



Universidad Internacional de La Rioja

**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

# Uso de las herramientas de diseño CAD en el área de Tecnología en centros de Secundaria de Jaén

**Presentado por:** Francisco Díaz Uceda  
**Línea de investigación:** Tecnología de la Información y  
Comunicación (TIC)

**Director/a:** Francisco Javier Almeida Martínez

**Ciudad:** Jaén

**Fecha:** Enero de 2013

INDICE

<a href="#"><u>Resumen.</u></a>	. . . . .	. 3
<a href="#"><u>Abstract.</u></a>	. . . . .	. 4
<a href="#"><u>1. Introducción.</u></a>	. . . . .	. 5
<a href="#"><u>1.1. Justificación.</u></a>	. . . . .	. 6
<a href="#"><u>1.2. Objetivos.</u></a>	. . . . .	. 7
<a href="#"><u>1.2.1. Objetivo general.</u></a>	. . . . .	. 7
<a href="#"><u>1.2.2. Objetivos secundarios.</u></a>	. . . . .	. 7
<a href="#"><u>1.3. Metodología.</u></a>	. . . . .	. 8
<a href="#"><u>1.4. Hipótesis.</u></a>	. . . . .	. 9
<a href="#"><u>1.5. Organización de la memoria.</u></a>	. . . . .	. 10
<a href="#"><u>2. Marco teórico.</u></a>	. . . . .	. 11
<a href="#"><u>2.1. Antecedentes.</u></a>	. . . . .	. 11
<a href="#"><u>2.2. Trabajos relacionados.</u></a>	. . . . .	. 12
<a href="#"><u>2.3. Tipos de herramientas CAD.</u></a>	. . . . .	. 15
<a href="#"><u>2.4. Características de las herramientas CAD.</u></a>	. . . . .	. 16
<a href="#"><u>2.5. Clasificación de las herramientas CAD.</u></a>	. . . . .	. 18
<a href="#"><u>2.5.1. Herramientas CAD para entornos profesionales.</u></a>	. . . . .	. 19
<a href="#"><u>2.5.2. Herramientas CAD para entornos educativos.</u></a>	. . . . .	. 21
<a href="#"><u>2.6. Ventajas de los programas CAD 3D respecto a los 2D.</u></a>	. . . . .	. 23
<a href="#"><u>2.7. Impacto educativo de las herramientas CAD.</u></a>	. . . . .	. 25
<a href="#"><u>2.8. El diseño CAD en el currículo de Secundaria.</u></a>	. . . . .	. 27
<a href="#"><u>3. Estudio preliminar.</u></a>	. . . . .	. 29
<a href="#"><u>3.1. Diseño del Estudio.</u></a>	. . . . .	. 29
<a href="#"><u>3.2. Proceso de obtención de datos.</u></a>	. . . . .	. 30
<a href="#"><u>3.3. Instrumentos de investigación.</u></a>	. . . . .	. 30
<a href="#"><u>3.4. Resultados.</u></a>	. . . . .	. 31
<a href="#"><u>3.4.1.- Resultados de las encuestas realizadas al alumnado.</u></a>	. . . . .	. 31
<a href="#"><u>3.4.2.- Resultados de las encuestas realizadas al profesorado.</u></a>	. . . . .	. 39
<a href="#"><u>3.5. Análisis y discusión de los resultados.</u></a>	. . . . .	. 43
<a href="#"><u>4. Propuesta de aplicación de herramientas CAD en la enseñanza Secundaria.</u></a>	. . . . .	. 48
<a href="#"><u>5. Conclusiones y trabajos futuros.</u></a>	. . . . .	. 56
<a href="#"><u>6. Bibliografía.</u></a>	. . . . .	. 58
<a href="#"><u>7. Anexos.</u></a>	. . . . .	. 60

*“El secreto de la sabiduría, del poder y del conocimiento es la humildad”.*

Ernest Hemingway (1896-1961). Escritor estadounidense.

## RESUMEN

No hace tanto tiempo que los ingenieros, arquitectos o delineantes dibujaban encima de una mesa o tablero de dibujo, con instrumentos tradicionales: regla, lápiz, escuadra, cartabón, plantillas, escalímetros, etc. Los cambios se hacían sobre el mismo plano, introduciendo revisiones, y si el cambio era muy grande, había que repetir el plano de nuevo.

A partir de los años 50 se empiezan a usar en EE.UU. los ordenadores como herramientas de dibujo, apareciendo los primeros programas de diseño CAD (Computer Assisted Design, diseño asistido por ordenador).

Hoy día la utilización del ordenador se ha extendido de tal modo que en la realización de dibujos se ha vuelto imprescindible el uso de herramientas CAD. Los útiles de dibujo han quedado obsoletos con la aparición y desarrollo de potentes programas de diseño y dibujo, que incorporan toda clase de herramientas, utilidades y asistentes para realizar complejos dibujos.

Dada la importancia creciente de las aplicaciones CAD 3D en el diseño industrial y la investigación científica, estas herramientas están ganando terreno de forma progresiva a las aplicaciones de CAD 2D, y se están implantando cada vez más en empresas e instituciones.

El estudio pretende averiguar si se ha producido el mismo cambio en el entorno escolar, es decir, si los estudiantes de secundaria siguen usando aplicaciones CAD 2D en sus proyectos y trabajos, o se están implantando soluciones de CAD 3D.

También se pretende demostrar que herramientas novedosas tales como Sketchup, FreeCAD, SolidEdge o incluso juegos de simulación, mejoran el interés, el rendimiento, la imaginación y la motivación de los alumnos/as por aprender a diseñar.

**Palabras clave:** Software de Diseño, Entornos de aprendizaje, Herramientas CAD, CAD 3D, CAD 2D, Sketchup, FreeCAD, SolidEdge, Simuladores.

## **ABSTRACT**

Not for so long that engineers, architects or designers drew on a table or drawing board, with traditional instruments: ruler, pencil, square, bevel, templates, scales, etc. Changes were made on the same plane, introducing revisions, and if the change was very large, they had to repeat the plane again.

From the 1950s, they begin to use (in the United States) computers as tools for drawing, appearing the first CAD (Computer assisted Design).

Today, the computers has are extended in such a way that in the realization of drawings has become essential to the use of CAD tools. Drawing tools have become obsolete with the emergence and development of powerful programs in design and drawing, which incorporate all sorts of tools, utilities and wizards to perform complex drawings.

Given the growing importance of CAD 3D applications in industrial design and scientific research, these tools are gaining ground gradually to 2D CAD applications, and are they being implemented more and more in companies and institutions.

The study aims to find out if the same change occurred in the school environment, i.e., if high school students are still using 2D CAD applications in their projects and work, or are implementing 3D CAD solutions.

It also aims to demonstrate novel tools such as SketchUp, FreeCAD, SolidEdge or simulation games, enhance the interest, performance, imagination and motivation of students to learn to design.

**Keywords:** Design software, Environments for learning, CAD tools, CAD 3D, 2D CAD, Sketchup, FreeCAD, SolidEdge, Simulators.

## 1.- INTRODUCCIÓN

Se define el “diseño asistido por ordenador” como un conjunto de herramientas informáticas que tienen por objetivo ayudar al técnico en la realización física de los planos de un proyecto o prototipo. Para la utilización óptima de estos sistemas es necesario tener conocimientos básicos de dibujo y diseño y además poseer conocimientos básicos de informática (Domínguez y Espinosa, 2002).

Un sistema de dibujo asistido, que sustituye al tablero de delineación, suele estar integrado en un sistema de diseño asistido, que da un paso más incorporando herramientas de ayuda en el proceso de diseño, para realizar cálculos, simulaciones, etc. (Domínguez y Espinosa, 2002).

Hay que destacar la importancia que tienen actualmente los programas CAD (*Computer Aided Design*) en la mejora de la productividad de las empresas. Las herramientas CAD han supuesto una verdadera revolución en la forma de trabajar y diseñar para los ingenieros, arquitectos, creadores y diseñadores en general. Son herramientas en continua evolución y mejora (Sanz y Blanco, 2002).

Además han abierto una serie de nuevos campos en el diseño. Ya no se trata solo de diseñar un objeto, sino de fabricarlo con ayuda de herramientas CAM (Siglas de *Computer Aided Manufacturing*, Fabricación Asistida por Ordenador), que consiste en el uso de ordenadores y programas para controlar los procesos de fabricación y el ajuste de maquinaria (Sanz y Blanco, 2002).

Esta revolución, debe suponer un cambio drástico en los métodos y herramientas de enseñanza del diseño y del dibujo técnico en nuestras escuelas. El profesorado debe adaptarse a los nuevos entornos tecnológicos mediante la formación continua y la innovación en nuevos métodos de enseñanza. Nuestra sociedad necesita personas formadas en las nuevas tecnologías y que conozcan las herramientas que se usan en las empresas y organizaciones competitivas. El alumnado es sensible a estos cambios, y demanda una formación de calidad, que elimine viejos patrones, métodos obsoletos y herramientas en desuso o que ya no tienen vigencia en la sociedad actual.

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

El proceso de elección comienza por la selección de un tema relacionado con las TIC's en la educación, dada la importancia que estas están teniendo actualmente en nuestra sociedad. Sin embargo, este tema es tan amplio, que es necesario delimitar su alcance al área de Tecnología. Dentro de la asignatura de Tecnología existen numerosos contenidos que son susceptibles de la realización de un estudio. El Dibujo Técnico es una de las habilidades que deben adquirir los alumnos.

El dibujo técnico es una materia compartida con la asignatura de Educación Plástica y Visual, que desarrolla también estos contenidos de forma más concreta y centrada especialmente en el uso de útiles de dibujo y métodos de dibujo tradicionales. Desde este punto de vista, el enfoque en el que se ha centrado este trabajo, está relacionado con el uso de herramientas CAD aplicadas a la creación de modelos en tecnología para el desarrollo de lo que es el eje principal de la asignatura, “El Proceso Tecnológico” y “El Método de Proyectos”.

*“Si el investigador no sabe formularse las preguntas específicas de cuya respuesta obtendrá la definición de su problema, no estará en posibilidades de llegar al planteamiento adecuado de su hipótesis”* (González Reyna, 1994). Por tanto, la clave está en formularse las preguntas adecuadas.

La cuestión era saber si los alumnos de secundaria están usando estas herramientas CAD, en qué grado, qué tipo de herramientas se usan en secundaria y sobre todo, como se usan esas herramientas CAD. A partir de esta cuestión se plantea el título de este estudio como *“Uso de las herramientas de diseño CAD en el área de Tecnología en centros de Educación Secundaria de Jaén”*.

La perspectiva del profesorado también se ha tenido en cuenta en este estudio, tratando de analizar la influencia y la participación del profesorado en la aplicación de estas tecnologías en el aula. Llevar a cabo un estudio de este tipo puede suponer un largo tiempo de elaboración. Por ello, era necesario delimitar la investigación, centrándola en dos grupos de alumnos de 4º de ESO de dos institutos de la ciudad de Jaén.

## 1.2. OBJETIVOS

Este trabajo pretende hacer un estudio sobre el uso de las herramientas CAD en la Enseñanza Secundaria, especialmente el uso de programas CAD 3D, que suponen un salto cualitativo considerable respecto a los programas CAD 2D. Para ello se van a analizar dos centros de Secundaria y Bachillerato en la ciudad de Jaén. El estudio toma en consideración dos fuentes principales:

- El alumnado como receptor y usuario final de esta herramientas CAD. Teniendo en cuenta sus necesidades, sus conocimientos previos, sus motivaciones y sus características principales.
- El profesorado como motor principal del cambio y de las innovaciones en los métodos de enseñanza y en el uso y aplicación de las herramientas necesarias para la adecuada formación en diseño y en dibujo técnico.

### 1.2.1. Objetivo general

El objetivo general es estudiar los beneficios de la enseñanza y uso de las herramientas CAD en dos grupos de alumnos de 4º curso de Educación Secundaria. Se trata de saber si los alumnos utilizan herramientas CAD, cuales son las más usadas, y qué tipo de actividades realizan con ellas.

### 1.2.2. Objetivos secundarios

Toda investigación nace con un fin, en nuestro caso lo que se espera es alcanzar algún grado de conocimiento sobre el uso de las herramientas CAD por alumnos de Secundaria. Los objetivos secundarios responden a la pregunta ¿para qué queremos saber esto?. Una respuesta a esta pregunta sería: “para plantearnos mejoras en el proceso de enseñanza/aprendizaje”. Algunos objetivos secundarios:

- Estudiar las herramientas CAD más apropiadas para los entornos de enseñanza en secundaria.
- Estudiar las metodologías de enseñanza-aprendizaje más novedosas y eficaces en la enseñanza del diseño CAD.

