

Reflexiones sobre la docencia del Dibujo Técnico en los niveles de Bachillerato: una propuesta metodológica basada en el Aprendizaje Cooperativo y las Nuevas Tecnologías

Technical drawing reflexions in high school levels: a methodological project based on in cooperative learning new technologies

*Por: Marina Gacto Sánchez y Jorge Juan Albaladejo Romero
Universidad Católica San Antonio de Murcia, España*

Los arquitectos maduros, con una larga experiencia, suelen ser capaces de dibujar a mano alzada y a escala precisa el proyecto definitivo con todos sus detalles

Ernst Neufert
El arte de proyectar en arquitectura

Resumen

El presente estudio reflexiona sobre la docencia del Dibujo Técnico en los niveles de Bachillerato y presenta una nueva metodología como solución a las carencias detectadas en su enseñanza. Nuestra propuesta se estructura como alternativa a la docencia tradicional a través de un aprendizaje cooperativo que fomenta la inclusión de aquellos alumnos con dificultades perceptivas, mejorando el clima de aula y promoviendo valores como el respeto y la tolerancia. Nos apoyamos en las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para mejorar el rendimiento de nuestros alumnos y potenciar el aprendizaje visual.

Palabras clave: Dibujo Técnico, aprendizaje cooperativo, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), inclusión, aprendizaje visual.

Summary

In this paper we reflect on the Technical Drawing teaching at high school levels and introduce a new methodology as a solution to the identified gaps in their education. Our proposal is structured as an alternative to traditional teaching through cooperative learning including pupils with with perceptual difficulties, improving the classroom environment and promoting the values of respect and tolerance. We rely on the Information and Communication Techonologies to improve the performance of our students and enhance their visual learning.

Keywords: Technical Drawing, cooperative learning, Information and Communication Technologies (ICT), inclusión, visual learning.

1. Introducción

Los alumnos que cursan la asignatura de Dibujo Técnico en la educación postobligatoria española tienen problemas de capacidad espacial al enfrentarse con la representación de figuras en el plano. Los estudios realizados por Navarro, Saorín, Contero y Conesa (2004) ratifican esta situación, destacando las serias dificultades que experimentan los alumnos para trabajar mentalmente con figuras tridimensionales, problemas que perduran en los primeros cursos de ingeniería. Esta situación constituye una seria traba formativa, puesto que su futuro éxito profesional depende de las capacidades de visión espacial previamente adquiridas.

A este respecto analizamos las carencias y obstáculos que los alumnos de la asignatura de Dibujo Técnico I, cursada en el primer curso de bachillerato, presentan en su formación. Esta disciplina puede ser estudiada desde dos modalidades de especialización: por la Modalidad de Artes (Vía de Artes Plásticas, Imagen y Diseño) o por la Modalidad de Ciencias y Tecnología.

A partir de la reforma LOGSE (1990) el régimen educativo español incorpora las enseñanzas artísticas en el sistema general. No obstante, ni ésta ni las posteriores reformas de la educación española, LOCE (2002) y LOE (2006), parecen haber contribuido a una mejora del desarrollo de la visión espacial del alumnado. En este sentido destacamos el estudio realizado por Pérez, Serrano, Díaz, Tomás y Sentana (2002), en el que comparan los niveles de visión espacial existentes en alumnos de la Universidad de Alicante que acceden a estudios universitarios de ingeniería procedentes de la reforma LOGSE (1990) y del plan LGE (1970).

La principal conclusión que se extrae del estudio es que las respuestas a los tests propuestos presentaban un mayor porcentaje de aciertos en alumnos procedentes de la LGE. Otra de las conclusiones a destacar es que aquellos estudiantes que habían estudiado las asignaturas de Dibujo Técnico en bachiller obtenían un mayor porcentaje de aciertos en los tests, independientemente del plan educativo de procedencia. Según los autores, las deficiencias halladas en la formación gráfica y en el desarrollo de la percepción espacial, podrían atribuirse a una consecuencia de la reducción de contenidos relativos a la representación gráfica en las citadas reformas de la enseñanza secundaria.

Actualmente los niveles educativos de Dibujo Técnico en la educación secundaria española son muy bajos. Los estudiantes muestran carencias en la construcción de formas geométricas elementales (lineales, planas y volumétricas), así como en fundamentos del sistema diédrico, base para la expresión en este tipo de lenguaje. La mayoría de estos alumnos atraviesan en los sucesivos niveles

educativos serias dificultades para poder realizar manipulaciones mentales de formas planas o volumétricas, así como cualquier tipo de ejercicio relacionado con el mencionado sistema diédrico (intersecciones de elementos, perpendicularidad, paralelismo, etc.). Esta compleja situación, unida a las dificultades de percepción espacial que algunos alumnos presentan, dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para solventar estas trabas proponemos una metodología basada en el uso de las nuevas tecnologías mediante el trabajo cooperativo. Se trata de una aproximación al estudio de la materia desde una perspectiva actual, activa e integradora. Los resultados demuestran la necesidad de incorporar la tecnología en el Dibujo Técnico para mejorar el rendimiento del alumno de una manera reflexiva y responsable.

2. Innovación docente mediante el uso de las nuevas tecnologías y la metodología cooperativa.

La docencia del Dibujo Técnico suele llevarse a cabo de modo tradicional; las clases son impartidas utilizando como únicos recursos la tiza y la pizarra, y otros instrumentos adicionales como la regla, escuadra, cartabón o compás sirven de apoyo a esta metodología.

El principal inconveniente de este tipo de docencia es la cantidad de tiempo requerido para la ejecución de los conocimientos conceptuales. La impartición de los contenidos procedimentales consiste en la entrega de una lámina de ejercicios por parte del tutor a cada estudiante, y la posterior revisión de la tarea y asistencia al alumno se realiza directamente en sus puestos de trabajo. A consecuencia de esta metodología, y dado que cada alumno trabaja a un ritmo diferente, se produce un entorpecimiento de la labor docente puesto que una misma duda es resuelta muchas veces a distintos estudiantes. Paralelamente, los alumnos que requieren más tiempo para realizar los ejercicios deben terminarlos en casa una vez finalizada la clase, por lo que no existe asistencia externa y algunos conceptos pueden no quedar claros.

El uso de la pizarra tradicional en este tipo de docencia también presenta inconvenientes que dificultan la labor del profesor debido a:

- El entorpecimiento en la resolución de ejercicios que requieran diferentes pasos, puesto que al retroceder un paso atrás en su ejecución y volver a repetir el mismo, el ejercicio termina siendo una completa confusión y el alumno obtiene un impacto visual deficiente.
- La limitación del uso de colores en el trazo de líneas en la pizarra. El uso de tizas de colores puede ser un buen recurso si el número de líneas no es muy elevado. Lógicamente, si el número de éstas es elevado, el recurso es insuficiente de forma que, de nuevo, el impacto visual vuelve a ser deficiente para el alumno.

Estos defectos combinados en las sesiones de Dibujo Técnico tienen como resultado una clara limitación del proceso de aprendizaje de

una materia que, por su naturaleza, ya resulta difícil de asimilar. Si a esto se añade que el aula puede incluir alumnos con carencias de visualización espacial, el problema se acrecienta aún más.

Se hace por tanto indispensable una renovación pedagógica que minimice las limitaciones que impone la docencia tradicional expuesta y permita la integración en el aula de aquellos alumnos que presentan en su formación las mencionadas carencias mediante una metodología inclusiva y cooperativa.

