



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Desarrollo de la capacidad espacial en el alumnado de Dibujo Técnico I a través de la Realidad Aumentada

Presentado por: Carmina Font Olivella

Línea de investigación: Recursos didácticos digitales

Director/a: M^a Dolores Clemente Fernández

Ciudad: Sant Sadurní d'Anoia

Fecha: 16 de enero de 2015

Resumen

Desarrollar la capacidad espacial en el alumnado de Dibujo Técnico es una de las cuestiones pendientes durante la etapa del Bachillerato para que el alumnado llegue satisfactoriamente formado a sus estudios universitarios. A pesar de tener que lidiar con cambios constantes legislativos que no ayudan a poder desarrollar esta capacidad ya desde edades más tempranas, el auge de las nuevas tecnologías, tanto fuera como dentro de las aulas, se está convirtiendo en un buen aliado para conseguirlo.

En este trabajo de investigación se ha introducido en un aula de Dibujo Técnico I una de estas novedosas tecnologías, la Realidad Aumentada (RA en los círculos tecnológicos), para comprobar su posible la eficacia como recurso didáctico en el desarrollo de la capacidad espacial del alumnado.

Por otro lado, la búsqueda y revisión bibliográfica que se ha realizado a lo largo de la investigación debido al desconocimiento inicial acerca de la RA, ha contribuido al descubrimiento de una potente herramienta que ofrece un sinfín de posibilidades, no tan solo dentro del campo del Dibujo Técnico, sino en todos los ámbitos educativos gracias a su principal particularidad como es aumentar el conocimiento de aquello que se percibe con los propios sentidos a través de información virtual asociada de todo tipo, en este caso, modelos tridimensionales.

Palabras clave: capacidad espacial, realidad aumentada, RA, dibujo técnico, desarrollo de la capacidad espacial, inteligencia espacial

Abstract

Developing the sense of space in those students who take up Technical Drawing is one of the matters that should be improved during Baccalaureate in order that these students might achieve suitable training for their university studies. Despite having to deal with frequent legislative changes which do not help to develop this ability from earlier stages, the Information and Communications Technology (ICT) surge, both inside and outside school, is helping to contribute to this improvement.

In my research work, I intended to incorporate one of these new technologies into a lesson of Technical Drawing I, Augmented Reality (AR in technological circles) and check its usefulness in class in order to develop students' spatial ability.

Moreover, bibliographic research carried out through this work owing to my initial ignorance about AR, has led to the discovery of a powerful tool offering a wide range of possibilities, not only within the scope of technical drawing but also within many other academic fields thanks to its main characteristic which is to increase the knowledge of everything that can be perceived by the senses through all kinds of virtual information, three-dimensional mode in this case.

Key words: spatial ability, AR augmented reality, technical drawing, development of spatial capacity, spatial intelligence

Índice

1. Introducción	7
1.1. Justificación del trabajo y de su título.....	8
2. Planteamiento	9
2.1. Objetivos.....	9
2.2. Fundamentación de la metodología	9
2.3. Justificación de la bibliografía	10
3. Desarrollo	12
3.1. Marco teórico	12
3.1.1 ¿Qué es la capacidad espacial?	12
3.1.2 ¿Se puede desarrollar?	14
3.1.3 La Realidad Aumentada	15
3.1.4 Aspectos educativos de la RA a tener en cuenta.....	18
3.2. Materiales y métodos: metodología.....	20
3.2.1 La investigación-acción como metodología de trabajo	20
3.2.2 Contexto y participantes	23
3.2.3 Materiales	23
3.2.4 Plan de Acción	27
3.3. Resultados y análisis.....	30
3.4. Discusión	35
4. Propuesta práctica	38
4.1 Mejoras en la puesta en práctica de la Unidad Didáctica	38
4.2 Posibles mejoras para introducir en el material didáctico.....	39
4.3 Actividades de ampliación.....	40
5. Conclusiones.....	53
6. Limitaciones del trabajo	55
7. Líneas de investigación futuras	56
8. Bibliografía	57
8.1 Referencias bibliográficas	57

8.2 Bibliografía complementaria.....	59
9. Anexos.....	61
9.1 Unidad didáctica diseñada para el plan de acción	61
9.2 Tabla para el registro diario de las observaciones	65
9.3 Tabla para el registro de la autocorrección de los ejercicios.....	65
9.4. Encuesta de satisfacción del alumnado.....	66

Índice de tablas

Tabla 1.	16
Tabla 2.....	34

Índice de figuras y gráficos

Figura 1.	17
Figura 2.	17
Figura 3.	17
Figura 4.	17
Figura 5.	17
Figura 6.	18
Figura 7.	18
Figura 8.	24
Figura 9.	24
Figura 10.	24
Figura 11.	25
Figura 12.	25
Figura 13.	25
Figura 14.	25
Figura 15.	26
Figura 16.	26
Figura 17.	26
Figura 18.	26
Gráfico 1.	33
Figura 19.	37
Figura 20.....	44
Figura 21.	44
Figura 22.	44
Figura 23.....	69
Figura 24.	70

1. Introducción

Después de unos pocos años en los que se ha ejercido la docencia en la etapa del Bachillerato impartiendo las materias de Dibujo Técnico I y II, se ha podido apreciar que los alumnos llegan a esta etapa con carencias en su visión espacial, capacidad de abstracción y comprensión del espacio después de haber cursado la Educación Secundaria Obligatoria (en adelante ESO). Estudios como los llevados a cabo por los profesores universitarios Giménez, Nocito, Redondo y Regot (2010) también demuestran que muchos alumnos llegan a la etapa universitaria sin tener resueltas estas carencias y con pocas habilidades para afrontar las asignaturas relacionadas con la representación gráfica a pesar de, y tal como está escrito en el Decreto 142/2008 de 15 de julio, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas de bachillerato* del Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya (en adelante DOGC), los contenidos de la materia de Dibujo Técnico desarrollan la visión espacial y su enseñanza debe contemplar el desarrollo de esta visión y de las capacidades de abstracción.

Haciendo un poco de retrospectiva, quizás la raíz del problema recaiga en los cambios frecuentes en los planes de estudio que se han ido sucediendo a lo largo de los últimos 20 años y que han tenido como consecuencia una progresiva reducción de horas lectivas de la materia de Educación Plástica y Visual (en adelante EPV) hasta el punto de que ha dejado de ser obligatoria en la ESO cuando entre en vigor la ya aprobada Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (en adelante LOMCE).

La Ley Orgánica General del Sistema Educativo (en adelante LOGSE), implantada en los años 90, fue la ley que más importancia y atención concedió a todo lo que engloba la educación artística. Por primera vez se creó el área de EPV otorgando a la materia obligatoriedad para impartirse de 1º a 3º de la ESO y carácter optativo en 4º. En el año 2006 y con la entrada en vigor de la Ley Orgánica de Educación (en adelante LOE), el área de EPV sufrió algunos cambios. Aunque no parecían significativos en un primer momento, sí que tendrán implicaciones en el alumnado y la adquisición de las competencias básicas relacionadas con la materia. El simple matiz de que la materia de EPV, obligatoria en la LOGSE de 1º a 3º de la ESO, pase a ser igualmente obligatoria aunque no tiene porqué impartirse en todos los cursos, empezó a significar la pérdida de horas lectivas de la materia durante la etapa de la ESO. Finalmente la LOMCE otorga a la materia de EPV, que ha pasado a ser la asignatura de Educación Plástica Visual y Audiovisual, un carácter específico y optativo. Esto significa que la asignatura se impartirá según lo que quiera ofertar

cada centro, dejando de ser obligatoria. Con este gesto, la implantación de la LOMCE implicará la existencia de diferencias significativas y categóricas entre las diferentes materias por lo que repercutirá en un desarrollo desigual de las diferentes capacidades del alumnado.

Con la LOE en vigor y sin un futuro muy esperanzador, sólo están llegando preparados al Bachillerato para afrontar las asignaturas de dibujo y representación gráfica y espacial aquellos alumnos que por naturaleza tienen capacidad visual. No todos los alumnos que llegan en el aula para cursar Dibujo Técnico están preparados para comprender y visualizar el espacio.

1.1. Justificación del trabajo y de su título

Asentar una buena base para el pleno desarrollo de la capacidad espacial es fundamental durante la etapa del Bachillerato, haciendo la materia de Dibujo Técnico I el momento idóneo para ello. Éste es uno de los pilares a tener muy en cuenta a la hora de plantear los procesos de enseñanza y aprendizaje de la materia y, es labor del profesor escoger las herramientas que permitan alcanzar este objetivo para conseguir que el alumno llegue plenamente capacitado a su etapa de estudios universitarios, a pesar de todas las carencias y obstáculos señalados anteriormente.

Tal y como apuntan Fernández y Gacto (2014) en el II Congreso Internacional de Innovación Docente, una solución a todas estas deficiencias en las capacidades perceptivas puede llegar con el cambio de metodologías.

La Realidad Aumentada (RA), como herramienta de última generación tecnológica y digital que es, a pesar de no haber nacido para un uso exclusivamente docente, está demostrando ser muy adecuada para este cambio metodológico en las aulas en general y en la materia de Dibujo Técnico en particular. La RA puede ayudar a mejorar el desarrollo de la capacidad visual y espacial permitiendo comprender mejor el espacio 3D de una forma interactiva y más motivadora. Aparte de ser muy atractiva para los alumnos de hoy en día al ser nativos digitales y haber crecido rodeados por un mundo en pleno desarrollo tecnológico, les resulta una herramienta más cercana que no la escuadra, el cartabón y el compás.

Esta realidad es la que ha impulsado a introducir la RA a través de una acción real en un aula de Dibujo Técnico I. Con esta acción se pretenderá descubrir la efectividad metodológica del uso de la RA en el desarrollo de la capacidad visual de un grupo reducido de alumnos que cursan esta materia dentro de un contexto determinado.

2. Planteamiento

2.1. Objetivos

General

Conocer las posibilidades de la RA como recurso educativo para mejorar el desarrollo de la capacidad espacial en los alumnos de 1º de Bachillerato dentro de la materia de Dibujo Técnico.

Específicos

- Investigar y aprender el funcionamiento de la herramienta de Realidad Aumentada para descubrir su potencialidad para el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Profundizar en el estudio sobre cómo se puede desarrollar la capacidad espacial en el alumnado de Bachillerato.
- Valorar si la herramienta de la Realidad Aumentada ayuda a mejorar la capacidad espacial del alumnado de 1º de Bachillerato que cursa la materia de Dibujo Técnico.

2.2. Fundamentación de la metodología

El trabajo que nos ocupa va a tratarse de una investigación cualitativa. Tal y como describió Pérez Serrano en 1994 (como se citó en Sandín, 2003, p. 121), “La investigación cualitativa se considera como un proceso activo, sistemático y riguroso de indagación dirigida, en el cual se toman decisiones sobre lo investigable en tanto se está en el campo de estudio”. Estas palabras reflejan exactamente lo que se pretende realizar a lo largo de este trabajo.

Al ser, desde un buen principio, una voluntad que este trabajo de investigación sirva para la evaluación y mejora de la propia práctica docente, en el caso que nos ocupa, la investigación-acción será el método cualitativo más adecuado a emplear en esta tarea. Tal como nos menciona Sandín (2003), la investigación-acción se encuentra dentro de las metodologías más adecuadas para la investigación dentro de la práctica educativa. No se trata de una investigación para la acumulación de conocimiento sobre la enseñanza, sino que esta metodología permite la toma de decisiones para un proceso de cambio habiéndose detectado previamente una problemática y que, aportando una solución, permite la mejora de la práctica docente.

Haciendo un breve repaso histórico, se puede situar el origen de la investigación-acción en los trabajos realizados por el psicólogo K.Lewin en los años 40, después de la Segunda Guerra Mundial (Suárez, 2002). Aunque no surgió en sus inicios como un método válido para la investigación educativa y estuvo muchos años en la letargia, no es hasta comienzos de los años 70 con los trabajos de Elliott y Adelman y en los años 80 con los estudios realizados por Carr y Kemmis que la investigación-acción tuvo un resurgir como método para la investigación social. A pesar de que no se trata de una investigación científica y cuantitativa, la investigación-acción se propone como un método adecuado para la investigación social y más concretamente para la investigación educativa al permitir la mejora de la práctica docente, explorando y estudiando una situación con la finalidad de mejorarla.

La investigación-acción, según Kemmis y McTaggart (1988), consta de cuatro fases básicas y que son: 1) el reconocimiento de una problemática en una situación inicial, 2) organización de un plan de acción pensado para aportar una solución al problema detectado, 3) puesta en práctica del plan de acción elaborado y que va a permitir poner en práctica aquello planeado y diseñado con un fin específico, observando cada detalle de lo sucedido y recogiendo la información mediante herramientas diseñadas para tal fin, 4) reflexión de la acción a partir del análisis de los resultados de la observación y que va a permitir conocer si el plan de acción ha sido efectivo y se puede implantar o no dentro del aula.

En el apartado 3.2.1 se expone de una forma más amplia como se ha organizado la investigación-acción que se va a ejecutar partiendo de esta base teórica.

Concluiremos este apartado con el resumen que nos propone Sandín (2013):

La investigación-acción contribuye a la reflexión sistemática sobre la práctica social y educativa con vistas a la mejora y al cambio tanto personal como social. Unifica procesos considerados a menudo independientes por ejemplo, la enseñanza, el desarrollo del currículum, la evaluación, la investigación educativa y el desarrollo profesional. Así pues, este tipo de investigación juega un papel esencial en todas aquellas áreas o ámbitos educativos que se desea mejorar, transformar e innovar (p. 167).

2.3. Justificación de la bibliografía

La revisión bibliográfica, resultado de la cual se expone en los apartados siguientes, se hará de manera dirigida e intencionada para cultivar aquellos

aspectos que permitan al docente desarrollar un plan de acción fundamentado para poder resolver o mejorar la problemática detectada.

En el caso de esta investigación, en la que se va a tratar el desarrollo de la capacidad espacial a través de un recurso muy novedoso y actual como es el caso de la Realidad Aumentada, uno de los criterios que se ha seguido para realizar la búsqueda del material, que va a servir para sostener los argumentos expuestos respecto dicho tema, es el de la actualidad de la publicación.

Un segundo criterio que se ha seguido para poder exponer argumentadamente todos los conceptos relacionados con la enseñanza a través de esta herramienta es que todos los artículos escogidos, han sido escritos por profesores de las universidades españolas que tienen departamento en el que se realizan investigaciones sobre el uso y potencial de dicha herramienta y recurso, destacando los departamentos de expresión gráfica de la Universitat Politècnica de València, la Universitat Politècnica de Barcelona y la Universidad de La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)

Para garantizar que la búsqueda sea de calidad, se ha utilizado Google académico para navegar en la red.

Otro criterio que hay que añadir es el hecho de que se han consultado revistas y publicaciones periódicas de educación. También se han consultado ponencias de congresos sobre innovación docente en los que ya se habla de la Realidad Aumentada como recurso educativo e incluso se exponen resultados de actividades realizadas con esta herramienta.

3. Desarrollo

3.1. Marco teórico

A lo largo de este apartado y después de haber realizado una revisión bibliográfica, se pretende dar respuesta a una serie de cuestiones planteadas como son ¿qué es la visión espacial?, ¿cuál es la diferencia entre visión espacial, capacidad espacial o la habilidad espacial?, ¿se puede desarrollar?, ¿cuál es la mejor manera de desarrollarla?, ¿qué metodologías son las más adecuadas para su desarrollo?, etc.

Por otro lado se presenta la Realidad Aumentada como nuevo recurso didáctico dentro del aula, cómo la RA se está utilizando en el campo de la educación y el porqué, aun siendo una herramienta que no fue creada para un uso exclusivamente educativo y que tiene muchos campos de aplicación, está calando con fuerza en este ámbito y en todos los niveles educativos, des de la educación primaria hasta la educación superior y universitaria. Quizás el hecho de que constituya “una valiosa herramienta para mejorar la comprensión de la realidad, optimizando los aprendizajes y reforzando la motivación de alumnado” (Reinoso, 2014 a, p. 2) sea la clave de su éxito.

Por último se van a exponer algunos de los aspectos educativos a tener en cuenta sobre la utilización de la RA en las aulas de hoy en día.

3.1.1 ¿Qué es la capacidad espacial?

