



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Aplicación de la Realidad Aumentada en la enseñanza del Sistema Diédrico para alumnos de Primero de la ESO

Autor/es

ALICIA CAZORLA GARCÍA

Director/es

JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Tecnología

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2019-20



Aplicación de la Realidad Aumentada en la enseñanza del Sistema Diédrico para alumnos de Primero de la ESO, de ALICIA CAZORLA GARCÍA (publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

Trabajo de Fin de Máster

**Aplicación de la Realidad
Aumentada en la enseñanza del
Sistema Diédrico para alumnos
de Primero de la ESO**

Autora

Alicia Cazorla García

Tutor: Julio Blanco Fernández

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Tecnología (M07A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2019/2020

RESUMEN

El Sistema Diédrico es el lenguaje básico fundamental para la comunicación de las dimensiones y formas geométricas de los objetos. Sin embargo, es un sistema muy complejo de interpretar por aquellos que son nuevos en la materia, ya que ninguna de sus proyecciones está en perspectiva. A menudo los alumnos lo encuentran inútil y no entienden su aplicación práctica, lo que conlleva una pérdida de motivación que se traduce en un menor rendimiento que dificulta el aprendizaje significativo. En esta Intervención Didáctica se ha modernizado el proceso de enseñanza y aprendizaje introduciendo la Realidad Aumentada, para facilitar la enseñanza a los docentes y fomentar la independencia del alumnado por medio de Augment, una plataforma que actúa de soporte y guía en su formación, mostrando con claridad elementos básicos del Sistema Diédrico. Los contenidos desarrollados están orientados a alumnos de Primero de la ESO, aunque es extrapolable a cualquier nivel educativo.

ABSTRACT

The Dihedral System is the fundamental basic language for the communication of the dimensions and geometric forms of objects. However, it is a very complex system to interpret by those who are new to the subject, as none of its projections are in perspective. Often students find it useless and do not understand its practical application, which leads to a loss of motivation that results in lower performance and makes it difficult to learn meaningfully. In this Didactic Intervention, the teaching and learning process has been modernised by introducing Augmented Reality, to make teaching easier for teachers and to encourage the independence of students by means of Augment, a platform that acts as a guide in their training, clearly showing basic elements of the Dihedral System. The contents developed are aimed at students in the first year of ESO, although it can be extrapolated to any educational level.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	1
1.1 Justificación	1
1.2 Planteamiento del problema	4
1.2.1. Experiencia como alumna.....	4
1.2.2. Experiencia como docente.....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo principal	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
2. Marco teórico.....	7
2.1 Geometría descriptiva.....	7
2.1.1. Proyecciones	7
2.1.2. Sistemas de representación.....	8
2.2 Sistema Diédrico	9
2.2.1. Generalidades y elementos del Sistema Diédrico.....	9
2.2.2. Representación del punto. Proyecciones Diédricas.....	10
2.2.3. Representación de la recta. Proyecciones Diédricas.....	11
2.2.4. Representación del plano. Proyecciones Diédricas.....	12
2.2.5. Aplicaciones del Sistema Diédrico	13
2.2.6. Metodología de enseñanza.....	14
2.2.7. Materiales y recursos	15
3. Estado de la cuestión	19
3.1 Realidad Aumentada (RA).....	19
3.1.1. Historia de la Realidad Aumentada.....	19
3.1.2. Definición	20
3.1.3. Aspectos positivos y negativos	21
3.1.4. Niveles de Realidad Aumentada.....	22
3.1.5. Hardware. Elementos de Realidad Aumentada	24
3.1.6. Software. Aplicaciones de Realidad Aumentada	25
3.1.7. Selección de la aplicación de Realidad Aumentada	27
4. Propuesta de intervención didáctica.....	29
4.1 Introducción	29
4.2 Objetivos específicos de la intervención.....	29
4.3 Descripción de la aplicación	29
4.3.1. Contenidos.....	31
4.3.2. Estrategias.....	32
4.3.3. Metodología	33

4.3.4. Actividades.....	36
4.4 Materiales y recursos	47
4.4.1. Materiales	47
4.4.2. Recursos.....	47
4.5 Criterios de evaluación	48
5. Discusión.....	49
6. Conclusiones.....	53
7. Referencias y bibliografía.....	55
7.1 Referencias	55
7.2 Bibliografía.....	59
8. Anexo	61

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

El ser humano siempre se ha comunicado mediante elementos gráficos, que, a lo largo de la historia, han dado lugar al dibujo artístico y al técnico. El dibujo artístico, desde sus inicios con las pinturas rupestres, se basa en la comunicación de ideas y sensaciones, en una búsqueda continua de la estimulación de quien observa. El dibujo técnico, por el contrario, tiene como objetivo la representación de objetos por medio de normas fijas y de la reproducción de sus dimensiones, formas y características. Aunque las aplicaciones de ambas disciplinas son muy distintas, actualmente existe una confluencia originada por la introducción de las nuevas tecnologías y la representación de objetos en tres dimensiones que contienen una alta carga de sugestión e inspiración para el observador (López, 2015b).

Según el Artículo 16 del Decreto 21/2015, de 26 de junio, por el que se establece el currículo de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de La Rioja, el dibujo técnico aparece como materia troncal de opción en la modalidad de Ciencias, y como asignatura específica en la modalidad de Artes en la organización del primer curso de Bachillerato. En la organización del segundo curso, atendiendo al Artículo 17, el dibujo técnico aparece como asignatura específica de opción en ambas modalidades. Por tanto, el dibujo técnico en el currículo de Bachillerato es una materia meramente optativa.

Sin embargo, el dibujo técnico aparece mucho antes en el currículo de Secundaria (Decreto 5/2011), con carácter obligatorio, en la asignatura de Educación plástica, visual y audiovisual, en el primer y cuarto curso. Tal y como se observa en las figuras del apartado *8.1 Currículo Educación plástica, visual y audiovisual en Secundaria* en el Anexo, se dedican dos bloques completos en cada itinerario a la impartición de contenidos relacionados con los elementos básicos de esta disciplina, apareciendo el Sistema Diédrico entre los distintos sistemas de representación desde el primer curso. Es decir, desde prácticamente el inicio de los alumnos en su particular andadura en la Educación Secundaria Obligatoria, tienen que comprender los conceptos

básicos de los sistemas de representación, hacer uso de las acotaciones, de las vistas principales y saber diferenciar qué sistemas emplear según los resultados que quieren conseguir.

Dada la presencia de este tipo de contenidos en el currículo y los exhaustivos criterios de evaluación que ponen a prueba el grado de comprensión de la materia por parte del alumnado, podríamos llegar a pensar que todos aquellos adolescentes que superan con éxito la Educación Secundaria Obligatoria están perfectamente preparados para afrontar una nueva etapa educativa en el ámbito científico tecnológico, ya sea en Bachillerato o en Formación Profesional. Sin embargo, la experiencia no siempre dice lo mismo.

La adolescencia es un periodo comprendido entre la infancia y la adultez, y está marcada por un proceso de "maduración física, psicológica y social" (Gaete, 2015), que comienza en torno a los 10 años y puede extenderse hasta los 19. Según Fonseca (2019a), esta época de transición se caracteriza por el "aumento de la mielina en el córtex prefrontal" del cerebro, con la consecuente "mejora de las conexiones sinápticas" y de la comunicación de los impulsos nerviosos (mielinización). Además, se dan una serie de "reorganizaciones masivas" neuronales y se desarrollan las "funciones cognitivas superiores", también llamadas funciones ejecutivas. Todos estos cambios cerebrales influyen en la atención, la memoria, el razonamiento, y en la ordenación espacial y secuencial de los adolescentes.

Según la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget recogida por Fonseca (2019a), los adolescentes comprendidos entre 11 y 15 años se encuentran en el "estadio de las operaciones formales", el "último estadio del desarrollo cognoscitivo, a partir del cual no se producen más cambios en la forma de pensar" y se obtiene el máximo grado de madurez. Existen dos fases dentro de este estadio: una fase emergente, comprendida entre los 11 y los 12 años, que supone el comienzo en el uso de determinadas operaciones formales; y una fase de consolidación hasta los 15 años, donde la adquisición y uso de operaciones formales es generalizada. Una vez concluida esta etapa, los

adolescentes son capaces de pensar en abstracto, formular hipótesis, concebir lo ideal además de lo real, y utilizar la combinatoria y la lógica proposicional.

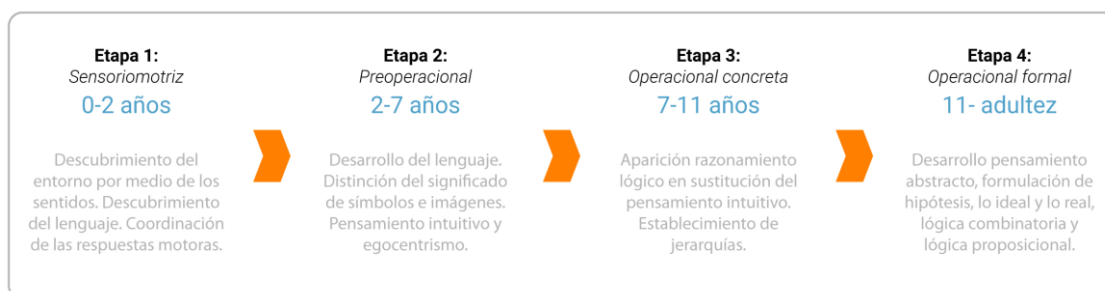


Figura 1. Etapas del desarrollo cognitivo. (Elaboración propia según Fonseca 2019a)

Como ya se ha mencionado, la aparición del dibujo técnico y, en concreto, del Sistema Diédrico en el currículo de los alumnos, se da desde el primer curso de Educación Secundaria. Sin embargo, el hecho de que aparezca con esta prontitud no garantiza el aprendizaje significativo del alumnado. De hecho, estos adolescentes de entre 11 y 12 años no acaban sino de aterrizar en un mundo del que todavía se están acostumbrando y no tienen el suficiente grado de madurez ni el pensamiento abstracto desarrollado para poder hacer frente a los contenidos programados sobre el Sistema Diédrico.

Además, el Sistema Diédrico está localizado prácticamente al final del Bloque III de Educación plástica, visual y audiovisual, por lo que es posible que, en muchas ocasiones y debido a la falta de tiempo en la finalización de la Programación Didáctica ocasionada por las desviaciones producidas durante el curso, la impartición de contenidos con una alta carga de dificultad como el Sistema Diédrico se pierda en explicaciones austeras, pasando por alto la relación de conceptos básicos que los alumnos necesitan para su comprensión.

Todos estos factores derivan, en muchos de estos adolescentes, en una pérdida de motivación y siembran un rechazo que difícilmente se resuelve en el futuro. Por tanto, es vital durante este periodo prestar especial atención al desarrollo cognitivo del alumnado y adecuar los sistemas de enseñanza-aprendizaje para lograr revertir la situación.

Lo que se busca con la elaboración de este Trabajo Fin de Máster es dotar de una metodología sencilla y atractiva a la enseñanza del Sistema Diédrico

desde el primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. Aplicando las nuevas tecnologías y resolviendo pequeños retos de una forma en la que antes nunca se habían resuelto, se pretende facilitar el asentamiento de los conceptos más básicos y establecer una base sólida sobre la que puedan seguir construyendo su conocimiento. Presentar una herramienta digital que sirva de ayuda y apoyo en su desarrollo cognitivo, con la consecuente evolución de las operaciones formales, tales como el pensamiento abstracto y la ordenación espacial.

1.2 Planteamiento del problema

El Sistema Diédrico es el lenguaje básico fundamental para la comunicación de las dimensiones y formas geométricas de los objetos. Sin embargo, es un sistema muy complejo de interpretar por aquellos que son nuevos en la materia, ya que ninguna de sus proyecciones está en perspectiva. Con las representaciones solo se ven proyecciones, no el elemento en el espacio.

A continuación se exponen dos situaciones basadas en la experiencia propia en la enseñanza y aprendizaje del Sistema Diédrico, que establecen un punto de partida y determinan los objetivos que se detallan más adelante.

1.2.1. Experiencia como alumna

En mi caso, si bien es cierto que en Educación plástica de Educación Secundaria Obligatoria se abordaron ciertos conceptos básicos dentro del dibujo técnico, tales como el punto, recta, plano, paralelismo y perpendicularidad, el Sistema Diédrico no apareció hasta cuarto curso. A pesar de haber trabajado con los elementos básicos que lo componen, no teníamos interiorizadas las relaciones de representación que se establecen entre ellos.

La metodología escogida por el docente supuso un reto añadido en el aprendizaje de un sistema al que nos habían lanzado sin medios. Las sesiones eran una combinación entre clases magistrales y aprendizaje basado en proyectos. Sin embargo, nunca se nos expuso la aplicación práctica del Sistema Diédrico, así como no hubo un gran énfasis en representar los elementos tridimensionales en el espacio, de modo que nosotros pudiéramos asociar las proyecciones con los objetos y construir nuestro propio

conocimiento. Las sesiones se basaban en imposiciones, y el seguimiento se hacía muy pesado al ser también escaso el uso de las nuevas tecnologías.

1.2.2. Experiencia como docente

Durante el periodo de prácticas y, en concreto, mi estancia presencial en el centro educativo, tuve la suerte de ayudar a mi tutor en la impartición de contenidos relacionados con la representación tridimensional de objetos y su posterior representación en dos dimensiones, y pude ver cómo los alumnos, a pesar de seguir aparentemente bien las clases, no tenían interiorizados conceptos básicos ni asociaban vistas de proyección. Es decir, muchos de ellos tenían ciertos problemas en la asociación de planos con su representación tridimensional en perspectiva, lo que hacía que se sintieran inseguros y desmotivados en la realización de actividades propuestas y exámenes.

El hecho de que los alumnos no entendieran en su día la aplicación práctica del Sistema Diédrico y el uso de sus elementos básicos de representación, hace que a día de hoy tengan serias dificultades en la asimilación de cuál es la mejor vista para comenzar un modelado en tres dimensiones mediante software específico, cuál es el plano de proyección en el que realizar las operaciones, o incluso cómo un eje o una recta son necesarias en el establecimiento de relaciones de posición una vez ensamblados varios objetos.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo principal

Facilitar la comprensión del Sistema Diédrico por medio de la representación tridimensional de las figuras geométricas y la asociación con sus vistas en los diferentes planos de proyección, a través de las nuevas tecnologías.

1.3.2. Objetivos específicos

Del objetivo principal se derivan los siguientes objetivos específicos:

- Facilitar el desarrollo del pensamiento abstracto y la ordenación espacial del alumnado, en su uso de las operaciones formales y funciones ejecutivas. Capacitar al alumnado en la concepción de lo ideal, además de lo real.

- Mostrar con claridad los elementos básicos del sistema diédrico y establecer relaciones entre ellos. A partir de exposiciones sencillas de conceptos complejos, sentar una base sobre la que el alumnado pueda construir su propio conocimiento y lograr un aprendizaje significativo.
- Facilitar la enseñanza del sistema diédrico a los docentes por medio de herramientas que actúen de soporte y guía en su impartición.
- Fomentar la independencia del alumnado por medio de herramientas que actúen de soporte y guía en su aprendizaje. Transmitir seguridad.
- Integrar las nuevas tecnologías como recursos didácticos en detrimento de las clases magistrales convencionales, considerando siempre las ventajas e inconvenientes, así como las posibles aplicaciones docentes.
- Integrar aplicaciones que permitan la manipulación de ejercicios por el alumnado, permitiendo contemplar representaciones tridimensionales desde diferentes puntos de vista y planos de proyección. Aplicaciones de RA interactivas y de manejo sencillo.
- Aumentar la motivación y el interés del alumnado por el sistema diédrico y la asignatura durante todo el proceso de aprendizaje. Dinamizar la docencia de conceptos complejos.
- Desarrollar una propuesta de intervención didáctica basada en la creación de materiales y recursos para mostrar por medio de la RA.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Geometría descriptiva

Gaspard Monge, matemático francés, publica en 1795 una obra que titula "Geometría Descriptiva" (Padilla, 2013), donde recoge todos los conceptos y métodos de representación que se venían utilizando desde la Plena Edad Media, alrededor del Siglo XIII, en "un cuerpo de doctrina sistemático" que responde, además, "a los conceptos filosóficos de la Ilustración y al programa estético del Neoclasicismo" (Calvo, 2006).