Con el presente trabajo no se pretende erradicar por completo la forma tradicional de enseñar la asignatura de Dibujo Técnico en las aulas, sino reforzar sus fortalezas y complementar sus debilidades mediante el uso de las nuevas tecnologías. Con la incorporación de las nuevas tecnologías se persigue una mejora de las capacidades visuales del alumnado con dificultades. Mediante la aplicación de una metodología cooperativa permitimos un aprendizaje paralelo para todos, sin distinción entre las posibles aptitudes de los alumnos para la materia. Por otro lado, la utilización de las nuevas tecnologías en la enseñanza del Dibujo Técnico nos permitirá una mayor rapidez en la exposición de los contenidos, por lo que se podrá dedicar un mayor tiempo a la práctica y el refuerzo de conceptos. Hay que tener en cuenta que la aptitud de visualización espacial puede ser mejorada con el entrenamiento. Si se consigue por tanto optimizar el tiempo en las sesiones de la asignatura, se logrará que aquellos alumnos con dificultades de visualización espacial mejoren su capacidad. Es indiscutible que la introducción de la informática en el aula ha sido uno de los grandes avances de la educación en los últimos años, no sólo en la asignatura de Dibujo Técnico, sino a nivel general de la enseñanza. El propio recurso de internet usado correctamente permite a los alumnos acceder a una fuente de información inmensa. Actualmente la oferta de programas de Dibujo Técnico, comúnmente denominados CAD (Computer-Aided Design), es muy amplia. El AutoCAD es utilizado por un amplio abanico de profesionales en los campos de arquitectura, ingeniería o diseño gráfico. Sin embargo consideramos que la excesiva complejidad de comandos de este programa puede considerar una dificultad añadida al proceso de aprendizaje del alumno (Fig. 1).

Sin embargo, existen versiones del programa adaptadas a la educación, como la versión LT, en la que los comandos utilizados son más reducidos e intuitivos, generando un entorno de trabajo mucho más accesible para el alumno. Por otro lado, se trata de una versión más económica del programa en comparación con las versiones profesionales. En este sentido, se ha considerado la posibilidad de utilizar varios programas de Dibujo Técnico que pueden resultar un poco más cómodos para el alumno a la hora de iniciarse en el uso de programas informáticos de diseño.

No obstante, AutoCAD es el programa profesional más extendido y el que va a proporcionar una preparación más sólida a los alumnos. De esta forma se conseguirá que los alumnos finalicen sus estudios no universitarios sabiendo manejar los comandos básicos del programa sin dificultades, algo que les será luego requerido en la enseñanza universitaria y en su futuro laboral.

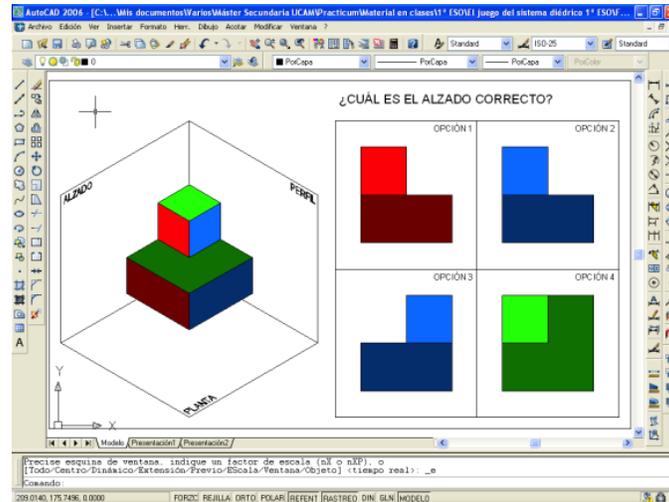


Fig. 1. Captura de pantalla del programa AutoCAD 2006.

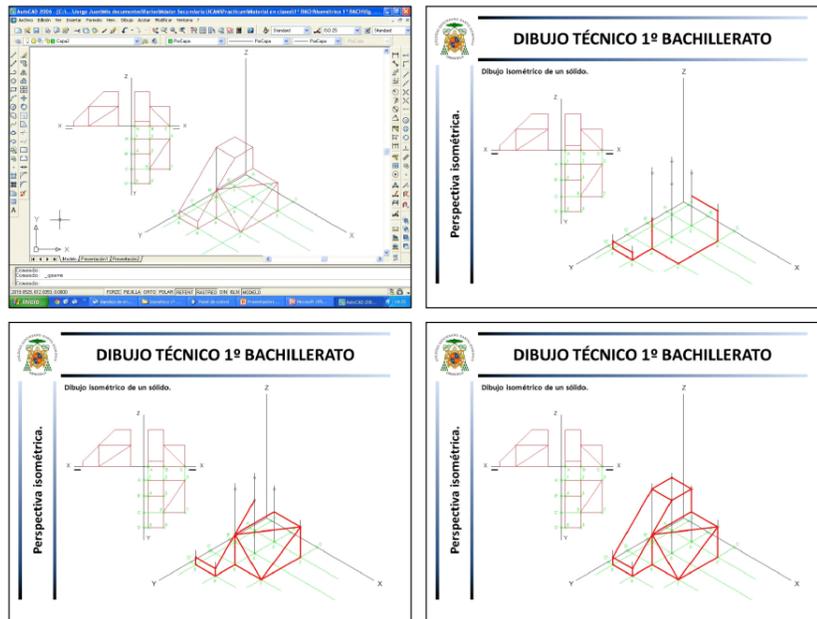
El empleo del programa se introduce en las presentaciones del docente, de modo que se logra que el discente se familiarice con su uso convirtiéndolo en una herramienta pedagógica relevante. Su uso queda por tanto vinculado a los contenidos conceptuales y procedimentales mediante el diseño de los Dibujos con AutoCAD para su posterior exportación al programa de presentaciones PowerPoint (Figs. 2-5). Los Dibujos se van representando y resolviendo paso a paso, tal y como se haría en la pizarra, generándose así presentaciones más dinámicas y motivadoras.

En consecuencia, conseguimos eliminar los problemas que el sistema tradicional planteaba, logrando una mejor exposición de los contenidos y un mayor aprovechamiento del tiempo por sesión. Por otra parte, al ser un recurso diseñado por el docente, éste puede sentirse mucho más cómodo al impartir la clase.

La reacción de los alumnos ante este nuevo recurso y sus opiniones son favorables, tanto por la claridad de exposición como por la ventaja de poder resolver los ejercicios uno a uno, simultáneamente. Esta coordinación trae consigo la posibilidad de que los alumnos propongan soluciones alternativas cuya conveniencia pueda ser

discutida entre todos los alumnos, afianzando aún más la asimilación de los contenidos.

Introducimos este recurso, en el que se combinan las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) con una metodología inclusiva y cooperativa, logrando minimizar las dificultades en el aprendizaje de la asignatura. Conseguimos además aumentar la motivación del alumno, mejoramos su atención y potenciamos un clima favorable de tolerancia y el respeto.



Figs. 2 a 5. En la figura 2 (superior izquierda) se puede ver la representación de una figura en perspectiva isométrica realizada con AutoCAD. De izquierda a derecha y de arriba abajo se puede ver la misma perspectiva trasladada a PowerPoint, en la que poco a poco se va mostrando el trazado de la figura.

2.1 La importancia de una correcta visualización espacial y su entrenamiento en la etapa escolar.

La visualización espacial es un campo que ha sido analizado y estudiado por diferentes autores a lo largo de la historia de la psicología cognitiva, muchos de ellos con objetivos totalmente diferentes. Para Gutiérrez se trata de un campo al que se suele dar diversos nombres, como "percepción espacial", "imaginación espacial", "visión espacial" o "visualización". Este mismo autor establece también que las imágenes mentales son el elemento básico para la percepción visual, entendiendo éstas como las "representaciones mentales que las personas podemos hacer de objetos físicos, relaciones, conceptos, etc"¹.

¹ Ángel Gutiérrez (1991), Procesos y habilidades en visualización espacial, *III Congreso Internacional sobre Investigación en Educación Matemática*, Valencia, p. 44.

Gardner define la inteligencia espacial como una habilidad para percibir el mundo visual con exactitud, transformar y modificar percepciones recreando experiencias visuales incluso sin estímulos físicos. En su célebre estudio sobre las inteligencias múltiples define la *Inteligencia Visual-Espacial*, como la "capacidad de pensar y percibir el mundo visual-espacial en imágenes. Se piensa en imágenes tridimensionales y se transforma la experiencia visual mediante la imaginación"². Otros autores son más específicos y limitan el concepto a la "aptitud para manipular, rotar, torcer o invertir imágenes de objetos"³.