- Conocer las técnicas más empleadas por los profesores en la enseñanza del diseño asistido por ordenador en los centros de secundaria.
- Describir la actividad de diseño en 3D como un proceso de innovación curricular.
- Analizar las opiniones de profesorado y alumnado en el desarrollo de la actividad.
- Comprobar la funcionalidad de las herramientas CAD en el desarrollo de proyectos en el área de tecnología.
- Analizar la implicación del uso de herramientas CAD en el desarrollo de las competencias básicas.

### 1.3. METODOLOGÍA

La metodología que se ha empleado en este trabajo de investigación es tanto cualitativa como cuantitativa. Desde la metodología cualitativa se trata de obtener información relevante sobre la utilidad y funcionalidad de las herramientas CAD, desde el punto de vista del alumnado y del profesorado. A través de la metodología cuantitativa se pretende:

- Poder examinar los datos de forma numérica y estadística.
- Fundamentar los hechos, prestando poca atención a la subjetividad de los individuos.
- Hacer una representación parcial de la realidad y proyectarla al resto de la población.
- Tratar de llegar a unas conclusiones a partir del análisis de los datos obtenidos.

El método consiste en un estudio de campo, a través de encuestas con preguntas concretas a los alumnos y entrevistas con el profesorado de tecnología. En un principio se consideraron para la realización de este estudio seis institutos de Jaén, realizándose visitas personales y envío de las encuestas a través de correo electrónico, pero por razones ajenas al investigador, solo han participado dos grupos alumnos de 4º de ESO de dos centros. En cambio, han participado profesores de cinco centros.

El proceso de investigación comprende una serie de fases principales, entre ellas: elección del tema, plan de trabajo, registro, clasificación de la información y redacción del trabajo (González Reyna, 1994).

La metodología seguida en este estudio, comprende una planificación del trabajo a realizar, una recopilación del material, clasificación de los datos obtenidos, la redacción y revisión preliminar, la redacción definitiva y la revisión final.

#### 1.4.- HIPÓTESIS

Las hipótesis nos indican lo que estamos buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado formuladas a manera de proposiciones. Pueden ser más o menos generales o precisas e involucran a dos o más variables (Hernández, Fdez y Baptista, 1997).

Las hipótesis van a sugerir los métodos y las técnicas de investigación, según González Reyna (1994). Las hipótesis que se van a considerar en este estudio son las siguientes:

- La mayoría de las herramientas CAD utilizadas en los centros de secundaria son de CAD 2D.
- El uso de herramientas CAD 3D está muy poco extendido en las escuelas de secundaria.
- El uso de herramientas CAD 3D mejora el interés y la motivación en el aprendizaje del dibujo técnico respecto a los programas de CAD 2D.
- Los programas de diseño CAD 3D son más intuitivos y fáciles de aprender que los programas CAD 2D.
- El uso de las herramientas CAD 3D aumenta la creatividad y la visión espacial del alumnado.
- La formación del profesorado en herramientas CAD 3D aumenta su implicación en la incorporación de éstas en los procesos de enseñanza.
- Los alumnos que usan las herramientas CAD 3D comprenden mejor los contenidos curriculares del dibujo y diseño, especialmente las perspectivas y las vistas de alzado, planta y perfil.

## 1.5.- ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA.

En este apartado se realiza una breve descripción del contenido de los diferentes apartados de este estudio.

En el capítulo 2 se describe el marco teórico en el que fundamenta este trabajo de investigación. En el primer apartado se mencionan los antecedentes históricos en la evolución de los programas CAD. En el siguiente apartado se hace un estudio de los trabajos relacionados, que ha servido de apoyo en la realización de este estudio. En el siguiente apartado se describen los tipos de herramientas CAD.

Después se detallan las características que deben tener los programas CAD para entornos profesionales y las características para entornos educativos. En el siguiente apartado se hace una clasificación de las principales herramientas CAD 2D y 3D para entornos profesionales y para entornos educativos. Después se analizan las ventajas que tienen las herramientas CAD 3D sobre los programas CAD 2D. En el siguiente apartado se hace una valoración del impacto educativo de las herramientas CAD. Y se finaliza el capítulo con las referencias y relaciones del diseño asistido con el currículo de Secundaria.

En el capítulo 3 se describe el estudio preliminar llevado a cabo en esta investigación. Se detalla cómo se ha realizado el diseño del estudio, el procedimiento que se ha seguido, los instrumentos de investigación que se han utilizado, los resultados obtenidos clasificados y agrupados para el alumnado y para el profesorado, y por último se realiza un análisis de los resultados obtenidos.

En el capítulo 4 se realiza una propuesta de aplicación de las herramientas CAD en Secundaria, mediante el uso de herramientas CAD recomendadas para diferentes unidades didácticas de 2º, 3º y 4º curso de E.S.O.

En el capítulo 5 se establecen las conclusiones a las que se ha llegado en este estudio, y se proponen futuras líneas de investigación relacionadas.

## 2.- MARCO TEÓRICO

Para Hernández, et al., (2003), el marco teórico “implica analizar teorías, investigaciones y antecedentes que se consideren válidos para el encuadre del estudio”. En este capítulo se analizan una serie de trabajos y conceptos relacionados con la enseñanza de las herramientas CAD que sirven de orientación en el estudio.

### 2.1.- ANTECEDENTES

El primer CAD data de los años 50 para las Fuerzas Aéreas de USA. En los 60, los sistemas CAD se utilizaron para diseñar espacios interiores de oficinas. En 1968 estaban ya disponibles los sistemas CAD 2D (muy básico, tal y como lo entendemos hoy en día). Estos sistemas funcionaban en terminales de grandes ordenadores (*mainframes*) (Baldasano et al, 2001).

A principios de la década de los 70 varias compañías empezaron a ofrecer sistemas de diseño/dibujo automatizado. Muchos de los productos y firmas más conocidas en la actualidad tuvieron sus inicios en este periodo. Algunos de estos nombres incluyen CATIA y CADLink (Baldasano et al, 2001).

En los años 80 aparece Autodesk con el objetivo de crear un programa de CAD que funcione sobre un PC. En poco tiempo Autocad llegó a ser el programa más popular de CAD. Muchos otros programas de compañías diversas siguieron la misma senda. Durante esta década, los programas de CAD se utilizaban básicamente para desarrollos de ingeniería (Baldasano et al, 2001).

En los años 90 se generalizan las visualizaciones en 3D. Autocad versión 12 se convierte en el programa de CAD sobre Windows más vendido. A mediados de los 90 aparecen muchos programas de CAD para una gran variedad de usos y aplicaciones.

A finales de los 90 mucha gente utiliza ya los programas de CAD de forma habitual, pero hay todavía una gran lucha por atraer la atención de los usuarios. Se desarrollan programas mejores para satisfacer las necesidades crecientes de la

industria. Se desarrollan también muchos programas sencillos de CAD. Los programas de CAD 3D abundan en el mercado. Se ofrecen soluciones a segmentos verticales aportando soluciones específicas para cada uno de ellos: construcción, ingeniería civil, mecánica, fabricación, etc (Baldasano et al, 2001).

Hay que distinguir entre un sistema de dibujo asistido, sustituto del tablero de delineación, y un sistema de diseño asistido, herramienta de apoyo en las tareas de diseño industrial realizadas por un técnico o ingeniero (Domínguez y Espinosa, 2002).

Existe cierta confusión cuando se asocia indiscriminadamente el concepto de CAD tanto con el dibujo como con el diseño asistido por ordenador. Hay numerosos programas de dibujo, como por ejemplo el famoso CorelDRAW, OpenOffice Draw, que son magníficos programas de dibujo pero que no son CAD propiamente dichos.

Normalmente se asocia, el dibujo y diseño asistido por ordenador con los sistemas CAD (Computer Aided Design). La matización conceptual importante que nos determinará la clasificación entre programas de dibujo asistido por ordenador (D de Drafting) y programas de diseño asistido por ordenador (D de Design), viene determinada por el análisis de los sistemas CAD dentro del marco CIM (Computer Integrated Manufacturing) (Domínguez y Espinosa, 2002).

## 2.2.- TRABAJOS RELACIONADOS

Existen pocas referencias relacionadas con el uso de programas CAD en la Educación Secundaria. A continuación se describen algunas investigaciones que han sido consideradas como antecedentes en la elaboración de este trabajo, y que tienen cierta vinculación con el uso de herramientas CAD en la enseñanza.

En el artículo de Baldasano (2001) se hace un repaso a la evolución histórica de los programas CAD desde sus inicios y se intenta dar una proyección de futuro con especial énfasis en las aplicaciones de realidad virtual (RV) que tratan de llevar el mundo real al ordenador mediante simulaciones de entornos virtuales. Este trabajo ha servido de referencia en la elaboración de los antecedentes.

El trabajo de La Cruz y Casariego (2007) ofrece una visión de cómo el sistema educativo está cambiando con la aparición de herramientas tecnológicas relacionadas con las TIC's, que han mejorado y facilitado el cálculo y el diseño. La metodología utilizada es de tipo documental y el objetivo principal es plantear como las tecnologías aplicadas a la educación contribuyen a elevar el nivel de preparación y capacitación de los estudiantes en función del conocimiento y del aprendizaje.

El uso de las TIC's no debe ser una obligación, sino una necesidad para lograr un mayor nivel de desarrollo de los estudiantes en capacidades y en igualdad.

El artículo de Vázquez (2012) presenta una investigación contextualizada en un centro de enseñanza secundaria de la provincia de Toledo en el que se analiza el diseño de una actividad de simulación robótica para el desarrollo de competencias básicas de forma transversal e interdisciplinar entre las materias de Tecnología, Lengua española, Lengua inglesa y Educación Plástica y Visual.

Para su diseño y desarrollo se utilizaron cuatro herramientas 2.0 gratuitas que sirvieron de soporte al desarrollo de competencias básicas: Google Sketchup, Prezi, Glogster y Windows Movie Maker. Se ha seleccionado este artículo porque está aplicado a la ESO, y además se utiliza una herramienta de diseño CAD 3D como es Sketchup.

En el artículo de Méndez (2000) se describe qué se enseña, cuándo y cómo, y los resultados. Aunque está aplicado a la enseñanza universitaria, podemos ver que se tratan temas relacionados con la enseñanza, el aprendizaje, el diseño, la modelación, etc.

El trabajo de Morelli (2000) presenta nuevas propuestas que resuelven las dificultades de aprendizaje que plantean las herramientas CAD cuando se diseñan sólidos, que se apoyan en dos herramientas didácticas. Una de ellas es teórica: la reflexión crítica posterior a la generación automática del plano. La otra herramienta es práctica: el uso de prototipos rápidos, modelados en plástico ABS por impresoras 3D, como ayuda para la visualización y comprensión espacial de los objetos diseñados.

Este trabajo se ha seleccionado por sus interesantes propuestas didácticas relacionadas con el diseño y modelado con herramientas 3D. Teniendo en cuenta

como dice Morelli (2000) que la tendencia actual en la industria es suprimir la realización de los planos en 2D y pasar directamente del modelo tridimensional a la fabricación del producto, sería innecesario enseñar a nuestros alumnos la laboriosa tarea de dibujar planos de vistas 2D del objeto, que se puede dejar a cargo de las máquinas.

Lo que deben saber nuestros alumnos/as es interpretar las vistas 2D que corresponden a un modelo tridimensional y viceversa. Por tanto, sería más lógico que centráramos nuestra labor educativa en enseñar al alumnado a desarrollar su imaginación y creatividad usando toda la potencia de las herramientas CAD 3D.

Beltrán (2010) en su artículo sobre el sistema diédrico, realiza un estudio contrastado de distintas técnicas didácticas con diferentes muestras de alumnos, en donde se han utilizado espacios tridimensionales reales y tangibles, con un material didáctico especialmente diseñado para la enseñanza del sistema diédrico. Se han seleccionado sus cualidades más relevantes, vistos los resultados obtenidos, para ofrecer modelos en el diseño, la configuración o la elección del software.

Lo interesante de este trabajo es que contrasta tres métodos y técnicas educativas: a) *la tradicional* que recurre al trazado en la pizarra de las vistas y las perspectivas, b) *con maquetas y soportes multimedia no informáticos*, donde se utiliza un triedro de planos abatibles que pueden girar y donde se proyectan las sombras de modelos hechos de alambre, y c) *con medios informáticos* donde se utilizan una cámara de video y un proyector para proyectar las vistas de la cámara.