Para empezar este marco teórico, se intentará definir algunos conceptos claves para esta investigación como son el concepto de inteligencia, capacidad espacial, habilidad espacial, visualización espacial entre otros. Habría que señalar, que la literatura al respecto es muy amplia alimentada sobre todo a lo largo del siglo XX con múltiples aportaciones a partir de múltiples investigaciones respecto a la inteligencia y sus maneras de clasificarla y cuantificarla. Lo que se ha intentado hacer es buscar una definición a partir de sus puntos en común.

Inteligencia: si buscamos la definición en el Diccionario de la Real Academia Española, una de las siete entradas que tiene la palabra se refiere a la capacidad de resolver problemas. Esta es una de las definiciones más aceptadas en las teorías cognoscitivas entre ellas la Teoría de las Inteligencias Múltiples (en adelante IM) en las que Howard Gardner (2014) define la inteligencia como “la habilidad necesaria para resolver problemas o para elaborar productos que son de importancia en un contexto cultural o en una comunidad determinada” (p. 37). Se quiere destacar en esta definición el término habilidad en general y habilidad espacial en concreto

Inteligencia espacial: es una de las siete inteligencias definidas por Gardner en su Teoría de las Inteligencias Múltiples y que son la lingüística, lógico-matemática, musical, cinético-corporal, interpersonal, intrapersonal y la ya mencionada, espacial. Gardner, en su libro *Estructuras de la mente* destaca que “emerge como una amalgama de habilidades” (2001, p. 141) como por ejemplo reconocer una transformación entre un elemento y otro, la de formar imágenes mentales a partir de imágenes reales y transformarlas, etc., y la define como “la capacidad para formarse un modelo mental de un mundo espacial y para maniobrar y operar usando este modelo” (2014, p. 29). Se quiere destacar de esta definición la palabra capacidad y a su extensión, capacidad espacial.

Otros términos a definir serían:

Capacidad: según la Real Academia se puede definir como la aptitud que dispone a alguien para el buen ejercicio de algo.

Habilidad: según la Real Academia, capacidad y disposición para algo o gracia y destreza en ejecutar algo.

Aptitud: según la Real Academia, capacidad para operar competentemente en una determinada actividad.

Destreza: según la Real Academia, habilidad con la que se hace algo.

Como se puede observar, cada uno de estos términos, importantes a la hora de definir más concretamente una inteligencia y en este caso la inteligencia espacial, se relacionan unos a otros sin poder definir muy claramente que son la capacidad espacial, la habilidad espacial y la aptitud espacial. Para aclararlos, y más concretamente dentro del ámbito espacial, las definiciones se basarán en las que Martín Gutiérrez (2010) recoge en su tesis doctoral:

Capacidad espacial: definida por Sánchez Carlessi y Reyes Romero (tal como se cita en Martín, 2010, p. 51) “supone la integración de aptitudes, habilidades y destrezas”, siendo la aptitud el potencial genético, las destrezas las habilidades motoras y la habilidad aquella predisposición que tiene todo ser humano y que para concretarse requiere de aprendizaje y entrenamiento.

Aptitud espacial: “potencial innato que un individuo tiene para visualizar mentalmente un objeto de forma que sea capaz de hacerlo antes de haber realizado cualquier tipo de entrenamiento...de modo que contiene cierto componente genético o hereditario”(Martín, 2010, p. 51).

Habilidad espacial: aquella destreza que es educable “en el sentido de que es posible contribuir a su desarrollo de diversas formas ya sea según el proceso de

transmitir el conocimiento, según las técnicas para llevar a cabo el aprendizaje, según los recursos didácticos, etc.” (Martín, 2010, p. 51).

3.1.2 ¿Se puede desarrollar?

Por lo que respecta a la inteligencia, teorías como la ya mencionada IM de Howard Gardner, respaldan la idea de que la inteligencia está formada por dos componentes, uno fruto de la genética y por lo tanto hereditario y estático, y el otro fruto de la educación y el entorno cultural en el que se verá inmerso el individuo y por lo tanto en continuo desarrollo y que se puede alimentar.

En el caso de la capacidad espacial, tal como se ha visto en el apartado anterior, contiene el componente de la habilidad que es, tal como se ha definido, aquella destreza educable y por lo tanto con capacidad y potencialidad de desarrollo.

En esta investigación no se podría dejar de mencionar que la habilidad espacial ha sido objeto de numerosos estudios para su medición. La revisión bibliográfica realizada ha permitido averiguar que estos estudios coinciden en dividir la habilidad espacial en diferentes componentes. Estas componentes pueden ser medibles separadamente y han dado lugar a multitud de Test para tal fin. Navarro, Saorín, Contero, Piquer y Conesa (2004) están de acuerdo, al igual que otros autores, en simplificar diferenciando únicamente dos componentes en la habilidad espacial:

- “Relaciones espaciales: Habilidad para realizar rotaciones y comparaciones en cubos bidimensionales y tridimensionales” (p. 4).
- “Visión Espacial: Habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras” (p. 4).

Siguiendo a estos autores, estos dos componentes se pueden medir empleando el “Mental Rotation Test (MRT)” (p. 4) para las relaciones espaciales y el “Differential Aptitude Test – Spatial Relations Subset (DAT-SR)” (p. 5) para la visión espacial.

Tal como se ha afirmado, pues, la capacidad espacial se puede desarrollar, aunque siendo más precisos, es la habilidad espacial la que se puede desarrollar en cada individuo si se la somete a un entrenamiento adecuado. En el caso de nuestra investigación, de los dos componentes mencionados, será la visión espacial, la que se tratará de desarrollar para mejorar la capacidad espacial.

3.1.3 La Realidad Aumentada

Se define la Realidad Aumentada como una tecnología que permite añadir contenido digital o información virtual a elementos del mundo real haciendo de la percepción de éste una experiencia más enriquecedora. Esta tecnología permite incorporar información digital en forma de imagen, texto, audio, modelos 3D, etc. Tal como comenta Reinoso (2014 a) en su curso de introducción a la RA, “estos ‘aumentos’ de la realidad pueden ayudar a mejorar el conocimiento del individuo y permitirle un mayor grado de comprensión de lo que sucede a su alrededor” (p. 3).

Otra definición de la Realidad Aumentada y que vale la pena mencionar por su simplicidad es la que hace el pedagogo Juan Miguel Muñoz (2013) y en la que expone que “es toda aquella información virtual que se asocia a cualquier elemento de la vida real y a la que se accede a través de un dispositivo tecnológico con un software específico que descodifica esa información” (p. 1).

Partiendo de estas dos definiciones, podemos resumir que para que exista una realidad aumentada debe existir cuatro elementos:

- Una realidad palpable y existente.
- Información acerca de esa realidad y que se pueda digitalizar en forma de imágenes, textos, modelados 3D, etc.
- Una tecnología que permita asociar lo real con la información adicional que poseemos.
- Otra tecnología capaz de descifrar y descodificar aquella información añadida a la realidad.

Aunque se podría hablar de que existe Realidad Aumentada desde los años 60, a pesar de que se trataba de una tecnología muy embrionaria y experimental, no es hasta los años 90 cuando nace como una tecnología aplicada. El término de Realidad Aumentada, es decir, realidad con un plus de información y conocimiento, fue ideado por el ingeniero Tom Claudell cuando diseñó un sistema para ayudar a los ingenieros de la compañía Boeing al ensamblaje y montaje de complejas piezas y sistemas de cableado con mayor precisión y eficacia. El sistema consistía en proyectar mediante un “display” la información necesaria para el montaje cerca del ojo. Durante los años 90, esta tecnología se fue desarrollando pero no estaba al alcance de muchos usuarios a nivel doméstico debido a los requisitos técnicos que requería esta herramienta y no fue hasta finales de los años 90, que la creación de ARToolkit revolucionó e impulsó el mundo de la RA, ARToolkit, una biblioteca de herramientas para crear aplicaciones de RA ideada por Hirokazu Kato, supuso traspasar una frontera permitiendo que la RA fuera más accesible y manejable a

nivel de usuario. El desarrollo y auge de los smartphones y tablets a lo largo de esta última década ha supuesto el salto definitivo de la RA a nivel de usuario doméstico.

Actualmente, y tal como nos indican Reinoso (2014 a) existen distintos niveles de Realidad Aumentada que se pueden clasificar según “su forma de trabajo, parámetros, sistemas de seguimiento y técnicas empleadas” (p. 9) de los que podemos distinguir cuatro tal como se refleja en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación por niveles de los diferentes tipos de Realidad Aumentada

NIVEL	DEFINICIÓN
Nivel 0 Códigos QR	Considerada la RA más simple que posibilita enlazar el mundo real con el virtual. Una marca bidimensional (figura 1) permite asociar información de cualquier tipo ya sea en forma de hipertexto, de link conduciéndonos a la página web del producto o de quien lo fabrica, un texto, número de teléfono, etc. y que mediante un lector podrá ser descodificada para obtener la información. Actualmente, existen aplicaciones gratuitas que se pueden instalar fácilmente en los dispositivos móviles smartphones y tabletas capaces de leer y descodificar la información asociada a estas marcas.
Nivel 1 Marcadores	Se puede considerar la RA más popular. Se trata de formas geométricas sencillas (figura 2) a las que hay asociada información digital, sobretodo modelos 3D. Actualmente se pueden destacar los programas o softwares (figura 3) de AR-media para Google Sketchup o Aumentaty Author (desarrollado en Valencia) que permiten de una manera muy sencilla poder asociar un modelo 3D a un marcador. Con la aplicación adecuada (figura 4) instalada en una Tablet, un Smartphone o en una webcam se podrá visualizar el contenido asociado cuando se exponga la marca delante (figura 5).
Nivel 2 Sin marcadores	Se basa en el reconocimiento de imágenes y objetos. Estos activan la información de la RA cuando son reconocidos. Con RA Geolocalizada (figura 6) activada mediante un GPS instalado en un Smartphone o tableta de última generación y que identifica la posición del usuario, se puede obtener información sobre edificios de un ciudad o de todo aquel elemento urbano al que se le haya asociado información y que esté en nuestro entorno próximo. Aurasma es otro software de sencilla utilización desarrollado para reconocer el entorno en el que nos situamos y mostrar la información virtual asociada a éste sin la necesidad de marcadores.

Nivel 3 Visión aumentada	Es la RA que se nos ofrecerá a través de las Google Glass (figura 7) por ejemplo. Permitirá al usuario ver su entorno “aumentado” con la información digital que se le haya asociado sin necesidad de utilizar las manos y siguiendo órdenes de voz. Se está trabajando con un sistema alternativo a las Google Glass como son lentes de contacto Biónicas las cuales permitirían proyectar la RA directamente a nuestros ojos. Hay que decir, que éstas aún están en fase de investigación y no existen en el mercado.
---	---

Elaboración propia a partir de Muñoz (2014)

Ejemplos de activadores para los distintos niveles de Realidad Aumentada:



Figura 1. Código QR
(elaboración propia)

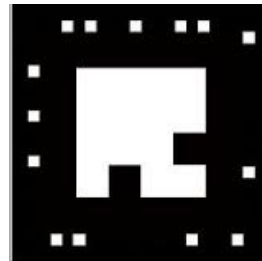


Figura 2. Marcador
(elaboración propia)



Figura 3. Softwares para crear RA
(Reinoso, 2014 b, p. 54)



Figura 4. Aplicaciones para visualizar RA
(Reinoso, 2014 b, p. 161)



Figura 5. Visualización de un sólido en RA con marcador (Lopera Cholvi, 2010)



Figura 6. RA de geoposicionamiento
(Daniel Siles, 2010)



Figura 7. Google Glass
(Glass, s.f.)

3.1.4 Aspectos educativos de la RA a tener en cuenta

Ya en el año 1999, cuando aún la RA no estaba implementada en las aulas ni apenas ninguna tecnología digital, en su libro *El Dibujo. Enseñanza-Aprendizaje*, Facundo Mossi (2013)¹, escribía los puntos claves para una buena metodología en la enseñanza del dibujo. Empezaba haciendo una reflexión sobre qué es la metodología y la definía como “conjunto de estrategias que se utilizan para dilucidar los distintos aspectos de la realidad que estudia la disciplina correspondiente” (p. 73) y ponía énfasis en el hecho de que las estrategias “deben ir dirigidas a facilitar que el alumno alcance los conceptos, actitudes y técnicas deseables para alcanzar los contenidos de la disciplina” (p. 73). Mossi (2013) también se cuestionaba sobre qué es el aprendizaje significativo y respondía que es el hecho de partir de aquello conocido para poder construir una red formando una estructura cada vez más compleja facilitando el aprendizaje.

Por otro lado, Mossi (2013) ya apuntaba, cuando decía que “nuestros métodos y estrategias didácticas deberán ir en función del sujeto y en su interacción con el medio sociocultural y formativo”(p. 74), que uno de los puntos más importantes a ofrecer para una buena enseñanza y aprendizaje del dibujo son las metodologías orientadas hacia la educación personalizada y también consideraba fundamental la motivación al ser “la capacidad que conduce a la persona a superar y desarrollar esfuerzos para satisfacer unas necesidades” (p. 76).

Se puede afirmar, que aunque hayan pasado quince años y las aulas de hoy en día no se parecen a las de hace quince años, estas ideas que aunque parten del uso de metodologías tradicionales, siguen siendo vigentes y válidas en la actualidad para tener en cuenta a la hora de escoger una metodología y convertirla en eficaz para un aprendizaje significativo aunque sea a través de herramientas digitales.

¹ Aunque el libro mencionado fue publicado originalmente en el año 1999, para la realización de este TFM se ha consultado una reedición del libro del año 2013.

Respecto la RA, son muchos los artículos y publicaciones que en la actualidad hablan de las virtudes y también carencias que supone su uso en las aulas. Como aspectos positivos que supone el uso y implantación de la RA en las aulas Martín, Meneses, Fabiani y Mora (2014) comentan que “Un aspecto importante que proporciona la RA es la ‘sensación de presencia’, es decir, los alumnos tienen una experiencia real y lo recuerdan como un evento real de forma que las conexiones con los conocimientos es más fuerte” (p. 31). Fonseca, Navarro y Galindo (2014) también comentan:

Gracias a los estudios de usuario realizados, podemos afirmar que la inclusión de tecnologías de visualización como la RA en proyectos de investigación y en el día a día docente a nivel de bachillerato, no solo aporta un mayor interés por parte de los alumnos en los contenidos a estudiar, sino que permite la adquisición de competencias y habilidades espaciales y cooperativas de una forma más rápida y óptima que con sistemas tradicionales (p. 91).

Y uno de los mayores divulgadores e investigadores de la RA en nuestro territorio, Raúl Reinoso (2014 c), piensa que:

En la actualidad predomina aún el modelo de escuela en la que el alumno llega con su mochila cargada de libros y soporta pasivamente seis horas de suministro de información que le tiene preparadas sus profesores... Lentamente vamos caminando hacia modelos de enseñanza y aprendizaje más en consonancia con la sociedad de la información en la que vivimos ... Los teléfonos inteligentes irán dejando de estar restringidos en las aulas y se irán convirtiendo en aliados que permitirán mejorar las competencias de los estudiantes ... la RA constituirá una potente herramienta para facilitar e impulsar un aprendizaje ubicuo, donde la actividad de aprender se convertirá en un proceso natural (p. 15).

Como aspectos negativos a los que ha tenido y tendrá que enfrentarse la RA se puede destacar las palabras que Reinoso (2014 c) cuando dice que “la RA tradicionalmente se ha enfrentado a dos problemas, por un lado al desconocimiento de su existencia y el empleo por parte de los docentes y por otro a limitaciones derivadas del hardware e infraestructuras disponibles en los centros educativos” (p. 14). Respecto a la tecnología que hay que utilizar, son muchos los profesores que ya la han manejado los que comentan el rápido desarrollo de los programas para crear RA, y a pesar de que cada vez son más y están al alcance de todos, se hace difícil encontrar el más adecuado debido a este amplio abanico. Tal y como comentan Martín et al. (2014) “un gran inconveniente de esta tecnología para los profesores que deciden crear sus propios materiales docentes es que está supeditada a la creación de contenidos virtuales ... los profesores tendrían que recibir apoyo para integrar la RA en sus asignaturas” (p. 32). Otro aspecto, tal como comentan Saorín, de la Torre y Martín-Dorta (2014) en su estudio, es que “las necesidades de objetos

físicos en muchas disciplinas sigue siendo importante a pesar de las alternativas digitales” (p. 24) y como comenta García Jiménez (2014), “durante los últimos años, varios estudios han concluido que los textos impresos se recuerdan y comprenden mejor que los presentados en una pantalla” (p. 68).