Cabe resaltar en estas definiciones las características de aptitud y habilidad, imprimiendo a la definición carácter de personal, es decir, es propia de cada persona y por tanto con carácter variable de unos individuos a otros. En este sentido, Lowenfeld y Brittain (2008) afirman que dibujar es una aptitud relacionada con la conducta individual y las estructuras cognitivas. La gran mayoría de estos autores enfocan el estudio de la percepción espacial desde la perspectiva de la geometría en matemáticas aunque se trata de una habilidad que es igualmente requerida para la representación gráfica. Las situaciones de visualización y orientación espacial "podrían ser presentadas no sólo en el ámbito matemático, sino también en otras asignaturas, como pueden ser la geografía, el Dibujo Técnico y la educación física"⁴.

Sin duda alguna Piaget fue uno de los autores que más incidió en esta materia, como se refleja en varias de sus obras. Según Ochaíta "se ocupa de conocer cómo surgen en el desarrollo ontogénico las relaciones espaciales topológicas, proyectivas y euclidianas"⁵. Lo más destacado de esta obra de Piaget es que estudia el espacio desde el punto de vista evolutivo, de modo que será en la adolescencia cuando las operaciones espaciales puedan llevarse a cabo sin necesidad de un referente físico real, lo que nos lleva a deducir que esta etapa será la idónea para comenzar a trabajar en las capacidades espaciales. Piaget defiende asimismo que el concepto de espacio y su manipulación no es algo innato al sujeto, y se debe ir elaborando poco a poco. Asimismo Gardner

² Bernarda Larena (2005), Didáctica de las artes visuales sustentada en la propuesta de las inteligencias múltiples de Howard Gardner: experiencia aplicada en un primer año medio de la Comuna de Concepción. *Revista Ingeniería Industrial*, 1, p. 76.

³ Gerardo Prieto, Ángela Velasco, Rosario Arias-Barahona, Mercedes Anido, Ana María Núñez y Patricia C6 (2008), ¿Mejora la visualización espacial con el aprendizaje del dibujo técnico?, *Revista Mexicana de Psicología*, 25(1), p. 175.

⁴ Margherita Gonzato, Teresa Fernández Blanco, Juan Díaz Godino (2011), Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial, *Números*, 77, p. 115.

⁵ Esperanza Ochaíta (1983). La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial, *Estudios de Psicología*, 14-15, p. 93.

en la etapa de la adolescencia fija un punto de inflexión para el desarrollo de la capacidad expresiva del individuo mediante el Dibujo, como vía de manifestación de sus necesidades, deseos y ansiedades importantes. Afirma que es fundamental que se consiga una síntesis total entre las habilidades técnicas que el individuo comienza a manifestar y su visión personal de la realidad.

El principio del entrenamiento espacial ha sido trabajado por numerosos autores que han realizado investigaciones con grupos de alumnado sometidos a pruebas de visualización espacial antes y después de un curso de Dibujo Técnico, derivándose como principal conclusión que un correcto entrenamiento visual es capaz de incrementar el nivel de resolución de problemas espaciales. Por su parte Gracia concluye que la intuición espacial debe ejercitarse ya que se puede mejorar con un adecuado entrenamiento; en este sentido destaca la existencia de sencillos recursos pedagógicos que "pueden ser utilizados en clase para mejorar la intuición y percepción"⁶. Incluso analiza algunos recursos que pueden ser utilizados para poder trabajar de forma individual desde casa. Esta conclusión justifica que los alumnos que previamente han estudiado Dibujo Técnico en secundaria suelen obtener mejores resultados en las asignaturas de esta misma materia en su primer año de estudios universitarios.

No obstante, a pesar de haber recibido formación en expresión gráfica durante la educación secundaria obligatoria, algunos alumnos continúan presentando carencias a la hora de resolver problemas que requieren percepción espacial. Esta circunstancia deberá atribuirse a un inadecuado entrenamiento del alumno. Podemos por tanto afirmar que una adecuada percepción visual, entendida como una capacidad del individuo, es el fruto de un correcto entrenamiento a la edad idónea para ello. Tal y como concluye Arrieta tras sus estudios de medición de la capacidad espacial con alumnos de primaria y secundaria: "debemos encaminar nuestro esfuerzo a elaborar propuestas de geometría que, con una aplicación continuada, mejoren la capacidad espacial de los alumnos más desfavorecidos"⁷.

En esta última idea se centraron las conclusiones del estudio realizado por Prentiss (1972) en la década de los setenta. Realizó una comparación entre dos grupos de alumnos de secundaria de distintas

⁶ Floreal Gracia (2004), La geometría vista a través de la intuición espacial, *Jornadas de Educación Matemática de la Comunidad Valenciana*, Alicante, p. 189. <http://www.ua.es/personal/SEMVCV/Actas/IIJornadas/pdf/Part31> [Consultado el 18/02/2014]

⁷ Modesto Arrieta (2006), La capacidad espacial en la educación matemática: estructura y medida. *Educación matemática*, 18(1), p. 122. <http://www.redalyc.org/pdf/405/40518105.pdf> [Consultado 23/02/2014]

edades; uno de ellos recibió formación mediante el método académico habitual de perspectivas visuales y al otro se le enseñó siguiendo una metodología no formal. Paradójicamente el grupo sin instrucción formal fue el que manifestó mayor evolución. Prentiss defiende así la necesidad de un entrenamiento visual, pero partiendo de un aprendizaje cimentado en el descubrimiento personal del alumno a partir de sus conocimientos previos, y acorde siempre a su desarrollo. Sugiere que los alumnos que recibieron instrucción formal desarrollaron cierta apatía hacia la asignatura y ello frenó el ritmo de aprendizaje.

Arrieta (2003) realiza una breve introducción y un intento de aproximación a los contenidos básicos de la metodología a aplicar para el tratamiento y atención de alumnos con carencias de percepción espacial. Propone una metodología cimentada en cuatro elementos principales, integrándolos todos en un modelo unitario de propuesta. Estos elementos son la intuición, la acción con el uso de material manipulable, el ordenador (o nuevas tecnologías) y el ya mencionado entrenamiento. Fischbein (1987) relaciona la intuición con el conocimiento intuitivo, determinando que la base del mismo se encuentra en la experiencia acumulada por una persona en condiciones relativamente constantes. Es decir, la intuición se centrará en analizar las experiencias previas del alumnado, sus conocimientos previos, que serán el punto de partida para el aprendizaje de nuevos conceptos. Gonzato, Fernández y Díaz (2011) abordan los elementos relacionados con el uso de material manipulable y el entrenamiento.

Estos autores proponen una serie de actividades que tienen como finalidad principal el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. En este contexto, realizan una clasificación de las actividades en tres grandes grupos, uno de los cuales tiene que ver con la orientación del sujeto con respecto a objetos que le rodean y el segundo trata la relación del sujeto con respecto al espacio circundante. El tercero de los grupos de actividades está indicado para la asignatura de Dibujo Técnico. Los autores llaman a este grupo "Interpretación de perspectivas de objetos tridimensionales". En líneas generales éstos extraen de las tareas que van describiendo las acciones comunes a todas ellas. Las más destacables son cambiar el tipo de representación- de plana a tridimensional y viceversa-, las rotaciones de objetos o figuras, y el plegado de un desarrollo plano para obtener un objeto tridimensional. Se trata pues de las mismas acciones que se repiten constantemente en los ejercicios tipo de la asignatura de Dibujo Técnico, y que refuerzan la idea de que el entrenamiento es una buena herramienta para la superación de las dificultades de visualización espacial. Todas estas tareas tienen como fundamento el utilizar piezas y

figuras sólidas (material manipulable) a la hora de realizar el entrenamiento de la visualización espacial. Respecto a los fundamentos teóricos del empleo del ordenador, sus bases serán establecidas a continuación.