Los resultados mejores se obtienen en los b) y c) donde se utilizan ayudas 3D sobre espacios tridimensionales reales y tangibles con sombras y proyecciones, de lo cual se deduce que con herramientas de modelado 3D se obtendrían también mejores resultados que con el método tradicional, al incorporar herramientas con efectos fotorealistas y de simulación de realidad virtual.

En el trabajo de Chung (2009) se hace una clasificación de los tipos de software existentes actualmente en dibujo y diseño CAD, en función de las nuevas herramientas, capacidades y conceptos que han ido desarrollando estos programas.

### 2.3. TIPOS DE HERRAMIENTAS CAD

Una clasificación interesante de las herramientas CAD es la que hace Chung (2009) en su trabajo sobre “*Software libre aplicado al dibujo industrial*”:

#### **1. Herramientas 2d para la construcción de planos**

Este tipo de software es muy útil para la construcción de planos de piezas industriales, viviendas, instalaciones industriales, circuitos, etc. Utilizan un formato de fichero estándar que puede ser DXF, DWG u otros formatos. Entre ellos hay programas comerciales como Autocad, TurboCad, IntelliCad, Microstation, y otros son software libre como QCad, CadStd, LibreCad, LiteCad, etc.

#### **2. Software para modelamiento**

Este tipo de software es muy útil para la elaboración de una pieza virtual en tres dimensiones, pues permite apreciar cómo se verá la pieza una vez terminada. Suelen tener opciones de acabado final de la pieza virtual y el juego de luces y sombras que el software provea, debido a que esto le dará un mayor realismo al diseño. Entre ellos podemos mencionar Blender, SketchUp, 3D Studio, etc.

#### **3. Software para animación**

El software para animación permite generar una secuencia de movimientos de una pieza en un escenario modelado; es muy útil para ilustrar ensambles de maquinaria, diagramas de explosión, paseos virtuales, entre otros. Entre ellos tenemos Catia, SolidWorks, SolidEdge, SketchUp, etc.

#### **4. Software para simulación**

Este tipo de software recrea las condiciones a las cuales va a estar sometida una determinada pieza a fin de evaluar su resistencia, entre otros factores. Estos programas utilizan algoritmos de cálculo complejos, para evaluar las propiedades de los modelos diseñados antes de proceder a su fabricación. Se utilizan en cálculo de estructuras, equipos, tuberías, maquinaria, etc. Entre ellos podemos mencionar Ansys, Pro/Enginner, Catia, Inventor, Unigraphics, etc.

La tendencia actual que está experimentando la industria es hacia la integración de los cuatro tipos de software (Chung, 2009).

## 2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS CAD

Las características generales de las herramientas CAD son (Sanz y Blanco 2002):

- El CAD substituye a la mesa de dibujo, las escuadras, las estilográficas y las plantillas, permitiendo ahorrar tiempo en la elaboración de dibujos, diseños y planos.
- Permite dibujar de una manera ágil, rápida y sencilla, con acabado perfecto y sin los inconvenientes de hacer el dibujo a mano.
- El CAD permite, a la vez, ver en la pantalla las plantas cortes o vistas necesarios del modelo que se está construyendo y también posibilita modificar en cualquier momento las características del mismo. Los cambios al modelo son reflejados instantáneamente en las distintas formas de representación.
- Dispone de un gran número de herramientas que facilitan el dibujo, como comandos de dibujos genéricos: líneas, círculo, arco, polilínea, multilínea, arandela, tipos de polígonos, rectángulo, elipse, arcos elípticos, sólidos, introducción de líneas de construcción, filtros, etc.
- Permite intercambiar información no solo por papel, sino mediante archivos, y esto representa una mejora en rapidez y efectividad a la hora de interpretar diseños, sobretodo en el campo de las tres dimensiones.
- Mejora el acabado y la presentación de un proyecto o plano, ya que tiene herramientas para que el documento en papel sea perfecto, tanto en estética, como en información. Dispone para ello de herramienta de acotación, planos en 2D a partir de 3D, cajetines, textos, colores, presentaciones fotorrealísticas, etc.
- Muchos programas CAD permiten la creación de menús personalizados y programas de aplicación adaptados a necesidades particulares, lo que facilita el uso y la interacción del usuario con el programa (La Cruz y Casariego, 2007).

No todos las herramientas CAD son válidas para fines educativos, generalmente cuanto más especializada y compleja sea una aplicación, menos se ajustará a los fines didácticos (Alonso et al., 2008).

Para nuestro estudio nos interesan fundamentalmente las características que deben tener los programas CAD que se utilizan en los centros educativos, y que están orientados a la enseñanza del Dibujo Técnico y del diseño en Tecnología. Según Alonso et al. (2008) estas características están relacionadas con las usabilidad y deben ser, entre otras, las siguientes:

1) Programas sencillos, con entornos y herramientas simples. El manejo del programa no es el objetivo en si mismo, sino un medio de aprendizaje. Cabe recordar que con línea, círculo, arco y borra, se debe poder realizar prácticamente cualquier dibujo.

2) Es imprescindible la existencia de niveles de usuario, de manera que según el usuario avanza en el conocimiento del dibujo, el programa le facilite nuevas herramientas.

3) Sería conveniente que fuesen programas multiplataforma (Windows, Linux, Mac.) ya que extenderían su uso y permitirían evitar reticencias en su aplicación en distintos ámbitos y niveles. Además no debemos menospreciar el gran avance que el software libre esta teniendo auspiciado en muchos casos por las autoridades educativas.

4) Sería deseable que se tratase de programas con licencia abierta ya que se evitan licencias al ser gratuitos.

5) Que sean fácilmente personalizables, ampliables, programables,...para que pueda crecer en capacidades según las necesidades que se planteen.

6) Que estén bien documentados, con buenos manuales y tutoriales, sin olvidar la existencia de ejemplos y ejercicios completos.

7) Que resulte fácil de aprender y recordar.

8) Que permita realizar las tareas para las que ha sido diseñado de forma fácil y sencilla.

9) Que genere pocos errores, para ello debe estar suficientemente probado.

10) Que proporcione una experiencia subjetivamente agradable.

## 2.5. CLASIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS CAD

Para nuestro estudio vamos a clasificar las herramientas CAD en dos grandes bloques, herramientas CAD para entornos profesionales y herramientas CAD para entornos de enseñanza.

Los programas CAD para entornos profesionales no están pensados para fines didácticos, sino para obtener la máxima productividad y rendimientos en las empresas que los utilizan.

Según Alonso et al. (2008), el uso de sistemas CAD profesionales para la docencia de dibujo técnico plantea una serie de inconvenientes:

- Los sistemas de CAD profesionales plantean entornos complejos, (gran cantidad de ordenes, menús e iconos, necesidad de configurar el entorno de trabajo,...). Ello conlleva que sea mucho más difícil aprender a manejar el sistema de CAD que a resolver los problemas planteados.
- Los programas de CAD profesionales resuelven automáticamente problemas de geometría, que didácticamente constituyen un objetivo de aprendizaje; por ejemplo: las tangencias.
- Los programas de CAD profesionales son entornos caros, complejos, y de elevados requisitos hardware, a menudo, inaccesibles para los alumnos, para poderlos utilizar en sus casas, e incluso para los centros docentes dado el alto número de licencias necesarias.

Las herramientas CAD para entornos educativos deben adecuarse al proceso de enseñanza-aprendizaje, adaptándose a los alumnos en lugar de que estos se adapten a los programas CAD que en un futuro puedan utilizar en entornos profesionales. Deben ser lo más simples posibles y no suponer un obstáculo para los alumnos/as en su proceso de aprendizaje (Alonso et al. 2008).

A continuación se describen algunas de las herramientas CAD más utilizadas actualmente tanto para los entornos profesionales como para los educativos.

### 2.5.1. HERRAMIENTAS CAD PARA ENTORNOS PROFESIONALES

Las herramientas de diseño CAD más conocidas y más utilizadas por la industria, empresas, diseñadores y profesionales son las siguientes:

- **AUTOCAD:** es uno de los primeros programas CAD que salieron al mercado. Es un clásico y muy conocido por la mayoría de los ingenieros, arquitectos y diseñadores. Tiene numerosas versiones con herramientas 2D y 3D<sup>1</sup>.

- **AUTODESK INVENTOR:** es un de software de modelado 3D paramétrico para diseño mecánico. Los elementos principales de Inventor son las *piezas* o bloques de construcción. Permite también realizar ensamblajes y complejos cálculos<sup>2</sup>.

- **ARCHICAD:** es uno de los paquetes de diseño CAD en 2d como en 3d más populares y conocidos por los arquitectos. Integra numerosas aplicaciones de software para una oficina de arquitectura. Archicad es pionero en la utilización del concepto BIM, (Building Information Modeling) basado en generar una base de datos con información constructiva de todo tipo<sup>3</sup>.

- **AUTODESK 3DS MAX:** es uno de los paquetes de modelado, animación y renderizado 3D más utilizados. Su arquitectura se basa en plugins. Se utiliza principalmente en la creación de videojuegos, películas, anuncios, etc.<sup>4</sup>

- **CATIA** (*computer-aided three dimensional interactive application*) es uno de los programas de diseño CAD 3D más utilizados por la industria. Es usado por las principales compañías aeronáuticas, automovilísticas y de construcción.<sup>5</sup>

- **MICROSTATION:** es una plataforma de diseño CAD en 2D y 3D muy usada por arquitectos, ingenieros, cartógrafos y contratistas. Aunque MicroStation tiene su propio formato DGN, puede editar fácilmente el formato DWG<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://www.autodesk.com/autocad> [Fecha último acceso: 3/1/2013]

<sup>2</sup> <http://www.autodesk.com/autodesk-inventor> [Fecha último acceso: 8/1/2013]

<sup>3</sup> <http://www.graphisoft.com/> [Fecha último acceso: 6/1/2013]

<sup>4</sup> <http://www.autodesk.com/3dsmax> [Fecha último acceso: 11/1/2013]

<sup>5</sup> <http://www.catia.es> [Fecha último acceso: 13/1/2013]

<sup>6</sup> <http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/~~V> [Último acceso: 7/1/2013]

- **Pro/ENGINEER:** es un programa de diseño paramétrico CAD/CAE/CAM. Es otro de los grandes en el diseño de sólidos y modelado de superficies. Dispone de ensamblajes y numerosas herramientas de cálculo<sup>7</sup>.

-**SKETCHUP:** es un programa bastante completo de modelado en 3D, cuyas principales virtudes son la rapidez y la facilidad de uso. Esta herramienta permite conceptualizar rápidamente volúmenes y formas arquitectónicas de un espacio. Además, los edificios creados en Sketchup pueden ser geo-referenciados y colocados sobre las imágenes de Google Earth<sup>8</sup>.

-**SOLIDEDGE:** es un programa paramétrico de diseño CAD 3D. Dispone de varios módulos entre ellos doblado de chapas, ensamblaje de conjuntos, soldadura, funciones de dibujo en plano para ingenieros. Este es uno de los programas más usados destinado a sustituir a los de CAD 2D dando paso al CAD 3D, con las consiguientes ventajas a todos los niveles del trabajo<sup>9</sup>.

- **SOLIDWORKS:** como el anterior, es un modelador de sólidos paramétrico. Es un competidor de otros programas CAD como Pro/ENGINEER, Solid Edge, CATIA, y Autodesk Mechanical Desktop<sup>10</sup>.

- **TURBOCAD:** es un programa CAD para diseño 2D y 3D . Es usado tanto en ingeniería como en arquitectura, y dispone de varias versiones<sup>11</sup>.

- **UNIGRAPHICS:** es un avanzado paquete de software CAD/CAM/CAE desarrollado por Siemens. Es un competidor directo de CATIA, Pro/Engineer, etc. Dispone de análisis de ingeniería, como estática, dinámica, elementos finitos, etc.<sup>12</sup>.

- **INTELLICAD:** es un potente programa para CAD en 2D y 3D, para los ingenieros, arquitectos, diseñadores y dibujantes. Permite a los usuarios crear complejas aplicaciones CAD personalizadas mediante API's.<sup>13</sup>

---

<sup>7</sup> <http://es.ptc.com/> [Fecha último acceso: 2/1/2013]

<sup>8</sup> <http://www.sketchup.com/> [Fecha último acceso: 12/1/2013]

<sup>9</sup> <http://solid3d.medis3d.com/> [Fecha último acceso: 9/1/2013]

<sup>10</sup> <http://www.solidworks.es> [Fecha último acceso: 8/1/2013]

<sup>11</sup> <http://www.turbocad.com/> [Fecha último acceso: 6/1/2013]

<sup>12</sup> [http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_es/](http://www.plm.automation.siemens.com/es_es/) [Fecha último acceso: 3/1/2013]

<sup>13</sup> <http://www.intellicad.org> [Fecha último acceso: 14/1/2013]

### 2.5.2. HERRAMIENTAS CAD PARA ENTORNOS EDUCATIVOS

Este trabajo se centra en las herramientas CAD que se aplican en los procesos de enseñanza. Existen dos tipos de programas de diseño gráfico, los de imágenes de mapa de bits y los de imágenes vectoriales.