La Geometría Descriptiva forma parte de las matemáticas gráficas y permite la representación de cualquier forma, figura u objeto de tres dimensiones en un plano de dos dimensiones, así como la reproducción de cualquier forma, figura u objeto de tres dimensiones a partir de un plano de dos, por medio de los sistemas de representación (Biguri, 2017). Establece una relación de correspondencia y reversibilidad entre la forma, figura u objeto, y el plano de dos dimensiones (Plástica Montepinar, 2012). La solución de los problemas siempre es única, sea cual sea el punto de partida.

2.1.1. Proyecciones

Tal y como recoge López (2015a), los sistemas de representación están basados en la proyección de formas, figuras u objetos, por medio de rayos proyectantes, sobre un plano; y se diferencian según "el número de planos de proyección utilizados, la situación relativa de estos respecto al objeto" y "la dirección de los rayos proyectantes".

Los rayos proyectantes "son líneas imaginarias, que pasando por los vértices o puntos del objeto, proporcionan en su intersección con el plano del cuadro, la proyección de dicho vértice o punto" (López, 2015a).

Dependiendo del origen de los rayos proyectantes (Plástica Montepinar, 2012; López, 2015a):

- Proyección cilíndrica ortogonal: el origen es un punto del infinito, todos los rayos proyectantes son paralelos entre sí y perpendiculares al plano de proyección.

- Proyección cilíndrica oblicua: el origen es un punto del infinito, todos los rayos proyectantes son paralelos entre sí y oblicuos al plano de proyección.
- Proyección central o cónica: el origen es un punto concreto o propio, a una distancia finita.

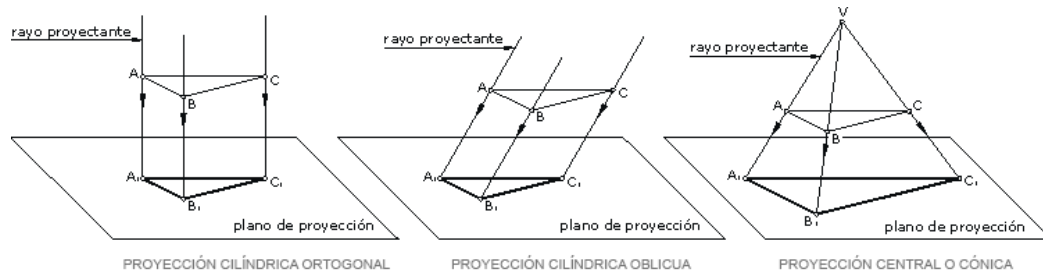


Figura 2. Proyecciones. (López, 2015a)

2.1.2. Sistemas de representación

Los sistemas de representación establecen una relación de correspondencia y reversibilidad entre la forma, figura u objeto, y el plano de dos dimensiones, de modo que es posible proyectar cualquier forma, figura u objeto de tres dimensiones en un plano de dos y viceversa, obteniendo el mismo resultado.

Los sistemas de representación se clasifican en sistemas de medida y sistemas representativos (López, 2015a):

- Sistemas de medida: es posible conocer las dimensiones en verdadera magnitud y la posición de las formas, figuras u objetos representados en los dibujos mediante mediciones directas sobre los planos. Sin embargo, no se aprecian a simple vista las geometrías y proporciones de las representaciones.
- Sistemas representativos: es posible apreciar a simple vista las geometrías y proporciones de las representaciones por medio de una sola proyección. Sin embargo, no se pueden tomar mediciones directas sobre los planos.

Ver Anexo, apartado 8.2 *Tabla resumen de los sistemas de representación.*

2.2 Sistema Diédrico

2.2.1. Generalidades y elementos del Sistema Diédrico

El Sistema Diédrico es el más utilizado en la representación dimensional de formas, figuras y objetos, debido a que proporciona mucha información a través de la proyección cilíndrica ortogonal (Plástica Montepinar, 2012). Fue desarrollado por Gaspard Monge y publicado por primera vez en el año 1799 (Rud, s. f.). Es tres siglos posterior al sistema cónico y ligeramente anterior al sistema de planos acotados.

Está basado en dos planos de proyección que son perpendiculares entre sí: plano horizontal (PH) y plano vertical (PV). Ambos planos intersecan en una línea recta: línea de tierra (LT) (Plástica Montepinar, 2012), y dividen el espacio en cuatro diedros (Rodríguez, s. f.). El observador, por defecto y según el sistema europeo, siempre se localiza en el primer cuadrante (Cañibano, s. f.). Todos aquellos elementos ocultos situados en otros cuadrantes, se representan mediante líneas discontinuas (Domingo Montesinos, 2014).

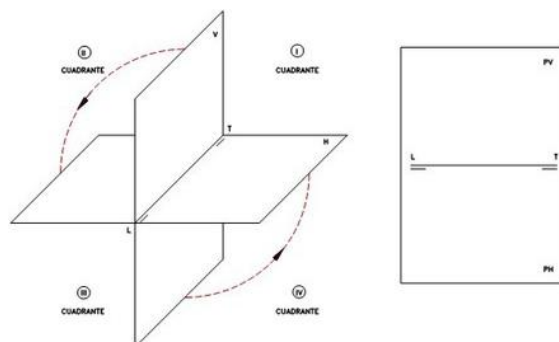


Figura 3. Planos de proyección. (Rodríguez, s. f.)

Las proyecciones de las formas, figuras y objetos, quedan reflejadas en dos planos distintos. Para disponer de toda la información en el mismo plano, se abate uno sobre otro tomando la LT como eje de rotación. Ver *Figura 3*.

De este modo y por medio de dos valores, se pueden definir puntos, rectas, planos y objetos, y relacionarlos en el espacio. Con un solo valor no quedarían definidos con exactitud (Domingo Montesinos, 2014).

2.2.2. Representación del punto. Proyecciones Diédricas

El punto es la unidad básica del Sistema Diédrico y se define por medio de sus proyecciones en el plano vertical y horizontal (Domingo Montesinos, 2014). La proyección de un punto P sobre el PV se denomina P'', mientras que sobre el PH se denomina P'.

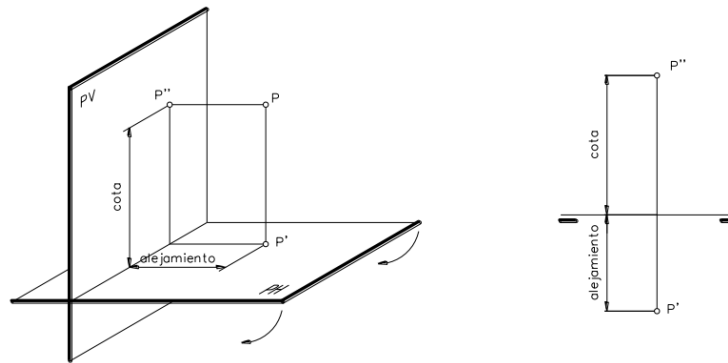


Figura 4. Alfabeto del punto (Plástica Montepinar, 2012, p.12)

La distancia desde P'' hasta el PH recibe el nombre de cota. La cota será positiva cuando se encuentre por encima del PH, y negativa cuando esté por debajo (Domingo Montesinos, 2014). De este modo, siempre será positiva en el primer y segundo cuadrante, y negativa en el tercero y cuarto (Molina, 2020b).

Por otra parte, la distancia desde P' hasta el PV se denomina alejamiento. El alejamiento será positivo cuando se encuentre por delante del PV, y negativo cuando esté por detrás (Domingo Montesinos, 2014). Será positivo en el primer y cuarto cuadrante, y negativo en el segundo y tercero (Molina, 2020b).

Consideraciones:

- Cota = 0; Alejamiento \neq 0: punto P contenido en el PH.
- Cota \neq 0; Alejamiento = 0: punto P contenido en el PV.
- Cota = 0; Alejamiento = 0: punto P contenido en la LT.

Los puntos pueden localizarse en cualquiera de los cuatro cuadrantes en los que los planos vertical y horizontal dividen el espacio. En la imagen que se muestra a continuación quedan reflejados según su posición en el sistema.

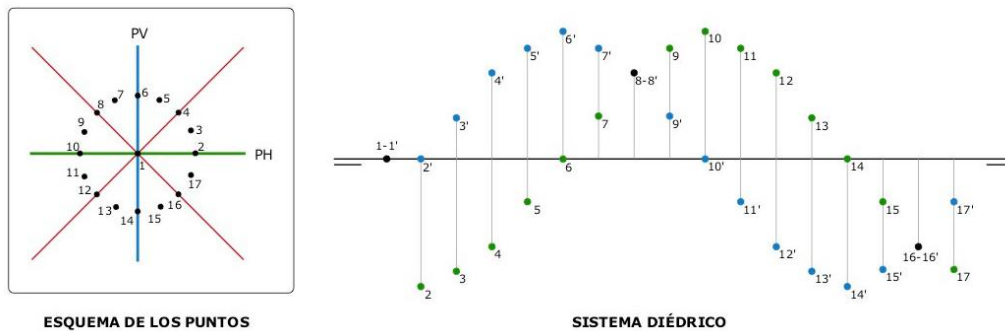


Figura 5. Representación del punto en los cuatro cuadrantes (Rodríguez, s. f.)

2.2.3. Representación de la recta. Proyecciones Diédricas

Una recta es una sucesión continua de puntos distribuidos en la misma dirección (Molina, 2020c). Solo tiene una dimensión y se define por medio de sus proyecciones en el plano vertical y horizontal. La proyección de una recta r sobre el PV se denomina r' , mientras que sobre el PH se denomina r'' .

Tal y como recoge Molina (2020c), un punto pertenece a una recta cuando coinciden las proyecciones vertical y horizontal de ambas figuras. Por tanto, el punto C de la Figura 6 está contenido en la recta r . Por el contrario, los puntos D, E, F y G no pertenecen a la recta. El punto G puede llevar a confusión al coincidir a simple vista sus proyecciones con las de la recta. Observando con detenimiento la nomenclatura de cada proyección, nos damos cuenta que la recta y el punto se encuentran en distinto cuadrante. En la Figura 6, la nomenclatura de los puntos es distinta a la que se ha establecido en el apartado 2.2.2 Representación del punto. Proyecciones Diédricas. En la Intervención Didáctica se establecerá según el apartado 2.2.2.

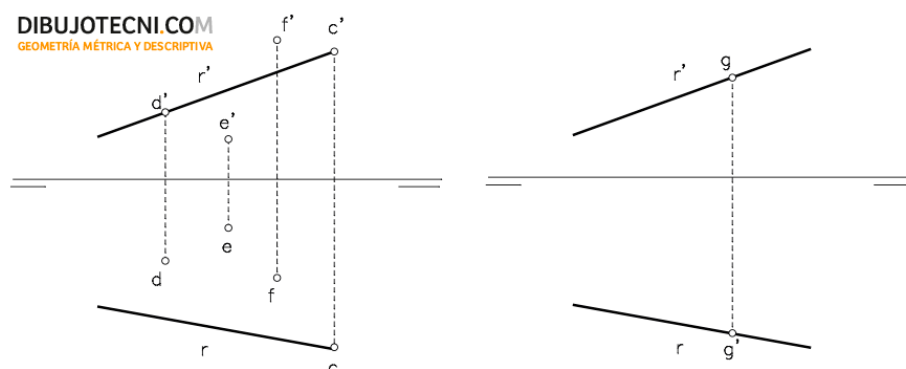


Figura 6. Pertenencia de un punto a una recta (Molina, 2020c)

Los puntos en los que una recta hace intersección con los planos de proyección se denominan trazas (Molina, 2020c). Son los más representativos y gracias a ellos sabemos cuándo una recta cambia de cuadrante y cuáles son sus partes vistas y ocultas. Las partes ocultas se representan mediante líneas discontinuas y se corresponden con los elementos situados en el segundo, tercer y cuarto cuadrantes. Todo lo que esté localizado en el primer cuadrante será visto (Martín-Gutiérrez y López-Chao, s. f.).

El punto de intersección de una recta con el plano vertical se denomina V, mientras que con el plano horizontal se denomina H. El punto V está contenido en el plano vertical de proyección. Por tanto su proyección horizontal está localizada en la LT. Del mismo modo, el punto H está contenido en el plano horizontal de proyección, por lo que su proyección vertical está localizada en la LT. El alfabeto de las trazas es igual que el descrito en el apartado 2.2.2. *Representación del punto. Proyecciones Diédricas: H (H'', H'); V (V'', V')*.

Las trazas de una recta determinan sus proyecciones, y viceversa.

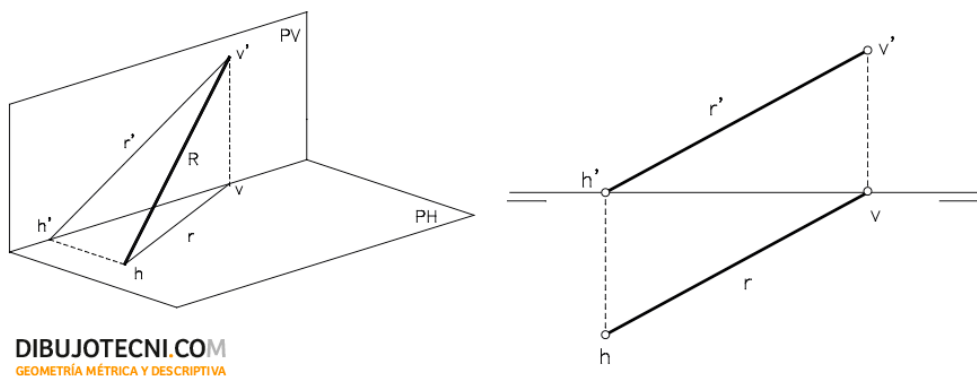


Figura 7. Trazas de una recta (Molina, 2020c)

Una recta puede ser horizontal, frontal, paralela a LT, vertical, de punta, de perfil, oblicua, o incluso estar contenida en un bisector. Para ver los tipos de rectas y sus características ver en el Anexo el apartado 8.3 *Tipos de rectas*.

2.2.4. Representación del plano. Proyecciones Diédricas

Un plano es una figura bidimensional que contiene un número infinito de puntos y rectas (Wikipedia contributors, 2020a). Se define por medio de sus trazas en el plano vertical y horizontal. Las trazas de un plano son las rectas en

las que hace intersección con los planos de proyección, y coinciden en un punto de la LT cuando el plano es oblicuo, proyectante o de perfil (Molina, 2020a). La proyección de un plano α sobre el PV se denomina α'' , mientras que sobre el PH se denomina α' . En la *Figura 8*, la nomenclatura del plano sigue el mismo modelo que la *Figura 6* del apartado 2.2.3 *Representación de la recta. Proyecciones Diédricas*. En la Intervención se establecerá según lo descrito.

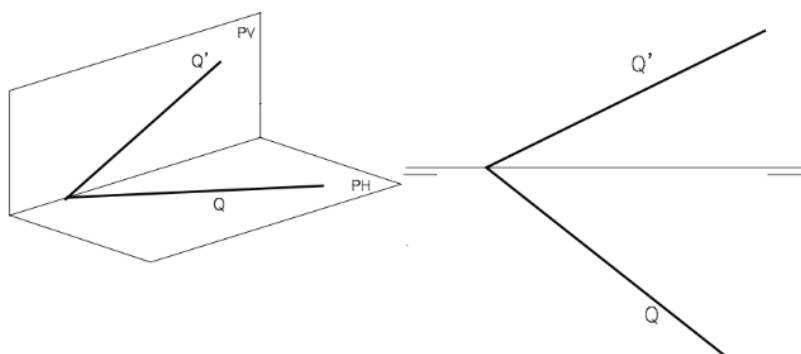


Figura 8. Trazas de un plano. (Molina, 2020a)

Un plano queda definido por dos rectas que se cortan, dos rectas paralelas, un punto y una recta, y tres puntos no alineados. Ver en el Anexo el apartado 8.4 *Definición del plano*.