2.2 El aprendizaje cooperativo: algunas experiencias en la docencia del Dibujo Técnico.

Un análisis previo de la normativa educativa vigente nos revela su importancia dentro del aula. El Real Decreto 1467/2007, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, refleja entre los objetivos de la asignatura de Dibujo Técnico la necesidad de "planificar y reflexionar, de forma individual y colectiva, sobre el proceso de realización de cualquier construcción geométrica, relacionándose con otras personas en las actividades colectivas con flexibilidad y responsabilidad" (BOE, 2007, p. 45416). De modo similar se incide, dentro de los criterios de evaluación de la asignatura de Dibujo Técnico I, en la elaboración y participación activa en "(...) proyectos de construcción geométrica cooperativos, aplicando estrategias propias adecuadas al lenguaje del Dibujo Técnico, valorando si el alumnado es capaz de trabajar en equipo, mostrando actitudes de tolerancia y flexibilidad" (BOE, 2007, p. 45416)

Los estudios llevados a cabo por Johnson, Maruyama, Johnson, Nelson, y Skon (1981), Coll (1984), Serrano (1996), Lara (2001), Goikoetxea y Pascual (2002), Marín y Blázquez (2003) y Fernández (2013) defienden la idoneidad del sistema cooperativo de enseñanza frente a los tradicionales métodos individualistas o competitivos. Piaget (2001) resalta la importancia de la cooperación como elemento favorecedor del intercambio de ideas y de discusión.

Es importante remarcar la diferencia entre aprendizaje colaborativo y cooperativo. El primero de ellos es una modalidad de aprendizaje basada en las teorías pedagógicas constructivistas en donde son los alumnos los que gestionan todo el proceso de aprendizaje en grupo, limitándose la acción del docente al planteamiento de la tarea. En el caso cooperativo es el docente el que gestiona desde el principio la realización de toda la tarea, desde el principio hasta el final, gestionando la formación de los grupos, realizando un seguimiento de las tareas individuales... etc (Marín y Blázquez, 2003).

La mayoría de los autores insisten en las mejoras que propicia esta metodología dentro del aula. Goikoetxea y Pascual (2002) mencionan que las investigaciones sobre los efectos de este sistema potencian las relaciones humanas, debido tanto a diferencias étnicas como a aptitudes mentales o físicas. Además se produce un aumento en el rendimiento académico. Pero las mejoras no se ciñen solo a la

mejora del trabajo académico sino que se manifiestan también en la maduración y desarrollo personal del alumnado. Respecto al primer aspecto Fernández del Haro establece que "suele estar mejor planificado y distribuido" y que "hay mayor coordinación e interacción entre los alumnos". De este modo se favorece "la vivencia de experiencias positivas en las relaciones interpersonales" y "facilita el aprendizaje"⁸. En el mismo sentido, Gavilán y Alario (2012) realizaron un estudio con alumnos de 3º de la E.S.O. durante un curso académico completo en la asignatura de matemáticas. En la investigación aplicaron una metodología individualista tradicional en un grupo y una cooperativa en otro. La comparación entre la situación inicial de los grupos y la situación final mostró como principal conclusión que los resultados académicos aumentaron notablemente en el grupo de metodología cooperativa.

También se pudo apreciar que las interacciones verbales eran más fluidas entre el grupo de trabajo cooperativo, llevándoles a implicarse más activamente en la tarea. Individualmente se observó en cada alumno un aumento de la capacidad de organización, de su autoestima y de su motivación, tanto intrínseca como extrínseca. Otros estudios similares fueron llevados a cabo por varios docentes, con conclusiones idénticas, coordinados todos ellos por Serrano (2012). Los estudios expuestos se llevaron a cabo en diferentes y variadas titulaciones en distintas universidades de la geografía española. En todos estos estudios se plasma claramente el esfuerzo docente necesario para la implementación de las metodologías. Tal y como concluyen algunos expertos, ciertamente no conocemos experiencias educativas que hayan encontrado elementos negativos sobre el aprendizaje cooperativo, aunque "sería interesante abordar trabajos sobre porqué algunos grupos fracasan. Sin embargo, el uso del aprendizaje cooperativo brilla por su ausencia en las aulas"⁹. Lo que nos demuestra que el uso del aprendizaje cooperativo dentro del aula es una asignatura pendiente en la educación española.

⁸ Eduardo Fernández del Haro (2013), El trabajo en equipo mediante aprendizaje cooperativo. *Curso de tutoría y orientación en la educación superior*, Universidad de Granada, Granada, p. 8.
http://calidad.ugr.es/tutoria/materiales_asistentes/aprendizaje-cooperativo-en-grupos
[Consultado 30/01/2014]

⁹ Benito León, Elena Felipe, Damián Iglesias y Carlos Latas (2011). El aprendizaje cooperativo en la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista de Educación*, 354, p. 725.

Diferentes autores han debatido sobre los elementos comunes que caracterizan al aprendizaje cooperativo. La clasificación establecida por Johnson, Johnson y Holubec (1999) marca cinco elementos básicos:

1. Interdependencia positiva. Consiste en crear la necesidad de que los miembros del grupo tengan que trabajar juntos para realizar el trabajo encomendado.
2. Responsabilidad individual y grupal. El grupo asume unos objetivos y cada miembro es responsable de cumplir con la parte que le corresponda.
3. Interacción estimuladora o cara a cara. Cada miembro del grupo asume que para llevar a cabo su tarea individual, el resto de sus compañeros deben culminar con éxito las suyas.
4. Habilidades interpersonales y de grupo pequeño necesarias. Los miembros del grupo deberán tomar decisiones, crear un clima de confianza, comunicarse y manejar conflictos.
5. Evaluación grupal. Se realizará evaluación grupal como medio de estímulo para el éxito del grupo al compromiso, evitando así la competitividad.

Serrano (2012) incluye las modalidades "Rompecabezas II", "Equipos de Ayuda Individualizada" y "Aprendiendo Juntos dentro del grupo de Enseñanza-Aprendizaje entre compañeros". Entre otras cualidades indica que son un grupo de modalidades que permiten el intercambio de conocimientos con los compañeros, no desplazan a los alumnos de menor nivel formativo e incrementan la motivación general de los alumnos. Se puede por tanto admitir que este tipo de modalidades son las que mejor permitirán que alumnos con dificultades estén más integrados y puedan realizar su aprendizaje con más facilidad.

La bibliografía existente sobre experiencias previas de aprendizaje cooperativo en asignaturas de Dibujo Técnico o Arte es muy reducida. Destaca la experiencia relatada por Valín, Álvarez y Esandi (2006), en la que pusieron en práctica una metodología cooperativa en una asignatura de Dibujo Técnico en contexto universitario. Los autores ponen de manifiesto las dificultades de implantar una metodología cooperativa en una asignatura basada en la resolución de problemas de forma individualizada. En concreto, la solución adoptada consistió en cambiar el enfoque de trabajo simultáneo a un enfoque de trabajo secuencial. La primera consecuencia era que mientras un miembro del grupo-constituido por dos alumnos- realizaba una secuencia de la actividad, el otro permanecería parado. Para evitar esta situación los autores propusieron que cada grupo realizara dos ejercicios, de forma que a mitad de sesión se intercambiaran los mismos y cada uno completara la tarea del otro. El beneficio inmediato de la aplicación de esta metodología conllevó un aumento del número de ejercicios resueltos por

sesión, dado que trabajando de forma individual los alumnos resolvían uno como mucho. Como consecuencia de esto, se pudo profundizar más en la materia de la asignatura y proponer ejercicios más complejos al final del curso, por lo que se elevó el nivel de preparación de los alumnos. Los propios autores afirman que “no solo se trabajó más, también se trabajó mejor”¹⁰. Consecuencia directa del aumento de prácticas realizadas fue disponer del doble de calificaciones para evaluar al alumno, disminuyendo la importancia de una baja calificación puntual. Otros beneficios mencionados por los autores son que las clases se hicieron más dinámicas y cortas, se redujo el porcentaje de abandono de la asignatura y aumentó el número de aprobados y de alumnos presentados a la asignatura. La implementación de la asignatura no estuvo exenta de dificultades en un primer momento y se requirió un aumento del material de trabajo y de dedicación por parte del docente. Sin embargo, los propios autores afirman que fueron dificultades que se superaron rápidamente.