Los programas de diseño asistido por ordenador son programas de imágenes vectoriales, a diferencia de los programas de mapa de bits que se utilizan para gráficos artísticos o decorativos. Entre ellos tenemos los programas de dibujo técnico como CadStd o Qcad, aunque también está incorporado en la herramienta de dibujo de procesadores de texto como Word (de Office) o Writer (de OpenOffice).

Para entornos educativos se hace necesario el uso de herramientas CAD que sean de libre disposición para los usuarios, es decir, programas de código abierto o que tengan versiones gratuitas para su uso en centros de enseñanza.

Chung (2009) distingue las diferencias entre Software Libre y Freeware. El software libre o free software puede ser modificado, copiado y distribuido libremente, por tanto, debe tener el código fuente disponible. Un software puede ser libre pero no gratuito.

En cambio, freeware son programas gratuitos, que casi nunca incluyen el código fuente, por lo que no pueden ser modificados ni redistribuidos sin licencia del autor. Algunos programas de software libre son LibreCAD, FreeCAD, Cademia, QCad, gCAD3D y SagCAD. Algunos programas freeware son Draftsight, NttCAD, CadStd, A9Cad, LiteCad, etc.

Chung (2009) recomienda tanto a los docentes como al alumnado investigar la aplicación de estas herramientas de software libre y ver como las usan otros docentes en sus centros, formando un red de intercambio de información.

Actualmente existen numerosos programas de CAD de código abierto, sobre todo para sistemas Linux, que aunque no tienen las prestaciones de las aplicaciones comerciales de larga implantación, si pueden servir para entornos educativos, y para introducir a los alumnos en el uso y manejo de estas herramientas (Alonso et al., 2008). Entre estas herramientas de uso libre tenemos las siguientes:

► **Qcad:** es un programa de dibujo técnico en 2D de libre distribución, que suele venir incluido en los paquetes Linux. Es una aplicación multiplataforma con versiones para los sistemas operativos Windows, Mac OS X y Linux. Actualmente dispone de una versión comercial, y se ha abandonado el proyecto opensource<sup>14</sup>.

► **CadStd Lite:** es un programa CAD de propósito general, fácil de aprender que se está usando en Universidades. La versión Lite es gratis y puede leer cualquier dibujo creado por la versión Pro. CadStd Lite puede exportar archivos DXF para compartir los dibujos con otros programas de CAD como Autocad<sup>15</sup>.

► **A9CAD:** es un programa CAD 2D de propósito general. Es compatible con los formatos de dibujo estándares de la industria DWG/DXF. A9CAD es un programa gratuito muy sencillo y fácil de usar aunque desconocido. Puede administrar estilos de dibujo y configurar entornos de dibujo<sup>16</sup>.

► **LiteCAD:** es un programa CAD 2D gratuito, muy parecido a AutoCAD LT, es pequeño, portable y rápido. Aunque está pensado para programadores, como usuario se le puede sacar provecho. LiteCAD puede guardar/cargar dibujos de AutoCAD DWG o DXF<sup>17</sup>.

► **LibreCAD:** es una herramienta de CAD 2D gratuita de código abierto, que brinda las herramientas básicas necesarias para empezar, sin perderse en las complejas y sofisticadas funciones de otros programas. LibreCAD es un proyecto derivado de Qcad. Es compatible con ficheros DXF y CXF, pero no soporta DWG<sup>18</sup>.

► **FreeCAD:** es un programa de modelado y diseño paramétrico 3D, orientado a la ingeniería y la arquitectura. Es de código abierto y modular permitiendo extensiones y personalizaciones avanzadas. Está disponible para Windows, Mac y Linux. Es una aplicación similar o otras de tipo comercial como SolidEdge o SolidWorks<sup>19</sup>.

---

<sup>14</sup> <http://www.qcad.org/en/> [Fecha último acceso: 16/1/2013]

<sup>15</sup> <http://www.cadstd.com/> [Fecha último acceso: 11/1/2013]

<sup>16</sup> <http://www.a9tech.com/> [Fecha último acceso: 10/1/2013]

<sup>17</sup> <http://www.kolbasoft.com/> [Fecha último acceso: 12/1/2013]

<sup>18</sup> <http://librecad.org/cms/home.html> [Fecha último acceso: 15/1/2013]

<sup>19</sup> [http://sourceforge.net/apps/mediawiki/free-cad/index.php?title=Main\\_Page/es](http://sourceforge.net/apps/mediawiki/free-cad/index.php?title=Main_Page/es) [acceso: 15/1/2013]

## 2.6. VENTAJAS DE LOS PROGRAMAS CAD 3D RESPECTO A LOS 2D.

Mientras que las aplicaciones 2D, sólo manipulan elementos geométricos planos, las aplicaciones 3D, también pueden manipular elementos tridimensionales, es decir, manipulan tres coordenadas frente a las dos coordenadas bidimensionales (Aleixos et al. 2002).

En las aplicaciones 3D se trabaja directamente con el modelo geométrico tridimensional. El usuario manipula una escena tridimensional, y no tiene que realizar el proceso de proyección para visualizar la escena. Es decir, mientras que con aplicaciones 2D se puede hacer *delineación asistida*, en aplicaciones 3D se pueden *construir modelos geométricos virtuales* (Aleixos et al. 2002).

Los programas CAD 3D representan un gran avance respecto a los 2D y tienen las siguientes ventajas en relación con los entornos educativos (La Cruz y Casariego, 2007):

- Mejora el proceso de creatividad de nuevos modelos y su rediseño. El fomento de la creatividad del alumnado es una de las tareas principales de los docentes, y los programas CAD 3D son unas herramientas excelentes que pueden usar los profesores para conseguir este fin.
- Trabajar con modelos en 3D en entornos de diseño CAD es mucho más realista que el trabajo con vistas en dos dimensiones. Cada vez más las herramientas CAD nos acercan al proceso real de creación de objetos, tal como hacían los artesanos al manipular el barro, o los escultores al manipular la piedra.
- Los programas 3D de diseño paramétrico permiten ver y analizar como afectan los cambios al resto de componentes relacionados. En el diseño con programas CAD 3D paramétricos, la variación de una medida o de una cota en una pieza, hace que se recalculen las medidas de todos los elementos relacionados, ajustándose a la nueva medida.
- Los programas CAD 3D proporcionan una visión de la realidad que va más allá de la representación en papel de los planos del objeto de diseño, mediante presentaciones o animaciones en 3D, despieces y ensamblaje de

conjuntos, simulación del objeto en un ambiente casi real mediante realidad virtual, reduciendo la necesidad de costosas maquetas hechas a escala.

Las ventajas de las herramientas CAD 3D en relación con los entornos profesionales, asociadas a la productividad de las empresas, son las siguientes:

- Algunas herramientas de diseño CAD 3D permiten el movimiento de las piezas de conjunto y la simulación de su comportamiento antes de fabricarlo (La Cruz y Casariego, 2007).
- Las herramientas CAD 3D permiten la creación de prototipos virtuales que reducen el tiempo de puesta del producto en el mercado, permitiendo a la empresa, con mucho, incrementar su competitividad (Aleixos et al. 2002).
- Los sistemas CAD 3D amplían las prestaciones de los 2D, incorporando, además de aspectos propios del 2D, herramientas de modelado, generación automática de planos, visualización, reutilización de modelos geométricos, captura de datos del proyecto en la fase conceptual, etc. (Aleixos et al. 2002).
- La tecnología de diseño 3D muestra de una forma rápida si una idea de diseño es viable o no, antes de construir prototipos físicos que no funcionan<sup>20</sup>.
- Con el uso de herramientas 3D las ideas se comunican mejor a los clientes, proveedores, otros diseñadores, etc. y la exploración de nuevas ideas se hace más fácil, cometiendo menos errores en el diseño<sup>20</sup>.
- Las nuevas herramientas CAD 3D generan automáticamente vistas de alzado, perfil, planta, isométricos, vistas en detalle, secciones, vistas auxiliares, etc.
- Las herramientas 3D realizan detección de interferencias y calculan el peso y la masa<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> [http://images.autodesk.com/emea\\_s\\_main/files/DesigningCompetitiveAdvantage.pdf](http://images.autodesk.com/emea_s_main/files/DesigningCompetitiveAdvantage.pdf) [14/1/2013]

## 2.7.- IMPACTO EDUCATIVO DE LAS HERRAMIENTAS CAD

Para el desarrollo de didácticas con base en las competencias básicas, hay que tener en cuenta una serie de procesos cognitivos que intervienen en las ocho competencias clave: el pensamiento crítico, la creatividad, la capacidad de iniciativa, la resolución de problemas, la evaluación del riesgo, la toma de decisiones y la gestión constructiva de los sentimientos (L394/14-2006/962/CE) (Vázquez, 2012).

Por tanto para analizar el impacto educativo de las herramientas CAD, debemos tener en cuenta estos procesos cognitivos.

El pensamiento crítico cuestiona los aspectos de la realidad actual y propone nuevos retos para la solución de problemas cotidianos (Cañas et al. 2008). Por tanto, se deben plantear retos al alumnado proponiéndolos que busquen nuevas soluciones a una serie de problemas dados. Desde este punto de vista, el CAD 3D supone un cambio de paradigma en el diseño de modelos y en el dibujo técnico. Supone una adaptación a los nuevos entornos, conceptos y procedimientos diferentes para llevar a cabo un diseño, adquisición de nuevas ideas, cambio de perspectivas, apertura de mente, etc.

Passmore (1967) define el Pensamiento Crítico como un proceso que es a la vez reflexivo e imaginativo, cualidades imprescindibles en todo proceso de diseño. El Pensamiento Crítico (PC) y el Pensamiento Gráfico (PG) son métodos pertenecientes a campos diferentes, pero que tienen en común la voluntad de sistematizar procesos complejos, ambos con la misma finalidad última: la resolución de problemas, con medios y resultados de calidad (Cañas et al. 2008).

El Pensamiento Gráfico (PG) es un concepto creado para designar el pensamiento asistido por el dibujo (Laseu, 1989). Es utilizado habitualmente para describir el razonamiento que tiene lugar dentro de un proceso de diseño. El éxito del PG en el proceso de diseño radica precisamente en el constante flujo de información que se da entre la mente del diseñador y la imagen dibujada, método especialmente estimulante para el desarrollo de las ideas (Cañas et al. 2008).

La creatividad es la facultad de crear o inventar, es decir, producir de la nada algo nuevo, o, la habilidad de coger objetos existentes y recombinarlos para un nuevo uso, o como solución de un nuevo problema (Paniagua, 2001).

La creatividad según Paniagua, se puede analizar desde los elementos que la componen: *el producto creativo, la persona creativa y el proceso creativo*. En el primer caso, *un producto creativo* es aquel que es novedoso y que resuelve un problema dado; en el segundo caso, *la persona creativa* es aquella con capacidad creadora, es decir, un conjunto de aptitudes de carácter creativo, finalmente, en el tercer caso, *el proceso creativo*, es el proceso mediante el cual, la persona consigue obtener una solución novedosa (un producto creativo) para un problema dado, que puede ser descrito, descompuesto y potenciado mediante técnicas concretas.

Algunas características de los programas CAD que pueden influir en el proceso creativo son:

- Naturaleza gráfica del estímulo: los estímulos gráficos son altamente preferidos por los alumnos en sus tareas.
- Amigabilidad: permite que el alumnado se involucre de forma placentera en el proceso de solución del problema.
- Facilidad de uso: actualmente los programas CAD 3D son sobre todo intuitivos y cada vez más fáciles de usar, ya que se trabaja en un entorno parecido a la realidad, sobre el objeto en tres dimensiones.

Según Aleixos la formación previa en aplicaciones 2D supone un obstáculo en el aprendizaje de las herramientas 3D, ya que estos entornos representan cambio radical en la forma de trabajo, aunque puede resultar útil en la creación de esbozos. Según esto, no sería necesario que los alumnos conozcan aplicaciones CAD 2D para introducirlos en el aprendizaje o realización de actividades con aplicaciones CAD 3D, ya que estas suponen una nueva forma de dibujar y diseñar y además incluyen las herramientas 2D necesarias para realizar dibujos o sketch en 2D.