3.2. Materiales y métodos: metodología

En la primera parte del desarrollo y dentro del marco teórico, se ha expuesto argumentadamente la posibilidad de desarrollo que tienen las capacidades intelectuales incluida la capacidad espacial. Por otro lado, se ha explicado brevemente qué es la RA.

En este segundo apartado se abordará el marco metodológico. Éste se basará en los datos obtenidos a través de la investigación-acción que se va a llevar a cabo dentro de un aula de Dibujo Técnico I al impartir una unidad didáctica que pretende desarrollar la capacidad espacial del alumnado a partir de un recurso didáctico existente y que emplea la Realidad Aumentada.

3.2.1 La investigación-acción como metodología de trabajo

Tal y como se ha expuesto en el apartado 2.2, la investigación-acción es la metodología más adecuada para llevar a cabo nuestro propósito y para que ésta sea diseñada de una manera adecuada hay que empezar, como propone Suárez (2002) por cuestionarse qué se investiga, quién realiza la investigación, cómo va a realizarse y para qué.

Empezaremos, contestando a las cuestiones planteadas:

- El qué, hace referencia a la problemática detectada y que proporciona una situación que puede ser modificada si se actúa adecuadamente. En este caso, el problema detectado ha sido la falta de capacidad visual del alumnado del primer curso de Bachillerato debido al escaso desarrollo de ésta capacidad durante la etapa de la ESO.
- El quién investiga, hace referencia al propio docente que está implicado en el proceso educativo de los alumnos y que quiere cambiar una situación. En este caso, no intervendrán más agentes investigadores.
- Cuando se piensa en cómo va a realizarse la investigación, tal como sugiere Suárez (2002), hay que recordar que la investigación-acción se trata de un proceso cualitativo por lo que se necesitan instrumentos para la recogida de

información. Todo lo que pueda ayudar a conocer mejor la situación será lo que permitirá poder actuar mejor.

- Con qué finalidad se realiza la investigación, por supuesto que se va a ser la mejora de la práctica docente. Aunque en este caso no se podrá incidir en el cambio desde la raíz del problema, ya que se trataría de hacer cambios curriculares en la legislación vigente para que se desarrollara la capacidad visual y espacial de una forma más amplia en la etapa de la ESO, el docente sí que puede modificar pautas en su labor para que el problema no persista hasta la etapa universitaria. Concretamente, se pretende la introducción de nuevas metodologías a través de la utilización de nuevos recursos, en concreto la RA, que apoyen y refuercen las técnicas de representación y visualización espacial.

Después de haber contestado a las cuatro cuestiones, la investigación-acción es un proceso continuo y en espiral del que se pueden distinguir, según Kemmis y McTaggart (1988), cuatro fases de trabajo como ya se ha hablado en el punto 2.2, pero de las que se va a profundizar más en este apartado y los siguientes. Estas cuatro fases de trabajo se inspiran y tienen sus raíces en el triángulo de Lewin y que sitúa en sus vértices las acciones de Investigación – Acción – Formación, creando un circuito cerrado que conduce a una espiral de cambio.

Antes de exponer las cuatro fases de la investigación, hay que señalar algunas de las características de la investigación-acción que se han tenido en cuenta para diseñarla:

- No hay que olvidar que toda investigación-acción parte e implica una voluntad de transformación.
- La colaboración de las personas o grupo implicado en la acción será imprescindible para el éxito de la investigación.
- Toda investigación-acción implica una reflexión sobre la práctica docente.
- Toda transformación implicará una espiral de cambios.

Se exponen a continuación las cuatro fases de las que va a constar la investigación-acción que se va a llevar a cabo:

1. La detección del problema, que en este caso surge “de la observación sistemática del profesor” (Sandín, 2003, p. 174). La observación que se ha ido realizando a lo largo de los años de experiencia docente impartiendo la misma asignatura en el mismo nivel académico y dentro del mismo centro es lo que ha permitido detectar, tal y como se ha planteado en la introducción,

una falta de desarrollo de la capacidad espacial en el alumnado de Bachillerato.

2. La planificación u organización de un plan de acción. Este tiene que constar con el enunciado del problema, el planteamiento de unas normas para el correcto transcurrir de la acción, unos objetivos, unas sesiones pautadas de trabajo, instrumentos de control y evaluación y como sugiere Sandín (2003), también hay que cuestionarse cuándo y cómo hacerlo y de qué recursos materiales y temporales se dispone. Dicho plan de acción se expone y se desarrolla en el apartado 3.2.4.
3. La observación, como actividad que hay que realizar cuando se pone en acción el plan de acción diseñado. Los instrumentos de recogida de información son los que van a permitir poder hacer un buen seguimiento de la acción y llevar un registro objetivo de lo que va sucediendo. En este caso se han elaborado varios materiales que se pueden consultar en los anexos 9.2, 9.3 y 9.4 como son una tabla para el registro diario de las observaciones significativas para la investigación, una tabla para la recogida de datos a partir de la corrección de los ejercicios propuestos y un cuestionario para que los alumnos puedan hacer una valoración de la actividad.
4. Los resultados del cuestionario y la reflexión a partir del análisis de la información recogida durante la fase de observación es lo que va a permitir sacar conclusiones sobre la actividad realizada. Tal como propone Sandín (2003), en esta fase hay que reflexionar cuestionándose cómo y de qué manera la acción ha incidido en la transformación de la práctica docente y cómo habrá que actuar en el futuro. En el caso de una reflexión positiva que nos indique que la acción ha funcionado y ha alcanzado el objetivo propuesto, se podrá concluir la investigación-acción con la implantación de la nueva metodología o recurso educativo mejorando la propia práctica docente. En el caso de una reflexión negativa, habrá que analizar qué es lo que no ha funcionado y qué problema ha habido, volviendo a empezar el círculo para poder llevarse a cabo otra investigación-acción y diseñar un nuevo plan de acción.

A continuación se expone el contexto en el que se va a realizar la acción, el material que se va a utilizar y el plan de acción que se va a realizar durante la segunda y tercera semana de diciembre, dentro del segundo trimestre del actual curso académico 2014-15 y a lo largo de ocho sesiones de una hora cada una.

3.2.2 Contexto y participantes

La acción se va a llevar a cabo en un centro educativo situado en un pueblo de la provincia de Barcelona. Se trata de un centro donde se imparten todos los niveles de educación desde infantil hasta Bachillerato. Todas las etapas tienen concierto económico con la Generalitat de Cataluña a excepción de la etapa del Bachillerato que en este caso es privado. El centro recibe alumnado, la mayoría de clase media y clase media-alta, de pueblos situados hasta un radio de unos 40 km.

Respecto al Bachillerato, hay que mencionar que la mayoría de alumnos han cursado la etapa de la ESO en el mismo centro, pero hay un porcentaje de alumnos que provienen de otros centros de otras poblaciones. Sólo se cursan dos modalidades, la de ciencias y tecnologías y la de humanidades y ciencias sociales.

Será en el grupo que actualmente cursa la materia de Dibujo Técnico I donde se llevará a cabo el plan de acción planteado. Todo el alumnado del grupo está cursando la modalidad de ciencias y tecnologías y está formado por un total de trece alumnos, tres chicas y diez chicos.

3.2.3 Materiales

Tal y como se ha comentado anteriormente, en la acción que se va a llevar a cabo, se empleará un recurso didáctico existente. Debido a la inexperiencia para crear material didáctico con RA, se ha creído que esto era lo más conveniente y adecuado, en primer lugar para los alumnos y en segundo lugar para que el docente se familiarice con la RA. Este recurso contiene ejercicios relacionados con el sistema de representación axonométrico y se trata del libro *Curso para la mejora de la capacidad Espacial* (Martín, Contero y Alcañiz, 2011). Este libro (figura 8) utiliza la herramienta de la Realidad Aumentada, de ahí la elección de este material, para mostrar una serie de objetos en 3D a modo de proyección virtual sobre los que hay que resolver una serie de cuestiones planteadas a través de una serie de ejercicios agrupados en cinco niveles (reconocimiento, comprensión, análisis, síntesis y evaluación) de dificultad sucesiva desde el punto de vista de la Taxonomía de Bloom. Por lo tanto, están elaborados de tal manera que cada nivel requiere más comprensión espacial.

Existen en el mercado otros libros de características similares como por ejemplo el libro titulado *Ejercicios para el desarrollo de la percepción espacial* (Pérez y Serrano, 2011), de los que el anterior libro ha cogido algunos ejercicios de ejemplo, pero utiliza recursos y métodos tradicionales.



Figura 8. Curso para la mejora de la capacidad espacial. (Martín et al., 2011, portada)

En los siguientes párrafos se describirán brevemente los cinco niveles en los que se estructura el contenido del libro mencionado.

El nivel 1, dedicado al “reconocimiento”, se divide en tres bloques de ejercicios. En la figura 9 se muestra uno de los ejercicios del primer bloque sobre identificación de superficies. En la figura 10 se muestra como se ve esta figura en Realidad Aumentada con sólo mostrar la marca ante la webcam. Si se mueve la marca, se puede ver la figura desde todos los ángulos con lo que poco a poco, uno va familiarizándose con las vistas y proyecciones plasmadas en el papel de la pieza tridimensional. En este caso el ejercicio consiste en identificar las superficies en cada una de las proyecciones.

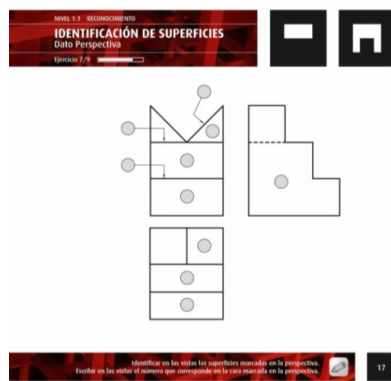


Fig. 9



Fig. 10

Figura 9. Ejercicio correspondiente al nivel 1.1 (Martín et al., 2011, p. 17)

Figura 10. Visualización 3D de la pieza correspondiente al ejercicio fig.9 al mostrar el marcador (elaboración propia)

El nivel 2, dedicado a la “comprensión”, se divide en dos bloques de ejercicios. En la figura 11 se muestra un ejercicio del primer bloque y en el que hay que identificar las vistas que corresponden a la pieza 3D que se muestra en la figura 12 cuando se proyecta a través de RA.



Fig. 11



Fig. 12

Figura 11. Ejercicio correspondiente al nivel 2.1 (Martín et al., 2011, p. 51)

Figura 12. Visualización 3D de la pieza correspondiente al ejercicio de la fig.11 (elaboración propia)

El nivel 3, dedicado al “análisis”, se divide en dos bloques de ejercicios. En los ejercicios del primer bloque hay que contar el número de prismas que están en contacto con el señalado por cada letra, tal como se muestra en la figura 14, y anotarlo en la hoja que se muestra en la figura 13.



Fig. 13



Fig. 14

Figura 13. Ejercicio correspondiente al nivel 3.1 (Martín et al., 2011, p. 76)

Figura 14. Visualización 3D de la pieza correspondiente al ejercicio de la fig.13 (elaboración propia)

El nivel 4, dedicado a la “síntesis”, se divide también en dos bloques de ejercicios. Tal y como se muestra en la figura 15, en el primer bloque se le facilitan al alumno algunas de las proyecciones bidimensionales de un sólido 3D y que tendrá que completar, ya sea con un alzado, un perfil o la planta, según la figura asociada al ejercicio y que se le mostrará en RA, tal como se observa en la figura 16.

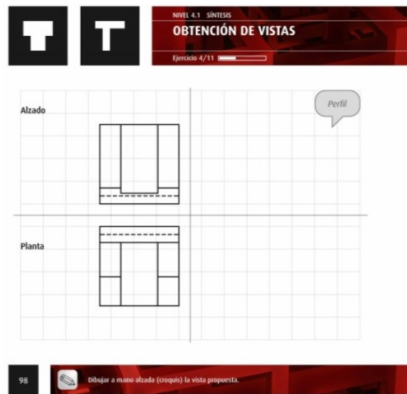


Fig. 15



Fig. 16

Figura 15. Ejercicio correspondiente al nivel 4.1 (Martín et al., 2011, p. 98)

Figura 16. Visualización 3D de la pieza correspondiente al ejercicio de la fig.15 (elaboración propia)

El nivel 5 y último, dedicado a la evaluación, sólo consta de un bloque de seis ejercicios. En este nivel ya no se le muestra al alumno proyecciones de piezas en RA, sino que es el alumno el que tiene que dibujarlas haciendo un croquis a mano alzada de la pieza que visualiza mentalmente cuando se le muestra las proyecciones correspondientes a su planta, alzado y perfil.



Fig. 17

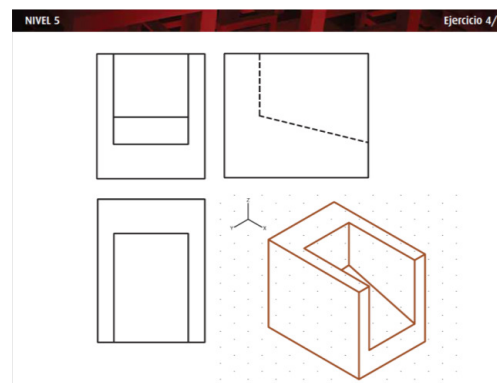


Fig. 18

Figura 17. Ejercicio correspondiente al nivel 2.1 (Martín et al., 2011, p. 124)

Figura 18. Solución del ejercicio mostrado en la fig.18 (elaboración propia)

3.2.4 Plan de Acción

El plan de acción que se ha diseñado para la ocasión se ha realizado a partir del mencionado Decreto 142/2008, ya que se trata del decreto autonómico que actualmente está en vigor en el Bachillerato y teniendo en cuenta los contenidos del libro mencionado.

La unidad didáctica se ha titulado: Comprensión del espacio y de las normas del sistema de representación axonométrico a partir del desarrollo de la capacidad espacial. Se puede consultar la unidad didáctica en el anexo 9.1.

Con esta unidad didáctica se pretende sentar las bases del sistema de representación axonométrico así como la comprensión de su lenguaje para que el alumno, por un lado, sea capaz de interpretar mentalmente toda representación realizada con dicho lenguaje y por otro lado, pueda realizar sus propias representaciones.

Los objetivos y contenidos de esta unidad han sido pensados para que el alumno alcance con éxito las competencias generales del Bachillerato y específicas de la materia que directamente estén relacionadas con la unidad. En este caso, la comprensión del sistema axonométrico contribuye al alcance de la competencia comunicativa ya que ampliará la capacidad comunicativa del alumno permitiéndole expresarse y plasmar sus ideas espaciales mediante este lenguaje. Al trabajar con un nuevo recurso digital, como es la RA, se ampliará el conocimiento tecnológico del alumno dándole a conocer nuevas herramientas que podrá utilizar en su futura carrera profesional. De esta manera se contribuirá a alcanzar las competencias digital y conocimiento e interacción con el mundo.

La secuenciación de actividades para el plan de acción va a ser la siguiente:

Sesión 1: Clase magistral. Al tratarse de un grupo heterogéneo en el que no todos los alumnos han cursado la ESO en el mismo centro, hay que partir de la base de que no todos tienen el mismo conocimiento respecto los sistemas de representación y su lenguaje. En esta primera sesión, se va a incidir en los puntos clave sobre el sistema axonométrico y sobre el sistema normalizado. Previamente, se van a lanzar algunas cuestiones para poder situar dónde está el nivel de conocimiento y, a partir de ahí, construir la base que va a permitir a los alumnos la correcta comprensión de las tareas a realizar en cada nivel que propone el material didáctico escogido.

Sesión 2: Se van a trabajar los ejercicios del nivel 1 (figuras 9 y 10) y que corresponden a la fase de reconocimiento según la Taxonomía de Bloom. Al contar con tan sólo una hora de trabajo se hará una previa selección de los ejercicios que se creen más significativos. Se trata de ejercicios en los que hay que identificar las superficies numeradas en varios sólidos 3D proyectados con RA y localizarlas en sus correspondientes vistas en planta, alzado frontal y lateral. Con estos ejercicios, se pretende que el alumno se familiarice con la relación existente entre la visión de un sólido en 3D y sus correspondientes representaciones en 2D.