Un punto pertenece a una recta cuando coinciden las proyecciones vertical y horizontal de ambas figuras (Molina, 2020c), y una recta pertenece a un plano cuando "las trazas horizontal y vertical de la recta están contenidas en las trazas horizontal y vertical del plano" (Molina, 2020a).

Un plano puede ser horizontal, frontal, paralelo a LT, contener a LT, proyectante vertical, proyectante horizontal, de perfil, oblicuo, y perpendicular al primer y segundo bisector. Para ver los tipos de planos y sus características consultar en el Anexo el apartado 8.5 *Tipos de planos*.

2.2.5. Aplicaciones del Sistema Diédrico

El Diédrico es un sistema de representación complejo cuya interpretación se basa en la abstracción de las formas a sus proyecciones, no estando ninguna de ellas en perspectiva. A menudo los alumnos lo encuentran inútil y no entienden su aplicación práctica, lo que conlleva una pérdida de motivación que

se traduce en un menor rendimiento y que dificulta el aprendizaje significativo. Por tanto, para conseguir que los alumnos comprendan la trascendencia del sistema y construyan su propio conocimiento a partir de los conceptos básicos, es muy importante dedicar el tiempo que sea necesario en la exposición de sus aplicaciones reales. Según Domingo Montesinos (2018), son las siguientes:

- Representar objetos: Es posible representar cualquier forma, figura u objeto de tres dimensiones en un plano de dos, por medio del Sistema Diédrico. Este sistema, además, permite "trabajar con los objetos en el espacio", de modo que es posible "tomar medidas en verdadera magnitud", girar los objetos, seccionarlos, e incluso cambiar el punto de vista desde el que los contemplamos mediante cambios de plano.
- Crear ideas: Las ideas y conceptos abstractos se pueden materializar y definir de forma concreta relacionando la proyección vertical y horizontal del Sistema Diédrico. Un mismo objeto es formalmente distinto de otro de la misma tipología en función de sus características físicas y geométricas. Una silla, por ejemplo, tiene infinitas posibilidades de materialización, por lo que su representación es imprescindible para su diferenciación.
- Comunicar objetos e ideas: El Sistema Diédrico es el lenguaje básico fundamental para comunicar las dimensiones y formas geométricas de los objetos. Es una herramienta gráfica, universal e inequívoca.
- Entender volúmenes: Tal y como explica Domingo Montesinos (2018), en la construcción del aprendizaje en torno al Sistema Diédrico, se crean conexiones neuronales a través de las que se puede "entender y trabajar con los volúmenes" y se desarrolla la visión espacial.

2.2.6. Metodología de enseñanza

La enseñanza del Sistema Diédrico, desde sus inicios, ha estado regida por los principios de la Escuela Tradicional, cuyas características, según Campos (2014) y Ceballos (2004), se basan en la figura del docente como protagonista del éxito en el aprendizaje del alumnado; y en el "verbalismo y pasividad".

Autores como Fenelón y Jean Jacques Rousseau, en el S.XVII, ya defendían que el alumno es el "centro y fin de la acción educativa" y, aunque esta Escuela Nueva se implanta en la sociedad a finales del S.XIX, no es hasta principios del S.XX cuando realmente tiene repercusión (Campos, 2014).

Las metodologías que actualmente nos parecen desfasadas, no lo son tanto, ya que la Escuela Tradicional se mantiene hasta el S.XX, y aún en la actualidad se pueden ver clases magistrales en las que el aprendizaje se da por repetición de conceptos, así como no existe diferenciación entre alumnos y se les aplica el mismo modelo de enseñanza. Tal y como dice Carretero (2001, p.13-14):

La modernización de la enseñanza es un proceso continuo que pasa por la adaptación de los procedimientos clásicos a los cambios que se introducen en la sociedad. Los métodos y herramientas tradicionales empleados para la realización de ejercicios de Geometría Descriptiva empleando el Sistema Diédrico de representación están dando paso al uso de herramientas informáticas, debido a las características y prestaciones actuales de los programas.

Es decir, gracias a las nuevas tecnologías, la enseñanza de un sistema de representación tan complejo como es el Sistema Diédrico está evolucionando y adaptándose a las nuevas necesidades del alumnado, habiendo pasado del aprendizaje único por medio de clases magistrales y repetición de ejercicios, a la exposición de contenidos utilizando software informático y la resolución de problemas gráfica y visualmente; favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje, y aumentando la motivación y autonomía del alumnado.

2.2.7. Materiales y recursos

Los materiales actualmente empleados en la docencia del dibujo técnico, según mi experiencia durante mi periodo como profesora en prácticas en el IES Inventor Cosme García, son los siguientes:

- Introducción de contenidos: Presentaciones y documentos proyectados, anotaciones y esquemas en la pizarra, ejemplificaciones con recursos gráficos: vídeos e imágenes.

- Explicación de contenidos: Apoyo teórico mediante apuntes del profesor y libro de asignatura. Exposiciones gráficas haciendo uso de software informático específico.
- Planteamiento y resolución de tareas: Apoyo teórico mediante apuntes del profesor y libro de asignatura. Exposiciones gráficas haciendo uso de software informático específico.

En cuanto a los recursos, todas las aulas cuentan con un cañón proyector, una pizarra, un ordenador del profesor y pupitres, sillas, altavoces y otros recursos básicos. Tal y como dice Carretero (2001, p.14):

La creciente introducción del empleo de los ordenadores en la vida cotidiana, unido a la presencia cada vez más frecuente de esta herramienta en los hogares actuales, permite afrontar de manera coherente el objetivo de dotar a los estudiantes de la Geometría Descriptiva, y en particular del Sistema Diédrico, de una herramienta interactiva que, empleando el soporte informático, facilite el aprendizaje de la materia de forma autónoma, y que sirva de complemento a los medios y procedimientos habituales de enseñanza.

2.2.7.1. TICs de soporte

Actualmente ya existen programas online y software informáticos específicos que dan soporte en la enseñanza del Sistema Diédrico. Algunos ejemplos son los que se muestran a continuación. Se ha hecho un estudio de las funciones y características, y de los aspectos positivos y negativos de cada programa.

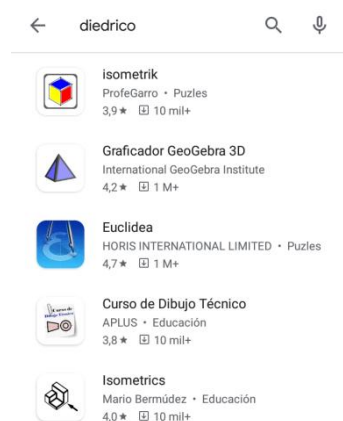
- sd.joseantoniocuadrado.com: Software online que muestra gráficamente las posiciones del punto, recta y plano con respecto a los planos de proyección. Es un recurso muy visual con el que el alumnado puede entender los elementos en el espacio y manipular ciertos parámetros que les ayudan a mejorar su visión espacial. La interfaz es bastante ruda y da problemas en la visualización del punto en un cuadrante distinto al primero, no permite cambiar el punto de vista con respecto a los planos de proyección y, en la representación del plano, es complicado entender sus posiciones. No plantea ejercicios prácticos, solo material teórico.

- educacionplastica.net: Software online con gráficos interactivos similares a los de José Antonio Cuadrado. Hay cuestionarios para el alumnado y presentaciones de soporte teórico para el profesorado. Sin embargo, sin Java RunTime Environment no se pueden visualizar los gráficos, ni se puede cambiar el punto de vista con respecto a los planos de proyección
- GeoGebra: Software matemático que "reúne dinámicamente geometría, álgebra, estadística y cálculo en registros gráficos, de análisis y de organización en hojas de cálculo" y "dinamiza el estudio, armonizando lo experimental y lo conceptual" (GeoGebra, s. f.). En el Sistema Diédrico es limitado y similar a los gráficos interactivos modificables.
- PrDiedrico: Software específico diseñado para estudiantes de la ESO. La interfaz y el manejo es similar a los ya expuestos. La representación de elementos se basa en las coordenadas. Permite poner en práctica lo aprendido mediante test que miden los aciertos y fallos, pero al igual que en los casos anteriores, solo es posible la representación en 2D.

Ver en el Anexo el apartado 8.6 *Gráficos TICs de soporte*.

Todos los programas descritos utilizan interfaces similares y la interacción y cambio de parámetros es limitado. Aunque todos suponen un gran avance en la simplificación de la enseñanza del Sistema Diédrico, ninguno incluye una representación más allá de las dos dimensiones.

Buscando en Apps de Google Play "Diédrico", aparece GeoGebra como destacada, y una amplia variedad de aplicaciones relacionadas con el Sistema Axonométrico. También hay aplicaciones teóricas para complementar el estudio del Sistema Diédrico, pero llama la atención la poca oferta que hay en torno a este sistema de representación dada su complejidad. *Figura 9. Aplicaciones. (Google Play)*



Entre las aplicaciones del Sistema Axonométrico destacan las siguientes:

- Isometrik: Planteados el alzado, planta y perfil, consiste en eliminar los bloques de un cubo para obtener la figura correspondiente a las vistas dadas. Hay varios niveles e introduce la gamificación en la enseñanza.
- Isometrics: Similar a Isometrik, con la diferencia que permite visualizar sólidos en 3D e introduce la realidad aumentada.

Ver en el Anexo el apartado *8.6 Gráficos TICs de soporte*.

Estas dos aplicaciones, relacionadas con el Sistema Axonométrico, son muy interesantes ya que convierten la enseñanza práctica convencional en un juego entretenido en el que los alumnos pueden manipular los objetos y visualizarlos desde diferentes puntos de vista.

Actualmente, todas las aplicaciones y programas de soporte para el Sistema Diédrico son poco intuitivas, no se adaptan completamente a las necesidades del alumnado, e incluso tienen cierta reminiscencia a las clases magistrales.

Habiendo visto en Isometrics que es posible aplicar la Realidad Aumentada en la enseñanza del Dibujo Técnico, se pretende crear una intervención didáctica basada en la gamificación por medio de una aplicación de RA ya existente en el mercado.

3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

3.1 Realidad Aumentada (RA)

3.1.1. Historia de la Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada es un concepto relativamente moderno. Fue definido por primera vez en 1990 por Tom Caudell, investigador de la compañía Boeing (lat, 2020), mientras utilizaba "un software para desplegar los planos de cableado sobre las piezas producidas" (Bejerano, 2014). Sin embargo, habría aparecido mucho antes de la mano de la Realidad Virtual.

En 1957, Morton Heilig, filósofo y realizador de cine, construyó Sensorama, una máquina de apariencia similar a las de los videojuegos, que proyectaba imágenes en tres dimensiones y creaba un entorno con el que pretendía mejorar la experiencia del usuario en el cine por medio de sonidos, vibraciones e imágenes grabadas de la realidad, a partir de las que mostraba información adicional y estímulos sensoriales. Muchos sostenían que era una máquina de Realidad Virtual, pero el tratamiento de sus imágenes ya daba comienzo a la Realidad Aumentada (Bejerano, 2014).

En 1966, tal y como recogen Bejerano (2014) y Wikipedia contributors (2020b), Ivan Sutherland, profesor de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Harvard, junto con su alumno Bob Sproull, creó el "HMD o Human Mounted Display", un dispositivo que estaba conectado a un brazo mecánico suspendido del techo de su laboratorio y que es el antecesor de lo que son ahora las gafas de RA y RV. "La primera aplicación de visualización fue un cubo suspendido en el aire frente al usuario" (Wikipedia contributors, 2020c).

En 1992, Louis Rosenberg, un tecnólogo que trabajaba en el cuerpo aéreo de los Estados Unidos, creó Virtual Fixture, "un sistema completamente inmersivo que combinaba RA y RV" (Sariego, 2019), y que "proyectaba unos brazos robóticos sobre el usuario que actuaban de guía para realizar ciertas tareas" (lat, 2020).

En este mismo año, un equipo de científicos de la Universidad de Columbia crearon Karma, un casco HMD de RA que "proyectaba una imagen en tres

dimensiones que daba instrucciones a los usuarios para utilizar una impresora", y de este modo "se podía eliminar el manual de usuario" (Iat, 2020).

Estas invenciones supusieron la separación definitiva de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual.

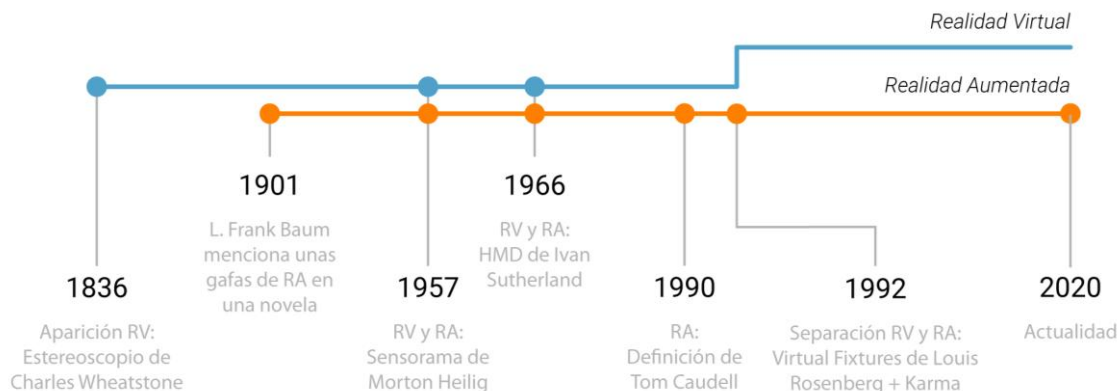


Figura 10. Evolución de la Realidad Aumentada. (Elaboración propia)

3.1.2. Definición

La Realidad Aumentada es un concepto relativamente moderno que se encuentra dentro de la Realidad Mixta. Según Wikipedia contributors (2020b), la Realidad Mixta "abarca desde el entorno real a un entorno virtual puro", y la Realidad Aumentada se corresponde con el entorno real. "Es una herramienta interactiva" y se diferencia de la Realidad Virtual en que no crea un mundo nuevo, sino que aprovecha el mundo real y lo establece como el soporte de la visualización de los elementos tridimensionales. Además, la RV necesita de un elemento adicional (gafas), mientras que en la RA es suficiente con tener una aplicación instalada en un dispositivo móvil.



Figura 11. Realidad Mixta. (Wikipedia contributors, 2020b)

Por tanto, la Realidad Aumentada es toda aquella "información adicional que se obtiene de la observación de un entorno, captada a través de la cámara de un dispositivo que previamente tiene instalado un software específico" (Blázquez, 2017), y puede ser una imagen, vídeo, enlace o un modelo 3D.

3.1.3. Aspectos positivos y negativos

A continuación se enumeran todos los aspectos positivos y negativos que supone la aplicación de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo según Wikipedia contributors (2020b).

3.1.3.1. Aspectos positivos

- Aumenta la motivación del alumnado
- Aumenta y complementa la información de la realidad
- Fomenta el trabajo colaborativo y facilita el trabajo en grupo
- Fomenta la comprensión. Gamificación del aprendizaje
- Facilita la enseñanza de conceptos complejos y abstractos
- Mejora la comunicación profesor-alumno, alumno-alumno
- Promueve la inclusión y la mejora de las capacidades sociales
- El alumno construye su propio conocimiento, aprende descubriendo
- Aporta una experiencia de inmersión en el conocimiento
- Desarrolla la visión espacial y la estimulación multisensorial
- La mayor parte de las aplicaciones y funciones básicas son gratuitas
- Tecnología de aplicación práctica en casi cualquier asignatura
- Reduce el gasto en materiales de apoyo a la docencia
- Facilidad de uso

3.1.3.2. Aspectos negativos

- Requiere tiempo de preparación y planificación de los contenidos
- Requiere formación específica del profesorado, barrera tecnológica
- Puede provocar distracción y sobrecarga cognitiva

- Reducida atención personalizada en grupos grandes
- Brecha digital, no todo el mundo tiene acceso a las nuevas tecnologías o a determinados dispositivos con una alta velocidad de procesamiento
- Problemas técnicos en su aplicación: cámara, geolocalización, acceso a internet, confusión en el reconocimiento de marcadores o imágenes, etc.

