de la unidad didáctica.
 - o Material necesario: material de dibujo.

4.6.6. Atención a la diversidad.

Para la atención a la diversidad, se estudiará cada uno de los casos de manera individualizada con el asesoramiento del orientador y el pedagogo del centro.

Al principio de curso, así como al comienzo de cada unidad didáctica, se realizarán actividades como evaluación inicial que nos ayudaran a detectar las necesidades específicas de apoyo educativo.

Si se detectaran alumnos que presenten dificultades en el aprendizaje se plantea la posibilidad de complementar la unidad didáctica con actividades de refuerzo o adaptaciones metodológicas.

Si se detectaran alumnos con altas capacidades, se programarían diferentes actividades de investigación y profundización.

En el caso de que se considere necesario, para cualquier necesidad específica, se podrá optar por una adaptación curricular individualizada, modificando los elementos básicos del currículum.

4.6.7. Evaluación.

Para la evaluación de la unidad didáctica se valorarán diferentes aspectos:

- En primer lugar se tendrá en cuenta si el alumno ha alcanzado los objetivos y competencias de la unidad didáctica. Para ello se evaluarán cada una de las actividades propuestas para conseguir dichos objetivos.
- Por otro lado, se valorarán los conocimientos adquiridos por el alumno mediante evaluaciones al final y durante el desarrollo de la unidad didáctica.
- Además se tendrá en cuenta la actitud del alumno durante el desarrollo de las clases y las actividades.

Evaluación de las actividades:

- Cada una de las actividades se evaluarán de 1 a 10.
- Para ello se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:
- Actividades individuales:
 - o Calidad gráfica: Limpieza y rigor en el trazado y acabado de las láminas. (2 puntos)
 - o Corrección en el planteamiento del problema. (5 puntos)
 - o Exactitud en la solución. (3 puntos)
- Actividades grupales:
 - o Calidad gráfica. (1 punto)
 - o Proceso de investigación. (2 puntos)
 - o Corrección en el planteamiento. (3 puntos)
 - o Actitud para el trabajo en grupo. (1 punto)
 - o Resultado. (1 puntos)
 - o Exposición:
 - Contenido y presentación. (1,5 puntos)
 - Uso adecuado del lenguaje técnico. (0,5 puntos)

Evaluación de los exámenes:

- Cada examen se evaluará de 1 a 10.
- Para ello se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:
 - o Calidad Gráfica: Limpieza y rigor en el trazado y acabado del ejercicio. (2 puntos)
 - o Corrección en el planteamiento del problema. (4 puntos)
 - o Exactitud en la solución. (4 puntos)

Para la evaluación final de la unidad didáctica, se tendrán en cuenta las notas obtenidas en las 10 actividades y las 2 evaluaciones, así como la actitud del alumno. El peso en la nota final de cada una de ellas será:

Actitud y Participación	5%
Actividad 1	5%
Actividad 2	5%
Actividad 3	5%
Actividad 4	10%
Actividad 5	5%
Actividad 6 y exposición	10%
Actividad 7	5%
Actividad 8 y exposición	10%
Actividad 9	5%
Actividad 10	10%
Evaluación 1	10%
Evaluación 2	15%

Para la evaluación final de la asignatura, se realizará una media aritmética de todas las unidades didácticas contempladas en la temporización anual. Esta nota supondrá en 70 % de la nota final. El 30 % restante será la nota obtenida en la entrega del portfolio, como proyecto de libro de realidad aumentada, dónde el alumno incluirá los trabajos que elija de cada unidad didáctica.

5. BIBLIOGRAFÍA.

Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 4 : 6, 355-385.

Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C. & Olabe, J.C. (2007). *Realidad Aumentada en la Educación*. Bilbao. Escuela Superior de Ingeniería.

Billinghurst, M. & Grasset, R. (2008). *Magic Book*. The Human Interface Technology Laboratory New Zealand (HIT Lab NZ), University of Canterbury, Christchurch, New Zealand. Recuperado de: <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>

Bimber, O. & Raskar, R. (2005). *Spatial Augmented Reality. Merging Real and Virtual Worlds*. Wellesley, Massachusetts: A K Peters.