2.3. Mejora del aprendizaje y de la visualización espacial mediante el uso de las Nuevas Tecnologías.

El impacto visual de esta materia es fundamental para el proceso enseñanza-aprendizaje del alumnado. Prueba de ello es la evolución de los propios libros de texto de la asignatura, en los que se pasó de tener manuales repletos de texto con definiciones abstractas, sin apenas representaciones gráficas, a otros ricos en representaciones geométricas, gráficos o fotografías, coincidiendo con el período de aplicación de la mencionado Ley General de Educación de 1970 (Collados 2010).

En este sentido las nuevas tecnologías se emplean para la mejora del aprendizaje basándose en el impacto visual. También son necesarias para actualizar los medios de enseñanza con respecto a los tiempos que se viven y la sociedad actual.

El propio Real Decreto 1467/2007, por el que se establece la estructura del bachillerato español y se fijan sus enseñanzas mínimas, indica que las nuevas tecnologías deben de ser incluidas en el currículo “no como un contenido en si mismo sino como una herramienta mas que ayude a desarrollar alguno de los contenidos de la materia” (BOE, 2007, p. 45415). Asimismo recomienda el empleo de herramientas informáticas ya en el primer curso de bachiller (Dibujo Técnico I), dada la mayor complejidad y extensión de contenidos de la asignatura de segundo curso (Dibujo Técnico II). Por otro lado, en uno de los objetivos

¹⁰ Antonio Valín, Santiago Álvarez y Marián Esandi (2006). Microgrupos de corta duración como estrategia de aprendizaje cooperativo. *XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, Barcelona, p. 10. <http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicacion17015.pdf> [Consultado 02/02/2014]

específicos de ambas asignaturas se dice textualmente "Interesarse por las nuevas tecnologías y los programas de diseño, disfrutando con su utilización y valorando sus posibilidades en la realización de planos Técnicos" (BOE, 2007, p. 45416).

Alonso, Troncoso, Pérez y González (2005) realizan un análisis sobre la implantación del ordenador en las aulas de Dibujo Técnico desde comienzos de la década de los noventa. La principal conclusión que se deriva de su estudio es que lo que en un principio debía de ser un medio de aprendizaje motivador se acabó convirtiendo en el propio objetivo de la asignatura. Esto es debido a que lo que los alumnos debían aprender a realizar- por ejemplo, una tangencia- el software profesional ya lo hacía directamente, con lo cual se eliminaba el aprendizaje de los contenidos de la asignatura y se reducía a un único contenido, el manejo de software CAD.

Concluyen por tanto, que el aprendizaje del Dibujo Técnico con ordenador y software CAD debe abordarse en dos aspectos diferenciados. El primero de ellos es el aprendizaje del software CAD en sí mismo por parte del alumno. Dada la complejidad de los entornos de la mayoría de programas CAD- en concreto AutoCAD- los autores proponen que la enseñanza del manejo se haga partiendo de los elementos más básicos de éste e ir avanzando al ritmo de los contenidos de la asignatura, de forma paralela. El segundo de los aspectos propuestos es que a la hora de abordar la didáctica de la asignatura, y en concreto el contenido conceptual, se haga empleando una herramienta informática completa y clara que motive al alumno en el uso de software CAD.

Esta va a ser la base de uno de los recursos principales de nuestra propuesta metodológica. Por su parte Conesa, Company y Gomis (2005) analizaron también la implantación del recurso CAD en las aulas y como principal conclusión extrajeron que éste se implantaba de modo completamente desigual y a diferentes niveles. Se dan casos extremos en los que o no se utiliza en absoluto el ordenador o bien se usa para todo, sin considerarse un término medio en que la metodología clásica conviva con la moderna en el aula y ambas se complementen. Por otro lado, los autores también concluyeron que la implantación de las metodologías apoyadas en CAD es más habitual en estudios de tipo universitario, y bastante menos frecuente en estudios inferiores, pero igualmente necesario.

Prieto y Velasco (2008) realizaron un entrenamiento de visualización espacial mediante ejercicios informatizados de Dibujo Técnico basados en la plataforma AutoCAD. Los resultados del estudio mostraron una mejora en las capacidades de visualización espacial de

los alumnos tras el curso de Dibujo Técnico. En las entrevistas a las que se sometió a algunos alumnos participantes éstos respondieron que los ejercicios les resultaban mucho más atractivos y motivadores.

La implantación en el aula de una metodología para el Dibujo Técnico basada en nuevas tecnologías debe incluir entre sus recursos mínimos objetos manipulables, material impreso, medios de proyección, un aula acondicionada a la asignatura y medios informáticos debidamente equipados. Bajo este principio se realizó un estudio comparativo de dos clases distintas de un mismo nivel durante dos años consecutivos. En una de ellas se emplearon recursos tradicionales y en la otra se emplearon recursos apoyados en nuevas tecnologías.

Como resultado de la investigación se detectó un aumento significativo tanto en el primer año como en el segundo entre la puntuación media de la clase de nuevas tecnologías con respecto a la clase de metodología tradicional. Es decir, las nuevas tecnologías influyeron de forma positiva en los resultados académicos de los alumnos. Entre otras conclusiones los autores indicaron que las nuevas tecnologías motivan el aprendizaje y reducen el tiempo necesario para éste. Por contrapartida exigen una intensa actualización y preparación en los contenidos tratados (Estrada et al., 2005)

Son diversas las propuestas educativas que han pasado a incluir en su totalidad o parcialmente el empleo de software CAD, en concreto AutoCAD en el aprendizaje de la asignatura de Dibujo Técnico. Blanco et al. (2005) desarrollaron una aplicación multimedia para el estudio de todo el sistema diédrico mediante la combinación de diversos programas informáticos. De todos ellos, para la elaboración del aspecto gráfico del mismo emplearon exclusivamente AutoCAD. Lorca, Merino, Recio, Ocaña y Vicario (2005) implantaron por completo en su aula de Dibujo Técnico el programa AutoCAD para el desarrollo de todos los contenidos, tanto conceptuales como procedimentales. En ambas experiencias los resultados fueron positivos para el profesor y para los alumnos.

Gutiérrez (1991) también implementó una metodología para la enseñanza de geometría con el recurso de diferentes programas informáticos dependiendo del contenido a tratar. La aplicación de la metodología le permitió descubrir que los alumnos con dificultades de visualización espacial mejoraban esta habilidad al emplear el ordenador. Comparó además los resultados obtenidos con estudiantes que utilizaban exclusivamente objetos reales para el aprendizaje, constatando una mayor la evolución en los resultados de los alumnos que utilizaron el recurso informático, probablemente porque éste orientaba los giros de las figuras en posiciones preestablecidas, mientras

que con la figura real era el alumno el que debía realizar el giro de la misma, ejecutándolo de forma incorrecta en la mayoría de las ocasiones.

Es necesario insistir en el papel fundamental de las nuevas tecnologías como recurso a la hora de ofrecer escenarios de aprendizaje alternativos, insistiendo en la importancia de la coordinación de los mismos con un aprendizaje cooperativo. Goikoetxea y Pascual (2002) también insisten en esta misma idea de introducir las nuevas tecnologías en cualquiera de las modalidades de aprendizaje cooperativo mencionando la existencia de programas informáticos que permiten trabajar juntos a los estudiantes, hasta incluso recursos tan evidentes como internet y el correo electrónico.

Los problemas de visualización espacial pueden ser superados por el alumno mediante un aumento del entrenamiento en la disciplina. La aplicación, por tanto, de una metodología cooperativa apoyada con nuevas tecnologías permitirá que alumnos con carencias de visualización espacial puedan aprender y superar la asignatura con menos dificultad.

3. Objetivos de nuestro plan de trabajo

El objetivo principal de nuestra metodología consiste en conseguir que el alumno supere con éxito y sin dificultades la asignatura de Dibujo Técnico I mediante la aplicación de una metodología cooperativa apoyada en el uso de las Tecnologías de la Información, facilitando la inclusión en el aula de alumnos con dificultades de visualización.