3.1.4. Niveles de Realidad Aumentada

Según Lens-Fitzgerald (2009), la Realidad Aumentada se clasifica en cuatro niveles que se distinguen en función de los parámetros y métodos de trabajo empleados.

3.1.4.1. Nivel 0. Hiperenlace con el mundo físico

Tal y como recogen Hernández Ortega, Pennesi Fruscio, Sobrino López y Vázquez Gutiérrez (2012), y según señaló Lens-Fitzgerald (2009), el hiperenlace con el mundo físico es el tipo de Realidad Aumentada más simple, ya que relaciona el mundo físico con el virtual.

Este enlace se lleva a cabo por medio de códigos bidimensionales QR. La descodificación de la información almacenada en estos códigos es reproducible por medio de cualquier dispositivo y smartphone que disponga de una cámara y tenga instalado un programa que actúe como motor de Realidad Aumentada. De este modo, el usuario recibe de vuelta una imagen de la realidad con información complementaria añadida, que puede comprender desde recursos gráficos, como texto o vídeo, hasta enlaces a páginas webs y objetos 3D.



Figura 12. Ejemplo código QR. (www.augment.com)

3.1.4.2. Nivel 1. Realidad Aumentada basada en marcadores

La Realidad Aumentada basada en marcadores es la más popular. En este caso, se utilizan figuras geométricas sencillas para codificar la información, en lugar de los códigos QR empleados en el *Nivel 0*.

Los marcadores son cuadrados negros y en su interior se generan diferentes combinaciones de cuadrados blancos, creando diseños únicos. El usuario descodifica la información del mismo modo en que lo hace con los códigos QR: por medio de un dispositivo con cámara y una aplicación de RA.

Un ejemplo de aplicación basada en marcadores era, hasta hace poco, Aumentaty. Sin embargo, con la última actualización del software, la aplicación ha evolucionado al *Nivel 2*, aunque todavía está disponible la versión antigua.

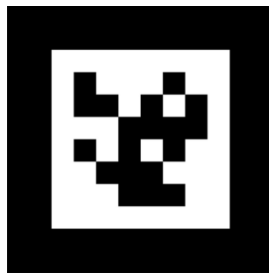


Figura 13. Ejemplo marcador. (www.aumentaty.com/community/es/pin/ficha/marcador-14)

3.1.4.3. Nivel 2. Realidad Aumentada sin marcadores o markerless

La Realidad Aumentada markerless está basada, como su propio nombre indica, en el reconocimiento de imágenes sin necesidad de marcadores (Hernández Ortega, et al., 2012). Cualquier imagen u objeto puede ser un activador, siempre y cuando contenga detalles y contrastes, y evite patrones, simetrías y áreas amplias monocromas. Una vez detectados estos activadores, se superpone el contenido gráfico con la imagen de la realidad. Un ejemplo de aplicación de RA markerless es Aurasma.

Dentro de este nivel se enmarca también la geolocalización. A través del GPS, la brújula, el acelerómetro y la conexión a Internet de los dispositivos móviles, es posible obtener información digital superpuesta en un entorno concreto. Un ejemplo de este tipo de RA por geolocalización es Pokemon GO.



Figura 14. Ejemplo geolocalización. (www.flickr.com)

3.1.4.4. Nivel 3. Visión aumentada

Tal y como señalan Hernández Ortega, et al. (2012), la visión aumentada es el siguiente paso en la evolución de la RA. Actualmente existen proyectos de dispositivos hardware independientes, tales como gafas inteligentes y lentes de contacto biónicas, que proporcionarán información adicional sobre la realidad al usuario sin necesidad de utilizar las manos.

3.1.5. Hardware. Elementos de Realidad Aumentada

Para poder obtener información adicional sobre un entorno por medio de la Realidad Aumentada, es necesario contar con los siguientes elementos (Blázquez, 2017; Wikipedia contributors, 2020b):

- Dispositivo con cámara y pantalla: ordenador, smartphone, tablet, o wearable. Identificará el marcador y mostrará la información superpuesta con la realidad en pantalla.
- Software específico: plataforma de gestión y conversión de información. Una vez leído el marcador, lo asociará con la información virtual contenida en la aplicación.
- Disparador o activador de la información: código QR, marcador, imagen, u objeto. "Elemento del mundo real que el software utiliza para reconocer el entorno físico" (Wikipedia contributors, 2020b). Se reproducirá la visualización sobre el disparador o activador.
- Conexión a Internet: necesaria "para enviar la información del entorno real al servidor remoto y recuperar la información virtual asociada que se superpone" (Wikipedia contributors, 2020b).

3.1.6. Software. Aplicaciones de Realidad Aumentada

3.1.6.1. UniteAR

UniteAR es una plataforma de RA basada en el reconocimiento de códigos bidimensionales QR o marcadores, estando localizada, por tanto, entre el *Nivel 0. Hiperenlace con el mundo físico* y el *Nivel 1. Realidad Aumentada basada en marcadores*. El usuario decide cómo quiere que se acceda al contenido.

Según sus creadores (iBoson Innovations, s. f.), es la aplicación "más rápida y fácil de usar del mundo". La secuencia a seguir para dar de alta un proyecto de realidad aumentada con UniteAR es muy sencilla e intuitiva, y está descrita en el Anexo, en el apartado *8.7.1 Secuencia de uso UniteAR*.

Para visualizar el contenido introducido en la plataforma, la aplicación ofrece dos posibilidades:

- Instalar UniteAR en un dispositivo móvil con cámara, a través de la que leer el marcador. El contenido se muestra en pantalla y es manipulable.
- Utilizar el enlace web que asocia la plataforma con el contenido subido y visualizarlo directamente mediante un ordenador con cámara. La función de la cámara es únicamente posicionar el elemento en el espacio. Esta opción posibilita la visualización del contenido en realidad aumentada sin necesidad de dispositivos móviles, por lo que podría ser la opción perfecta para que un docente aplique la RA en la enseñanza.

La principal diferencia de esta aplicación con respecto a las estudiadas en el apartado *2.2.7.1 TICs de soporte*, es que permite la manipulación del contenido interactivo y acerca el Sistema Diédrico al alumnado.



Figura 15. UniteAR. (uy.linkedin.com/showcase/unitear)

3.1.6.2. Aumentaty Author

Aumentaty Author es una plataforma de RA basada en el reconocimiento de marcadores y está localizada en el *Nivel 1*. La principal diferencia con UniteAR es que los marcadores pueden ser imágenes, geolocalizaciones y eventos.

Los pasos a seguir para dar de alta un proyecto de realidad aumentada con Aumentaty están descritos en el Anexo, en el apartado 8.7.2 *Secuencia de uso Aumentaty*. La creación de un proyecto no es inmediata como UniteAR, aunque el proceso es sencillo, intuitivo, está muy guiado y ofrece muchas opciones de configuración de los modelos 3D en el espacio de trabajo.

Aumentaty muestra los modelos tridimensionales tal y como se han diseñado en apariencia. Es decir, a diferencia de UniteAR, Aumentaty permite visualizar los materiales y colores preestablecidos en los modelos. Sin embargo, la visualización solo es posible a partir de un dispositivo móvil con cámara donde previamente se haya instalado Scope, el lector de marcadores de Aumentaty, así como es muy complicado que el reconocimiento de marcadores por Scope.



Figura 16. Lectura de un marcador con Scope. (www.aumentaty.com/community/es/software)

3.1.6.3. Augment

Augment es una plataforma de RA basada en el reconocimiento de códigos QR, estando localizada, por tanto, en el *Nivel 0*. Es muy parecida a UniteAR, ya que permite la visualización de los modelos tanto desde su aplicación instalada

en un dispositivo móvil, como la interacción online mediante un link. Tanto con Augment como con UniteAR es posible la manipulación y giro de los modelos tridimensionales; pero solo Augment permite establecer puntos de vista fijos.

Los pasos a seguir para visualizar modelos en 3D por realidad aumentada con Augment están descritos en el Anexo, en el apartado *8.7.3 Secuencia de uso Augment*. La creación de un proyecto es inmediata y es posible la edición del modelo una vez subido. Aunque UniteAR también lo permite, Augment es mucho más intuitiva y ofrece muchas más posibilidades de configuración.

Además, Augment muestra los modelos tridimensionales tal y como se han diseñado en apariencia, así como también lo hace Aumentaty. Es decir, permite visualizar los materiales y colores preestablecidos en los modelos.

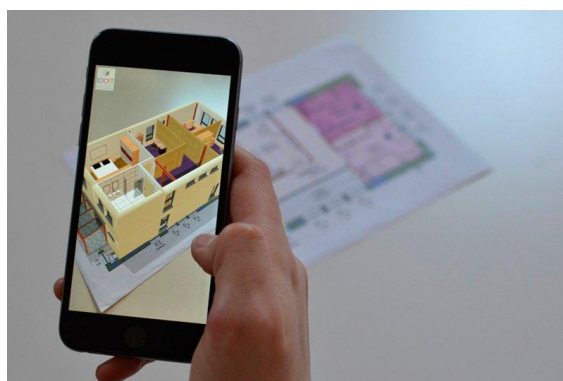


Figura 17. Augment. (realidadenaumento.es)

3.1.7. Selección de la aplicación de Realidad Aumentada

Habiendo estudiado y probado todas las características que ofrecen las diferentes aplicaciones de Realidad Aumentada actualmente existentes en el mercado, y en vista de la relación de objetivos a conseguir con el desarrollo del presente Trabajo Fin de Máster, la aplicación que mejor se ajusta para la correcta ejecución de la Intervención Didáctica es Augment.

Tal y como se recoge en la *Tabla 1*, Augment cumple con todos los requisitos establecidos. Aunque solo ofrece 14 días de prueba, cabe destacar que todas las plataformas son de pago y existen diferentes planes según sus funcionalidades. Además, Augment diferencia entre aplicaciones didácticas y comerciales, por lo que es posible establecer un convenio educativo como ya

hacen determinados centros con software como Solidworks, estando disponible para docentes como para alumnos.

Tabla 1. Comparativa de las características de las aplicaciones de Realidad Aumentada

	UniteAR	Aumentaty	Augment
Nivel RA	0-1	1	0
Visualización en app	x	x	x
Visualización online	x		x
Visualización colores, materiales		x	x
Visualización alzado, planta			x
Giro de los modelos	x		x
Manipulación sencilla e intuitiva	x		x
Proyectos públicos sin pago	x	x	x
Proyectos privados sin pago			x
Opciones de uso gratuito	2 proyectos	10 proyectos	14 días

Elaboración propia

4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

4.1 Introducción

La asignatura de Educación Plástica, Visual y Audiovisual de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria, y, en concreto, el *Bloque III. Dibujo Técnico*, pretende trasladar al estudiante determinados "conocimientos teórico-prácticos sobre diferentes formas geométricas y sistemas de representación" a través de los que puedan resolver distintos ejercicios y diseños de aplicación práctica (Decreto 5/2011, p.206).

La finalidad de esta intervención es facilitar la enseñanza y el aprendizaje de un sistema de representación tan complejo como lo es el Sistema Diédrico y dotar al profesorado de una herramienta gráfica con la que dar soporte a sus exposiciones y contenidos didácticos.

4.2 Objetivos específicos de la intervención

Los objetivos que se persiguen en esta intervención didáctica están directamente relacionados con los criterios de evaluación del Decreto 5/2011 (p.210). Se corresponden con los criterios 1, 2 y 27, y son los siguientes:

- "Comprender y emplear los conceptos espaciales punto, línea y plano".
- "Analizar cómo se puede definir una recta con dos puntos y un plano con tres puntos no alineados o con dos rectas secantes".
- "Comprender el concepto de proyección aplicándolo al dibujo de las vistas de objetos".

4.3 Descripción de la aplicación

La intervención didáctica está muy influida por el modelo de enseñanza-aprendizaje cognitivo. Tal y como recoge Fonseca (2019b), el aprendizaje "no es tanto lo que los estudiantes hacen, sino qué es lo que saben y cómo lo adquieren". Es un proceso de "codificación interna" que "consiste en la recepción y representación de un contenido, en su retención en la memoria y en su recuperación cuando sea necesario".

Las teorías cognitivas establecen al estudiante como centro del proceso de aprendizaje, y, según el Modelo de Procesamiento de la Información de Gagné recogido por Fonseca (2019b), existen las siguientes fases:

- "Fase de motivación: ganar atención". El Diédrico es, normalmente, el sistema de representación que menor interés genera en el alumnado. Por tanto, antes de introducirnos de lleno en la materia, expondremos el software de soporte a la enseñanza que vamos a emplear: Augment. Se plantearán dos ejercicios tridimensionales que capten la atención del alumnado y lo mantengan expectante.
- "Fase de información: informar de los objetivos". Como se ha expuesto en el apartado 2.2.5. *Aplicaciones del Sistema Diédrico*, a menudo los alumnos lo encuentran inútil y no entienden su aplicación práctica, lo que conlleva una pérdida de motivación que se traduce en un menor rendimiento que dificulta el aprendizaje significativo. Por tanto, se hará una exposición breve sobre las aplicaciones para que comprendan la trascendencia del sistema y construyan su propio conocimiento a partir de los conceptos básicos.
- "Fase de adquisición: considerar conocimientos previos". En el *Bloque III. Dibujo Técnico* del Decreto 5/2011 (p.209) aparecen los siguientes contenidos previos a la aparición del Sistema Diédrico: "punto, línea y plano; horizontales verticales y oblicuas; paralelas, perpendiculares y transversales". Los tendremos en cuenta en la introducción al sistema, refrescándolos y contextualizándolos siempre que sea necesario.
- "Fase de retención: nuevo material, no sobrecargar". Una vez puestos en contexto los conceptos básicos del Sistema Diédrico, comenzaremos la exposición de contenidos complementarios sencillos por medio de Augment según la metodología expuesta a continuación.
- "Fase de recuerdo: guías o explicaciones". Para que los alumnos interioricen el sistema y asocien los modelos tridimensionales expuestos en Augment con sus representaciones en dos dimensiones, siempre tendrán en formato físico y digital ambas a modo de guía.

- "Fase de generalización: hacer algo nuevo". Una vez los alumnos hayan interiorizado las diferentes características de los elementos básicos del Sistema Diédrico, se plantearán ejercicios para su puesta en práctica.
- "Fase de desempeño: examinar el rendimiento". La evaluación se llevará a cabo por medio de ejercicios prácticos en soporte físico. Es decir, los alumnos aterrizarán las ideas y conceptos tridimensionales aprendidos por medio de Augment en papel, familiarizándose con todos los soportes que les serán requeridos en etapas educativas superiores.
- "Fase de retroalimentación: dar información sobre el rendimiento". Todos los ejercicios prácticos planteados al alumnado estarán también disponibles en tres dimensiones por medio de Augment, de modo que una vez los entreguen, aparte de la retroalimentación del docente, recibirán un código QR o un link para que puedan visualizar el ejercicio resuelto y ellos mismos construyan su propio conocimiento.

4.3.1. Contenidos

Dentro de esta Intervención Didáctica, se propone a los alumnos profundizar en los contenidos impartidos durante la primera evaluación, y aplicarlos mediante el software informático específico Augment.