Bonnin, J., & Cabezas S. G. (2013) *La realidad aumentada y la pizarras digitales interactivas*. Universidad Autónoma de Madrid.

Dario, R. (2013). Realidad aumentada con fines educativos. *Escuela Colombiana de Carreras Industriales*, 3:2.

Drascic, D. & Milgram, P. (1996). Perceptual Issues in Augmented Reality. *Proceedings SPIE Vol.2653: Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems III* : 123-134.

Durlach, N.I. & Mavor, A. S. (Eds.). (1995). *Virtual Reality: scientific and technological challenges*. Washington, DC : National Research Council.

Fernández, A. & Gacto, M. (2014). *Nuevas herramientas para la didáctica del dibujo técnico en Bachillerato*. Universidad Católica de San Antonio.

Goldman, D. (2012). *Google unveils "Project Glas" virtual-reality glasses*. CNN Money. Recuperado de http://money.cnn.com/2012/04/04/technology/google-project-glass/?source=cnn_bin

Hernández, J., Pennesi, M., Sobrino, D. & Vázquez, A. (2012). *Tendencias emergentes en Educación con TIC*. Barcelona: Ciberespiral.

Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *Informe Horizon del NMC. Enseñanza Primaria y Secundaria 2012*. Austin, Tejas: The New Media Consortium.

Linares, O. (2013). *Realidad aumentada en educación*. Recuperado de: https://prezi.com/ci_vacbhzdqd/realidad-aumentada-en-la-educacion/

Mendoza, A. (2013). *Realidad virtual y realidad aumentada*.]. Recuperado de http://prezi.com/gh_hm8qpebwp/realidad-virtual-y-realidad-aumentada-historia/

Lens-Fitzgerald, M. (2009). *Augmented Reality Hype Cycle*. Recuperado de <http://www.sprxmobile.com/the-augmented-reality-hype-cycle>.

Paredes, C. (2013). *El uso de dispositivos móviles en educación. Realidad aumentada*. Valladolid. Universidad de Valladolid.

Prendes, C. (2014). *Propuesta de innovación educativa en un IES basada en una investigación exploratoria sobre realidad aumentada*. Máster en Tecnología Educativa: E-Learning y Gestión del Conocimiento.

Reinoso, R. (2013). *Realidad Aumentada y Educación: Un aprendizaje conectado a la vida*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/tecnotic/realidad-aumentada-y-educacin-un-aprendizaje-conectado-a-la-vida>

Sánchez, A. (2011). *La realidad aumentada aplicada al dibujo técnico*. Recuperado de: <https://prezi.com/big8taw8few6/la-realidad-aumentada-aplicada-al-dibujo-tecnico/>

Sutherland, I.E. (1965). The Ultimate Display. *Proceedings of IFIP Congress*: 506-508.

Torres, P. (2012). *Intro a Realidad Aumentada*. Recuperado de <http://prezi.com/3qngmybzolbh/intro-a-realidad-aumentada/>

6.WEBGRAFÍA.

Consultada a Junio de 2015.

AR-A!. Victor Valbuena. Institut Vilatzara de Vilassar de Mar.
<http://victorvalbuena.blogspot.com.es/>

ARISE PROJECT. Augmented Reality in School Enviroments. <http://www.arise-project.org/index.php%3Fid=35.html>.

CONNECT PROJECT. Fraunhofer Institute for Applied Information Technology.
http://www.ea.gr/ep/connect/main.asp?Cat_ID=380.

CONSTRUCT3D- An Augmented Reality System for Mathematics and Geometry Education.
Vienna University of Technology. <https://www.ims.tuwien.ac.at/projects/construct3d>.

LABORATORIA DE DIÉDRICO. José Antonio Cuadrado. <http://sd.joseantoniocuadrado.com/>

LEARNAR. SSAT. <http://www.learnar.org/>

VALDESPARTERA ES CULTURA. Blog del C.E.I.P. de Valdespartera, Zaragoza.
<http://valdesparteraescultura.blogspot.com.es/p/ra-en-educacion.html>