## 2.8. EL DISEÑO CAD EN EL CURRÍCULO DE SECUNDARIA.

La LEY ORGÁNICA 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, en el Título I, Capítulo III Educación Secundaria Obligatoria, artículo 22 **Principios generales**, establece en el punto 3. “*En la educación secundaria obligatoria se prestará especial atención a la orientación educativa y profesional del alumnado*”. Desde esta perspectiva, hay que reconocer la importancia del CAD como una herramienta orientada al sector profesional y laboral.

El art. 22, p.6 considera la autonomía de los centros educativos para organizar las materias y la oferta de materias optativas. Desde este punto de vista, la implantación de la asignatura de “Diseño Asistido por Ordenador” (DAO) puede ser una alternativa para cubrir las deficiencias de la secundaria en este campo.

El art.23 **Objetivos**, nos dice: “La educación secundaria obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan, entre otras: 1) *Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación*”. Siendo este apartado una clara referencia a los sistemas de representación gráfica que se desarrollan en el CAD.

El art.24 **Organización** de los cursos primero, segundo y tercero, en el punto 7 dice: “*Sin perjuicio..., la comunicación audiovisual, las tecnologías de la información y la comunicación y la educación en valores se trabajarán en todas las áreas*”. Especial mención a la comunicación audiovisual y las TIC's, relacionadas con el diseño CAD.

En el Título III **Profesorado**, Capítulo I Funciones del Profesorado, nos dice: “1) *La investigación, la experimentación y la mejora continua de los procesos de enseñanza correspondiente*”. Este punto destacar el papel del profesorado en la innovación y la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje, buscando nuevas vías y experiencias en la práctica docente.

Según el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria, la Tecnología tendrá como objetivo contribuir a desarrollar en los alumnos y alumnas una serie de capacidades, de las cuales, las que están relacionadas con el diseño CAD son las siguientes:

- “Abordar con autonomía y creatividad, individualmente y en grupo, problemas tecnológicos trabajando de forma ordenada y metódica para estudiar el problema, recopilar y seleccionar información procedente de distintas fuentes, elaborar la documentación pertinente, concebir, diseñar, planificar y construir objetos o sistemas que resuelvan el problema estudiado y evaluar su idoneidad desde distintos puntos de vista”.
- “Expresar y comunicar ideas y soluciones técnicas, así como explorar su viabilidad y alcance utilizando los medios tecnológicos, recursos gráficos, la simbología y el vocabulario adecuados”.
- “Asumir de forma crítica y activa el avance y la aparición de nuevas tecnologías, incorporándolas al quehacer cotidiano. , analizando y valorando críticamente su influencia sobre la sociedad y el medio ambiente”.

De acuerdo con esto, el uso de herramientas CAD debe permitir al alumnado diseñar objetos, elaborar planos, evaluar su idoneidad, utilizar los recursos gráficos que ofrece el CAD para comunicar sus ideas, y asumir la aparición de nuestras tecnologías y nuevas herramientas de diseño para llevar a cabo sus proyectos.

Las herramientas CAD también pueden contribuir al desarrollo de las diferentes competencias, entre ellas:

- *“Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.”*  
Mediante la adquisición de los conocimientos necesarios para la comprensión, el análisis y diseño de objetos, su utilidad y su relación con el medio.
- *“Tratamiento de la información y competencia digital.”*  
Mediante el uso de las herramienta CAD en procesos de simulación tecnológicos y para la adquisición de destrezas con lenguajes específicos, como el icónico o el gráfico.
- *“Competencia para aprender a aprender.”*  
Mediante una metodología específica con herramientas CAD que incorpora el análisis de los objetos y la emulación de procesos de resolución de problemas como estrategias cognitivas.

### **3.- ESTUDIO PRELIMINAR**

El estudio llevado a cabo pretende descubrir los aspectos relacionados con el uso de las herramientas CAD en varios centros de secundaria de la ciudad de Jaén. El estudio consiste en la realización de las encuestas al alumnado de ESO para detectar sus conocimientos sobre CAD y al profesorado que imparte la asignatura de Tecnología, para ver su implicación con el CAD.

Se realizaron visitas a los centros y se procedió a la entrega de los cuestionarios en unos casos y en otros, al envío de los mismos, vía correo electrónico, a los responsables o miembros de los departamentos de tecnología.

#### **3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO**

En este apartado se describen los participantes en el estudio y el contexto en el que se ha realizado el estudio. Las encuestas se diseñaron para ser realizadas por alumnos de 3º y 4º de ESO, puesto que en estos cursos el alumnado debe haber tenido ocasión de utilizar algunas herramientas CAD en sus proyectos. Se descartaron los grupos de 2º de ESO, ya que normalmente estos alumnos, es la primera vez se les imparte la asignatura de tecnología y no saben lo que es el CAD.

Los grupos de alumnos que han participado en la realización de la encuesta, han sido dos grupos de 4º con 23 alumnos de un I.E.S de Jaén y un grupo de 4º con 12 alumnos de otro I.E.S de Jaén. En un principio se había previsto la realización de las encuestas en seis centros, pero por causas ajenas al investigador, solo se han realizado las encuestas del alumnado en dos centros.

En cambio se han recibido las encuestas de siete profesores pertenecientes a seis centros, incluido un profesor de Universidad, y se han realizado entrevistas personales con cinco profesores, pertenecientes a cuatro centros educativos.

### 3.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE DATOS

En este apartado se describe el proceso de obtención de la información. La recogida de los datos se ha realizado mediante la visita del investigador a varios centros de Educación Secundaria y Bachillerato de la ciudad de Jaén, entrevistas con los profesores del departamento de Tecnología, entrega de los cuestionarios en papel para su cumplimentación por los alumnos y los profesores, y recogida de los cuestionarios en días posteriores.

Los profesores de otros centros, recibieron los cuestionarios por correo electrónico, siendo rellenados en el mismo documento, que remitieron posteriormente vía correo electrónico al investigador.

Una vez recogidas las encuestas se procedió a su clasificación y análisis para evaluar los resultados.

### 3.3. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las encuestas que se han preparado en este trabajo para ver el grado de conocimiento de los programas CAD tanto por parte de los alumnos como de los profesores se incluyen en el Anexo.

En un principio la encuesta incluía 15 preguntas, pero tras recibir los primeros comentarios de los profesores, se decidió reducir el número de preguntas a 10 para que fuese más fácil de realizar.

No se han recogido datos personales ni académicos de los alumnos/as y el profesorado participante en el estudio, relativos a edad, sexo, residencia, nivel económico, si son alumnos repetidores, situación familiar, etc.

Solo se han recabado datos sobre el conocimiento y uso de las herramientas CAD, la forma de utilizarlas en sus trabajos y opiniones personales sobre ellas.

### 3.4. RESULTADOS

Los resultados se van a presentar esquematizados en forma de tablas y gráficas de barras en 3D. En primer lugar se van a presentar los datos obtenidos de las encuestas del alumnado, después se presentaran los resultados de las encuestas realizadas por el profesorado. Participan en el estudio 35 alumnos de 4º de ESO, seis profesores de Secundaria y uno de Universidad.

#### 3.4.1. Resultados de las encuestas realizadas al alumnado

De la primera pregunta sobre qué programas de CAD utilizan el alumnado en el instituto, se observa que el 34% utiliza el programa Qcad, el 34 % dice no utilizar o no conocer ningún programa CAD, el 28 % usan el programa Paint que no puede ser considerado una herramienta CAD y un alumno dice que usa Word, el cual tampoco es una herramienta CAD. En el gráfico 1 se puede ver el número de alumnos que utilizan cada uno de los programas mencionados.

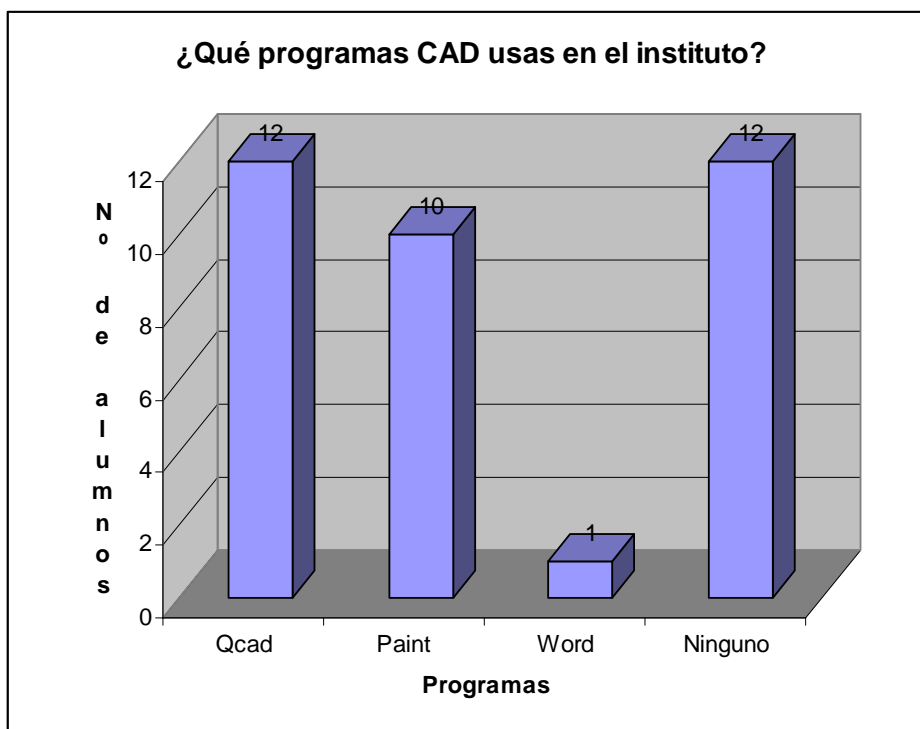


Gráfico 1.- Programas CAD que utilizan los alumnos en el instituto.

En la segunda pregunta se trata de saber en qué asignaturas usa el alumnado las herramientas CAD. Más de la mitad (53 %) dice utilizar CAD en la asignatura de

Tecnología, un 21 % (8 alumnos) usan CAD en Informática y un 26 % (10 alumnos) manifiestan no usar CAD en sus asignaturas. Los resultados obtenidos se pueden ver en el gráfico 2, donde destaca el grupo de alumnos que usan CAD en Tecnología.

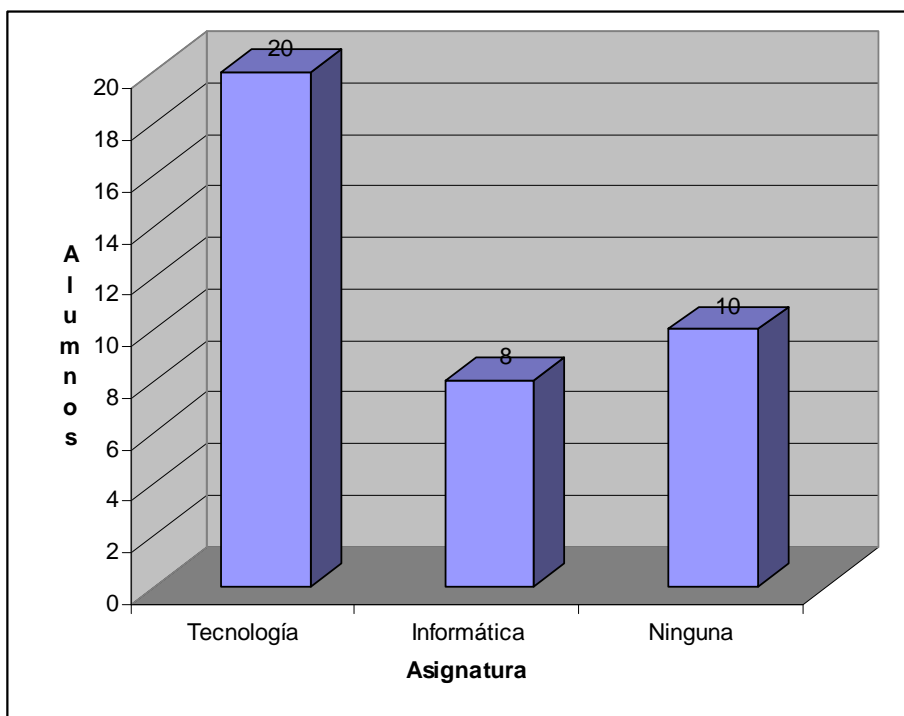


Gráfico 2.- Asignaturas en las que los alumnos usan el CAD

En la 3ª pregunta nos interesamos por el tipo de actividades que realiza el alumnado con los programas CAD. En este caso obtenemos una amplia variedad de actividades realizadas con estos programas, por lo que se han clasificado los datos en la tabla 1, además se pueden ver los resultados en el gráfico 3.