- Representación del punto
 - Concepto: El punto
 - Proyecciones en el PV y PH. Cota y alejamiento
 - Consideraciones: puntos contenidos en el PV, PH y LT
 - Representaciones según el cuadrante, abatimiento del PH
- Representación de la recta
 - Concepto: La recta
 - Proyecciones en el PV y PH
 - Trazas de una recta

- Pertenencia de un punto a una recta
- Tipos de rectas
- Representación del plano
 - Concepto: El plano
 - Proyecciones en el PV y PH
 - Trazas de un plano
 - Definición del plano:
 - Dos rectas que se cortan
 - Dos rectas paralelas
 - Un punto y una recta
 - Tres puntos no alineados
 - Pertenencia de una recta a un plano
 - Tipos de planos

4.3.2. Estrategias

La mejor estrategia para la integración del alumnado con necesidades educativas específicas es implicarlos en las mismas tareas que al resto del grupo, ofreciéndoles la posibilidad de retomar un contenido no asimilado en un momento posterior de trabajo, evitando así la paralización del proceso de aprendizaje del alumnado con ejercicios repetitivos que suelen incidir negativamente en el nivel de motivación.

- Diseño de actividades complementarias de refuerzo y/o ampliación.
- Seguimiento personalizado del aprendizaje y motivación constante.
- Preparación de tareas de distinta complejidad. Las actividades prácticas son todas susceptibles de trabajo desde distintos niveles, ofreciendo en cada ocasión la posibilidad de desarrollo según el nivel de partida.

4.3.3. Metodología

Para el desarrollo de esta intervención, se pondrán en práctica los métodos aprendidos durante la fase de observación en el periodo de prácticas:

- Exposición teórica de contenidos y planteamiento de aplicación práctica: Presentaciones y documentos proyectados, anotaciones y esquemas en la pizarra, ejemplificaciones con recursos gráficos: vídeos e imágenes.
- Explicación de contenidos, planteamiento de tareas resueltas por el profesor y seguimiento en tiempo real del alumnado: Introducción del software informático específico: Augment
- Planteamiento de tareas sencillas de resolución individual en aula: Puesta en práctica de los contenidos aprendidos. Retroalimentación del profesor mientras los alumnos están trabajando individualmente.
- Planteamiento de tareas para resolución individual en casa: Puesta en práctica en casa y asentamiento de contenidos. Las tareas siempre se corrigen en clase para resolver las dudas surgidas en el desarrollo.
- Evaluación de los conocimientos adquiridos: Preparación de una prueba final evaluable que contenga una recopilación de tareas y prácticas similares a las expuestas en las sesiones. No será un examen.

El tiempo requerido para completar la intervención son 12 horas. Dado que cada sesión comprende 3h/semana, la intervención se prolongaría durante 4 semanas. La distribución temporal para cada una de las sesiones, así como el contenido íntegro de las explicaciones se muestra a continuación:

Tabla 2. Desarrollo de la Intervención Didáctica

Sesión	Exposiciones, actividades y metodología
1	Introducción a la plataforma de RA: Augment (1H) <ul style="list-style-type: none">a) Qué la Realidad Aumentada. Ejemplos: PokemonGOb) Introducción a la plataforma Augmentc) Qué necesitamos para visualizar RA: cámara, dispositivo móvil y códigosd) Cómo vamos a utilizar Augment en las sesiones didácticase) Actividad 1: Visualización de un modelo cualquiera en RA por Augment

-
- f) Actividad 2: Visualización del PH y PV en RA por Augment
 - g) Planteamiento de la Actividad 3 (resolución en casa): creación de un usuario en Augment y descarga e instalación de la aplicación en un dispositivo móvil para el correcto seguimiento de los contenidos
-

Introducción al Sistema Diédrico (1H)

- a) Qué es el Sistema Diédrico
 - b) Cuáles son sus aplicaciones:
 - i. Representar objetos
 - ii. Crear ideas
 - iii. Comunicar objetos e ideas
 - iv. Entender volúmenes
 - 2 c) Elementos básicos del Sistema Diédrico
 - i. Punto
 - ii. Recta
 - iii. Plano
 - d) Planteamiento de la Actividad 4 (resolución en casa): búsqueda por internet de algún objeto, forma o figura representada en Sistema Diédrico
-

Representación del punto I/III (1H)

- a) Qué es el punto
 - b) Proyecciones en el PV y PH
 - c) Cota y alejamiento
 - 3 d) Actividad 5: Visualización de un punto cualquiera en RA por Augment
 - e) Consideraciones: puntos contenidos en el PV, PH y LT
 - f) Actividad 6: Visualización de puntos contenidos en el PV, PH y LT
 - g) en RA por Augment
 - h) Planteamiento de la Actividad 7 (resolución en casa): asociación de conceptos en torno al punto: cota y alejamiento, PV y PH y nomenclatura
-

Representación del punto II/III (1H)

- a) Corrección Actividad 7
 - b) Representación del punto según el cuadrante en que se encuentre
 - c) Abatimiento del PH sobre el PV para pasar de tres a dos dimensiones
 - 4 d) Actividad 8: Visualización del abatimiento PH sobre PV en RA por Augment
 - e) Actividad 9: Visualización del punto en distintos diedros en RA por Augment
 - f) Actividad 10: Representación de puntos en los cuatro diedros
 - g) Planteamiento de la Actividad 11 (resolución en casa): Representación de puntos en los cuatro diedros, asociando los conceptos previos de cota y alejamiento, PV y PH y nomenclatura
-

5 Representación del punto III/III (15')

-
- a) Corrección Actividad 11

Representación de la recta I/III (45')

- a) Qué es la recta
b) Proyecciones en el PV y PH
c) Actividad 12: Visualización de una recta cualquiera en RA por Augment
d) Pertenencia de un punto a una recta
e) Actividad 13: Visualización de puntos de una recta en RA por Augment
f) Planteamiento de la Actividad 14 (resolución en casa): asociación de conceptos en torno a la recta: nomenclatura y pertenencia o no de puntos

Representación de la recta II/III (1H)

- a) Corrección de la Actividad 14
b) Trazas de una recta
c) Actividad 15: Visualización de las trazas de una recta en RA por Augment
6 d) Actividad 16: Representación de las trazas de una recta en papel
e) Tipos de rectas
f) Actividad 17: Visualización de tipos de rectas en RA por Augment
g) Planteamiento de la Actividad 18 (resolución en casa): asociación y representación de los tipos de rectas en papel

Representación de la recta III/III (15')

- a) Corrección de la Actividad 18

Representación del plano I/IV (45')

- a) Qué es el plano
b) Proyecciones en el PV y PH
7 c) Trazas de un plano
d) Actividad 19: Visualización de un plano y sus trazas en RA por Augment
e) Pertenencia de una recta a un plano
f) Actividad 20: Visualización de una recta en un plano en RA por Augment
g) Planteamiento de la Actividad 21 (resolución en casa): asociación de conceptos en torno al plano: nomenclatura y pertenencia o no de rectas

Representación del plano II/IV (1H)

- a) Corrección de la Actividad 21
b) Definición del plano: dos rectas que se cortan
c) Actividad 22: Visualización de las trazas de un plano por dos rectas que se cortan en RA por Augment
8 d) Definición del plano: dos rectas paralelas
e) Actividad 23: Visualización de las trazas de un plano por dos rectas paralelas en RA por Augment
f) Planteamiento de la Actividad 24 (resolución en casa): representación de los planos definidos por dos rectas que se cortan y dos rectas paralelas

Representación del plano III/IV (1H)

- 9
- a) Corrección de la Actividad 24
 - b) Definición del plano: un punto y una recta
 - c) Actividad 25: Visualización de las trazas de un plano por un punto y una recta en RA por Augment
 - d) Definición del plano: tres puntos no alineados
 - e) Actividad 26: Visualización de las trazas de un plano por tres puntos no alineados en RA por Augment
 - f) Tipos de planos
 - h) Actividad 27: Visualización de tipos de planos en RA por Augment
 - g) Planteamiento de la Actividad 28 (resolución en casa): asociación y representación de los tipos de planos en papel

Representación del plano III/IV (15')

- 10
- a) Corrección de la Actividad 28

Repaso de todos los contenidos por medio de ejercicios (45')

-
- 11 **Comienzo de los ejercicios de evaluación en clase. Terminación en casa (1H)**

-
- 12 **Corrección de los ejercicios de evaluación en clase (1H)**
-

Elaboración propia

4.3.4. Actividades

4.3.4.1. Actividad 2: Visualización del PH y PV en RA por Augment

Planteamiento: El Sistema Diédrico es un sistema de representación que está basado en dos planos de proyección perpendiculares entre sí: plano horizontal (PH) y plano vertical (PV). Escanea el siguiente código QR con Augment, o introduce el link que aparece a continuación en google para poder visualizarlos en 3D: <https://agmt.it/m/msIF-pMr>

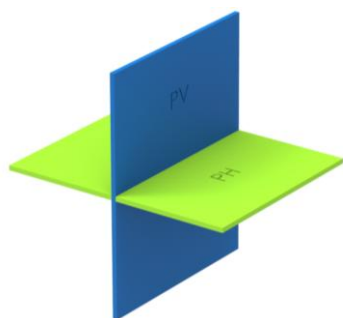


Figura 18. Diedros. (Elaboración propia)



Figura 19. QR Diedros.
(www.augment.com)

Visualización online en clase:

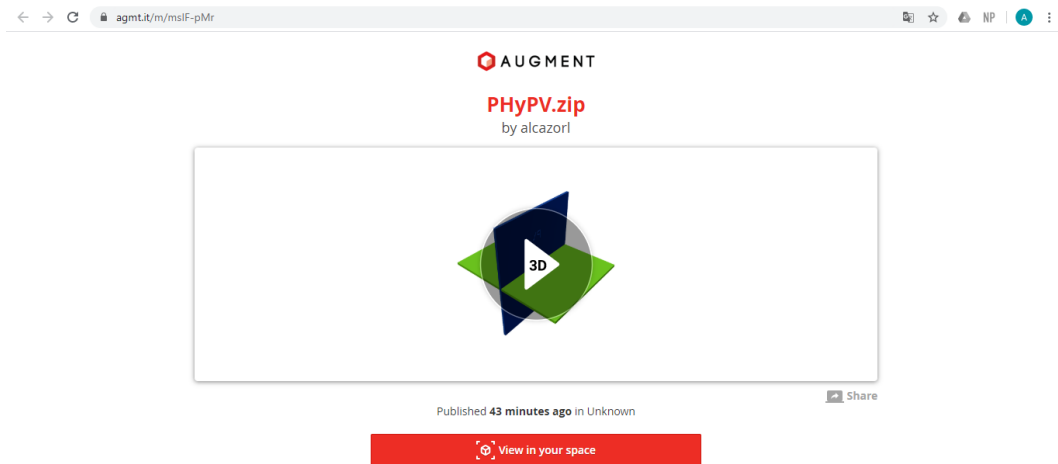


Figura 20. Visualización online Diedros. (www.augment.com)

Visualización online en casa:



Figura 21. Diedros desde dispositivo móvil. (www.augment.com)

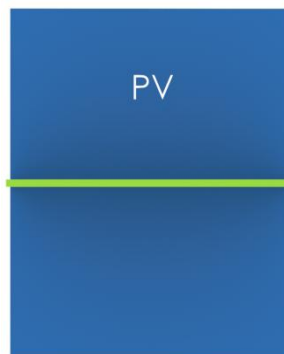


Figura 22. Alzado Diedros. (Elaboración propia)

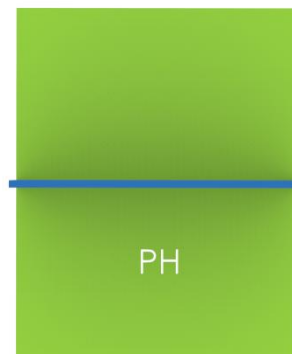


Figura 23. Planta Diedros. (Elaboración propia)

4.3.4.2. Actividad 5: Visualización de un punto en RA por Augment

Planteamiento: El punto es la unidad básica del Sistema Diédrico y se define por medio de sus proyecciones en el plano vertical y horizontal. ¿Sabrías decir cuál es su cota y cuál su alejamiento? Escanea el siguiente código QR con Augment, o introduce el link que aparece a continuación en google para poder visualizarlo en 3D: <https://agmt.it/m/ZjdHeczf>

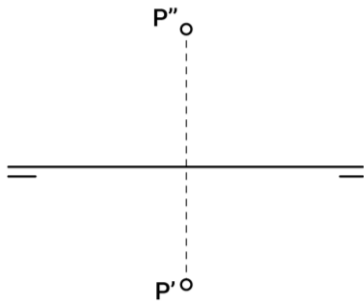


Figura 24. Representación Punto 2D. (Elaboración propia)

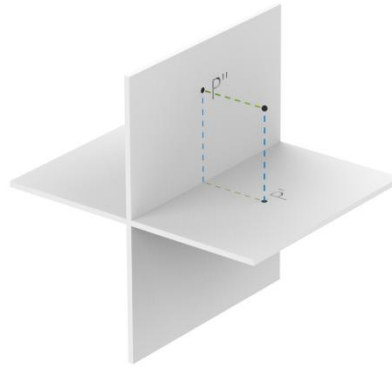


Figura 25. Representación Punto 3D. (Elaboración propia)



Figura 26. QR Punto. (www.augment.com)

Visualización online en clase:

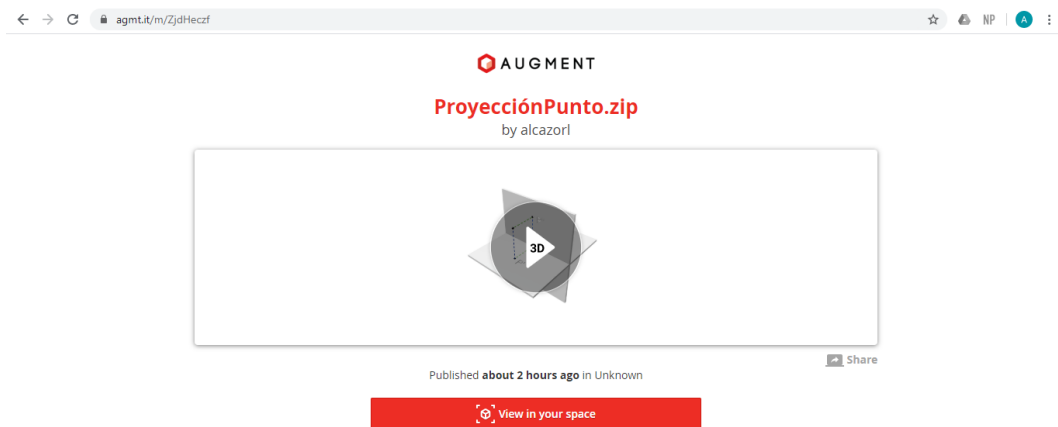


Figura 27. Visualización online Punto. (www.augment.com)

Visualización online en casa:



Figura 28. Punto desde móvil. (www.augment.com)

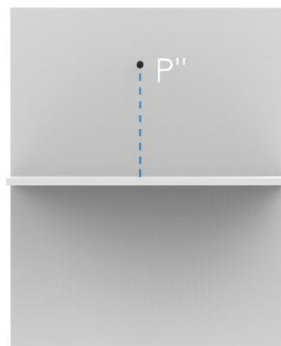


Figura 29. Alzado Punto. (Elaboración propia)

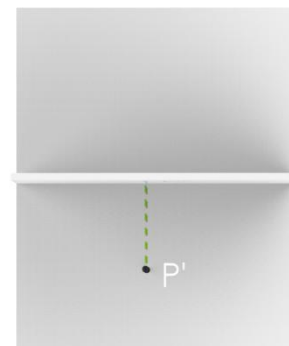


Figura 30. Planta Punto. (Elaboración propia)

4.3.4.3. Actividad 12: Visualización de una recta en RA por Augment

Planteamiento: La recta es una sucesión continua de puntos distribuidos en la misma dirección que solo tiene una dimensión y se define por medio de sus proyecciones en el plano vertical y horizontal. Escanea el siguiente código QR con Augment, o introduce el link que aparece a continuación en google para poder visualizarla en 3D: <https://agmt.it/m/qWwX03Se>