Sesión 3: Se van a trabajar los ejercicios del nivel 2 (figuras 11 y 12) y que corresponden a los ejercicios de comprensión. Al igual que el nivel anterior, sólo se dispone de una sesión de una hora, por lo que se va a realizar una previa selección de ejercicios. Por una parte, el trabajo a realizar consiste en discriminar e identificar las tres proyecciones principales (planta, alzado frontal y alzado lateral) que corresponden a la pieza proyectada con RA dentro de un grupo de 9 proyecciones en 2D. Por otra parte, hay otro grupo de ejercicios en los que hay que encontrar cuál de las cuatro proyecciones planteadas es incorrecta y no representa el sólido proyectado con RA. Como podrán experimentar los alumnos, a veces es difícil discriminar qué vista es la incorrecta ya que las diferencias pueden ser muy sutiles.

Sesión 4: Se van a trabajar los ejercicios del nivel 3 (figuras 13 y 14) y que corresponden a la fase de análisis. Igual como ocurrirá en las sesiones anteriores, habrá que hacer una selección de ejercicios representativos de este nivel y que puedan acabarse en el transcurso de una sesión. Los ejercicios de este nivel pretenden que el alumno aprenda a analizar el sólido que se le proyecta con RA a través de su descomposición en elementos más simples, en este caso prismas a modo de ladrillos. El alumno deberá ser capaz de contar el número de prismas que están en contacto con una superficie determinada y que se le va a indicar en el sólido que se le va a proyectar con RA.

Sesión 5: Se van a trabajar los ejercicios del nivel 4 (figuras 15 y 16) correspondientes a la fase de síntesis. En este caso el alumno va a tener que dibujar la vista que falta para la completa representación bidimensional del sólido que se le propone a través de la RA. En este nivel, el alumno se enfrentará por primera vez, a tener que realizar una proyección. En ninguno de los niveles anteriores se le había pedido al alumno dicha tarea, por lo que este nivel va a suponer un nuevo reto. Como en las sesiones anteriores habrá que hacer una selección.

Sesión 6: Se van a trabajar los ejercicios del nivel 5 y último (figuras 17 y 18) y que se plantean como evaluación de todo el trabajo realizado. Hasta esta sesión siempre

se habrá trabajado con sólidos proyectados con RA y el alumno siempre habrá contado con una visualización en 3D de diferentes sólidos tanto poliédricos como con curvas, con aristas ocultas, superficies inclinadas, agujeros, etc. En el nivel 5, se pretende que sea el alumno el que visualice el sólido en 3D y sea él el que lo dibuje utilizando el sistema de representación axonométrico.

Sesión 7: Se llevará a cabo la corrección de los ejercicios. Se proyectarán las soluciones de los ejercicios trabajados en las sesiones anteriores y será el mismo alumno quien se autocorrija. De esta manera, el alumno va a poder comprobar cuáles han sido los errores que ha repetido con más frecuencia y le va a ser útil para recordar aquello en lo que se ha equivocado.

Sesión 8: La última sesión y después de haber revisado las correcciones, se va a dedicar a analizar en pleno las equivocaciones que más reiteradas. Se discutirá en pleno sobre el porqué de la incorrección invitando los alumnos a que argumenten sus equivocaciones en el caso de no estar de acuerdo con la solución planteada. Para terminar la sesión, los alumnos dedicarán la última parte de la sesión a la realización de un cuestionario que se puede consultar en el anexo 9.4. Este cuestionario consta de tres partes:

- La primera parte engloba una serie de seis preguntas relacionadas con el conocimiento de la Realidad Aumentada. Salvo la primera pregunta a la que el alumno tiene que responder Sí/No, las demás preguntas son de tipo cerrado ordinal con respuestas excluyentes y ordenadas por intensidad (nada – un poco – bastante – mucho)
- La segunda parte contiene una batería de cinco preguntas. La primera se le pide al alumno que haga una valoración de una serie de ítems con una escala de dificultad del 1 al 5 siendo el 1 la menor dificultad y el 5 la mayor. Las cuatro preguntas restantes, son de tipo cerrado ordinal con respuestas también excluyentes y ordenadas por intensidad como en el caso anterior.
- La tercera parte se le pide al alumno que haga una valoración propia y abierta de elementos sobre la experiencia realizada en el aula. Para tales valoraciones se le proponen dos cuadros. En el primero deberá exponer tres elementos positivos y tres negativos sobre la experiencia que ha tenido y otorgarle una puntuación. En el segundo cuadro, el alumno deberá explicar el por qué un elemento le ha parecido positivo o negativo según lo expuesto en el cuadro anterior, y en el caso de los elementos negativos, qué se le ocurre para mejorarlos desde su punto de vista como alumno para que su proceso de aprendizaje se vea favorecido.

3.3. Resultados y análisis

A continuación se exponen los resultados de lo sucedido a lo largo de las ocho sesiones de trabajo en el aula obtenidos a través de los diferentes canales de recogida de información. Se empieza por describir lo sucedido en cada sesión de trabajo y las modificaciones que se han tenido que efectuar sobre la marcha para mejorar la plan de acción diseñado:

Sesión 1: Se había previsto dedicar una sesión entera a una clase magistral para explicar los principales conceptos sobre los sistemas de representación y el sistema axonométrico. Se ha empezado la clase con una batería de preguntas. No todos los alumnos del grupo han cursado la ESO en el centro, dos alumnos son de otros centros. Los alumnos del propio centro ya habían visto el sistema axonométrico en la ESO pero todos están de acuerdo en que nunca habían hecho actividades previas de representación como es identificar superficies, vértices y aristas. Algunos tampoco tienen claro el orden y posición de las vistas o proyecciones de un objeto. Este pequeño debate ha situado el punto de partida en el que todos los alumnos ya han visto el sistema axonométrico pero no todos lo han practicado con la misma intensidad. Por otro lado, se les preguntó qué sabían sobre la RA y en un principio nadie sabía lo que era, pero a la que se les ha empezado a hablar sobre códigos QR, Google Glass lo han relacionado con el mundo de los videojuegos. Visto esto, se creyó conveniente explicarles las diferencias entre la realidad virtual y la realidad aumentada. A continuación se les explicó que las siete sesiones siguientes consistirían en trabajar el desarrollo de su capacidad visual. Al haber distintos niveles y distintas personas, se les ha explicado que teníamos que partir de la base más fundamental. A pesar de no estar programado así, ya se empezó con las actividades del nivel 1 (dividido en tres bloques 1.1, 1.2 y 1.3) y se puede comentar, que no les pareció difícil.

En cuanto al análisis de esta sesión cabría subrayar dos aspectos, el primero de ellos es que, en este nivel, los ejercicios del bloque 1.3 y 1.2 a los alumnos les parecieron más fáciles que los del bloque 1.1. El segundo aspecto es que todo el grupo resolvió los ejercicios de este nivel muy rápidamente.

Después de este primer contacto, ya en la primera sesión se detectó que habría que modificar el plan de acción. Visto que la RA es efímera, sólo existe cuando se proyecta, se pensó que sería mucho más efectivo realizar las correcciones de los ejercicios después de cada nivel y no en las últimas sesiones en las que el alumno tendría dificultades para recordar qué sólido correspondía a cada ejercicio después de haber visto un sinfín de diferentes al terminar todo el libro. También es

un refuerzo positivo que el alumno vea en lo que se equivoca justo después de haber realizado la actividad y desemboca en un aprendizaje más significativo, de tal manera que el conocimiento que va asimilando va sentándose sobre una base correcta.

Sesión 2: En la segunda sesión, se trabajó el nivel 2 de comprensión y discriminación de vistas. Éste está dividido en dos bloques (2.1 y 2.2).

El apartado 2.2 les pareció más fácil que el 2.1 y las mayores dificultades se presentaron en la interpretación de las líneas discontinuas.

En esta sesión, no dio tiempo a la corrección y se aplazó para el siguiente día de clase.

Sesión 3: Se empezó la sesión corrigiendo el nivel 2 y se hizo una reflexión en pleno sobre los ejercicios que presentaban más errores o dificultades.

Se continuó la clase con los ejercicios del bloque 1 del nivel 3. Este ejercicio, que trataba de contar los prismas que están en contacto con el señalado, no les ha parecido tan interesante y atractivo como las otras actividades, aunque desde el punto de vista didáctico es el más interesante ya que obliga a observar con detenimiento la pieza y sirvió para la discusión y al cuestionamiento del alumno sobre lo que veía.

A partir de esta sesión se pudo observar que la emoción inicial que provocó trabajar con RA, a la que los alumnos asociaban más a un juego, se fue desvaneciendo. Probablemente la dificultad encontrada en los ejercicios de esta sesión, les hizo entender que la RA es una herramienta más para ayudarles en su proceso de aprendizaje pero no soluciona las carencias o dificultades que cada alumno tiene y a las que hay que afrontar con trabajo personal.

Las actividades del bloque 2 del nivel 3 quedaron pendientes para la siguiente sesión.

Sesión 4: En esta sesión, se trabajó el bloque 2 del nivel 3. En este conjunto de ejercicios hay que decidir cuáles son las proyecciones mínimas para definir la figura proyectada en RA. Este ejercicio costó un poco porque cuanto más información se da mejor definida queda la figura. Este tema dio pie a más cuestiones a lo largo del curso escolar al haber alumnos que son capaces de imaginar y representar una figura con poca información y otro grupo de alumnos que necesitan mucha información. Fue en este nivel cuando se empezó a observar qué alumnos eran los que tenían facilidad y una capacidad espacial desarrollada y los que no la tenían.

Después de la corrección de los ejercicios del nivel 3 y el debate sobre la cuestión, se empezó con los ejercicios del bloque 1 del nivel 4. En este nivel, el

alumno ya tiene que dibujar la proyección que se le pide del sólido que se le muestra en RA. Dos vistas ya están dibujadas y el alumno tiene que dibujar la tercera a mano alzada, procurando que concuerde con las que se le dan de la misma figura.

La actividad no se acabó. En la siguiente sesión se continuó con los ejercicios del nivel 4.

Sesión 5: Se continuó con los ejercicios del bloque 1 del nivel 4. En este caso, después de cada ejercicio se realizó la corrección. Se creyó que esta manera de proceder sería más efectiva ya que la figura es más reciente en la mente del alumno. Por lo tanto, éste ve al momento en qué se ha equivocado, pudiéndolo corregir en el dibujo siguiente.

En esta sesión se terminó el bloque 1 del nivel 4 y se empezó con el bloque 2 del mismo nivel. Los alumnos tenían que dibujar todas las vistas del sólido proyectado en RA. Lo que costó más fueron las líneas discontinuas cuando señalan aristas ocultas. Este nivel requirió más tiempo y dedicación. Mientras algunos se mostraron especialmente eficaces y eran capaces de dibujar las proyecciones de los sólidos rápidamente, la mayoría de alumnos no conseguían terminar las proyecciones correctamente a pesar de haber empleado mucho tiempo.

Sesión 6: El bloque 2 del nivel 4 fue más dificultoso y los alumnos dibujaban despacio. Este nivel costó más de lo esperado. Otra observación que se hizo, fue que la mayoría de alumnos dibujaban de manera muy desproporcionada el sólido proyectado y sin correspondencia entre las medidas de las diferentes vistas.

Como en las clases anteriores, se continuó corrigiendo ejercicio a ejercicio.

Sesión 7: Esta sesión se dedicó íntegramente a los ejercicios del último nivel en el que el alumno tenía que dibujar, a mano alzada y con una representación axonométrica, el sólido del que se le daban tres vistas. Ya que este nivel constaba de pocos ejercicios, para motivar sobre todo a los alumnos con necesidades extrínsecas de reconocimiento, se decidió cronometrar la sesión. Esta fórmula también ayudó a conocer qué alumnos habían aprovechado mejor la actividad para reforzar su capacidad espacial, y qué alumnos necesitarán refuerzos en el futuro a pesar de haber participado en la acción. El alumno más rápido realizó los 6 ejercicios en 40 minutos aunque con algunas pequeñas incorrecciones. Pero por otra parte, un grupo de seis alumnos, casi el 50% del grupo, no logró terminarlos.

Hay que mencionar, que a pesar de que gran parte del grupo no logró terminar este nivel íntegramente en una sesión, lo encontraron mucho más fácil que el anterior.

Sesión 8: Se dedicó la sesión a la realización del cuestionario. Después de 30 minutos, éstas se recogieron y se dedicó el resto de la sesión a escuchar las impresiones que los alumnos habían tenido sobre la acción.

A continuación se exponen los resultados del cuestionario.

Como ya se ha mencionado en el apartado 3.2.4, el cuestionario constaba de tres partes. La primera parte, se preguntaba sobre la Realidad Aumentada, nivel de conocimiento, si ha resultado una herramienta motivadora, si la actividad ha sido gratificante y si creen que les puede ser útil conocer su funcionamiento para sus estudios universitarios.

En esta primera batería de preguntas, a pesar de que una gran mayoría, el 76,9% (diez) de los alumnos, habían oído a hablar de la RA, como se puede observar en el gráfico 1, su nivel de conocimiento era poco.

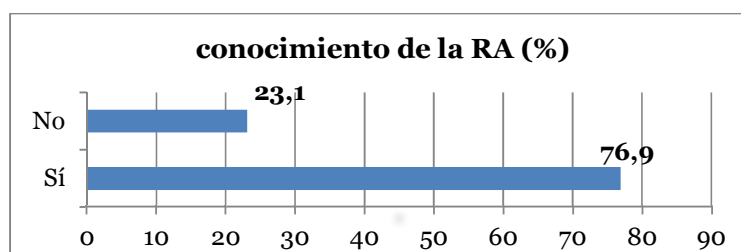


Gráfico 1. Conocimiento de la RA entre el alumnado (Elaboración propia)

Quizás este poco conocimiento sea la causa de que a todos les pareciera una herramienta entre bastante y muy motivadora a la vez que una experiencia bastante para algunos, y muy gratificante para otros. En ningún caso les pareció que se trataba de una mala experiencia o una acción que no valiera la pena y que no aportaba nada a su proceso de aprendizaje. A la pregunta sobre si les gustaría conocer cómo pueden crear RA, la gran mayoría, un 76,9 (diez) de los alumnos se mostraron bastante o muy interesados por la herramienta y el 100% creen que les puede ser muy útil para sus estudios universitarios.

La segunda batería de preguntas estaban relacionadas, tal y como se ha comentado en apartados anteriores, con el material utilizado, concretamente el libro *Curso para la mejora de la capacidad espacial* (Martín et al., 2011). En primer lugar, los alumnos tenían que hacer una valoración sobre la dificultad que les había supuesto cada nivel en una escala del 1 al 5 siendo el 1 la mínima dificultad y el 5 mucha dificultad. Se ha resumido en la tabla 2:

Tabla 2. Valoración del alumnado respecto la dificultad de cada nivel propuesto en el material trabajado

		NIVEL DE DIFICULTAD				
		1	2	3	4	5
NIVELES DEL MATERIAL	N.1 Reconocimiento	10 alumnos	3 alumnos			
	N.2 Comprensión	2 alumnos	6 alumnos	5 alumnos		
	N.3 Análisis		3 alumnos	3 alumnos	4 alumnos	3 alumnos
	N.4 Síntesis		3 alumnos	3 alumnos	6 alumnos	1 alumnos
	N.5 Evaluación	1 alumnos	4 alumnos	2 alumnos	3 alumnos	3 alumnos

Elaboración propia

Como ya se observó durante el transcurso de las sesiones, las dificultades empezaron a partir del nivel 3, siendo un alto porcentaje de alumnos, 76,9 % (diez), los que han encontrado una dificultad 3 o superior. También se puede observar que estos diez alumnos, aunque repartidos de manera diferente, encontraron bastante dificultad en los ejercicios del nivel 4. Y tal como se ha mencionado, la dificultad encontrada en el nivel 5 fue menor que en los anteriores niveles.

Las siguientes preguntas estaban relacionadas con la percepción que el alumno había tenido sobre el material. Este tipo de preguntas siempre son interesante ya que la percepción que un alumno puede tener sobre un material puede ser muy distinta a la que el docente había creído que causaría. En este caso, la percepción de haber mejorado su capacidad visual es positiva, un 76,9 % (diez), creen que bastante por lo que la mayoría, casi el 100%, recomendarían el uso de este material. El hecho de haber realizado las correcciones inmediatamente después de cada nivel se confirma que ha ayudado bastante a los alumnos a mejorar su aprendizaje. El único punto mal valorado por parte de los alumnos, es la impresión que han tenido de que el material no estaba bien organizado por dificultad ascendente, ya sea dentro de un mismo bloque, como en los niveles. Por lo tanto lo que antes era una observación por parte del docente, con esta valoración, se convierte en un hecho que se tendrá muy en cuenta al hacer la propuesta práctica.