<b>Tabla 1: Actividades realizadas con CAD por número de alumnos y porcentaje</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Nº de alumnos</b>	<b>Porcentaje</b>
Para hacer dibujos	4	11
Para hacer formas geométricas	2	5,7
Información e investigación	1	2,8
Powerpoint	3	8,5
Para hacer circuitos	1	2,8
De informática	1	2,8
Formatos, cajetines, vistas de piezas, acotaciones	12	34,2
Ninguna	11	31,4

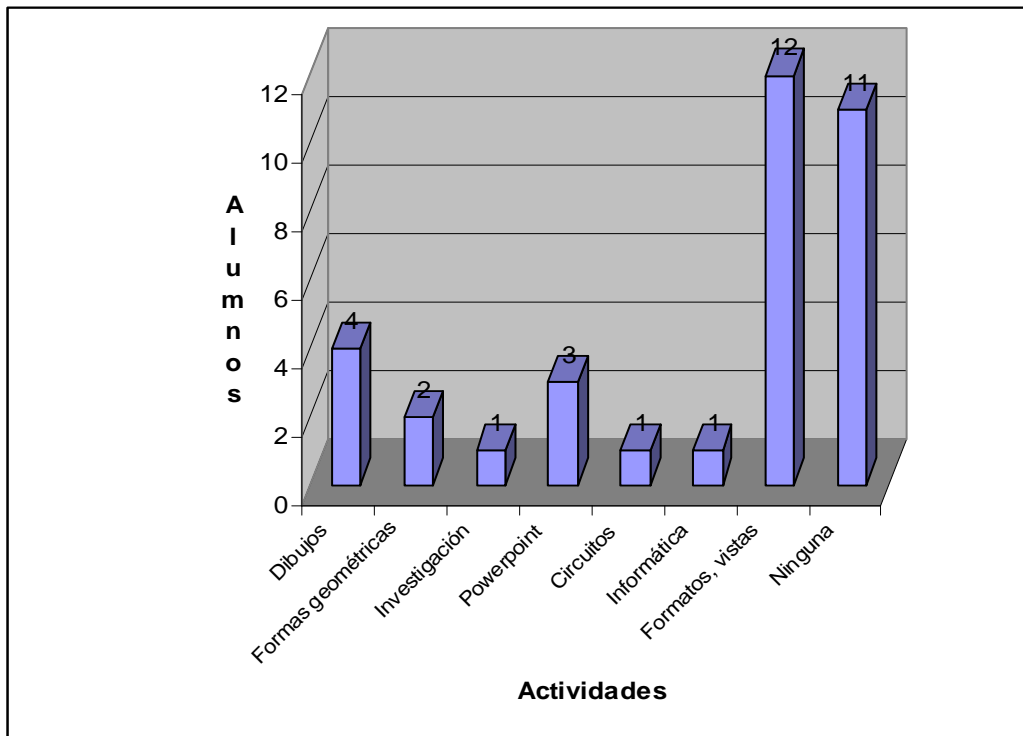


Gráfico 3.- Actividades que realizan los alumnos con los programas CAD

En la 4ª pregunta se trataba de averiguar si el alumnado utiliza programas CAD en casa, ¿Cuáles? y ¿Para qué?. En este caso un 68 % (24) no los utiliza en casa, dos alumnos dicen usar Qcad para realizar las actividades que les proponen en clase, y un 31% (11) dicen usar Paint para hacer dibujos, diseños, letras, etc. No podemos considerar a Paint como un programa de CAD, por lo que la gran mayoría no los usa en casa. En el gráfico 4 podemos ver los resultados obtenidos.

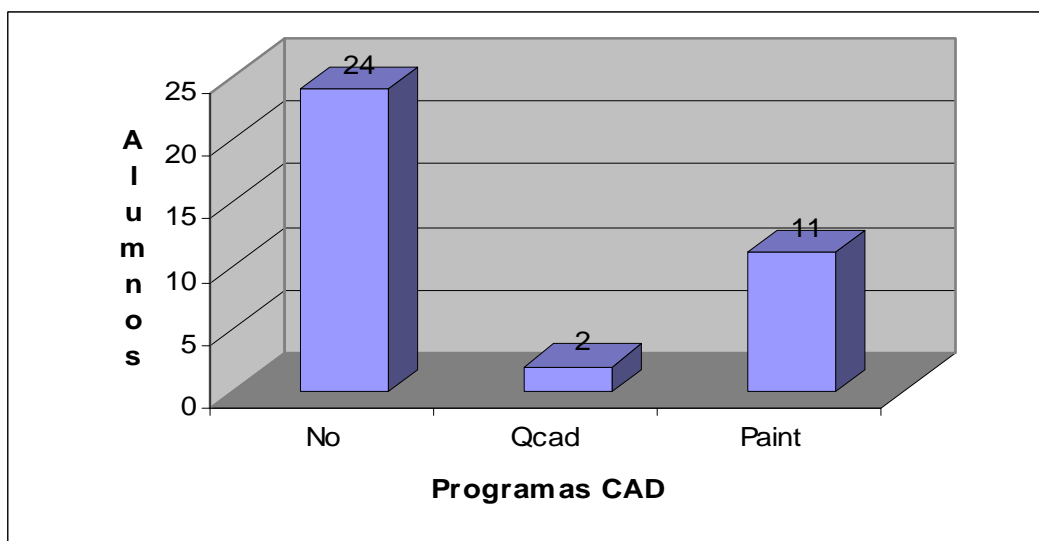


Gráfico 4.- Uso de los programas CAD en casa.

En la 5ª pregunta nos interesa saber qué programas CAD 2D conoce el alumnado. En el gráfico 5 podemos ver que el 51 % (18) no conoce los programas CAD, un 34 % (12) conocen o utilizan Qcad, y un 14 % (5) conocen Paint.

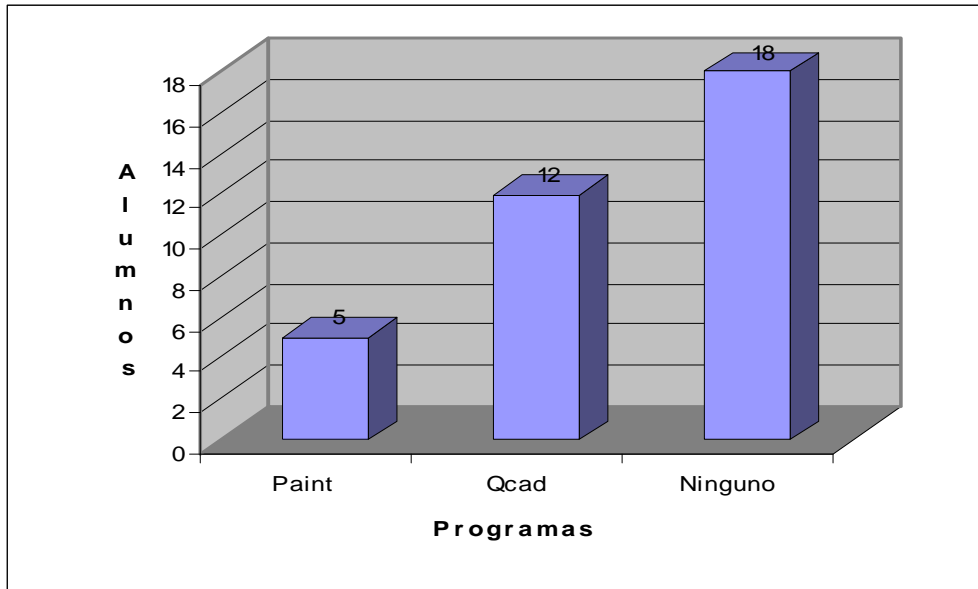


Gráfico 5.- Programas CAD 2D que conoce el alumnado.

En la 6ª pregunta se pretende averiguar qué programas CAD 3D conoce el alumnado de la muestra estudiada. En el gráfico 6 se puede ver que el 34 % (12) conoce el programa SketchUp, un alumno dice conocer el programa Microworld, y un 63 % (22) no conoce los programas CAD 3D.

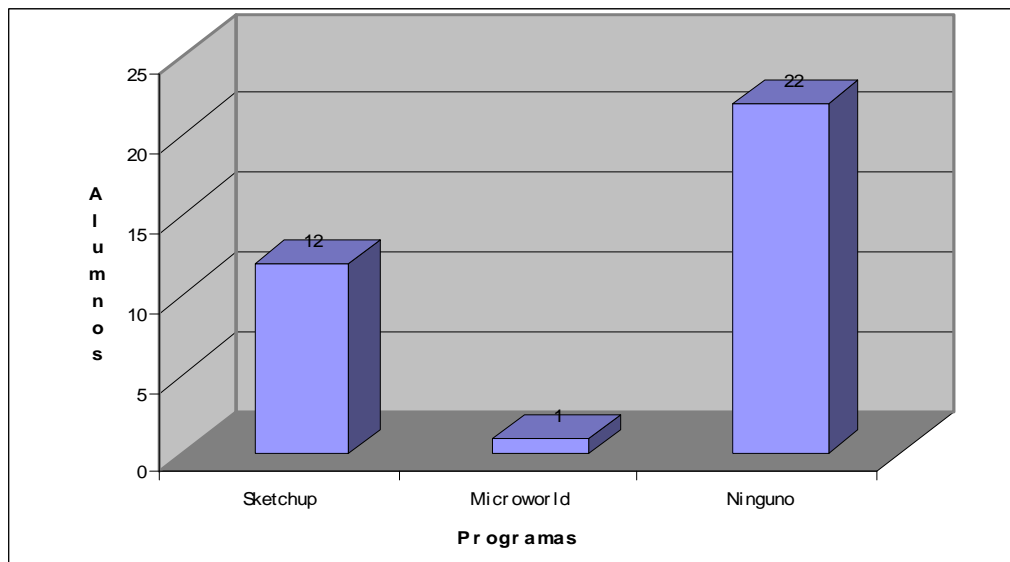


Gráfico 6.- Programas CAD 3D que conoce el alumnado

En la 7ª pregunta: ¿Qué ventajas tienen los programas CAD 3D frente a los 2D?, se obtiene una serie de respuestas que nos pueden indicar los aspectos más destacados que aprecia el alumnado en las aplicaciones CAD 3D. Se muestran los resultados en la tabla 2 y en el gráfico 7. Algunas respuestas pueden estar repetidas.

Se aprecia que hay un grupo numeroso de alumnos que no sabe o no ve ninguna ventaja, porque los desconocen o no los han usado.

Ventajas	Nº de alumnos/as	Porcentaje
Se ven mejor, más calidad, más detallado	11	30,55
Son más realistas	7	19,44
Son mejores	1	2,77
Tienen mejor resolución	1	2,77
Se ve en más dimensiones	1	2,77
Es más fácil visualizar el objeto	1	2,77
Ninguna o no sabe	14	38,88

Tabla 2.- Ventajas que aprecia el alumnado en los programas CAD 3D frente a 2D.