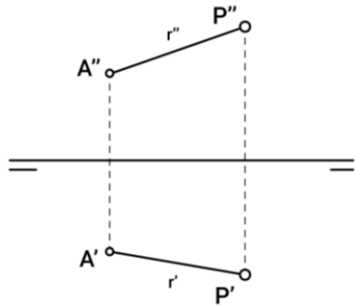


Figura 31. Representación Recta 2D. (Elaboración propia)

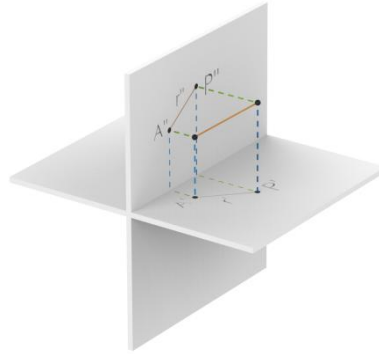


Figura 32. Representación Recta 3D. (Elaboración propia)



Figura 33. QR Recta. (www.augment.com)

Visualización online en clase:

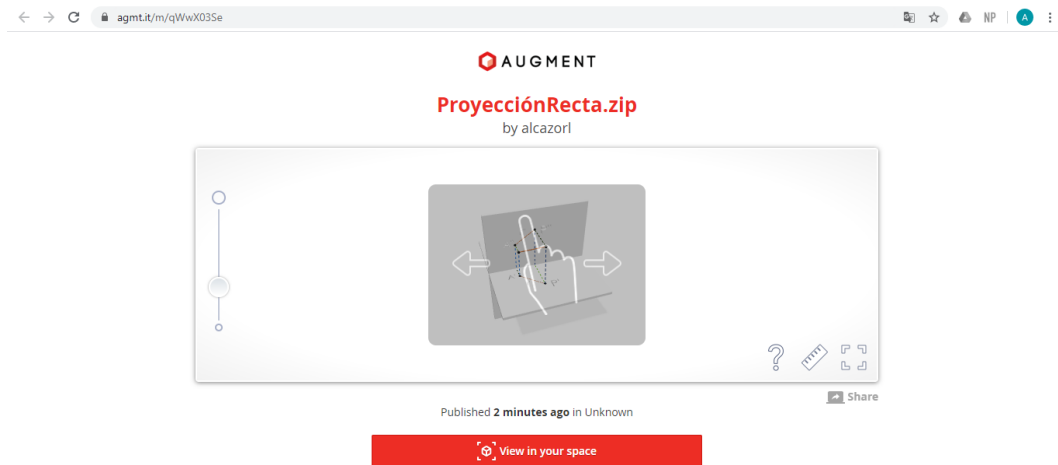


Figura 34. Visualización online Recta. (www.augment.com)

Visualización online en casa:



Figura 35. Recta desde móvil. (www.augment.com)

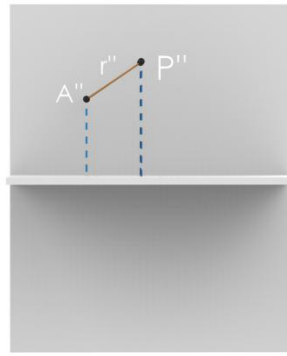


Figura 36. Alzado Recta. (Elaboración propia)

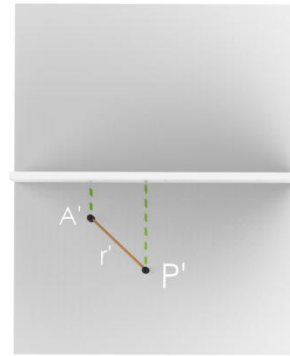


Figura 37. Planta Recta. (Elaboración propia)

4.3.4.4. Actividad 13: Visualización puntos de una recta en RA por Augment

Planteamiento: Un punto pertenece a una recta cuando coinciden sus proyecciones vertical y horizontal. Determina qué puntos de los que están representados en este modelo pertenecen a la recta. Escanea el siguiente código QR con Augment, o introduce el link que aparece a continuación en google para poder visualizarlo en 3D: <https://agmt.it/m/gzX0CSQ0>

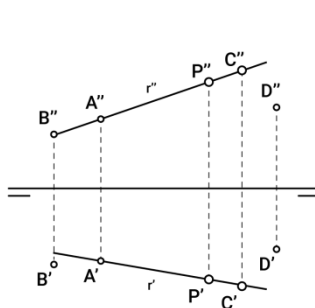


Figura 38. Representación pertenencia de punto a recta 2D. (Elaboración propia)

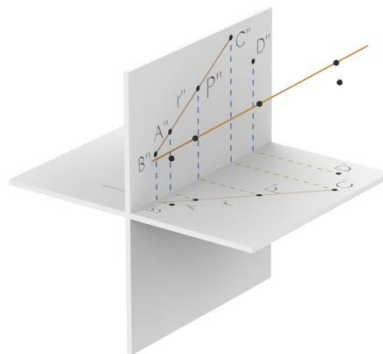


Figura 39. Representación pertenencia de punto a recta 3D. (Elaboración propia)



Figura 40. QR Pertenencia Punto-Recta. (www.augment.com)

Visualización online en clase:



Figura 41. Visualización online pertenencia punto a recta. (www.augment.com)

Visualización online en casa:

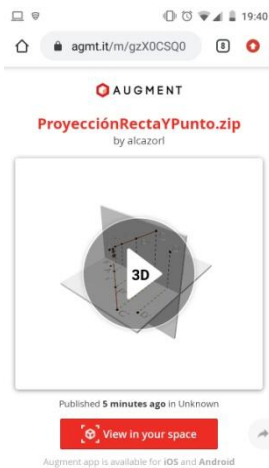


Figura 42. Recta-Punto dispositivo móvil. (www.augment.com)

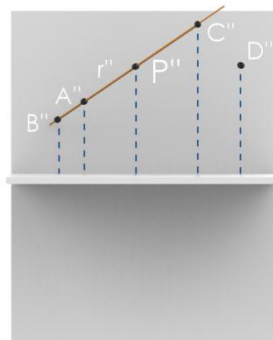


Figura 43. Alzado Recta-Punto. (Elaboración propia)

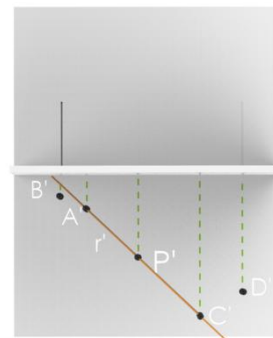


Figura 44. Planta Recta-Punto. (Elaboración propia)

4.3.4.5. Actividad 15: Visualización trazas de una recta en RA por Augment

Planteamiento: Los puntos en los que una recta hace intersección con los planos de proyección se denominan trazas y son los más representativos, ya que gracias a ellos sabemos cuándo una recta cambia de cuadrante y cuáles son sus partes vistas y ocultas. Las trazas determinan las proyecciones de una recta, y viceversa. Escanea el siguiente código QR con Augment, o introduce el link que aparece a continuación en google para poder visualizarlas en 3D: <https://agmt.it/m/WNFBT7Ku>

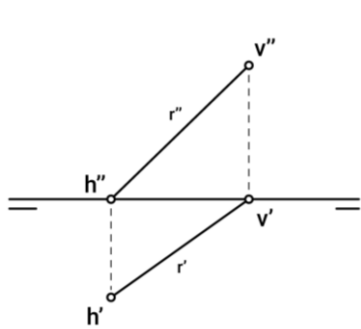


Figura 45. Trazas recta 2D.
(Elaboración propia)

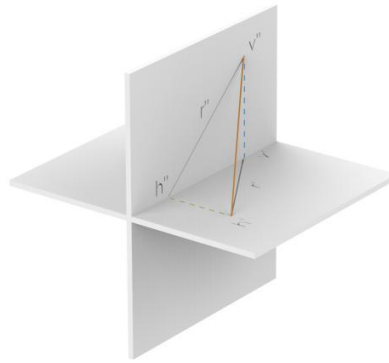


Figura 46. Trazas recta 3D.
(Elaboración propia)



Figura 47. QR Trazas recta.
(www.augment.com)

Visualización online en clase:

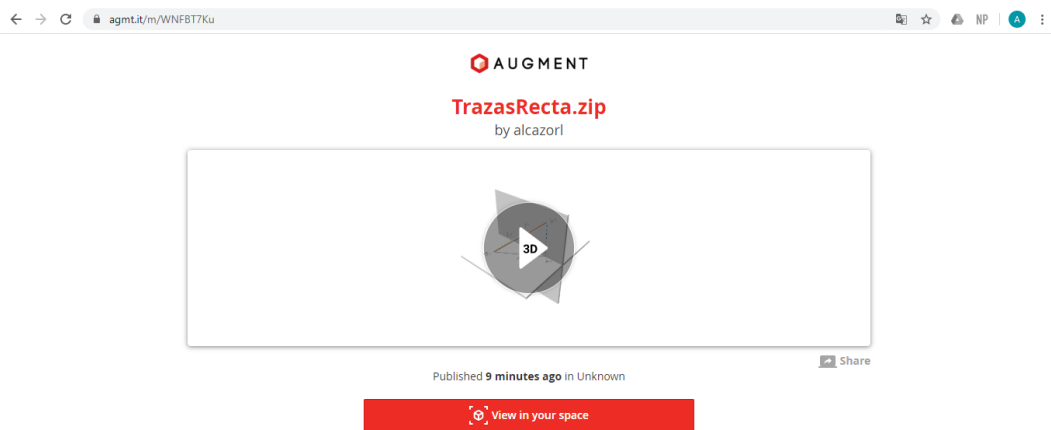


Figura 48. Visualización online trazas de una recta. (www.augment.com)

Visualización online en casa:



Figura 49. Trazas Recta móvil. (www.augment.com)

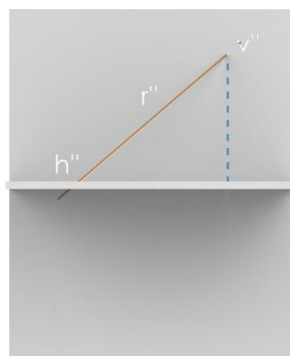


Figura 50. Alzado Trazas Recta. (Elaboración propia)

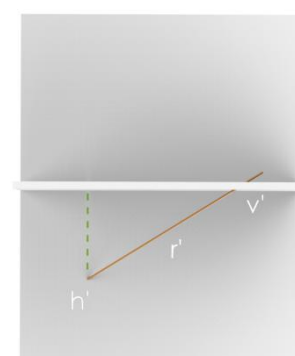


Figura 51. Planta Trazas Recta. (Elaboración propia)

4.3.4.6. Actividad 19: Visualización trazas de un plano en RA por Augment

Planteamiento: Las trazas de un plano son las rectas en las que hace intersección con los planos de proyección. La proyección de un plano α sobre el PV se denomina α'' , y sobre el PH se denomina α' . Escanea el siguiente código QR con Augment, o introduce el link que aparece a continuación en google para poder visualizarlo en 3D: <https://agmt.it/m/c6Dur3l->

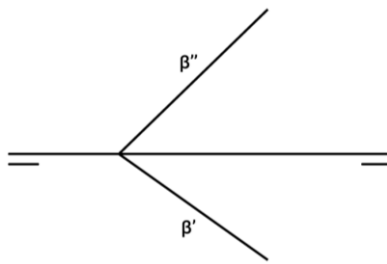


Figura 52. Trazas plano 2D.
(Elaboración propia)

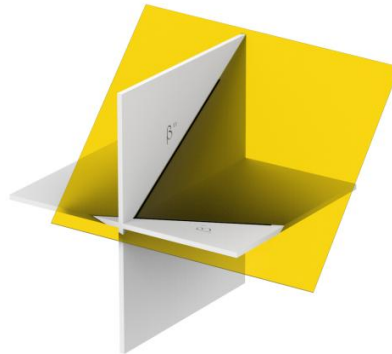


Figura 53. Trazas plano 3D.
(Elaboración propia)



Figura 54. QR Trazas plano.
(www.augment.com)

Visualización online en clase:

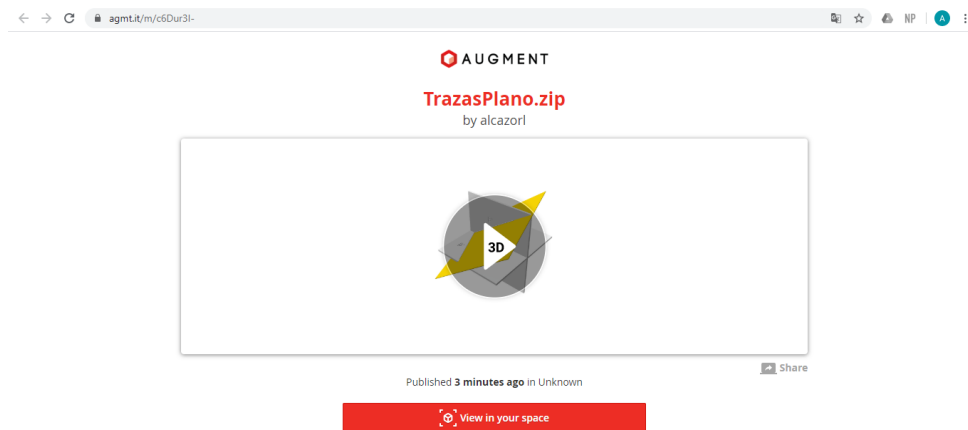


Figura 55. Visualización online trazas de un plano. (www.augment.com)

Visualización online en casa:



Figura 56. Trazas Plano móvil. (www.augment.com)

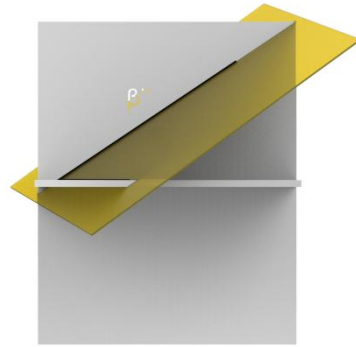


Figura 57. Alzado Trazas Plano I. (Elaboración propia)

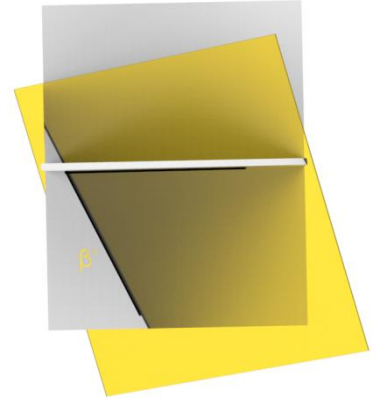


Figura 58. Planta Trazas Plano I. (Elaboración propia)

4.3.4.7. Actividad 20: Visualización recta en un plano en RA por Augment

Planteamiento: Una recta pertenece a un plano cuando "las trazas horizontal y vertical de la recta están contenidas en las trazas horizontal y vertical del plano" (Molina, 2020a). Escanea el siguiente código QR con Augment, o introduce el link que aparece a continuación en google para poder visualizarlo en 3D: <https://agmt.it/m/romJbzmy>

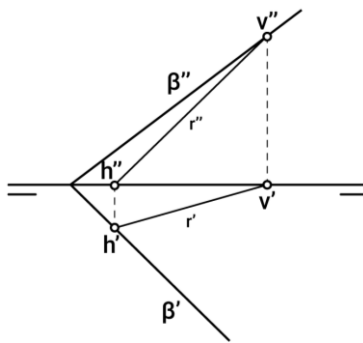


Figura 59. Recta contenida en plano 2D. (Elaboración propia)

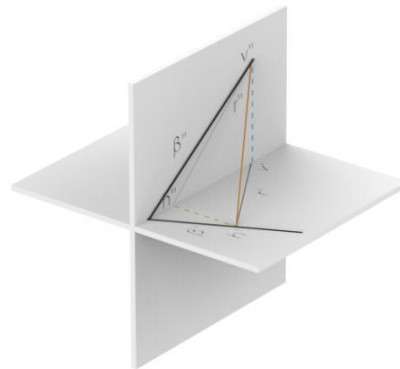


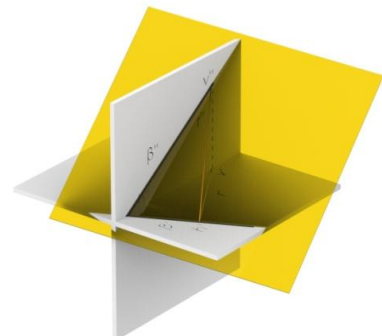
Figura 60. Recta contenida en plano 3D I. (Elaboración propia)



Figura 61. QR Recta contenida en plano. (www.augment.com)

La visualización tridimensional con el plano dificulta la visualización del resto de componentes, por lo que se planteará únicamente la representación de la **Figura X**, asociándola con la **Figura X** para que el alumnado lo identifique como el mismo ejercicio.