La tercera parte del cuestionario se pensó para recoger las impresiones personales de los alumnos. Por una parte sus valoraciones positivas, las negativas y en el caso de las negativas qué sugerencias podían aportar para mejorar ese ítem. De todas las valoraciones positivas que han dado a los alumnos destaca por encima de todo el hecho de haber cambiado la rutina y la manera de aprender y trabajar. En segundo lugar, y también destacado, la impresión de haber mejorado su capacidad espacial gracias al trabajo hecho durante las ocho sesiones con el material propuesto y la RA. Como aspectos negativos, y que serán de gran ayuda a la hora de plantear la

propuesta práctica destacan los comentarios sobre el orden de los ejercicios y los niveles, la gran facilidad y gran número de ejercicios del primer nivel respecto a la dificultad de los ejercicios del nivel 4, se echa de menos más ejercicios en el último nivel de evaluación y que supongan un reto para el alumno, la dificultad para la correcta visualización de los sólidos al ser todas las caras del mismo color y por último, los alumnos con más dificultades, hubieran preferido tener en sus manos el modelo físico.

3.4. Discusión

Se basará la discusión en los dos puntos siguientes:

- Aceptación de la herramienta.
- Si ha resulta efectiva, si el alumno ha adquirido destreza visual y si ha aumentado su capacidad espacial.

Respecto al primer punto, la herramienta ha tenido una gran aceptación entre el alumnado. A pesar de que las aulas del centro están dotadas de Pizarras Digitales Interactivas (en adelante PDI), el hecho de no tratarse de un centro 2.0, por lo que el alumnado no suele trabajar con mucha tecnología, ha contribuido a que éste tuviera buena disposición a nuevas maneras de trabajar. Este fue uno de los aspectos más comentados en el cuestionario. En cuanto al segundo punto, la efectividad real de la herramienta sobre la capacidad visual de los alumnos se podrá valorar mejor cuando el grupo termine este curso. En una primera impresión, sí parece haber tenido cierta trascendencia o por lo menos ha preparado el alumnado para comprender mejor las figuras que se les planteará dibujar de aquí en adelante inspiradas en los ejercicios de selectividad de Cataluña, que hay que decir, que tienen un nivel de dificultad muy superior al que plantea el libro utilizado en el nivel 5. Hay que añadir, que después de la experiencia, el grupo se podría dividir en tres perfiles de alumnado:

- Un primer grupo, con un importante desarrollo de la capacidad espacial, una muy buena comprensión del espacio y de las figuras 3D y buen conocimiento del sistema de representación normalizado y axonométrico, por lo que los ejercicios de libro les ha parecido fácil y, aunque no les ha aportado mucho al desarrollo de su capacidad visual, les ha aportado más respecto en cuanto a su conocimiento de herramientas digitales.
- Un segundo grupo, con una capacidad espacial desarrollada pero con problemas para representar correctamente con el sistema normalizado. Por

lo tanto, el trabajo realizado les ha ayudado a sentar mejor las bases del conocimiento que ya tenían interiorizado, mejorar la comprensión del espacio y como el grupo anterior, mejorar su competencia digital.

- Un tercer grupo de alumnos, con grandes dificultades de comprensión del espacio, probablemente debido a su naturaleza cognitiva y a la que hay que añadir la falta de desarrollo en su capacidad espacial a lo largo de su etapa de la ESO. A este grupo de alumnos, la acción y el trabajo realizados les ha ayudado muchísimo a la comprensión espacial, pero la mayoría han confesado que los ejercicios de los niveles 4 y 5 les parecían muy difíciles de abordar en tan poco tiempo como lo han hecho algunos de sus compañeros. Este grupo será el que realmente indicará, en un futuro, la efectividad del material didáctico y al que habrá que hacer un mayor seguimiento durante su etapa en el Bachillerato

Por otro lado, se puede hacer una discusión teniendo en cuenta los puntos positivos y negativos comentados en el apartado 3.1.4 respecto los aspectos educativos a tener en cuenta:

Aspectos positivos

- Sensación de presencia, como si fuera una experiencia real
- Permite la adquisición de habilidades espaciales
- Aporta mayor interés y motivación
- Aprendizaje ubicuo, en todo momento y en todo lugar

Respecto a la sensación de presencia que se experimenta con la RA y la adquisición de habilidades espaciales, sería cierto al 100 % para los alumnos con mayor capacidad espacial, pero deficiente en los alumnos que presentan dificultades de visualización. Para este grupo de alumnos, una experiencia física y real con modelos palpables sería más potente y eficaz si se alternara con RA ya que intervendrían más sentidos como el tacto y no tan solo la vista. En cuanto a la motivación e interés, se puede afirmar, en este caso y dentro del contexto en el que se ha llevado a cabo la acción, la experiencia lo ha sido. Respecto al aprendizaje ubicuo, una palabra muy utilizada para definir una de las virtudes de la RA, es cierto si pensamos en el uso de tabletas o incluso smartphones por parte de los alumnos. Integrar marcas en los apuntes o como soluciones a los ejercicios que pudieran ser visualizadas por los alumnos fácilmente puede completar de una forma rápida, sencilla y autónoma su aprendizaje.

Aspectos negativos

- Desconocimiento
- Falta de formación
- Limitaciones de hardware
- Muchos programas para crear RA y en constante cambio
- Textos impresos se recuerdan mejor que los presentados sólo en pantalla

Tal como se ha visto, los aspectos positivos hacen referencia al aprendizaje del alumno. En cambio, la mayoría de aspectos negativos de la RA se focalizan en el proceso de enseñanza y la formación del docente. En el caso de esta investigación, se puede afirmar que previamente había un desconocimiento total sobre la RA. Ha sido esta investigación la que ha permitido su descubrimiento y comprobar como poco a poco, la RA se está aplicando más en el campo de la educación a través de experiencias muy positivas de todo tipo y no tan sólo a las asociadas con el desarrollo de la capacidad visual. El tema relacionado con el hardware, se irá solucionando poco a poco y cada vez, los centros están más dotados de tecnología capaz de soportar los programas necesarios para utilizar la RA. Lo que sí es verdaderamente cierto es que el auge de la Realidad Aumentada ha conllevado al aumento y proliferación de programas para crear RA, asociar RA, crear marcadores, etc., hasta tal punto que es difícil estar al día y cuesta encontrar y decidir cuál va a ser el más útil para llevar a cabo la experiencia docente que se pretende. Y por lo que respecta al hecho de que los textos impresos se recuerdan mejor que los presentados en pantalla, precisamente se ha comprobado que el uso de la RA es más efectivo cuando se combina marcadores de RA con texto. Tal como comenta García (2014):



Si ofrecemos al estudiante un tema de su materia de estudio impreso en papel, complementado con figuras ilustrativas (marcadores) que permiten activar una capa de información digital multimedia, visualizables con su propio Smartphone o tableta, estaremos facilitándole un material didáctico más potente que si tema e ilustraciones multimedia son estudiados completamente en formato digital (p. 67).

Figura 19. Ejemplo de combinación de libro de texto con ilustraciones en RA
(Anónimo, 2012, p. 31)

4. Propuesta práctica

Se plantea la propuesta práctica a partir de tres ejes principales:

- Mejoras en la puesta en práctica de la unidad didáctica que se ha utilizado para llevar a cabo el plan de acción.
- Propuestas relacionadas con el material didáctico utilizado.
- Actividades de ampliación.

4.1 Mejoras en la puesta en práctica de la Unidad Didáctica

Los cambios a introducir respecto la Unidad didáctica y su puesta en práctica para mejorar la experiencia en el contexto, tal y como está expuesta en el anexo 9, deberían ser tres:

- Cambiar la pauta temporal de las sesiones. Aunque los autores del material didáctico proponen dedicar X sesiones seguidas de dos horas, según necesite cada alumno, en el contexto en el que se ha trabajado y se trabajará, nunca será posible ya que las sesiones siempre serán de una hora. Por otra parte, se observó durante la acción que dedicar ocho sesiones seguidas no permitía a los alumnos, sobre todo los que presentaban más dificultades, asimilar todos los aspectos trabajados en cada nivel. Si nos respaldamos en la propia experiencia docente, se puede reconocer la heterogeneidad que existe en todos los grupos respecto a sus capacidades espaciales, lo que lleva a pensar que repartir las sesiones de trabajo será más efectivo colectivamente. La propuesta sería dedicar una sesión semanal a los niveles 1,2 y 3 y dedicar dos sesiones semanales a los niveles 4 y 5, niveles en los que los ejercicios son más largos y complejos.
- Trabajo individual y autónomo. Tal como se comentará más extensamente en las limitaciones del trabajo, expuestas en el apartado 6, la experiencia se llevó a cabo con proyecciones de RA colectivas. Un trabajo individual, en el que cada alumno sea él el que interactúe con la RA, realice los ejercicios al ritmo que necesite y observe la figura tanto como necesite, ayudaría a los alumnos con menos capacidad espacial a desarrollarla mejor al tener una experiencia más personal y directa.
- Correcciones colectivas y después de cada nivel. Como ya se ha comentado, este cambio ya se realizó sobre la marcha y funcionó muy bien. Con las correcciones después de cada nivel, el alumno puede construir su aprendizaje correctamente desde el nivel anterior sin lagunas que pueden ser determinantes para resolver los ejercicios de más dificultad.

4.2 Posibles mejoras para introducir en el material didáctico

Antes que nada, se tendría que dejar claro que las mejoras propuestas para el material didáctico no son, en ningún caso, una crítica negativa hacia el material utilizado, sino todo lo contrario, una crítica positiva y constructiva, siempre teniendo en cuenta el contexto en el que se ha utilizado y se va a utilizar el material en un futuro. Habría que recordar que este material didáctico fue el resultado de una profunda y extensa investigación para una tesis doctoral.

Las mejoras propuestas serían:

- Reordenar las actividades en cada nivel.

Uno de los comentarios más repetidos en el cuestionario que se hizo a los alumnos fue que, dentro de un mismo nivel, los ejercicios no estaban ordenados de menor a mayor dificultad. En casi todos los niveles, el último ejercicio era de menos dificultad que algunos realizados antes. Se puede pensar que esta sensación de menor dificultad sea la confirmación y fruto de la mejora espacial que supone la realización de los ejercicios propuestos, pero si nos basamos en la propia experiencia docente, no es así. En todos los niveles se podrían reordenar las actividades para que el grado de dificultad que cada ejercicio presente respecto al anterior sea más gradual.

- Añadir una pauta temporal en cada nivel.

La pauta temporal podría permitir al alumno conocer de una manera cuantificada cuál es el grado de desarrollo de su capacidad espacial. En cada nivel se podrían añadir varias, por ejemplo realización en menos de 50 minutos, entre 50 y 60 minutos, etc. y así sucesivamente con indicaciones orientadas a que el alumno sepa cómo puede mejorar. Por otra parte, esta pauta temporal daría a los alumnos con peor capacidad espacial una motivación para volver a realizar los ejercicios empleando menos tiempo y a los más capacitados se les presenta también como un reto realizar los ejercicios dentro de la pauta temporal menor.

- Adjuntar las soluciones en el propio libro o con marcadores al final de cada nivel de ejercicios.

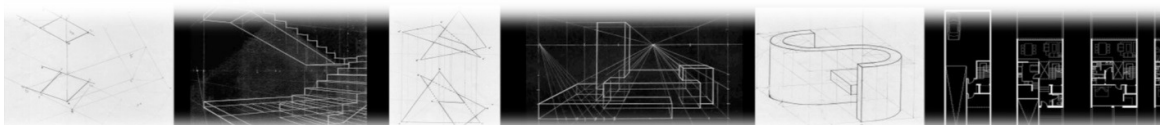
Actualmente, el material didáctico cuenta con soluciones en formato pdf en un documento no incluido en el mismo libro. Tal y como se llevó a cabo la acción, y teniendo en cuenta los recursos del aula con un solo ordenador y proyector, cada vez que se corregía un nivel, había que salir del programa que permitía descodificar las marcas de RA para poder ver las soluciones con otro programa lector de pdf. Esta acción no permitía poder proyectar el

sólido en RA a la vez que la solución relacionada de una manera cómoda. Por esta razón, sería más eficaz y enriquecedor para el aprendizaje del alumno que se pudiera ver la solución a la vez que los sólidos en 3D con RA. Poner marcadores que estuvieran fácilmente localizables dentro del mismo libro impreso ayudaría.

- Mejoras en la calidad visual de los sólidos proyectados en RA. El hecho de que todo el sólido sea de un solo color hace que a veces se aprecien poco las diferentes caras sobre todo cuando el sólido representado tiene inclinaciones, agujeros, mordeduras o curvas. En todos los niveles se podría añadir un poco de color para poder apreciar mejor las diferencias entre las superficies, ya sean verticales, horizontales, inclinadas o curvadas. Sobre todo en el nivel 4 (síntesis), el color ayudaría a proyectar mejor las tres vistas principales de los sólidos (planta, alzado frontal y lateral) y a la mejor comprensión espacial de las figuras.
- Más cantidad y dificultad en los ejercicios del nivel 5 (evaluación).
En comparación con la cantidad de ejercicios propuestos en los niveles anteriores, el nivel 5 y último cuenta con un abanico poco amplio y de un nivel muy alejado al que los alumnos se van a encontrar, en este caso, en sus exámenes de selectividad. Ampliar este nivel con ejercicios que realmente supongan un reto para el alumno, sería más motivador. Uno de los aspectos más comentados entre el alumnado que realizó las actividades fue que este nivel les había parecido mucho más fácil en comparación al anterior y se quedaron con ganas de más ejercicios de alta dificultad, sobre todo aquellos alumnos aventajados los cuales pedían figuras que supusieran un mayor reto para su capacidad espacial.

4.3 Actividades de ampliación

- Crear ejercicios para ampliar el nivel 5 del material didáctico utilizado durante la acción a través de material docente propio. A continuación se puede ver un ejemplo de este material propio en el que se ha utilizado:
 - AutoCad 2013, versión del estudiante, para dibujar las proyecciones de las piezas y sus maquetas 3D.
 - Sketchup 2015, para cambiar de formato .dwg de autocad a .dae, formato apto para el programa Aumentaty Author. También se han coloreado las superficies para asociarlas mejor a una proyección.
 - Aumentaty Author, para asociar las piezas 3D a marcadores RA.

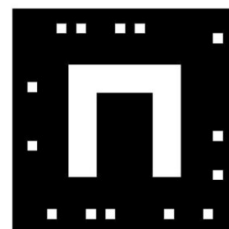
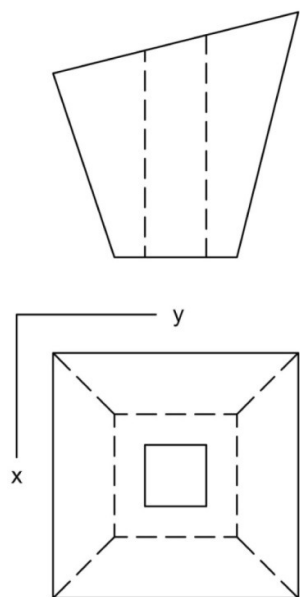


AULA DE DIBUJO TÉCNICO I - BACHILLERATO

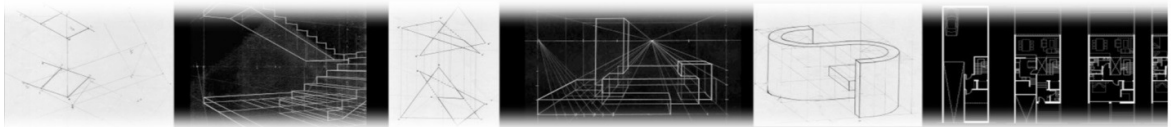
EJERCICIOS DE AMPLIACIÓN - OBTENCIÓN DE PERSPECTIVAS

EJERCICIO 01: Dibujar a mano alzada la perspectiva de la figura propuesta

DATOS: Proyecciones bidimensionales de la planta y el alzado.