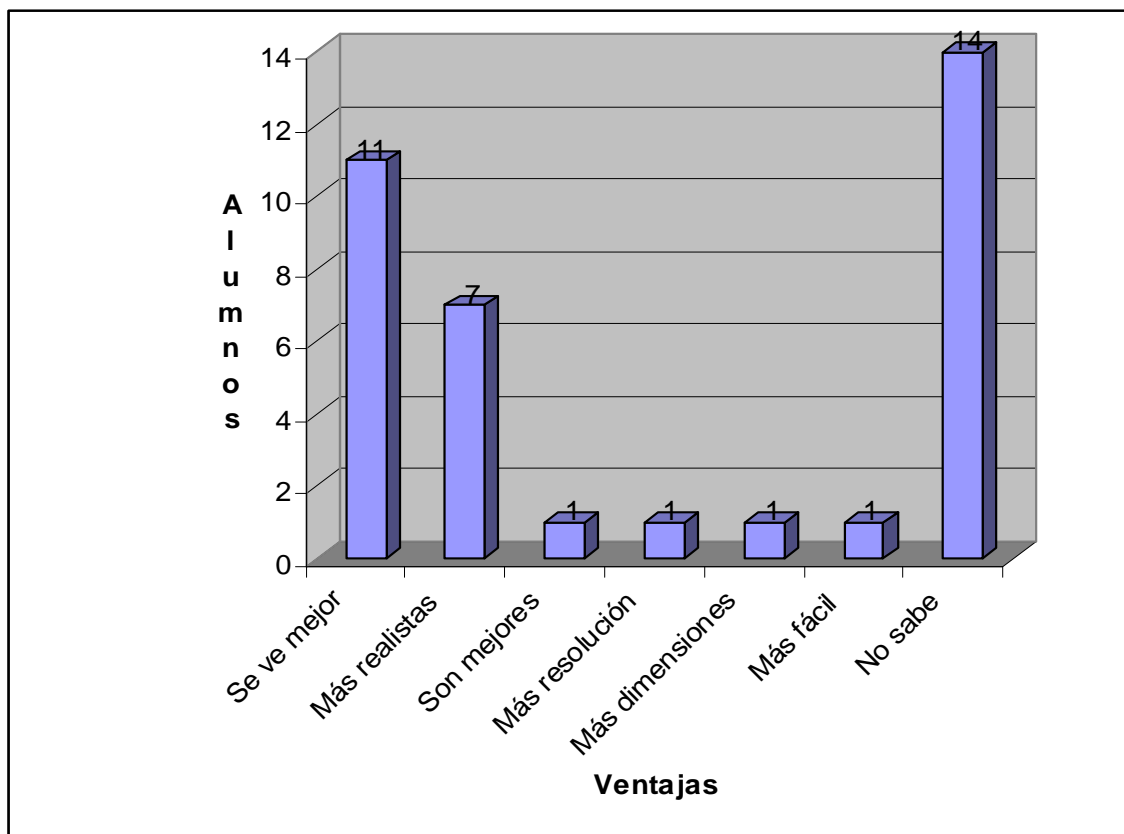


Gráfico 7.- Ventajas que aprecia el alumnado en los programas CAD 3D frente a 2D.

En la 8ª pregunta se trata de averiguar qué dificultades encuentra el alumnado al realizar un diseño con programas CAD 2D. Igualmente, las respuestas de los alumnos nos pueden orientar sobre las dificultades que encuentran al realizar dibujos con programas CAD 2D. Al ser numerosas estas respuestas se han presentado en la tabla nº 3 para ver las respuestas con más detalle.

En el gráfico nº 8 podemos apreciar dos grupos numerosos que no saben o no aprecian dificultades en el uso de los programas CAD 2D, y que suman el 75 %.

Dificultades	Nº de alumnos/as	Porcentaje
Ninguna	13	36,11
No se ven bien las vistas de la pieza	1	2,77
No sabe	14	38,88
No saber manejar el programa	2	5,55
Dificultad de aprendizaje	1	2,77
Que no se entiende	1	2,77
Dificultad al poner los puntos	2	5,55
Es complicado de utilizar	1	2,77
Que limitan el dibujo	1	2,77

Tabla 3.- Dificultades que encuentra el alumnado en los programas CAD 2D

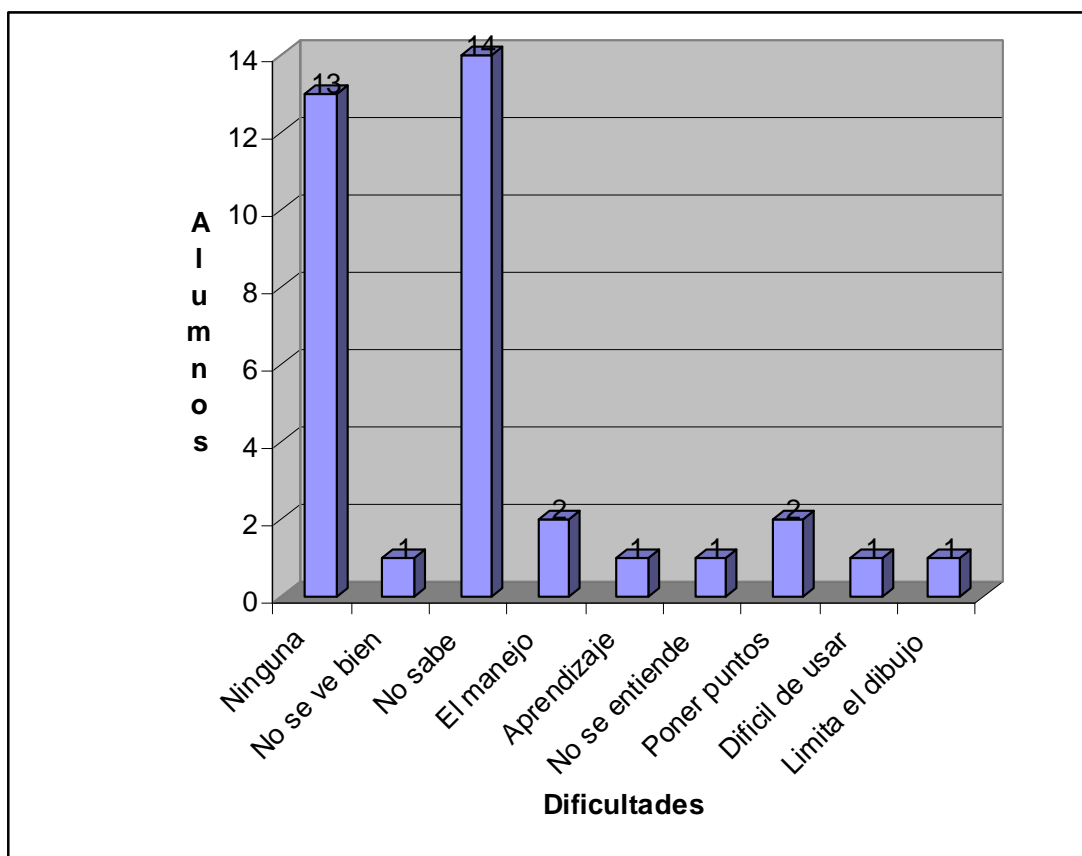


Gráfico 8.- Dificultades que encuentra el alumnado en los programas CAD 2D

En la 9ª pregunta, tratamos ahora de averiguar las dificultades que encuentra el alumnado al realizar un diseño con herramientas CAD 3D. Estas respuestas nos pueden dar algunas pistas de los problemas que encuentran al usar CAD 3D. Se muestran los resultados en la tabla 4.

En el gráfico 9 se puede observar que la mayoría de los alumnos no sabe o no aprecia dificultades, probablemente porque no los conocen.

Dificultades CAD 3D	Nº Alumnos/as	Porcentaje
No sabe o no lo ha usado	24	68,57
Ninguna	7	20
Aprender a usarlos	1	2,85
Es más difícil que en 2D	1	2,85
Algunas	1	2,85
Que no sale bien	1	2,85

Tabla 4.- Dificultades que encuentra el alumnado en los programas CAD 3D

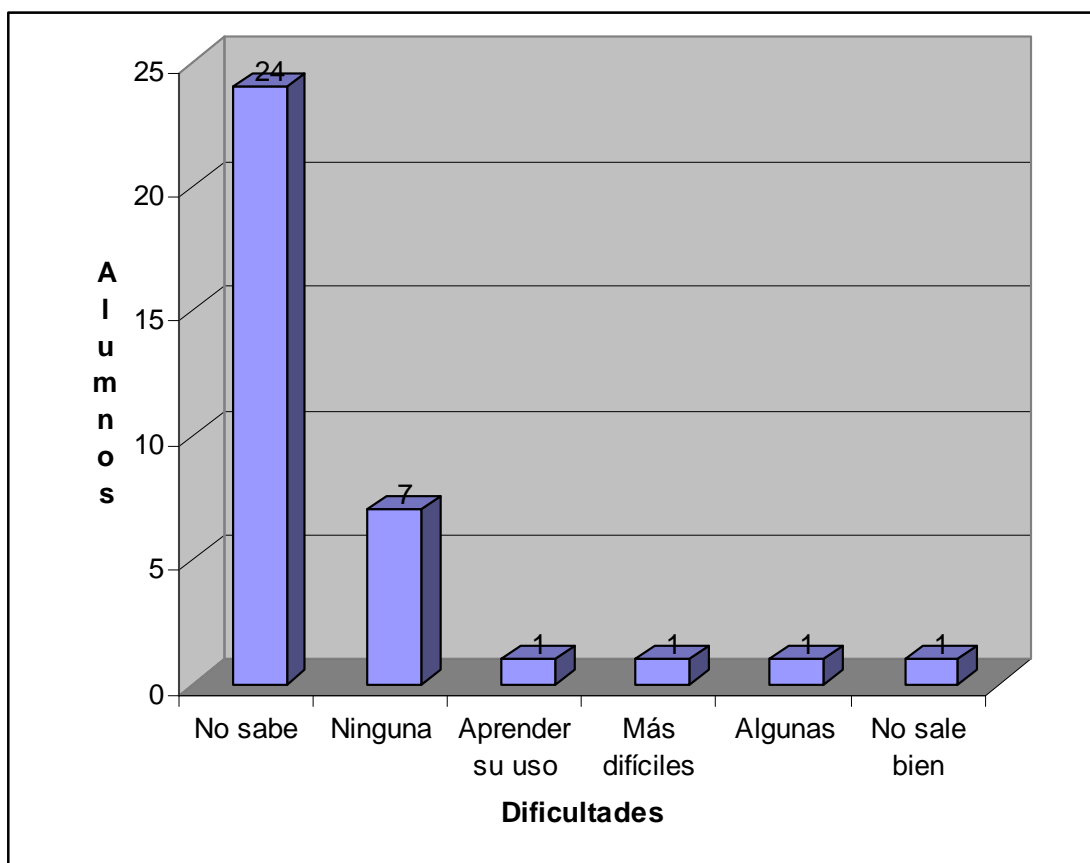


Gráfico 9.- Dificultades que encuentra el alumnado en los programas CAD 3D

En la 10ª y última pregunta: ¿Te parecen útiles los programas CAD? ¿Qué utilidad tienen?, obtenemos una amplia variedad de respuestas, las cuales se pueden ver con más detalle en la tabla 5.

En el gráfico 10 podemos ver que la mayoría del alumnado encuentra útiles los programas CAD, aunque hay algunas excepciones. Hay un 20 % que no los usa, lo cual, para ser grupos de 4º de ESO, parece un porcentaje elevado.

Utilidad de los programas CAD	Nº de alumnos/as	Porcentaje
Si son útiles	14	40
No sabe o no los usa	7	20
No son útiles	2	5,71
Para hacer los proyectos y trabajos de tecnología	4	11,42
Más facilidad para hacer un proyecto	1	2,85
Ahorra tiempo al hacer los dibujos	1	2,85
Dibujar las vistas de las piezas	3	8,57
El trabajo queda mejor terminado y más limpio	1	2,85
Diseñar un objeto y sus dimensiones	2	5,71

Tabla 5.- Utilidad que encuentra el alumnado a los programas CAD

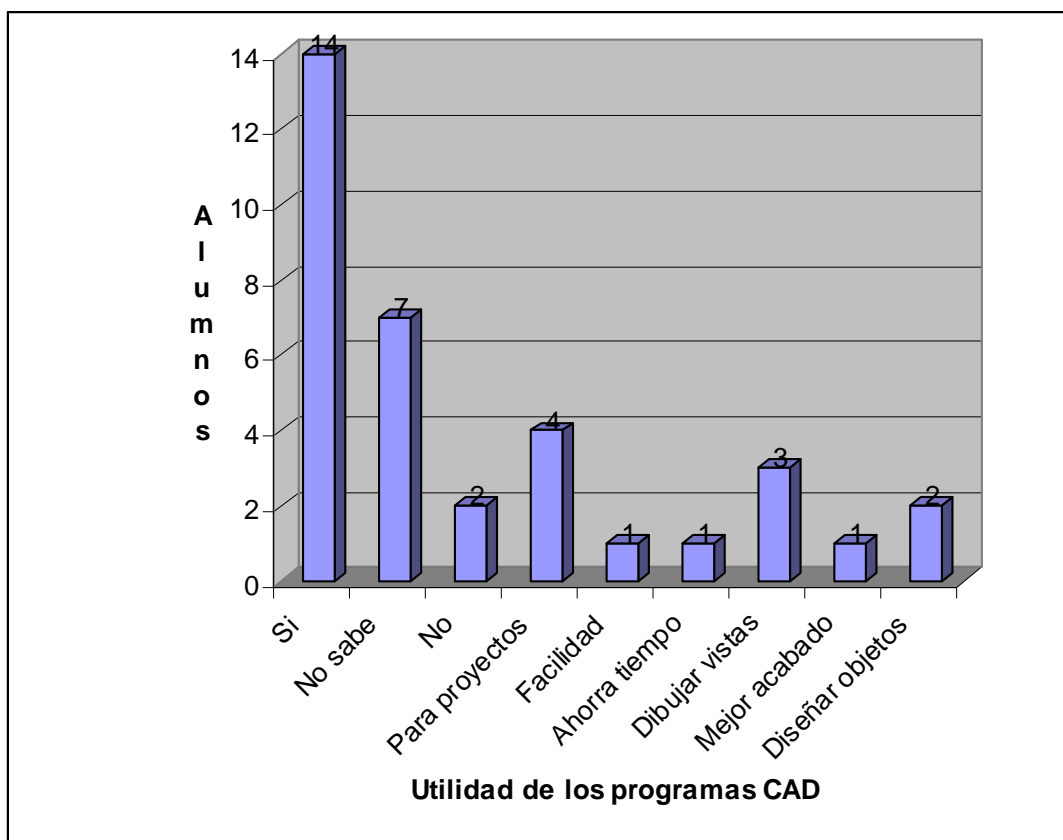


Gráfico 10.- Utilidad que encuentra el alumnado en los programas CAD

### 3.4.2. Resultados de las encuestas realizadas al profesorado

Los profesores participantes en esta encuesta son profesores de Tecnología de los centros estudiados. Algunos de ellos no han podido realizar las correspondientes encuestas a sus alumnos/as. El cuestionario con las respuestas de los profesores se incluye en los Anexos. Los resultados son los siguientes:

En la primera pregunta sobre si los programas CAD son complicados para el nivel de Secundaria, la totalidad de los profesores responden que NO lo son, que se pueden adaptar al nivel de los alumnos, poniendo actividades de menor a mayor dificultad, pero que lleva tiempo. Un profesor indica que los que se imparten en 3º y 4º los entienden y manejan bien.