Figura 62. Recta contenida en plano 3D II. (Elaboración propia)



Visualización online en clase:

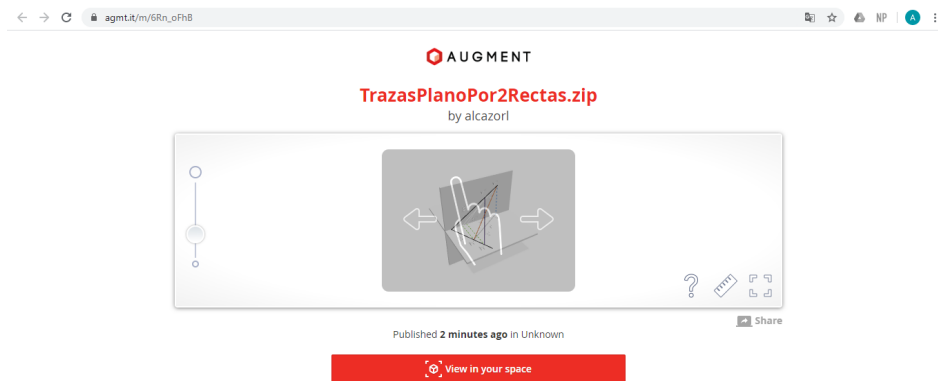


Figura 63. Visualización online recta contenida en plano. (www.augment.com)

Visualización online en casa:



Figura 64. Recta contenida en plano desde móvil. (www.augment.com)

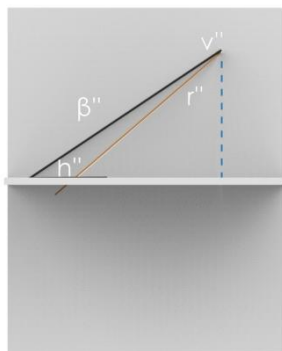


Figura 65. Alzado Recta en Plano. (Elaboración propia)

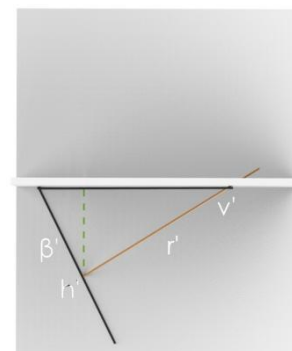


Figura 66. Planta Recta en Plano. (Elaboración propia)

4.3.4.8. Actividad 22: Visualización trazas de un plano por dos rectas que se cortan en RA por Augment

Planteamiento: Un plano queda definido por dos rectas que se cortan y las trazas de un plano siempre contienen las trazas de las rectas que lo definen. Uniendo las trazas verticales y horizontales de las rectas se obtienen las trazas del plano (Martín-Gutiérrez y López-Chao, s. f.). Escanea el siguiente código QR con Augment, o introduce el link que aparece a continuación en google para poder visualizarlo en 3D: https://agmt.it/m/6Rn_oFhB

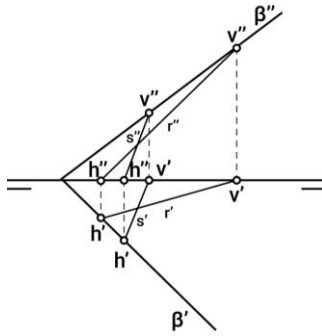


Figura 67. Trazas plano por dos rectas que se cortan 2D. (Elaboración propia)

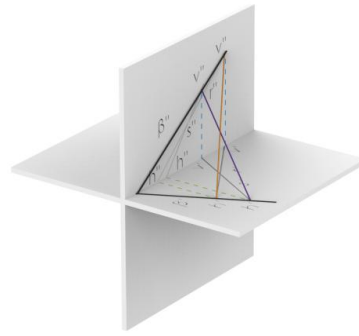
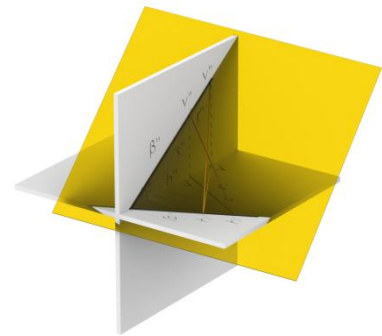


Figura 68. Trazas plano por dos rectas que se cortan 3D. (Elaboración propia)



Figura 69. QR Trazas plano dos rectas que se cortan (www.augment.com)

En este caso, la visualización tridimensional con el plano dificulta la visualización del resto de componentes del modelo, por lo que se planteará únicamente la representación de la **Figura X**, asociándola con la **Figura X** para que el alumnado lo identifique como el mismo ejercicio. *Figura 70. Trazas plano por dos rectas que se cortan y plano.* (Elaboración propia)



Visualización online en clase:

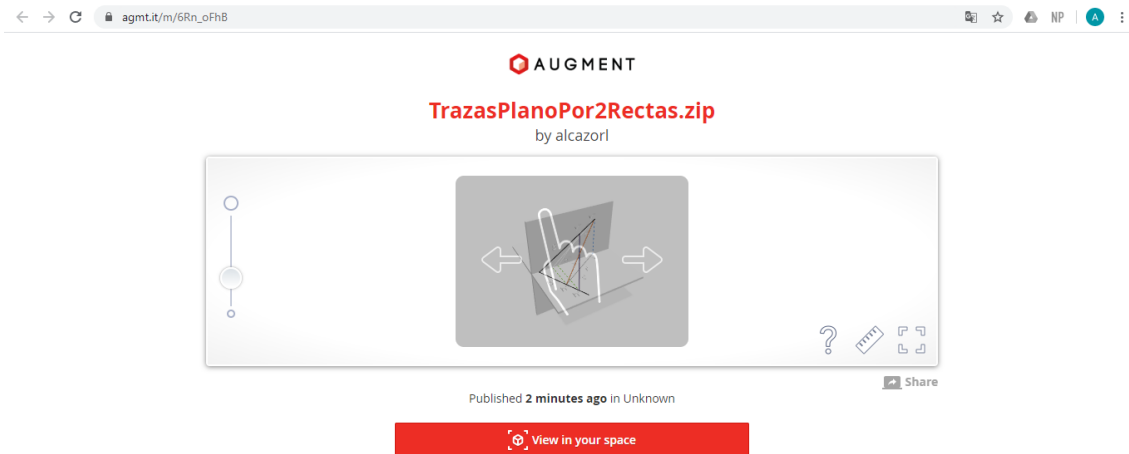


Figura 71. Visualización online trazas plano por dos rectas que se cortan. (www.augment.com)

Visualización online en casa:



Figura 72. Trazas Plano desde móvil II.
(www.augment.com)

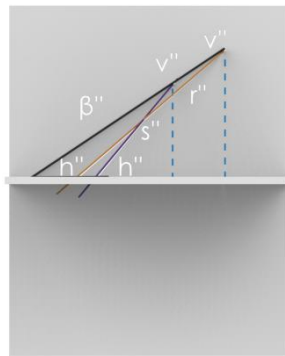


Figura 73. Alzado Trazas Plano II. (Elaboración propia)

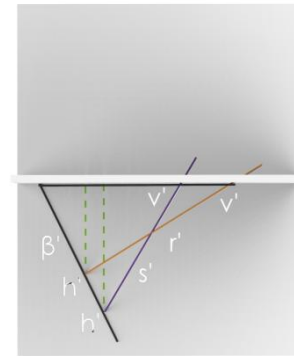


Figura 74. Planta Trazas Plano II. (Elaboración propia)

4.4 Materiales y recursos

4.4.1. Materiales

Los materiales que se van a emplear en esta intervención didáctica son los ya descritos en el apartado 2.2.7. *Materiales y recursos*, y son los siguientes:

- Introducción de contenidos: Presentaciones y documentos proyectados, anotaciones y esquemas en la pizarra, ejemplificaciones con recursos gráficos: vídeos e imágenes.
- Explicación de contenidos, planteamiento y resolución de tareas: Apoyo teórico mediante apuntes del profesor y libro de asignatura. Exposiciones gráficas haciendo uso de software informático específico: Augment.

4.4.2. Recursos

Todas las aulas cuentan con un cañón proyector, una pizarra, un ordenador del profesor y pupitres, sillas, altavoces y otros recursos básicos. Los ejercicios y actividades propuestas por el profesor siempre se proyectarán en la pizarra.

Para un correcto seguimiento de las clases y una profundización en los contenidos en casa por parte del alumnado, será necesario que dispongan, al menos, de un dispositivo móvil con cámara o un ordenador donde poder

visualizar los gráficos por Realidad Aumentada. El centro podrá facilitárselos el tiempo que dure la unidad didáctica en caso de no disponer de ellos.

4.5 Criterios de evaluación

La evaluación del alumnado será continua a partir de trabajos desarrollados en clase y en casa, contando estos un 60% de la nota final. También se tendrá en cuenta la prueba objetiva de la sesión 11, aunque únicamente en un 30%. El 10% restante de la nota final, se corresponde con la actitud y participación en clase, recogidos en el seguimiento diario.

Tabla 3. Criterios de evaluación

Instrumentos de evaluación	Criterios de calificación (%)
Trabajos, ejercicios y actividades prácticas en clase	60
Pruebas objetivas: conocimientos y procedimientos	30
Seguimiento diario: interés, asistencia, participación	10

Elaboración propia

Es necesario que el alumno tenga una calificación de, al menos, 5 puntos sobre 10, en todas las actividades prácticas y en la prueba objetiva, para poder hacer la media. Es indispensable entregar en plazo las actividades propuestas y se valorará no solo la ejecución, sino también el grado de adquisición de los objetivos y competencias de la Unidad Didáctica, la capacidad de uso de los medios y plataformas informáticos, y la actitud y participación en las sesiones.

Tabla 4. Rúbrica de corrección de actividades

Instrumentos de evaluación	Puntuación
Resolución: grado de adquisición de objetivos y competencias	5
Ejecución: calidad de los trazados, concreción del resultado obtenido	3
Capacidad de uso de los medios y plataformas informáticos	1
Seguimiento diario: interés, asistencia, participación	1

Elaboración propia

5. DISCUSIÓN

A pesar de no haber sido posible la puesta en práctica de la intervención en un entorno educativo, estudios como el de Cózar, De Moya, Hernández Bravo, y Hernández Bravo (2015) señalan que las TIC tienen "una valoración muy positiva en términos de apreciación, uso y utilidad en la docencia".

En este mismo estudio en el que se encuestó a una muestra de 23 personas del Grado de Maestro de Infantil y Primaria de la Facultad de Educación de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha, se trataron también aspectos relacionados con la Realidad Aumentada. Prácticamente la totalidad de los encuestados están de acuerdo en que su aplicación en educación "favorece el proceso de enseñanza aprendizaje, motiva al alumnado y facilita la comprensión de contenidos".

Aunque el estudio de Cózar et al. (2015) está focalizado en el ámbito de las Ciencias Sociales, se puede hacer una analogía con el Sistema Diédrico. La metodología generalmente utilizada para la enseñanza de ambas disciplinas ha estado siempre basada en clases magistrales de exposición de contenidos. Es ahora cuando están apareciendo nuevas modalidades de enseñanza gracias al desarrollo de herramientas como la Realidad Aumentada.

Como ya se ha mencionado en varias ocasiones a lo largo de este proyecto de innovación, el Sistema Diédrico es un sistema de representación complejo que a menudo los estudiantes no comprenden al no poder visualizar en perspectiva el elemento proyectado. El hecho de que la Realidad Aumentada ofrezca la posibilidad de visualizar modelos tridimensionales en entornos que los alumnos conocen, acerca de una forma muy atractiva el currículo y simplifica contenidos que a simple vista son rudos y de difícil comprensión.

Entre todos los aspectos positivos de la RA tratados en el apartado 3.1.4 *Aspectos positivos y negativos*, los que quizá más relevancia adquieren en esta intervención son el aumento de la motivación del alumnado al introducir las nuevas tecnologías en un ámbito todavía obsoleto, y el fomento de la comprensión por medio de la gamificación e interactividad del aprendizaje. Hasta ahora las aplicaciones y software disponibles para la enseñanza del

Sistema Diédrico siguen basados en la visualización 2D de los elementos. Introduciendo la Realidad Aumentada el alumnado construye su propio conocimiento y aprende descubriendo, dando lugar a un aprendizaje significativo en el que se crean unas conexiones neuronales y una codificación interna, que, como se ha expuesto en el apartado *4.3 Descripción de la aplicación*, resulta en una "representación de un contenido, en su retención en la memoria y en su recuperación cuando sea necesario" (Fonseca, 2019b).

Cabe destacar que no por introducir la RA en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Sistema Diédrico se pierde la enseñanza y la representación tradicional del sistema. Es decir, la Intervención Didáctica contempla y asocia ambas modalidades, de forma que en el planteamiento y desarrollo de ejercicios siempre aparecen las representaciones en dos y tres dimensiones. El hecho de incluir la RA en educación, como su propio nombre indica, solo supone un aumento y complemento de la información de la realidad, facilitando la enseñanza de conceptos complejos y mejorando la comunicación entre docente y alumno.

Como también se señalaba en el apartado *3.1.4 Aspectos positivos y negativos*, la mayor parte de las aplicaciones de Realidad Aumentada y sus funciones básicas son gratuitas. En este caso, se ha seleccionado Augment para el desarrollo de la Intervención, al ser la que ofrece mejores prestaciones visuales. Aunque el tiempo de prueba se extiende solo durante 14 días, es posible establecer un convenio educativo tal y como ya se hace con otro tipo de software. La interfaz es sencilla, intuitiva y de fácil manejo, por lo que simplifica la formación inicial a docentes y alumnos.

El principal problema en la aplicación de esta Intervención es que requiere tiempo de preparación y una formación específica del profesorado. Es decir, los modelos tridimensionales que se han desarrollado en torno al Sistema Diédrico y sus elementos, se han diseñado por medio de Solidworks, y los materiales y apariencias se han customizado en Keyshot. Una vez hecho esto, se han convertido los archivos a los formatos .obj y .mtl requeridos por la Augment, donde se han terminado de configurar. Todos estos pasos no son complicados pero sí pueden suponer una barrera tecnológica para todos aquellos docentes

que no estén al día en las nuevas tecnologías, pudiendo incluso llegar a generar inseguridad. Una posible solución a esta problemática sería la creación de una base de datos con modelos tridimensionales directamente preparados por el Departamento, Centro o incluso Comunidad Autónoma en Augment.

Por otra parte, es posible que muchos docentes se muestren reticentes a la aplicación de la Realidad Aumentada en sus sesiones al considerar que puede provocar distracciones, surgir problemas técnicos durante su uso e incluso interferir en el proceso de enseñanza-aprendizaje al ser necesario un dispositivo móvil. Sin embargo, Augment ofrece la posibilidad de visualizar los modelos tridimensionales desde enlaces web, por lo que los alumnos no necesitarían usar dispositivos móviles en clase sino que en la pizarra por medio del cañón proyector estaría toda la información, evitando así del mismo modo distracciones. Además, en cuanto a los problemas técnicos de identificación y asociación de marcadores, Augment es una de las plataformas que mejor resuelto tienen este aspecto y es otro de los motivos por el que se ha puesto en práctica en esta Intervención Didáctica.