SOLUCIÓN RA

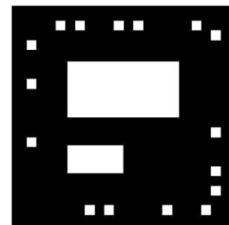
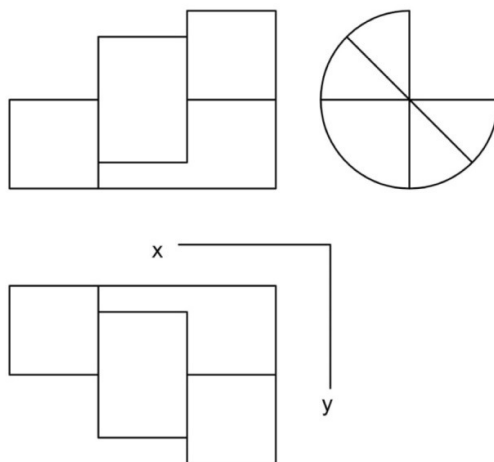


AULA DE DIBUJO TÉCNICO I - BACHILLERATO

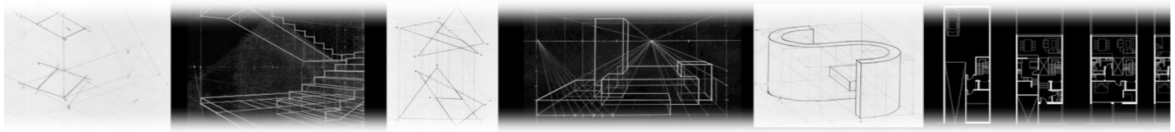
EJERCICIOS DE AMPLIACIÓN - OBTENCIÓN DE PERSPECTIVAS

EJERCICIO 02: Dibujar a mano alzada la perspectiva de la figura propuesta

DATOS: Proyecciones bidimensionales de la planta, alzado frontal y alzado lateral



SOLUCIÓN RA

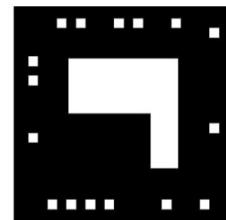
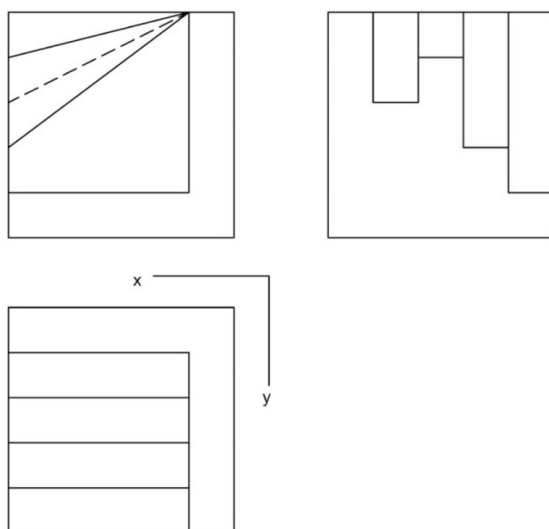


AULA DE DIBUJO TÉCNICO I - BACHILLERATO

EJERCICIOS DE AMPLIACIÓN - OBTENCIÓN DE PERSPECTIVAS

EJERCICIO 02: Dibujar a mano alzada la perspectiva de la figura propuesta

DATOS: Proyecciones bidimensionales de la planta, alzado frontal y alzado lateral



SOLUCIÓN RA

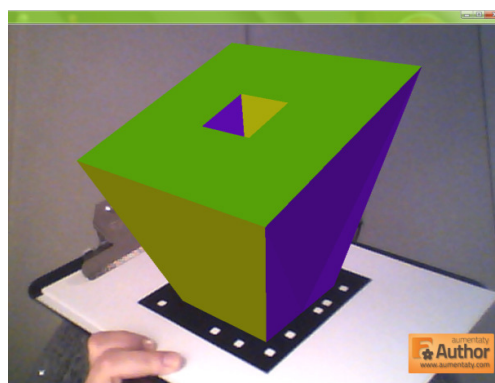


Figura 20. Visualización de la solución en RA del ejercicio 01 del material didáctico propio (elaboración propia)

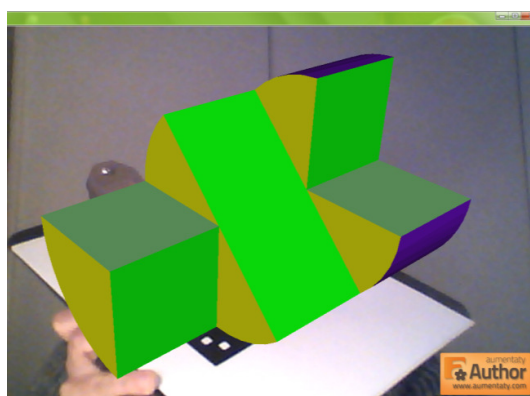


Figura 21. Visualización de la solución en RA del ejercicio 02 del material didáctico propio (elaboración propia)

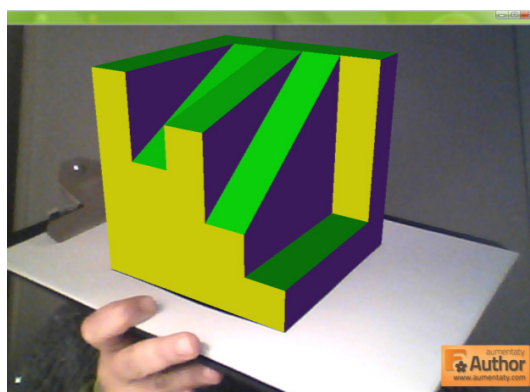


Figura 22. Visualización de la solución en RA del ejercicio 03 del material didáctico propio (elaboración propia)

- Crear un blog colaborativo junto con otros profesores de la materia en los que hubiera ejercicios propuestos por aquellos que se sumaran a la experiencia de compartir material a través de ese blog.
- Proponer una actividad pensada para que sea el alumno el que proponga sólidos. Para completar el círculo de la mejora de la capacidad visual de los alumnos, no hay mejor manera que la de que sean ellos los que se enfrenten a la creación de un ejercicio. De esta forma, aprenden las dificultades y retos que supone pensar un ejercicio de estas características haciendo el camino inverso al que hasta el momento se les había propuesto.

El ejercicio podría consistir en pensar y modelar una pieza en 3D partiendo del esbozo de la pieza imaginada mentalmente y finalizando con la visualización del modelado de la pieza elaborada con programas de Dibujo Asistido por Ordenador y visualizarla en RA. El material utilizado para el plan de acción, en los últimos niveles 4 y 5, sólo propone ejercicios en los que o hay que esbozar las vistas a partir del sólido proyectado en RA o hay que dibujar el sólido en perspectiva 3D a partir de las vistas. El hecho de realizar un ejercicio tal como se propone permitiría al alumno enfrentarse a las dos cosas a la vez y reforzar su proceso final de aprendizaje.

Para realizar esta actividad se propone una Unidad Didáctica y en la que hay que tener en cuenta que tendrá que realizarse al final del curso de 1º de Bachillerato como síntesis de la materia. El alumno no tan sólo tendrá que demostrar los aprendizajes y destrezas adquiridos respecto sus capacidades espaciales y visuales, también tendrá que demostrar las destrezas y competencias adquiridas en el uso de herramientas para el Dibujo Asistido por Ordenador y la RA.

A continuación se expone la propuesta de Unidad Didáctica y que se diseñado teniendo en cuenta el Decreto 142/2008 actualmente en vigor dentro de la comunidad autónoma de Cataluña.

TÍTULO de la UNIDAD DIDÁCTICA

‘Recursos digitales para el dibujo técnico: El modelaje tridimensional para la visualización a través de la Realidad Aumentada.’

INTRODUCCIÓN

Esta unidad didáctica ha sido pensada y desarrollada para el alumnado a modo de síntesis de todos los contenidos relacionados con los sistemas de

representación axonométricos y diédricos y para que conozca y se familiarice con nuevos recursos digitales para el dibujo y relacionados con la materia.

DESTINATARIOS

Esta unidad didáctica se ha desarrollado para el alumnado que esté cursando la materia de Dibujo Técnico I en el Bachillerato.

COMPETENCIAS

- Generales del Bachillerato
 - Competencia en gestión y tratamiento de la información
 - Competencia digital
 - Competencia en investigación
 - Competencia personal e interpersonal
 - Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo
- Específicas de la materia, extraídas del Decreto 142/2008:
 - Capacidad creativa para encontrar relaciones e incorporar elementos del entorno e ideas en las creaciones y proyectos del dibujo técnico (p. 59135).
 - Capacidad en la adquisición y reconocimiento del lenguaje propio y universal del dibujo técnico (p. 59135).
 - Transferencia en el aprendizaje personal de las capacidades resolutivas, representativas y comunicativas de los medios de las nuevas tecnologías aplicadas al dibujo técnico (p. 59135).

OBJETIVOS

• GENERALES DEL BACHILLERATO

Extraídos del Decreto 142/2008:

- g) Usar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (p. 59044).
- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida (p. 59044)
- k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico (p. 59044).

• GENERALES DE LA MATERIA DE DIBUJO TÉCNICO

Extraídos del Decreto 142/2008:

- 3) Utilizar el dibujo de esbozo y de croquis para el planteamiento previo a cualquier actividad técnica. (p. 59139)

- 4) Utilizar los utensilios y los materiales de dibujo técnico reconociendo sus propiedades y posibilidades de rentabilidad dentro de los procesos de resolución y construcción, y utilizarlos con destreza suficiente, desarrollando la capacidad de expresarse gráficamente con fluidez y coherencia y aportando explicaciones y reflexiones hacia las soluciones observadas en las concreciones gráficas (p. 59139).
- 5) Utilizar con profundidad los recursos del dibujo geométrico y de la geometría descriptiva, para plantear, resolver problemas y concretar gráficamente figuras y conjuntos bidimensionales y tridimensionales así como espacios en el plano (p. 59139).
- 7) Utilizar los recursos informáticos de representación técnica bidimensional y tridimensional, y de geometría dinámica más habituales, como herramienta de complementación y ampliación de los recursos tradicionales, para favorecer la apreciación y la comprensión de la representación (p. 59139).
- 8) Trabajar de forma organizada y desarrollar las actividades con constancia y responsabilidad, y ser capaz de concretar formas bidimensionales y tridimensionales en el plano con claridad, corrección, rigor y competencia comunicativa (p. 59139).
- 11) Valorar la universalidad de la normalización en el dibujo técnico y aplicar las principales normas UNE e ISO referidas a la obtención, posición y acotación de las vistas de un cuerpo (p. 59139).

- **OBJETIVOS DIDÁCTICOS DE LA UNIDAD**

1. Adquirir el hábito de analizar y representar mentalmente formas en el espacio desarrollando la capacidad espacial.
2. Utilizar el esbozo como recurso para representar bidimensionalmente esas formas en el espacio imaginadas mentalmente i poder desarrollar, a partir de ellas, futuros proyectos.
3. Conocer nuevos recursos digitales asociados a la materia.
4. Conocer los fundamentos y las herramientas básicas del Dibujo Asistido por Ordenador (en adelante DAO) tanto para realizar representaciones bidimensionales como tridimensionales.
5. Aprender a transferir la información del esbozo a sistemas informáticos usando programas DAO.
6. Aprender los fundamentos básicos de programas para crear RA de nivel 1 (información asociada a través de marcadores).
7. Utilizar con corrección las herramientas informáticas.
8. Expresarse con la terminología adecuada y propia de la materia.

CONTENIDOS

- Conceptuales:
 - Estudio de la historia y fundamentos del Dibujo Asistido por Ordenador.
Tipos de programas (O.D. 4):
 - Programas de Software libre. Ejemplo: Sketchup
 - Programas profesionales. Ejemplo: AutoCad de Autodesk
 - Estudio sobre la Realidad Aumentada (O.D. 6):
 - Resumen histórico
 - Niveles de RA. Ejemplos
 - Tipos de programas para crear RA
- Procedimentales:
 - Representación gráfica de un elemento tridimensional a través del esbozo (O.D. 1 y 2).
 - Aprendizaje para el uso básico del programa Sketchup (O.D. 3, 4 y 5):
 - Herramientas para el dibujo de elementos bidimensionales: línea, rectángulo, arco, círculo, dibujo libre, polígono
 - Herramientas de selección: desplazar, copiar, zoom, orbitar
 - Herramientas para modificar: rotar, escalar, equidistancia
 - Herramientas para el dibujo tridimensional a partir de planos o caras: extruir, revolución, sígueme
 - Herramientas para modificar elementos 3D: intersectar, unir, substraer, recortar, dividir
 - Herramientas para texturizar: pote de pintura
 - Como importar y exportar archivos en diferentes formatos.
 - Aprendizaje para el uso del programa Aumentaty Author (O.D. 3 y 6):
 - Como importar archivos
 - Como asociar un modelo 3D a un marcador para crear RA de nivel 1
 - Como manipular el objeto 3D para su correcta visualización
 - Como exportar un archivo para poder ser visualizado a través de un dispositivo móvil Smartphone o una webcam.
- Actitudinales:
 - Autocrítica y auto exigencia en todas las actividades desarrolladas (O.D. 8)
 - Uso correcto y respetuoso del material tecnológico utilizado (O.D. 7)
 - Interés por aprender el uso de nuevos recursos digitales. (O.D. 3 ,4, 5 y 6)

METODOLOGÍA PARA LAS ACTIVIDADES

Para la presentación y actividades de iniciación de esta unidad didáctica se utilizará la clase magistral usando los recursos materiales del aula.

Las actividades de desarrollo se llevarán a cabo individualmente siempre bajo la tutorización del profesor.

Las actividades de acabado serán destinadas a la presentación de los ejercicios en pleno a través de la visualización en RA de los modelos creados a través del Dibujo Asistido por Ordenador.

ACTIVIDADES

Cada sesión de trabajo corresponde a una hora de clase.

La unidad didáctica ha sido pensada como la última de la materia para llevarse a cabo a lo largo de doce sesiones al final del tercer trimestre del curso.

- De iniciación:

Sesión 1: Se dedicará la sesión a la explicación de cómo han ido evolucionando las herramientas del dibujo técnico a lo largo de la historia a través de una clase magistral. En esta sesión se dará especial atención a las herramientas para el Dibujo Asistido por Ordenador explicando qué programas existen en el mercado haciendo una clasificación a partir del ámbito profesional en el que se usan y si se trata de programas de software libre o no. Por otro lado se introducirá el concepto de Realidad Aumentada explicando sus inicios, evolución y qué niveles existen en la actualidad.

Sesión 2: Se dedicará la sesión a iniciar el alumno en el uso de uno de los programas de software libre más extendidos en la actualidad: Sketchup. Se empezará por enseñar al alumno la interfaz de trabajo del programa, cómo organizarla y seguidamente se enseñará cuáles son las herramientas de dibujo bidimensional básicas del programa (línea, rectángulo, arco, círculo, dibujo libre, polígono) y las herramientas de selección (desplazar, copiar, zoom, orbitar). El resto de la sesión se dejará al alumno que interactúe con el programa usando estas herramientas para dibujar elementos libremente y para que se familiarice con el programa.

Sesión 3: Se dedicará la sesión a enseñar al alumno el uso de las herramientas de modificación de un dibujo bidimensional (rotar, escalar, equidistancia). Para que se familiarice con todas las herramientas para el dibujo bidimensional y afiance su

conocimiento, se le entregará al alumno una figura sencilla que tendrá que dibujar a través de las herramientas aprendidas.

Sesión 4: Se dedicará la sesión a enseñar a utilizar las herramientas para modelar una figura tridimensionalmente a partir de un dibujo bidimensional (extruir líneas, superficies, moldear revolucionando un perfil). Para que el alumno se familiarice con estas herramientas del programa, se le entregará el dibujo de una pieza modelada a partir de la figura dibujada en la sesión anterior. En pleno, se hará un estudio de la pieza para analizar qué herramienta se ha utilizado en cada caso.

Sesión 5: Se dedicará la sesión a modelar individualmente la pieza analizada en la sesión anterior.

Sesión 6: Se dedicará la sesión a explicar cómo importar archivos desde otros programas a Sketchup y qué formatos utiliza el programa para poder exportar archivos a otros programas. Se continuará la sesión explicando cómo funciona el programa Aumentaty Author, desde como importar un archivo desde Sketchup, como asociar un modelo 3D importado, como manipular el objeto para su correcta visualización hasta como exportarlo para poder ser visualizado con dispositivos móviles o webcam. Esta explicación se hará desde la práctica. El alumno aprenderá todo este proceso a partir del propio modelo realizado anteriormente con Sketchup.