Derivado de nuestro objetivo general se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Lograr que el alumnado sea capaz de aprender de modo autónomo y de resolver problemas relacionados con el planteamiento y desarrollo de un proyecto Técnico.
- Conseguir que el alumno desarrolle sus habilidades de relaciones interpersonales, siendo capaz de presentar una solución a un problema planteado y crear un debate con el resto del grupo sobre la citada solución.
- Lograr que los alumnos cumplan con los plazos de entrega de los trabajos, desarrollando la adquisición del compromiso ético entre todos los miembros del grupo.
- Lograr que los alumnos sean capaces de desarrollar su habilidad reflexiva, aplicando sus conocimientos a cualquier situación o problema planteado.

4. Metodología de trabajo

4.1. Contenidos

Todos los contenidos de la asignatura son desarrollados por el docente de forma lineal, partiendo de los conocimientos previos de los alumnos, continuando con las construcciones más sencillas hasta llegar a las más complejas, y finalmente desarrollando la aplicación de las mismas de forma que se puedan obtener soluciones gráficas de forma razonada. Este proceso lineal permite crear una continuidad, donde todos los conceptos aprendidos se aplican en la medida de lo posible en los contenidos nuevos que se vayan desarrollando.

Aplicamos la metodología cooperativas denominada "Aprender Juntos" (Johnson y Johnson, 1994) debido a su buena valoración como metodología de aprendizaje cooperativo y a su facilidad de implementación en la docencia del Dibujo Técnico. En todas las sesiones trabajamos una breve exposición de contenidos conceptuales, dando un mayor peso a continuación a los contenidos procedimentales, haciendo girar todo el proceso de aprendizaje en torno al "saber hacer" o "aprender a hacer".

Previo al inicio de cada actividad, el docente orienta a los alumnos para que sepan en todo momento a qué recursos deben acudir para resolver la tarea. El profesor pasa pues a actuar como gestor del conocimiento. Después los alumnos desarrollarán por grupos las actividades propuestas, según la metodología cooperativa adoptada, fomentando en todo momento la inclusión e integración en los grupos de aquellos alumnos con dificultades de visualización espacial. El docente potencia la colaboración y contribución global al proyecto, permitiendo que cada estudiante desarrolle en los diferentes grupos constituidos una tarea diferente a la realizada en su grupo anterior. Todos los proyectos realizados y en desarrollo se van recopilando en una carpeta destinada al grupo del proyecto.

Al terminar las actividades de un contenido determinado se plantea una reflexión con los alumnos en torno a los trabajos realizados, estableciendo conexión directa con los contenidos conceptuales. De esta forma se afianza la adquisición de contenidos por parte de todos los alumnos.

El primero de los contenidos a desarrollar en clase es el de la propia metodología de trabajo. Se expone a los alumnos la forma de organizar la asignatura. En esta sesión inicial se establecen los grupos que están formados por una media de 4-5 estudiantes. Se trata de grupos heterogéneos que reflejen las características generales del aula. Para ello se intentará que en el grupo haya estudiantes de diferentes géneros, diferentes aptitudes, grado de motivación, etc. (Marín y Blázquez, 2003). Los componentes de los diferentes grupos van

variando a lo largo del curso para cada actividad, evitando que puedan surgir ciertas rivalidades entre los diferentes miembros de los grupos.

Presentadas las bases, se explica a un nivel muy elemental los principales comandos para la manipulación del programa AutoCAD, dado que se pretende que el trabajo con el programa sea continuo durante todo el curso. Dentro de este contenido se estudian principalmente aspectos relacionados con la creación de un archivo, la edición de éste y su grabación. A continuación se expondrá el entorno principal del programa, ubicando los botones de comandos rápidos para el trazado (línea, circunferencia, punto, arco, borrado, etc), que permitirán la representación básica de formas y figuras planas. A lo largo del curso se van introduciendo en exposiciones muy breves nuevos comandos del programa conforme sean necesarios a la hora de realizar las actividades propuestas. Estas exposiciones se desarrollan durante la explicación de los contenidos conceptuales de la asignatura al inicio de las sesiones, y se avanza en ellos de modo paralelo a los contenidos de la misma.

Desarrollados estos dos primeros contenidos introductorios, se continúa avanzando en los contenidos de la asignatura reflejados en el apartado ulterior.

4.2. Actividades

Se describen a continuación, con carácter anual, las actividades realizadas a lo largo del curso. Estas actividades se desarrollan de modo paralelo a los contenidos conceptuales del inicio de cada clase. En conjunto todas ellas aúnan los cuatro elementos que Arrieta (2003) define como básicos de cualquier metodología que tenga como objetivo lograr la mejora de las capacidades visuales del alumno.

Actividad 1: El diseño asistido por ordenador.

Se propone en esta actividad que los miembros del grupo localicen al menos cinco formas geométricas que puedan representar con los conceptos aprendidos sobre el uso del programa AutoCAD. Cada uno de los miembros del grupo deberá llevar a cabo el trazado de una figura o forma diferente, que imprimirá a la escala adecuada al formato de la lámina de impresión. Las figuras escogidas serán consensuadas por todos los miembros del grupo. Asimismo todos los miembros colaborarán y asistirán al compañero que esté realizando el trazado informático en ese momento. Se realizan tantas láminas como miembros tenga el grupo.

Actividad 2: Arte y Dibujo Técnico.

Se propone que los miembros del grupo investiguen y decidan sobre al menos cinco expresiones artísticas (pintura, escultura, arquitectura, etc) que pertenezcan a corrientes artísticas diferentes a lo largo de la historia, analizando sus similitudes y diferencias. Los alumnos deben centrar su atención en identificar elementos geométricos

o perspectivas presentes en estas manifestaciones artísticas. Toda la información recabada se detallará en una memoria que se incluirá en el proyecto. Asimismo el grupo realizará un conjunto de láminas- una por forma geométrica o perspectiva- en la que representará la misma.

Actividad 3: Dibujo Técnico e ingeniería.

Los miembros del grupo investigan sobre las aplicaciones del Dibujo Técnico dentro del campo del diseño industrial, aportando 5 ejemplos diferentes de aplicación del Dibujo Técnico en este campo. Los alumnos diseñan un conjunto de láminas en las que incluyen una fotografía de los elementos o aplicaciones considerados con una descripción de los mismos.

Actividad 4: Trazados geométricos.

En esta actividad se asigna a cada uno de los miembros del grupo una pieza volumétrica y se realiza sobre ella una serie de ejercicios propuestos relacionados con la geometría plana. Se reparten tantas figuras como miembros tenga el grupo. Como mínimo, dentro del grupo habrá un prisma recto, una pirámide recta, un cilindro y un cono. Al menos una de estas dos últimas piezas será de tipo seccionada por un plano oblicuo, de manera que se obtenga una sección diferente a una circunferencia. Todos los miembros del grupo trabajan la pieza para resolver los ejercicios propuestos. Estos ejercicios se irán resolviendo paralelamente a los contenidos conceptuales de cada sesión. Las láminas a realizar se llevarán a cabo con técnicas húmedas una vez se hayan resuelto a lápiz los ejercicios y el profesor haya dado su visto bueno.

Actividad 5: Representación de figuras y normalización.

En esta actividad se propone a los alumnos desarrollar un proyecto en el que deben, mediante el proceso expuesto por el docente, definir una pieza volumétrica como si de un diseño de ingeniería se tratara.

Fase 1. Croquización y toma de datos. En primer lugar el profesor hace entrega a los alumnos de una serie de piezas talladas en madera que reúnan las condiciones adecuadas para el tratamiento de los contenidos a abarcar en esta actividad (tangencias, rectificaciones, identificación de rectas y planos característicos, etc). A continuación los alumnos representan a mano alzada y sobre papel milimetrado el croquis de las vistas principales de la figura, acotándolo según las normas establecidas. Para ello los alumnos medirán sobre la pieza con ayuda del calibre. La decisión sobre las vistas definitivas de la figura será consensuada por todo el grupo, así como las posibles secciones de la misma. La decisión deberá ser justificada en la memoria del trabajo.