Dentro de las competencias básicas que la Unión Europea establece como "condición indispensable para lograr que los individuos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional que se ajuste a las demandas de un mundo globalizado y haga posible el desarrollo económico, vinculado al conocimiento" (Gobierno de España. Ministerio de Educación y Formación Profesional, s. f.), la aplicación de la Realidad Aumentada en la enseñanza del Sistema Diédrico promueve:

- Competencia en comunicación lingüística: Como ya recogía Domingo Montesinos (2018), el Diédrico es el lenguaje básico fundamental para comunicar las dimensiones y formas geométricas de los objetos. Es una herramienta gráfica, universal e inequívoca.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: "La representación gráfica y composición de formas geométricas conlleva la utilización de herramientas de pensamiento y recursos propios de la matemática" Navarro (2011). La utilización de la RA en el Sistema Diédrico supone el desarrollo de la visión espacial y

una estimulación multisensorial que establece conexiones neuronales para mejorar la comprensión del sistema.

- Competencia digital: Cada vez es más importante la familiarización temprana con las nuevas tecnologías dado su uso extendido en la sociedad. La RA es solo una herramienta más con la que poder desarrollar sus competencias digitales.
- Aprender a aprender: El alumnado construye su propio conocimiento mediante una experiencia de inmersión que muestra un sistema de representación complejo en tres dimensiones y permite la asociación de conceptos por medio de la visualización de forma conjunta.
- Competencias sociales y cívicas: La RA fomenta el trabajo colaborativo y facilita el trabajo en grupo, además de promover la inclusión y mejorar las capacidades sociales del alumnado al poder interactuar y compartir sus diferentes puntos de vista.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor: El hecho de que el alumno pueda disponer en todo momento, a través de un dispositivo móvil, del contenido expuesto en las sesiones didácticas, hace que adquiera un grado de compromiso y responsabilidad mayor a través de la RA que por medio de clases magistrales.
- Conciencia y expresiones culturales: Gracias a la RA los alumnos adquieren un punto de vista diferente y hasta ahora desconocido del Sistema Diédrico que fomenta el aprendizaje de su lenguaje básico y sienta una base sobre la cultura de representación gráfica.

Una vez estudiados todos los aspectos positivos y negativos de la aplicación de la Realidad Aumentada en la enseñanza del Sistema Diédrico para alumnos de 1º de la ESO, y habiendo contemplado el desarrollo de sus competencias clave, se puede afirmar que es una herramienta muy potente que no deja a nadie indiferente y que supone un antes y un después en la enseñanza, ya que puede extrapolarse a cualquier nivel educativo. En este caso, no habría problema en la representación tridimensional de intersecciones de figuras y sólidos, así como otro tipo de contenidos de Secundaria y Bachillerato.

6. CONCLUSIONES

Uno de los principales motivos por el que los alumnos pierden la motivación y el interés por el aprendizaje del Sistema Diédrico es que no saben interpretar las proyecciones en dos dimensiones de los cuerpos de tres, al no estar estos últimos representados en el espacio, tal y como se ha comentado en el punto *1.2 Planteamiento del problema*.

Gracias a la Realidad Aumentada y por medio de la plataforma Augment, se ha probado que es posible mostrar en tres dimensiones los elementos básicos del sistema, una vez estos están modelados con un software de representación 3D, como Solidworks; y definidos en colores y materiales mediante un programa de renderizado, como Keyshot; exponiéndolos con claridad a un alumnado escéptico, de forma que puedan construir su propio conocimiento por medio de la manipulación e interacción con los contenidos.

Además, la Realidad Aumentada facilita el desarrollo del pensamiento abstracto y la ordenación espacial. Poder proporcionar una mayor información de un sistema de representación a simple vista complejo, hace que sea la herramienta perfecta para mejorar la visión espacial y asociar conceptos que, hasta ahora, parecían independientes.

Cabe destacar que uno de los principales objetivos consistía en aumentar la motivación y el interés del alumnado por el Sistema Diédrico. A pesar de no haber podido ponerlo en práctica en una sesión didáctica, es sabido a partir de estudios como el de Cózar et al. (2015) que la Realidad Aumentada "favorece el proceso de enseñanza aprendizaje, motiva al alumnado y facilita la comprensión de contenidos". Por tanto, se puede afirmar que, gracias a esta herramienta, es posible mantener la atención del alumnado y fomentar su independencia por medio de aplicaciones que actúan de soporte y guía en su aprendizaje, tales como Augment.

Por otra parte, el principal problema en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Sistema Diédrico es que la metodología todavía empleada sigue basada en la exposición de contenidos por clases magistrales. Sin embargo, las clases magistrales combinadas con la Realidad Aumentada dinamizan la docencia de

conceptos complejos y facilitan la enseñanza a los docentes a través de la integración de las nuevas tecnologías como recursos didácticos, siempre teniendo en cuenta la posible brecha digital del profesorado y cómo mitigarla para llegar a transmitir seguridad.

En la elaboración del presente Trabajo Fin de Máster se han puesto de manifiesto tanto las competencias generales como la específicas, requeridas en la culminación del proceso de aprendizaje de la profesión docente. Se han estudiado los currículos de Educación Secundaria Obligatoria y se han expuesto con claridad, tomándolos como referencia y base en la Intervención Didáctica. Además, se han diseñado y desarrollado espacios de aprendizaje atendiendo a la equidad y elaborando estrategias de apoyo; así como se han creado actividades y materiales con los que se podría poner en práctica la Intervención en cualquier momento por medio de la Unidad Didáctica diseñada en función de los contenidos y sesiones necesarias para un aprendizaje significativo.

Por último y una vez terminado el proyecto de innovación, puedo decir que ha supuesto un antes y un después en mi formación como futura docente. La Realidad Aumentada es una disciplina que hace poco tiempo que está al alcance de todos y que todavía tiene un gran potencial de desarrollo. Las aplicaciones disponibles actualmente son muy interesantes, aunque no todas funcionan, al ser, como digo, una tecnología relativamente nueva. Por tanto, haber encontrado Augment y haber podido desarrollar una Intervención Didáctica tal y como me la imaginaba ha sido el broche perfecto a muchos meses de dedicación a un máster que seguro dentro de muy poco me abrirá las puertas a un nuevo camino como profesional.

7. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

7.1 Referencias

Bejerano, P. G. (2014). *El origen de la realidad aumentada*. Recuperado 9 de mayo de 2020, de <https://blogthinkbig.com/realidad-aumentada-origen>

Biguri, I. (2017). *Sistemas de representación*. Recuperado 10 de mayo de 2020, de <https://ibiguridt.wordpress.com/temas/sistemas-de-representacion/>

Blázquez, A. (2017). *Realidad Aumentada en Educación*. Gabinete de Tele-Educación del Vicerrectorado de Servicios Tecnológicos de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Recuperado el 13 de junio de 2020 de http://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada__Educacion.pdf

Calvo López, J. (2006). Gaspard Monge, la estética de la Ilustración y la enseñanza de la Geometría Descriptiva. *EGE-Expresión Gráfica En La Edificación*. <https://doi.org/10.4995/ege.2006.12657>

Campos, E. (2014). *Las Metodologías Tradicionales de Enseñanza desde la perspectiva de los familiares y docentes del colegio Andolina* (Trabajo Fin de Grado). Universidad Internacional de La Rioja. Recuperado 3 de junio de 2020 de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2236/Campos-Gutierrez.pdf?sequence%20=1&isAllowed=y>

Cañibano, C. (s. f.). *Fundamentos del Sistema Diédrico - Sistema Diédrico*. Recuperado 12 de mayo de 2020, de <https://sites.google.com/site/materialesdedibujotecnico/home/fundamentos-del-sistema-diedrico-1>

Carretero, A. M. (2001). *Metodología didáctica para enseñanza de Geometría Descriptiva basada en un Tutor-Evaluador y en un Generador de ejercicios integrados en un entorno de propósito constructivo general*. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado 3 de junio de 2020 de <http://oa.upm.es/184/1/05200106.pdf>

Ceballos, Á. (2004). La Escuela Tradicional. *Universidad Abierta*.

Cózar, R., De Moya, M. V., Hernández Bravo, J. A., y Hernández Bravo, J. R. (2015). *Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros*. Digital Education Review. Recuperado 11 de junio de 2020, de <https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11622>

Decreto 5/2011, de 28 de enero, por el que se establece el Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria de la Comunidad Autónoma de La Rioja. Boletín Oficial de La Rioja, 16, de 4 de febrero de 2011

Decreto 21/2015, de 26 de junio, por el que se establece el currículo de Bachillerato y se regulan determinados aspectos sobre su organización, evaluación, promoción y titulación del alumnado de la Comunidad Autónoma de La Rioja. Boletín Oficial de La Rioja, 85, de 3 de julio de 2015

Domingo Montesinos, P. (2014). *Introducción al Sistema Diédrico: el punto*. Recuperado 12 de mayo de 2020, de <https://www.10endibujos.com/el-punto-en-diedrico/>

Domingo Montesinos, P. (2018). *¿Para qué sirve el Sistema Diédrico?* Recuperado 3 de junio de 2020, de <https://www.10endibujos.com/utilidad-sistema-diedrico/#:%7E:text=El%20Sistema%20Di%C3%A9drico%20sirve%20para%20Representar,-Vamos%20a%20empezar&text=El%20di%C3%A9drico%20es%20un%20sistema,%20elementos%20del%20espacio%20tridimensional.>

Fonseca, E. (2019a). *Tema 2: Cambios biopsicosociales*. Material no publicado. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de https://unirioja.blackboard.com/webapps/blackboard/execute/content/file?cmd=view&content_id=_581686_1&course_id=_14027_1

Fonseca, E. (2019b). *Tema 4: Modelos de enseñanza-aprendizaje (parte A)*. Material no publicado. Recuperado el 09 de Junio de 2020, de https://unirioja.blackboard.com/webapps/blackboard/execute/content/file?cmd=view&content_id=_592254_1&course_id=_14027_1

Gaete, V. (2015). Desarrollo psicosocial del adolescente. *Revista Chilena de Pediatría*, 86(6), 436–443.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.07.005>

GeoGebra (s. f.). Qué es GeoGebra. Recuperado el 4 de junio de 2020 de <https://www.geogebra.org/about?lang=es>

Gobierno de España. Ministerio de Educación y Formación Profesional (s. f.). *Competencias básicas en la Educación Secundaria Obligatoria*. Recuperado de <http://www.educacionyfp.gob.es/en/contenidos/estudiantes/educacion-secundaria/informacion-general/competencias-basicas.html>

Hernández Ortega, J., Pennesi Fruscio, M., Sobrino López, D. y Vázquez Gutiérrez, A. (Coords.). (2012). Tendencias emergentes en educación. Barcelona: Asociación Espiral. (2014). *Pixel-Bit*, (44), 231–238. <https://doi.org/10.12795/pixelbit>. Recuperado el 26 de Abril de 2020 de https://ciberespiral.org//tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf

Iat, B. (2020). *Realidad aumentada. ¿Qué es? Características y tipos*. Recuperado 9 de mayo de 2020, de <https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/>

Lens-Fitgerald, M. (2009). *Sprxmobile, Augmented Reality Hype Cycle*. Recuperado el 26 de Abril de 2020 de <http://www.sprxmobile.com/the-augmented-reality-hype-cycle>

López, B. (2015a). *Geometría descriptiva, sistemas de representación*. Recuperado 10 de mayo de 2020, de <http://www.dibujotecnico.com/sistemas-de-representacion-en-geometria-descriptiva/>

López, B. (2015b). *Introducción histórica sobre el dibujo técnico*. Recuperado 6 de mayo de 2020, de <http://www.dibujotecnico.com/introduccion-historica/>

Martín-Gutiérrez, J., y López-Chao, V. (s. f.). *Curso: GEOMETRIA DESCRIPTIVA: SISTEMA DIÉDRICO*. Recuperado 15 de mayo de 2020, de <https://campusvirtual.ull.es/ocw/course/view.php?id=144>

Molina, M. (2020a). *Sistema diédrico. El plano*. Recuperado 20 de mayo de 2020, de <https://dibujotecni.com/sistema-diedrico/sistema-diedrico-el-plano/>

Molina, M. (2020b). *Sistema diédrico. El punto*. Recuperado 13 de mayo de 2020, de <https://dibujotecni.com/sistema-diedrico/sistema-diedrico-el-punto/>

Molina, M. (2020c). *Sistema diédrico. La recta*. Recuperado 13 de mayo de 2020, de <https://dibujotecni.com/sistema-diedrico/sistema-diedrico-la-recta/>

Navarro, H. (2011). *Programación Didáctica de Dibujo Técnico II para 2º de Bachillerato y desarrollo de la Unidad Didáctica 'Sistema Diédrico I: punto, recta y plano: intersecciones'*. (Tesis de Maestría). Universidad Cardenal Herrera CEU. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación, Valencia. Recuperada el 12 de junio de 2020 de https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/4049/1/TFM_NavarroAvil%c3%a9s,H%c3%a9ctor.pdf

Padilla, M. (2013). *Geometría Descriptiva*. Recuperado 19 de mayo de 2020, de <https://manuelprofesordeproyectos.wordpress.com/2013/01/21/geometria-descriptiva-2/>

Plástica Montepinar (2012). *Sistemas de representación*. Recuperado de <https://plasticamontepinar.wordpress.com/2012/05/11/sistemas-de-representacion/>

Rodríguez, A. (s. f.). *Sistema Diédrico I*. Recuperado 12 de mayo de 2020, de <https://dibujo-tecnico-bachillerato.webnode.es/sistema-diedrico/>

Rud, G. (s. f.). *Monge y el sistema diédrico* | IDIS. Recuperado 12 de mayo de 2020, de <https://proyectoidis.org/monge-y-el-sistema-diedrico/>

Sariego, J. (2019). *El pasado, presente y futuro de la Realidad Aumentada*. Recuperado 10 de mayo de 2020, de <https://www.onirix.com/es/el-pasado-presente-y-futuro-de-la-realidad-aumentada/>

Wikipedia contributors. (2020a). *Plano (geometría)*. *Wikipedia*. Recuperado 20 de mayo de 2020, [https://es.wikipedia.org/wiki/Plano_\(geometr%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Plano_(geometr%C3%ADa))

Wikipedia contributors (2020b). *Realidad aumentada*. *Wikipedia*. Recuperado 9 de mayo de 2020, de https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada

Wikipedia contributors (2020c). *The Sword of Damocles (virtual reality)*. *Wikipedia*. Recuperado 9 de mayo de 2020, de [https://en.wikipedia.org/wiki/The_Sword_of_Damocles_\(virtual_reality\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Sword_of_Damocles_(virtual_reality))

7.2 Bibliografía

Augment. *Realidad Aumentada*. <https://www.augment.com/>

Aula Fácil. *Geometría Descriptiva*. <https://www.aulafacil.com/cursos/dibujo-lineal-bachillerato/dibujo-tecnico-1-de-bachillerato/geometria-descriptiva-l18799>

Aumentaty. www.aumentaty.com/community/es/pin/ficha/marcador-14

Aumentaty. www.aumentaty.com/community/es/software

Área tecnología. *Descargar programa Sistema Diédrico*. <https://www.areatecnologia.com/DESCARGAS/PROGRAMA%20SISTEMA%20DIEDRICO.htm>

Educación Plástica. *Sistema Diédrico*. www.educacionplastica.net/MenuDie.htm

Flickr. www.flickr.com

Fonoaudiólogos. Todo para el futuro. *El constructivismo cognitivo de Piaget*. <https://fonoaudiologos.wordpress.com/2012/12/11/el-constructivismo-cognitivo-de-piaget/>

Geogebra. <https://www.geogebra.org/m/ZmKA7HUD#material/GzsxHGu5>

Laboratorio de Diédrico. J.A. Cuadrado. <http://sd.joseantoniocuadrado.com/>

Realidad en aumento. <https://realidadenaumento.es/>

Wikipedia contributors. *Teoría del desarrollo cognitivo de Piaget*. https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_desarrollo_cognitivo_de_Piaget