- De desarrollo:

Sesión 7: El alumno, individualmente, dedicará la sesión a pensar y dibujar a través del esbozo una pieza tridimensional que sea capaz de dibujar y moldear mediante las herramientas aprendidas. El alumno tendrá que esbozar las proyecciones en planta y alzado de la pieza visualizada mentalmente así como también una perspectiva axonométrica de la misma.

Sesión 8: El alumno, individualmente, dedicará la sesión a dibujar la pieza en Sketchup para su modelado en 3D, utilizando las herramientas del dibujo aprendidas en las sesiones anteriores. El alumno tendrá la monitorización y ayuda del profesor para guiarle en todo momento.

Sesión 9: Se dedicará la sesión a continuar el modelado de las piezas por parte de cada alumno.

Sesión 10: Se dedicará la sesión al acabado del modelado de las piezas y a exportarlas para poderlas luego importar al programa que asocia las piezas modeladas a marcas de Realidad Aumentada, el programa Aumentaty Author. Se guardará el archivo de RA en un formato apto para su visualización con el programa

Aumentaty Viewer (existe aplicación gratuita para PC con webcam y para Smartphone).

- De acabado:

Sesión 11: Se dedicará la sesión a la presentación en pleno de las piezas modeladas de forma individual. Antes de la sesión, cada alumno debería imprimir el marcador que active la visualización de su pieza en RA. El alumno tendrá que presentar el esbozo inicial de la pieza en formato papel y seguidamente el modelado final visualizándolo a través de RA. Esta presentación servirá para poder hacer una comparación entre la idea original y la pieza acabada.

Sesión 12: Se dedicará la media sesión a continuar con las presentaciones. El resto de la sesión se dedicará a discutir en pleno sobre los obstáculos que los alumnos han encontrado a la hora de modelar la pieza través de DAO y como los han solucionado.

RECURSOS

- Personales:
 - Profesor de la materia
- Organizativos:
 - Aula de Dibujo Técnico
- Materiales:
 - trece ordenadores con programa Sketchup instalado, programa Aumentaty Author y Viewer instalados, una webcam. Uno de los ordenadores con conexión a un proyector. Pantalla para proyectar.

EVALUACIÓN

Para esta unidad didáctica se utilizará una evaluación continuada del alumnado, a través de un registro diario de anotaciones, para valorar la asimilación de los conceptos, la adquisición de las destrezas en la manipulación de las herramientas enseñadas y su actitud frente a los compañeros, al profesor y hacia la materia. También se valorará cuantificadamente el ejercicio propuesto y realizado individualmente.

Por otro lado, la evaluación va a servir para valorar como ha sido el proceso de enseñanza y aprendizaje y la labor del profesor.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN. Se valorará en el alumno:

- Si ha adquirido y ha asimilado satisfactoriamente todos los contenidos propuestos en la unidad.

- Si ha utilizado los procedimientos y estrategias adecuadas para la resolución del problema planteado.
- Si dibuja correctamente las proyecciones necesarias para la representación de un sólido 3D imaginado en un soporte bidimensional (papel).
- Si manipula y utiliza correcta y adecuadamente las herramientas que el programa Sketchup ofrece para el dibujo bidimensional y tridimensional.
- Si manipula y utiliza correctamente el programa Aumentaty Author para crear RA a través de marcadores.
- Si ha aprendido a transferir correctamente aquella información plasmada en un esbozo y convertirla en una pieza real y acabada.
- Si utiliza y se expresa adecuadamente con el lenguaje propio del dibujo técnico.

5. Conclusiones

En primer lugar, y como conclusión a nivel personal, esta investigación ha servido para recordarse a uno mismo la importancia de estar al día en cualquier campo en el que se trabaje, en este caso, el de la educación aportando motivación al docente por aprender y para ofrecer lo mejor de sí a sus alumnos.

En segundo lugar, este apartado servirá para exponer las conclusiones que se han extraído a partir de los objetivos planteados y que son fruto de la reflexión después de haber realizado la investigación.

Uno de los objetivos específicos que se proponían al principio de la investigación era el de conocer y aprender los fundamentos y funcionamiento de algunos programas y herramientas que permitieran el uso, de una forma práctica y sencilla, de la RA en el aula. Se podría concluir que parte del objetivo se ha cumplido ya que se partía de una tabula rasa sobre el conocimiento nulo de la RA y se termina el trabajo de investigación con un conocimiento mucho más amplio y estructurado de su funcionamiento, y sus pros y sus contras en el uso educativo de esta herramienta. Por otra parte, la investigación ha permitido conocer que actualmente existen herramientas y programas de RA de fácil manejo como es el caso de Aumentaty Autor y Aumentaty Viewer que permiten crear RA de nivel 1 (consultar tabla 1, p. 16) y con los que ya se ha empezado a crear algunos ejercicios como los presentados en el apartado 4.3.

Otra conclusión que se extrae es que, el mundo de la RA es tan amplio que una de las futuras líneas de investigación tiene que ser la formación en el uso de más programas no tan solo para poder saber manipular y crear RA de nivel 1 (con marcadores) sino poder crear RA de nivel 2 (sin marcadores)

La realización de esta investigación también ha permitido ampliar y profundizar los conocimientos sobre la capacidad espacial y su posibilidad de desarrollo a partir del planteamiento de ejercicios de dificultad progresiva trabajando distintos aspectos, en este caso, los relacionados con la habilidad espacial. Este hecho permitirá crear material didáctico propio más efectivo y adecuado a la realidad de cada curso escolar a la vez que reorientar aquel material que no está funcionando para tal fin.

Después de esta investigación, también se puede llegar a la conclusión de que la RA sí que ayuda de una forma positiva al desarrollo de la capacidad espacial del alumnado ayudándole a mejorar su visualización espacial, uno de los ingredientes a entrenar para mejorar la capacidad espacial.

No obstante, y como se ha comentado anteriormente, aunque la RA no sea tan efectiva como un modelo físico palpable, ésta facilita poder complementar los múltiples modelos y ejercicios de complejidad creciente que se pueden crear según las necesidades de un grupo en general o alumno en particular poniendo los modelos 3D al alcance de todos y en todo momento (aprendizaje ubicuo). En cambio, los modelos físicos no permiten este tipo de aprendizaje ya que hay que construirlos, y guardarlos no estando al alcance de todos en cualquier momento y lugar.

Hay que añadir que para obtener una valoración más precisa sobre la efectividad de la RA en el desarrollo de la capacidad espacial de los alumnos y conocer la incidencia que ha tenido el uso del material didáctico habrá que esperar y dedicar un tiempo a observar como los alumnos se enfrentan a los retos propuestos a través de los ejercicios en los que se requiera un uso de dicha capacidad.

Después de las conclusiones a las que han llevado los objetivos más específicos y recordando el objetivo general planteado al principio de esta investigación en el que se pretendía conocer las posibilidades de la RA como recurso educativo para mejorar el desarrollo de las capacidades espaciales en los alumnos de 1º de Bachillerato dentro de la materia de Dibujo Técnico, puede concluir que:

- La realización de esta investigación ha permitido conocer los pros y los contras del uso de la RA como herramienta educativa.
- La investigación también ha contribuido a la iniciación en el mundo de la RA y a su uso a nivel básico. No obstante, no ha permitido un amplio y experto conocimiento de todos sus aspectos ni de los múltiples programas para crearla.
- La RA sí que ayuda a la mejora de la capacidad espacial aunque no por sí sola, sino como herramienta y recurso complementario ya que permite un aprendizaje ubicuo y más autónomo por parte del alumno.
- El trabajo con esta herramienta, la RA, tiene una gran aceptación por parte de los alumnos, en este caso, de 1º de Bachillerato y ha conseguido captar su atención e interés aumentando su predisposición para el aprendizaje. A la vez, trabajando con RA se ha conseguido que el alumno entrene su visión espacial, un hecho fundamental a la hora de desarrollar su capacidad espacial.

6. Limitaciones del trabajo

Las limitaciones que se han tenido a la hora de realizar y redactar este trabajo de investigación se podrían agrupar en tres:

- Limitación temporal. El tiempo con el que se ha contado para la investigación ha sido reducido y el que se ha tenido para su redacción escaso al tener que compaginarlo con un empleo.
- El grupo muestra con el que se ha contado para realizar el plan de acción ha sido reducido y dentro de un contexto muy determinado. Aunque las conclusiones a las que se ha llegado serían válidas ya que curso a curso se cuenta con grupos de características muy similares en el contexto en el que se ha realizado la acción, no ocurriría lo mismo en el caso de querer generalizarlas. Para poder llegar a ese nivel, haría falta llevar a cabo la acción en otros grupos muestra y en diferentes contextos para poder compararlos y así poder extraer conclusiones más generalizadas.
- Limitaciones en los recursos materiales. Al llevar a cabo la acción no se contó con un libro para cada alumno. Este hecho supuso que, aunque cada alumno realizó su bloc de ejercicios individualmente, las proyecciones de la RA tuvieron que ser en grupo y manejadas por el profesor. Esto significaba que el alumno no podía manejar las proyecciones en RA a su merced según su conveniencia y, por otra parte, los alumnos con menor capacidad espacial y más dificultades no podían emplear todo el tiempo necesario en algunos casos. No obstante, esto resultó interesante y dio pie a que los alumnos más aventajados y que necesitaban emplear poco tiempo en la realización de cada ejercicio dedicasen el tiempo que les sobraba a ayudar y monitorizar a aquellos que iban más lentos. A pesar de sus reticencias iniciales, se creó un ambiente muy colaborativo, eficaz y propicio para el proceso de enseñanza y aprendizaje de todos los alumnos.

7. Líneas de investigación futuras

Esta investigación ha permitido plantearse dos objetivos generales para mejorar la práctica docente dentro del contexto educativo en el que se está trabajando en la actualidad como son:

- Renovar parte del material didáctico de la materia de Dibujo Técnico para utilizarlo en el aula en los próximos cursos mejorando la práctica docente. En este caso, añadir a todo el material didáctico relacionado con los sistemas de representación diédrico y axonométrico este plus de conocimiento que aporta la RA.
- Creación de un blog colaborativo y de trabajo en red con otros profesores de Dibujo Técnico de otros centros y que utilicen la RA en su práctica docente. Se podría empezar compartiendo las propuestas de ejercicios del sistema axonométrico tal como las que se proponen como actividades de ampliación en el apartado 4.3.

Como consecuencia, esta renovación permitirá:

- Introducir nuevos recursos en la docencia del Dibujo Técnico para que los alumnos de Bachillerato mejoren su competencia tecnológica-digital.

Pero para poder poner estos objetivos en la práctica se propone:

- Formación continua en pedagogía y nuevas metodologías.
- Formación en RA para crear material propio con algunos de los programas más utilizados y de más fácil manejo como son:
 - Aumentaty Autor y Aumentaty Viewer (para trabajar con marcadores y objetos en 3D)
 - Aurasma (RA sin marcadores)
 - Bakia (programa para crear marcadores)

Otras futuras líneas de investigación relacionadas con el centro donde se ha propuesto el plan de acción, serían:

- Introducir la RA en los currículums de 3º y 4º de la ESO en las asignaturas de Educación Plástica y Visual y Tecnología para ir mejorando el desarrollo de la capacidad espacial ya en edades más tempranas.
- Proponer la RA y sus múltiples facetas como temas para que los alumnos de 2º de Bachillerato desarrollen e investiguen en sus TREC (Treball de Recerca).

8. Bibliografía

8.1 Referencias bibliográficas

- Anónimo (2012). *Dinosaurios, libros y Realidad Aumentada*. RA-Educación. Recuperado de <http://www.scoop.it/t/ra-educacion?page=31>
- Decreto 1421/2008 de 15 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas de bachillerato. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5183, de 29 de julio de 2008
- Facundo Mossi, A. (2013). *El Dibujo. Enseñanza-aprendizaje*. València: editorial Universitat Politècnica de València.
- Fernández Sánchez, A. y Gacto Sánchez, M. (2014). Nuevas herramientas tecnológicas para la didáctica del dibujo técnico en Bachillerato. *II Congreso Internacional de Innovación Docente, Murcia*, 54-63
Recuperado de http://www.um.es/innovacion/wp-content/uploads/2014/03/Libro_de_Actas_2014.pdf
- Fonseca, D., Navarro, I. y Galindo, A. (2014). Nuevas estrategias docentes en Bachillerato. Uso de la Realidad Aumentada como herramienta tecnológica para la visualización de contenidos multimedia. *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 91-97
- García Jiménez, F. (2014). Fundamentos psicológicos de la efectividad de la Realidad Aumentada. *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 67-71
- Gardner, H. (2001). *Estructuras de la mente*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica
- Gardner, H. (2014). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Gimenez Mateu, L., Nocito Marasco, G., Redondo Domínguez, E. y Regot Marimon, J. (2010). El dibujo de arquitectura como caso de estudio: análisis intergral de las aptitudes gráficas de los estudiantes en la educación secundaria y universitaria en Cataluña: propuestas de mejora e incorporación de las TIC'S. *VII Foro sobre la Evaluación de la Calidad de la Educación Superior y de la Investigación, Murcia*, 146-150. Recuperado de <http://upcommons.upc.edu/handle/2117/10542>
- GLASS (s.f.). *The Glass Explorer Program*. Recuperado de <https://www.google.com/glass/start/>

- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.
- Lopera Cholvi, E (2010). Desarrollo y mejora de las habilidades especiales mediante entrenamiento con tecnología de Realidad Aumentada. 'JaTe Tú - La revista del Ausias. Recuperado de <http://revistaausias.blogspot.com.es/2010/11/ponencia-de-realidad-aumentada-en-el.html>
- Martín Gutiérrez, J. (2010). *Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería*. (Tesis Doctoral). Universitat Politècnica de València. Recuperado de <http://riunet.upv.es/handle/10251/321/browse?authority=371367&type=author>
- Martín Gutiérrez, J., Contero González, M. y Alcañiz Raya, M. (2011). *Curso para la mejora de la capacidad espacial*. Valencia: AR-Books.com.
- Martín Gutiérrez, J., Meneses Fernández, M^ªD., Fabiani Bendicho, P. y Mora Luís, C., (2014). Realidad Aumentada en Educación Superior. Aspectos Pedagógicos y Motivacionales desde la Experiencia. *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 26-33
- Muñoz, J. M. (2013). *Realidad Aumentada, realidad disruptiva en las aulas*. Boletín SCOPEO, 82. Recuperado de <http://scopeo.usal.es/realidad-aumentada-realidad-disruptiva-en-las-aulas/>
- Navarro, R., Saorín, J. L., Contero, M., Piquer, A. y Conesa, J. (2004). El desarrollo de las habilidades de visión espacial y croquis en la ingeniería de producto. *VIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Bilbao*. Recuperado de <http://dehaes.webs.ull.es/documentos/congresos%20internacional/CIIP%202004.pdf>
- Pérez Carrión, T. y Serrano Cardona, M. (2011). *Ejercicios para el desarrollo de la percepción espacial*. San Vicente, Alicante: Editorial Club Universitario.
- Reinoso, R. (2014 a). Curso de Introducción a la Realidad Aumentada. *CEPCantabria – Plan de Formación Permanente del Profesorado*. Recuperado de <http://crol.crfptic.es/archivos/3711.PDF>
- Reinoso, R (2014 b). *Curso de Introducción a la Realidad Aumentada*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/tecnotic/introduccion-curso-realidad-aumentada-y-educacion>

- Reinoso, R. (2014 c). Entrevista para *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 12-15
- Sandín, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones*. España: McGraw-Hill.
- Saorín, J.L., de la Torre, J. y Martín-Dorta, N. (2014). Anfore 3D: Objetos de aprendizaje tridimensional con información ampliada a través de Realidad Aumentada. *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 22-25
- Siles, D. (2010) Realidad aumentada, geoposicionamiento, marketing y redes sociales. *EOI Escuela de Organización Industrial*. Recuperado de <http://www.eoi.es/blogs/open/realidad-aumentada-geoposicionamiento-marketing-y-redes-sociales/>

8.2 Bibliografía complementaria

- Arbúes García del Moral, J. (2014). Desde la Secundaria. Aplicaciones didácticas con la Realidad Aumentada. *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 58-62
- Bausela Herreras, E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana de Educación*
- Contreras, M^a J., Martínez-Molina, A., Manzanero, A., Peña, D. y Santacreu, J. (2009). ¿Mejora el rendimiento espacial por efecto de la práctica? *Anales de psicología*, (2), 351-357. Recuperado de http://www.um.es/analesps/v25/v25_2/18-25_2.pdf
- De la Torre, J., Martín-Dorta, N., Saorín Pérez, J.L., Carbonell Carrera, C. y Contero González, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED Revista de Educación a Distancia. Número especial dedicado a "Aprendizaje ubicuo"*, (37). Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/37>
- Fernández Núñez, L. (2007). ¿Cómo se elabora un cuestionario? *Butlletí La Recerca. Fichas para investigadores*, 8. Universitat de Barcelona, Institut de ciències de l'Educació, Secció de Recerca. Recuperado de <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha8-cast.pdf>
- Fundación Telefónica (2011). *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Barcelona: Ariel
- García Córdoba, F. (2004). *El cuestionario, recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionarios*. Córdoba (México): Limusa. Noriega Editores.