Fase 2. Trazado de las vistas a escala. Una vez quede definida la pieza, los miembros del grupo van trazando éstas mediante el ordenador, diseñando una lámina en la que definan gráficamente el

objeto. Cada alumno realiza una lámina apoyándose en el croquis llevado a cabo por otro compañero del grupo, nunca en el croquis realizado por él mismo. Será decisión del grupo la escala a emplear, el diseño conjunto de cada lámina, etc.

Fase 3. Rectificación de curvas. En otra lámina los alumnos llevan a cabo la rectificación de al menos tres líneas curvas de la figura (circunferencias y semicircunferencias) a escoger por el grupo sobre cada una de éstas. El trazado se hará directamente con el ordenador.

Fase 4. Seguidamente los alumnos deben representar dos perspectivas de cada una de las figuras asignadas, una perspectiva isométrica y una perspectiva caballera. Se realizan dos láminas para el trazado con técnicas húmedas y otras dos láminas para el trazado con el ordenador. La memoria del proyecto debe incluir una breve comparativa de las dos perspectivas.

Fase 5. En la memoria del proyecto se incluyen, según el criterio europeo del sistema diédrico, una relación de: todos los planos y rectas características, intersecciones entre estos elementos, etc, que los alumnos identifiquen en cada una de las figuras, señalándolos correctamente en las perspectivas realizadas.

Actividad 6: Sistema de planos acotados.

En esta actividad se propone a los alumnos que mediante herramientas informáticas propuestas por el profesor tales como Google Maps, Oficina Virtual del Catastro, Geonet, etc, los alumnos localicen un inmueble de su localidad resuelto con una cubierta inclinada. Una vez fijado por consenso del grupo el inmueble, mediante las fotografías aéreas u ortofotos del mismo, los alumnos miden sobre dicha imagen el contorno de la cubierta con la herramienta informática y, a la escala adecuada al formato a utilizar, representando la cubierta del inmueble mediante el sistema de planos acotados. Las herramientas informáticas serán previamente explicadas por el docente. Realizado el trazado de la cubierta a lápiz, se diseñará en una lámina la cubierta del inmueble con técnicas húmedas. Finalmente se realizará esta misma lámina mediante su trazado con el ordenador realizando una sección vertical de la misma, indicando en ella todos sus elementos principales: intersecciones, líneas de máxima pendiente, planos, cumbreras, limahoyas, etc. Finalmente se contrastarán los resultados obtenidos con los datos de la ortofoto y de la fotografía exterior del inmueble, que se obtendrá igualmente mediante Google Maps o bien, para aquellos alumnos que lo prefieran, mediante una foto realizada por ellos. Las conclusiones se indicarán en una memoria de todo el trabajo realizado.

Actividad 7: El proyecto arquitectónico.

Se trata de una actividad sencilla con el objetivo de que los alumnos por grupos sean capaces de identificar los componentes

principales de un proyecto arquitectónico. De esta forma, a cada grupo se le hace entrega de un proyecto de ejecución completo de un inmueble sencillo: vivienda individual, edificio de pocas viviendas, etc. La tarea de los miembros del grupo consistirá en redactar una memoria en la que identifiquen cada uno de los elementos del proyecto según los contenidos conceptuales expuestos. Al mismo tiempo deberán realizar una valoración crítica exponiendo aquellos elementos que faltan o que no están definidos correctamente en el documento.

Actividad 8: Croquización a mano alzada.

Fase 1: Esta actividad se va a realizar en su primera fase en el exterior del aula, en alguna zona del centro donde el profesor habrá identificado una serie de partes del edificio para representar mediante croquis a mano alzada. Cada miembro del grupo debe representar un elemento diferente de esa parte general a representar, a modo de detalle arquitectónico, mediante su croquis acotado. Los miembros del grupo decidirán el reparto de las tareas.

Fase 2: En la segunda parte de la actividad, los alumnos tienen que poner en común la toma de datos de cada uno de los miembros del equipo, de forma que entre todos representen la parte del edificio asignada mediante su trazado con el ordenador, intercambiando con los compañeros el elemento croquizado y realizando la lámina correspondiente.

4.3 Evaluación

Para evaluar al alumnado es necesario tener en cuenta, no sólo los aspectos formales y el resultado obtenido en la puesta en práctica de la metodología, sino el contexto del aula analizando si los posibles problemas vienen de la propuesta o de un elemento externo.

En primer lugar el proceso evaluatorio lleva consigo un seguimiento del curso académico realizando una toma de datos por parte del docente, dentro de las cuales se reflejan, entre otras, las calificaciones obtenidas por los grupos a lo largo del mismo. Otro de los aspectos a observar será el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, tanto el general como los específicos. Del análisis de todos estos factores y de la evolución positiva o negativa de los mismos, realizaremos el siguiente paso del proceso evaluador.

En segundo lugar se analizan las partes de los factores observados que han evolucionado positivamente, acotando claramente los mismos y estableciendo un plan para continuar manteniendo el nivel de los resultados obtenidos a largo plazo.

En tercer lugar se analizan los elementos observados que no han avanzado de modo positivo con respecto al punto de partida inicial. Será necesario por tanto analizar el origen de esos factores, detectar en qué punto de la metodología se tratan y averiguar en qué han fallado.

Finalmente, detectado el origen de los fallos de la metodología, será necesario llevar a cabo una propuesta de corrección de las mismas, reforzando aquellos aspectos que no son desarrollados completamente o no se implementaron de forma apropiada.

5. Conclusión y valoración personal

La implementación de la presente metodología repercute decisivamente en dos conceptos que hemos desarrollado a través del presente estudio. El primero de ellos es el ahorro de tiempo en las exposiciones de contenido conceptual gracias al recurso ya descrito. Como consecuencia de ello los alumnos disponen de mucho más tiempo para el desarrollo de las actividades y por tanto, en consecuencia, para ejercitar sus capacidades de visualización espacial, lo que traerá consigo una mejora de las mismas en aquellos alumnos con carencias iniciales, según ya se indicó en apartados anteriores. El segundo de los beneficios de la metodología propuesta consiste en la integración del alumno dentro del grupo. Es obvio que si el alumno con capacidades de visualización espacial inferiores se integra en un grupo de trabajo en el que tiene que colaborar con el grupo para el logro de un objetivo común, éste se verá más motivado y apoyado por los compañeros que si trabaja de forma independiente, situación esta última en la que puede incluso abandonar la tarea en caso de frustración.

No obstante, hemos detectado algunos puntos débiles y dificultades en la puesta en práctica de nuestro plan de trabajo. Al margen de cuestiones económicas, uno de los inconvenientes encontrados en nuestra docencia es la lentitud en el avance del programa de la asignatura. La metodología cooperativa se presta a una mayor dilatación en el tiempo a la hora de realizar las actividades. Por tanto, es importante que el docente sea riguroso con la programación, estableciendo un mayor control sobre el tiempo en el aula.

Por otro lado, las presentaciones dinámicas multimedia pueden plantear ciertas dificultades a la hora de su implantación por primera vez. Una de las limitaciones de esta metodología es la gran inversión de tiempo inicial que requiere; una vez implantado el plan de trabajo, el docente tendrá que analizarlo introduciendo mejoras, detectando fallos, ampliando su contenido, etc.

La implementación de una metodología cooperativa en un aula de Dibujo Técnico puede parecer a priori una tarea difícil de llevar a cabo dadas las características propias del aprendizaje de la asignatura. En un principio puede acarrear más dificultades que éxitos, pero con la experiencia de su aplicación se consiguen superar los escollos iniciales.

Todo ello permitirá que el docente pueda seguir investigando y ampliando la metodología con la intención de mejorarla día a día, beneficiando a los alumnos de años posteriores, dado el enfoque significativo de las actividades propuestas.