- Gonzato, M., Blanco, M. T. F. y Godino, J. D. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *Números Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (77), 99-117. Recuperado de http://www.sinewton.org/numeros/numeros/77/Articulos_05.pdf
- Gutiérrez, Á. (1991). Procesos y habilidades en visualización espacial. *Memorias del 3º Congreso Internacional sobre investigación en educación matemática, Valencia*, 44-59. Recuperado de <http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/archivos1/textospdf/Gut92b.pdf>
- Lara Temiño, Ángeles (2004). *Utilización del ordenador para el desarrollo de la visualización espacial*. (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Recuperada de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/bba/ucm-t28129.pdf>
- Muñoz, J.M. (2014). Realidad Aumentada, una oportunidad para la nueva educación. *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 6-11.
- Palau Martín, R. y Rovira Porta, J. (2014). La Realidad Aumentada y las Pizarras Digitales Interactivas. *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 77-81.
- Preston Caudell, T. (2014) Entrevista para *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 82-84
- Ramírez, V. C. y Cassinerio, S. (2014). Realidad Aumentada - trabajo cooperativo. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires*. Recuperado de <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/1669.pdf>
- Rodrigo Baños, C. (2012). Libro Tridimensional para el desarrollo de la visión espacial y la mejor comprensión del sistema diédrico. (Trabajo Fin de Máster). Universidad Internacional de la Rioja. Recuperado de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/764>
- Suárez Pazos, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1). Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_1_3.pdf
- Suñé, X. (214). EspiRA: pasado, presente y futuro de un proyecto pionero en educación. *Comunicación y Pedagogía*, (277-278), 17-21.

9. Anexos

9.1 Unidad didáctica diseñada para el plan de acción

La unidad didáctica propuesta se ha diseñado teniendo en cuenta el Decreto 142/2008 actualmente en vigor dentro de la comunidad autónoma de Cataluña. También se ha tenido en cuenta el PEC del centro en el que se va a poner en práctica dicho plan.

TÍTULO de la UNIDAD DIDÁCTICA:

Comprensión del espacio y de las normas del sistema de representación axonométrico a partir del desarrollo de la capacidad espacial.

COMPETENCIAS

- Generales del Bachillerato
 - Competencia comunicativa: ser capaz de expresarse en los diferentes contextos académicos.
 - Competencia en gestión y tratamiento de la información
 - Competencia digital
 - Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo
- Específicas de la materia:
 - Capacidad creativa para encontrar relaciones e incorporar elementos del entorno e ideas en las creaciones y proyectos del dibujo técnico.
 - Capacidad en la adquisición y reconocimiento del lenguaje propio y universal del dibujo técnico, así como la transferencia en el aprendizaje personal de las capacidades resolutorias, representativas y comunicativas de los medios de las nuevas tecnologías aplicadas al dibujo técnico.

OBJETIVOS:

- GENERALES DEL BACHILLERATO

Extraídos del Decreto 142/2008:

- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida (p.59044)

- GENERALES DE LA MATERIA DE DIBUJO TÉCNICO

Extraídos del Decreto 142/2008:

- 4) Utilizar los utensilios y los materiales de dibujo técnico reconociendo sus propiedades y posibilidades de rentabilidad dentro de los procesos de resolución y construcción, y utilizarlos con destreza suficiente, desarrollando la capacidad de

expresarse gráficamente con fluidez y coherencia y aportando explicaciones y reflexiones hacia las soluciones observadas en las concreciones gráficas (p. 59139).

5) Utilizar con profundidad los recursos del dibujo geométrico y de la geometría descriptiva, haciendo especial incidencia en el sistema diédrico, para plantear y resolver problemas y concretar gráficamente figuras y conjuntos bidimensionales y tridimensionales así como espacios en el plano (p. 59139).

7) Utilizar los recursos informáticos de representación técnica bidimensional y tridimensional, y de geometría dinámica más habituales, como herramienta de complementación y ampliación de los recursos tradicionales, para favorecer la apreciación y la comprensión de la representación, de las propiedades de las formas y de los problemas geométricos que éstas plantean (p. 59139).

8) Trabajar de forma organizada y desarrollar las actividades con constancia y responsabilidad, y ser capaz de concretar formas bidimensionales y tridimensionales en el plano con claridad, corrección, rigor y competencia comunicativa (p. 59139).

11) Valorar la universalidad de la normalización en el dibujo técnico y aplicar las principales normas UNE e ISO referidas a la obtención, posición y acotación de las vistas de un cuerpo (p. 59139).

- **OBJETIVOS DIDÁCTICOS**

9. Conocer los fundamentos de la representación en el sistema axonométrico.
10. Conocer y aplicar correctamente las normas y el lenguaje del dibujo a través del sistema axonométrico.
11. Adquirir el hábito de analizar y representar mentalmente las formas en el espacio desarrollando la capacidad espacial.
12. Desarrollar la capacidad espacial para formar imágenes tridimensionales mentalmente a partir de la interpretación de datos bidimensionales.
13. Aprender a transferir la información tridimensional de un objeto en el espacio sobre un soporte bidimensional utilizando los sistemas de representación.
14. Expresarse con la terminología adecuada y propia de la materia.
15. Conocer nuevos recursos digitales asociados a la materia.

CONTENIDOS

- Conceptuales:
 - Estudio de la terminología y la simbología asociada al sistema de representación axonométrico. (O.D. 1 y 6)

- Estudio de los fundamentos axonométricos: el vértice, la arista, el plano y sus proyecciones cuando forman un sólido 3D. (O.D. 5 y 7)
- Procedimentales:
 - Uso correcto de las herramientas utilizadas para la representación axonométrica. (O.D. 2)
 - Visualización tridimensional a partir de proyecciones bidimensionales. (O.D. 3 y 4)
 - Representación gráfica axonométrica de figuras tridimensionales. (O.D. 5)
- Actitudinales:
 - Autocrítica y auto exigencia en todas las actividades desarrolladas. (O.D. 2 y 6)
 - Interés por la representación de los elementos tridimensionales en soporte bidimensional. (O.D. 3,4 y 5)

METODOLOGÍA PARA LAS ACTIVIDADES

Para la presentación y actividades de iniciación de esta unidad didáctica piloto se utilizará la clase magistral.

Las actividades de desarrollo serán llevadas a cabo individualmente siempre bajo la tutorización del profesor.

Las actividades de acabado serán destinadas a la autocorrección de los ejercicios mediante la muestra en público de las soluciones. Los errores más comunes serán objeto de discusión en pleno para un aprendizaje colectivo.

ACTIVIDADES

Cada sesión de trabajo corresponde a una hora de clase.

La unidad didáctica ha sido pensada para llevarse a cabo a lo largo de 8 sesiones y utilizando el libro *Curso para la mejora de la capacidad espacial* (Martín et al., 2011)

- De iniciación: (1 sesión)
 - Explicación en pleno de los fundamentos del sistema de representación axonométrico así como la terminología y simbología asociada al sistema.
 - Explicación de los fundamentos de la Realidad Aumentada y como ésta se va a utilizar en las siguientes sesiones.
- De desarrollo: (5 sesiones)

El libro está dividido en 5 niveles. En cada sesión se trabajará uno de los niveles habiendo seleccionado como mínimo 4 ejercicios de cada nivel que se

expondrán por orden de dificultad, tal y como sugieren los autores del libro al tratarse de un desarrollo progresivo de la capacidad espacial. Se dará un tiempo limitado para la realización de cada ejercicio. De este modo se tendrá un elemento más para poder valorar en cada alumno.

Los niveles son: 1. Reconocimiento, 2. Comprensión, 3. Análisis, 4. Síntesis, 5. Evaluación, planteados por los autores Martín et al., a partir de la taxonomía de los aprendizajes de Bloom.

- De acabado: (2 sesiones)

La primera sesión de acabado se destinará a la autocorrección de los ejercicios, mostrando la solución en RA en pleno. Al terminar la sesión se entregarán los ejercicios autocorregidos al profesor para que pueda hacer una valoración y análisis de los errores más comunes.

La última sesión se dividirá en dos partes:

- Se debatirán en pleno y con la participación de todos los alumnos, los errores más comunes
- Se realizará una encuesta para conocer el grado de satisfacción de los alumnos con las actividades realizadas a través de la RA y su percepción sobre la mejora de su capacidad espacial. Consultar Anexo 9.2.

EVALUACIÓN

La evaluación de la unidad didáctica se realizará a partir de la recogida de datos que nos van a proporcionar:

- La observación diaria a través de un registro diario de anotaciones.
- Las autocorrecciones de los ejercicios realizadas por los propios alumnos.
- La encuesta de satisfacción realizada a los alumnos.

En el anexo 9.1 se puede consultar la tabla que se ha utilizado para las anotaciones diarias.

En el anexo 9.2 se puede consultar la tabla elaborada para poder recoger datos de las autocorrecciones haciendo énfasis en el tiempo empleado, finalización del ejercicio dentro del tiempo o no, nº de errores entre otros aspectos.

En el anexo 9.3 se puede consultar el ejemplar de la encuesta repartida entre el alumnado para conocer su opinión respecto la actividad y el recurso utilizado.

Por otro lado, la evaluación va a servir para valorar como ha sido el proceso de aprendizaje o, en este caso, del desarrollo de la capacidad espacial del alumno utilizando el recurso de la Realidad Aumentada. Esta evaluación también tiene que

servir para valorar la labor del profesor, concretamente la efectividad en el uso docente de la Realidad Aumentada.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación van a ser uno de los pilares a tener en cuenta para realizar el análisis de los resultados de la acción llevada a cabo y su discusión.

- Reconocer una representación realizada con sistema axonométrico.
- Reconocer y señalar correctamente los elementos que forman un sólido 3D, vértices, aristas y planos en cada una de sus proyecciones bidimensionales.
- Dibujar correctamente las proyecciones necesarias para la representación de un sólido 3D en un soporte bidimensional (papel).
- Interpretar correctamente las proyecciones bidimensionales de un sólido 3D dibujando con corrección dicho sólido a partir del lenguaje y las herramientas que ofrece el sistema axonométrico.
-

9.2 Tabla para el registro diario de las observaciones

Registro de observación		
nº sesión	actividad realizada	descripción de las actividades realizadas
1	iniciación	
2	desarrollo	

9.3 Tabla para el registro de la autocorrección de los ejercicios

Recogida de datos de las correcciones							
nivel	nº ejercicio	tempo empleado	100% finalizado	100% correcto	de 1 a 3 errores	de 3 a 6 errores	más de 6 errores

Progresión del alumnado						
	ej. correctos nivel 1	ej. correctos nivel 2	ej. correctos nivel 3	ej. correctos nivel 4	ej. correctos nivel 5	observaciones personales
sujeto 1						
sujeto 2						
sujeto 3						
sujeto 4						

9.4. Encuesta de satisfacción del alumnado.

Cuestionario sobre la acción llevada a cabo en un aula de dibujo técnico I a través de la de la Realidad Aumentada (RA) para mejorar la capacidad espacial del alumnado.

1. Preguntas sobre la RA:

- ¿Antes de la acción realizada en el aula, habías oído a hablar de la Realidad Aumentada?

Sí No

- Si has respondido que sí, ¿cómo era tu nivel de conocimiento de la RA?

Muy poco Un poco Bastante Mucho

- ¿La RA te ha resultado atractiva y motivadora para tu aprendizaje?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Cómo de gratificante te ha resultado tener una experiencia educativa a través de la RA?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Te gustaría conocer cómo se puede crear RA?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Crees que aprender a utilizar y crear RA puede serte útil en tus estudios universitarios?

Nada Un poco Bastante Mucho

2. Preguntas sobre el material utilizado “Curso para la mejora de la capacidad especial”:

- Haz una valoración de la dificultad que te ha supuesto cada nivel, siendo el 1 la menor dificultad y el 5 la mayor.

1. Reconocimiento	1	2	3	4	5
2. Comprensión	1	2	3	4	5
3. Análisis	1	2	3	4	5
4. Síntesis	1	2	3	4	5
5. Evaluación	1	2	3	4	5

- ¿Crees que la realización de los ejercicios planteados en este material didáctico te han ayudado a mejorar tu capacidad visual espacial?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Te ha parecido que los ejercicios estaban bien organizados según un nivel de dificultad ascendente?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Ha ayudado a tu comprensión, realizar las correcciones justo después de cada nivel?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Recomendarías este material didáctico a un amigo que tuviera dificultades en la comprensión del espacio tridimensional?

Nada Un poco Bastante Mucho

3. Elección de elementos sobre la experiencia:

Expón 6 elementos, 3 positivos y 3 negativos, sobre la experiencia que has tenido en el aula para mejorar tu capacidad visual espacial a través de la RA.

Puntúa de 0 (menor satisfacción) a 10

POSITIVOS		NEGATIVOS	
1.	puntuación:	4.	puntuación:
2.	puntuación:	5.	puntuación:
3.	puntuación:	6.	puntuación:

Elemento a elemento, explica por qué es positivo o negativo y el porqué de la puntuación. Finalmente, explica como los aspectos negativos podrían mejorar.

1.
2.
3.
4.
5.
6.

TFM Diciembre 2014

Cuestionario sobre la acción llevada a cabo en un aula de dibujo técnico I a través de la de la Realidad Aumentada (RA) para mejorar la capacidad espacial del alumnado.

Preguntas sobre la RA:

- ¿Antes de la acción realizada en el aula, habías oído a hablar de la Realidad Aumentada?
☒ Sí No
- ¿Si has respondido que sí, como era tu nivel de conocimiento de la RA?
Muy poco Un poco ☒ Bastante Mucho
- ¿La RA te ha resultado atractiva y motivadora para tu aprendizaje?
Nada Un poco Bastante ☒ Mucho
- ¿Cómo de gratificante te ha resultado tener una experiencia educativa a través de la RA?
Nada Un poco Bastante ☒ Mucho
- ¿Te gustaría conocer cómo se puede crear RA?
Nada Un poco Bastante ☒ Mucho
- ¿Crees que aprender a utilizar y crear RA puede serte útil en tus estudios universitarios?
Nada Un poco Bastante ☒ Mucho

Preguntas sobre el material utilizado "Curso para la mejora de la capacidad especial":

- Haz una valoración de la dificultad de cada nivel:

1. Reconocimiento	☒ 1	2	3	4	5
2. Comprensión	1	2	☒ 3	4	5
3. Análisis	1	2	3	4	☒ 5
4. Síntesis	1	☒ 2	3	4	5
5. Evaluación	1	☒ 2	3	4	5

Figura 23. Cuestionario (elaboración propia)

TFM Diciembre 2014

- ¿Crees que la realización de los ejercicios planteados en este material didáctico te han ayudado a mejorar tu capacidad visual espacial?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Te ha parecido que los ejercicios estaban bien organizados según un nivel de dificultad ascendente?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Ha ayudado a tu comprensión, realizar las correcciones justo después de cada nivel?

Nada Un poco Bastante Mucho

- ¿Recomendarías este material didáctico a un amigo que tuviera dificultades en la comprensión del espacio tridimensional?

Nada Un poco Bastante Mucho

Elección de elementos sobre la experiencia:

Expón 6 elementos, 3 positivos y 2 negativos, sobre la experiencia que has tenido en el aula para mejorar tu capacidad visual espacial a través de la RA.

Puntúa de 0 (menor satisfacción) a 10

POSITIVOS	NEGATIVOS
1. És molt útil veure-ho a la pantalla en 3D. puntuación: 9	4. potser no hauríem d'haver fet més individualment puntuación: 6
2. m'ha ajudat molt a millorar la capacitat espacial puntuación: 8	5. estaven molt desordenats puntuación: 2
3. hem conegut noves idees per projectar les idees puntuación: 10	6. — puntuación:

Figura 24. Cuestionario (elaboración propia)