Bibliografía

- Alonso, J. A., Troncoso, J. C., Pérez, M. y González, J. L. (2005). Usabilidad de las herramientas CAD .Consideraciones sobre el uso de los programas de CAD en la docencia del Dibujo Técnico. Ponencia presentada en *De la tradición al futuro: Congreso Internacional Conjunto XVII Ingegraf-XV ADM*, Sevilla.
- Arrieta, M. (2003), Capacidad espacial y educación matemática: tres problemas para el futuro de la investigación. *Educación matemática*, 15(3), 57-76.
- Arrieta, M. (2006). La capacidad espacial en la educación matemática: estructura y medida. *Educación matemática*, 18(1), p. 122. <http://www.redalyc.org/pdf/405/40518105.pdf> [Consultado 23/02/2014]
- Blanco, M., Martín A., Prádanos, R., Rodríguez, Q., Sanz, J., Parra, E., Sanmartín, M. y Serrano, J. (2005). Estudio del sistema diédrico mediante un tutorial multimedia. Ponencia presentada en *De la tradición al futuro: Congreso Internacional Conjunto XVII Ingegraf-XV ADM*, Sevilla.
- Conesa, J., Company, P. y Gomis, J. M. (2005). La estructura del aprendizaje en el contexto de los sistemas CAD. Ponencia presentada en *De la tradición al futuro: Congreso Internacional Conjunto XVII Ingegraf-XV ADM*, Sevilla.
- Coll, C. (1984). Estructura grupal, interacción entre alumnos y aprendizaje escolar. *Infancia y aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 27/28, 119-138.
- Collados, E. (2010). La enseñanza del Dibujo a través de los libros de texto de educación obligatoria publicados en España (1915-1990): estudio bibliométrico de contenidos. *Revista de educación*, 352, 517-544.
- Fernández del Haro, E. (2013). El trabajo en equipo mediante aprendizaje cooperativo. *Curso de tutoría y orientación en la educación superior*. Universidad de Granada. Recuperado de: http://calidad.ugr.es/tutoria/materiales_asistentes/aprendizaje-cooperativo-en-grupos [Consultado 30/01/2014]
- León, B., Felipe, E., Iglesias, D. y Latas, C. (2011). El aprendizaje cooperativo en la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista de Educación*, 354, 715-729.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in science and mathematics: An educational approach*. Dordrecht: Reidel.
- Gardner, H. (1998). A multiplicity of intelligences. *Scientific American*, 9(4), 19-23.
- Gardner, H. (2011). *Educación artística y desarrollo humano*. Barcelona: Paidós.
- Gavilán, P. y Alario, R. (2012). Efectos del aprendizaje cooperativo en el uso de estrategias de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 60/2. Recuperado de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/4997Gavilan.pdf> [Consultado 23/02/2014]
- Gracia, F. (2004). La geometría vista a través de la intuición espacial, Ponencia presentada en *Jornadas de Educación Matemática de la Comunidad Valenciana*, Alicante. <http://www.ua.es/personal/SEMCV/Actas/IIJornadas/pdf/Part31> [Consultado el 18/02/2014]

- Goikoetxea, E. y Pascual, G. (2002). Aprendizaje cooperativo: bases teóricas y hallazgos empíricos que explican su eficacia. *Revista Educación XX1*, 5, 227-247.
- Gonzato, M., Fernández Blanco, T. y Díaz Godino, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial, *Números: Revista didáctica de las matemáticas*, 77, 99-117.
- Gutiérrez, A. (1991). Procesos y habilidades en visualización espacial. Ponencia presentada en el *III Congreso Internacional sobre Investigación en Educación Matemática: Aritmética*, Valencia, 44-59.
- Johnson, D. W., Maruyama, G., Johnson, R., Nelson, D. y Skon, L. (1981). Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 89(1), 47-62.
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1994). *Learning together and alone: cooperative, competitive and individualistic learning*. Boston: Allyn & Bacon.
- Johnson D., Johnson R. y Olubec, J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Buenos Aires: Editorial Paidós Educador.
- Lara, S. (2001). Una estrategia eficaz para fomentar la cooperación. *Estudios sobre educación*, 1, 99-110.
- Larena, B. (2005). Didáctica de las artes visuales sustentada en la propuesta de las inteligencias múltiples de Howard Gardner: experiencia aplicada en un primer año medio de la Comuna de Concepción. *Revista Ingeniería Industrial*, 1, p. 76.
- Lorca, P. J., Merino, M., Recio, M., Ocaña, R. y Vicario, J. (2005). Sustitución de las herramientas tradicionales de dibujo por el CAD en las asignaturas de expresión gráfica. Experiencia docente. Ponencia presentada en *De la tradición al futuro: Congreso Internacional Conjunto XVII Ingegraf-XV ADM*, Sevilla.
- Lowenfeld, V. y Brittain, W. L. (2008). *Desarrollo de la capacidad intelectual y creativa*. Madrid: Síntesis.
- Marín, S. y Blázquez, F. (2003). *Aprender cooperando. El aprendizaje cooperativo en el aula*. Mérida: Junta de Extremadura.
- Navarro, R., Saorín, J. L., Contero, M. y Conesa, J. (2004). El dibujo del croquis y la visión espacial: su aprendizaje y valoración en la formación del ingeniero a través de las nuevas tecnologías. Ponencia presentada en *XII Congreso Internacional de Innovación Educativa*, Barcelona. <http://www.regeo.uji.es/publicaciones/NSCC04.pdf> [Consultado el 03/02/2014]
- Ochaíta, E. (1983). La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial, *Estudios de Psicología*, 14-15, 93-108.
- Piaget, J. (2001). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Crítica.
- Pérez Carrión, T., Serrano Cardona, M., Díaz, M. C., Tomás Jover, R. y Sentana, E. (2002). El desarrollo de la percepción espacial en la formación de los alumnos de estudios técnicos universitarios. Ponencia presentada en *XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, Santander.
- Prentiss, B. W. (1972). *A study of the effect of the teaching of perspective on the drawing quality of children in the 5th, 7th and 9th grades*. Nueva York: Cornwell University.
- Prieto, G. y Velasco, A. D. (2008). Entrenamiento de la visualización espacial mediante ejercicios informatizados de dibujo técnico. *Psicología Escolar e Educativa*, 12(2), 309-317.
- Prieto, G., Velasco, A., Arias-Barahona, R. Anido, M., Núñez, A. M. y Có, P. (2008). ¿Mejora la visualización espacial con el aprendizaje del dibujo técnico?, *Revista Mexicana de Psicología*, 25(1), 175-182.
- Serrano, M. F. (ed.) (2012). *Aprendizaje cooperativo en contextos universitarios*. Murcia: Editum.
- Valín, A., Álvarez, S. y Esandi, M. (2006). Microgrupos de corta duración como estrategia de aprendizaje cooperativo. Ponencia presentada en el *XVIII Congreso*

Internacional de Ingeniería Gráfica, Barcelona. Recuperado de: <http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicacion17015.pdf> [Consultado 02/02/2014].

Marina Gacto Sánchez DNI: 48500729-P mgacto@ucam.edu

Doctora europea en Historia del Arte por la Universidad de Murcia, ha trabajado en el Museo Británico de Londres y en el Museo Reina Sofía de Madrid. También ha colaborado con instituciones culturales y centros de investigación de ámbito internacional como el Zentralinstitut fur Kunstgeschichte en Munich y el Indianapolis Museum of Art. Es autora de varios artículos científicos y ha participado en diferentes congresos de ámbito nacional e internacional. Es especialista en temas derivados de la educación en artes y en la actualidad imparte docencia en los Grados de Educación Infantil, Primaria y Máster de Formación del Profesorado en la Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Jorge Juan Albaladejo Romero DNI: 45564421-H
jorge_juan_albaladejo@outlook.es

Ingeniero Técnico por la Universidad de Alicante e Ingeniero de Edificación por la Universidad Camilo José Cela de Madrid. Ha sido profesor de Matemáticas, Artes Plásticas y Dibujo Técnico en el Colegio Diocesano Santo Domingo de Orihuela y ha cursado diversos programas de formación en Artes y Educación, completando el Máster en Formación del Profesorado en su especialidad "Expresión Artística y Dibujo" en la Universidad Católica San Antonio de Murcia.