En la pregunta sobre qué programas CAD 2D usa con su alumnado, vemos que el 66 % (4) utiliza AutoCad, lo cual es lógico por la gran implantación que ha tenido este programa desde sus inicios. Puesto que algunos profesores utilizan más de un programa, se observa que también el 66 % (4) utiliza Qcad, una herramienta de uso libre, que aparece referencia y con actividades didácticas en muchos de los libros de texto que se usan en Secundaria. Luego existen otros programas minoritarios que solo algún profesor utiliza, como Draw, 3D Home, etc. Los resultados se pueden ver en el gráfico 11.

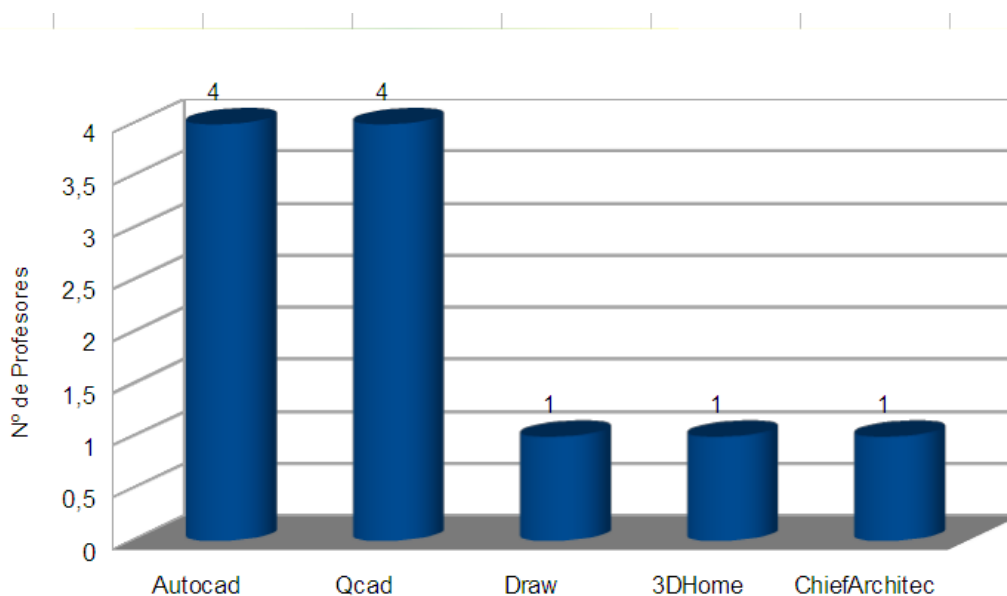


Gráfico 11.- Programas CAD 2D que usa el profesorado

En la pregunta sobre qué programas CAD 3D usa con su alumnado, vemos que el 33 % (2) utiliza AutoCad también como herramienta 3D, otro 33% (2) utiliza SketchUp, un profesor utiliza Draw, y otro reconoce no usar ninguno. Los resultados se pueden ver en el gráfico 12.

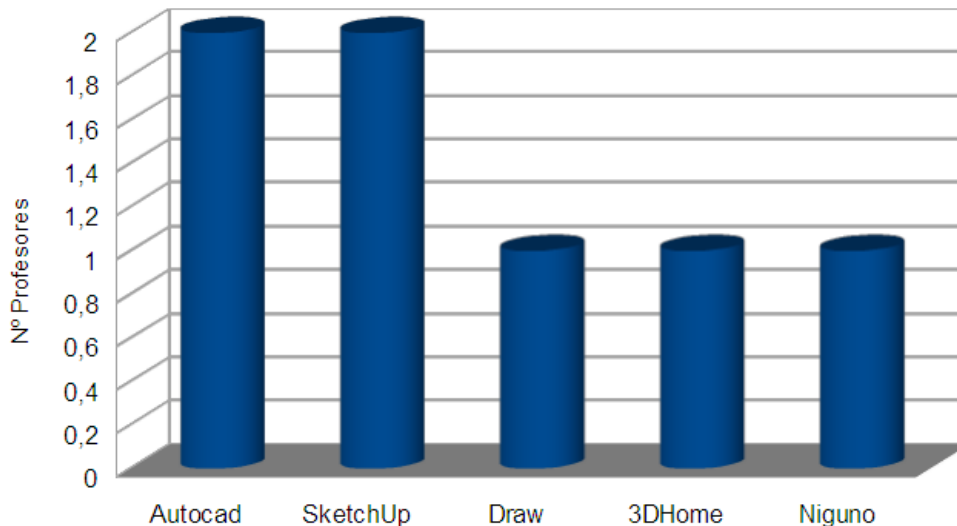


Gráfico 12.- Programas CAD 3D que usa el profesorado

En la 4ª pregunta sobre las ventajas que pueden tener los programas CAD 3D frente a 2D, el 66 % (4) de las respuestas coinciden en que son más realistas, el resto opinan que son más intuitivos, llaman más la atención, se comprenden mejor los conceptos, etc. Los resultados se pueden ver representados en el gráfico 13.

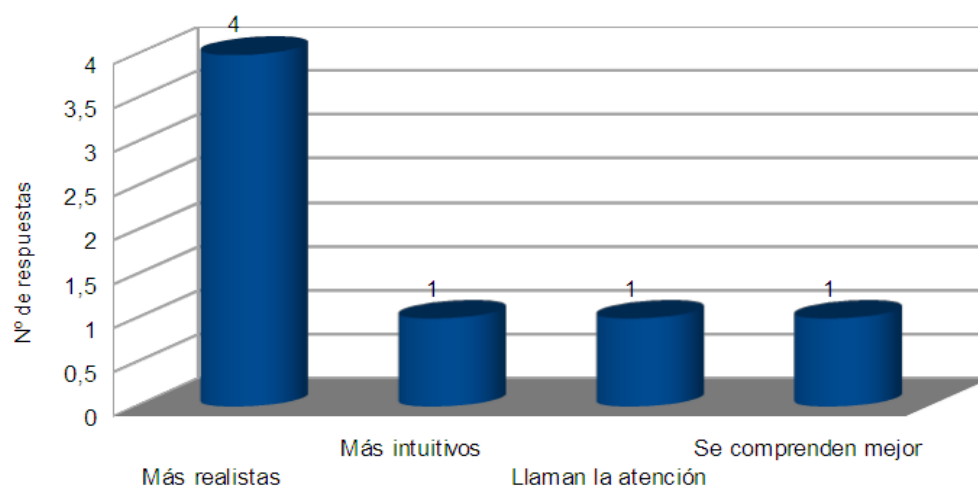


Gráfico 13.- Ventajas CAD 3D frente a 2D

En la 5ª pregunta sobre las dificultades que encuentran los alumnos al trabajar con CAD 2D, las respuestas son: falta de conocimientos en Geometría, familiarizarse con los iconos y órdenes, falta de tiempo o de recursos informáticos, no comprenden bien las instrucciones, etc. Algún profesor responde que ninguna, que una vez explicado, lo manejan con mucha soltura.

En cuanto a la 6ª pregunta sobre las dificultades que encuentra el alumnado al trabajar con CAD 3D, las respuestas son: falta de visión espacial, falta de tiempo, o de recursos informáticos, etc. Pero la mayoría creen que una vez explicado, lo manejan con mucha soltura, ya que son muy intuitivos, incluso estando en inglés.

Respecto a la 7ª pregunta sobre si son útiles como recurso didáctico los programas de CAD, el 84% (5) responden que son muy útiles. Un profesor los considera poco útiles.

En la 8ª pregunta sobre qué otras aplicaciones de diseño CAD conoce que puedan usarse con el alumnado de Secundaria, algunas de las respuestas son Ikea Software, Diédrico Software, 3dHomeArchitect, 3D Estudio, Autocad, etc.

Respecto a la 9ª pregunta sobre cómo mejorar el uso de programas CAD en Secundaria, el 66% (4) responden que con más tiempo y más recursos informáticos. Un profesor recomienda hacer todos los croquis y planos para la memoria del proyecto con el Qcad y SketchUp, y otro recomienda usarlos para la realización de actividades y exámenes.

En la 10ª pregunta ¿por qué crees que se deben enseñar programas CAD en Secundaria?, las respuestas que se obtiene son, porque les abre muchas puertas en el futuro, mejora su visión espacial, por la facilidad del uso del software CAD 2 D y 3D, para que vean el diseño sobre papel y realizarlo con el ordenador y porque se debe fomentar el uso de las nuevas tecnologías. Un profesor dice que quizás no, porque muchos alumnos/as no tienen interés en el dibujo y sólo piensan en usar el ordenador.

Por último como colofón a las encuestas de alumnos y profesores de centros de Secundaria, se ha realizado una encuesta a un catedrático de la Universidad de Jaén, responsable del Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería, que imparte docencia a alumnos de primer curso de carreras de Ingeniería.

El objetivo de esta encuesta es ver el nivel con el que acceden los alumnos de bachillerato al primer curso de Universidad, y saber qué programas se utilizan. El cuestionario con las respuestas se ha incluido en los Anexos.

En la Universidad el programa CAD 2D que usan es AutoCAD, en cuanto a programas CAD 3D usan AutoCad o SolidWorks, es decir, programas comerciales, lo que nos indica que por el momento no se están usando herramientas de software libre.

Respecto a las ventajas del 3D frente a 2D nos dice que son más intuitivos y recomienda que sean paramétricos. No hay datos de que se usen programas de software libre como Qcad, LibreCAD o FreeCAD, aunque si utilizan SketchUp para realizar prácticas.

En cuanto a las dificultades con CAD 2D se centran principalmente en el proceso de trabajo con entidades y en la realización de operaciones. Sobre las dificultades con CAD 3D nos dice que son pocas, al ser muy intuitivos y manejarse bien con operaciones geométricas 3D como vaciados, extrusiones o revoluciones.

Otras aplicaciones que conocen y recomiendan usar con el alumnado son SolidWorks, SolidEdge, ProEnginner, Euclid y Catia.

En la pregunta ¿crees que se debe enseñar CAD al alumnado en primer curso y porqué?, la respuesta es si, aunque solo una introducción pues deben conocer la base de los sistemas de representación como parte de la geometría descriptiva para el desarrollo de la concepción.

### 3.5.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos se han organizado en dos grupos: por un lado las apreciaciones y opiniones del alumnado, y por otro lado, las opiniones y comentarios del profesorado.

Para el grupo del alumnado se pueden realizar las siguientes valoraciones:

En cuanto a los *programas CAD* que utilizan en clase los alumnos/as, se observan tres grupos similares. Un grupo de alumnos que conocen principalmente el programa Qcad. Otro grupo que utilizan Paint como programa para realizar diseños, de lo cual se deduce que no conocen la diferencia entre los programas de diseño asistido (Computer Aided Design) y los programas de dibujo asistido (Computer Aided Drafting). Y un tercer grupo que manifiesta no usar ningún programa de CAD. Teniendo en cuenta que se trata de grupos de alumnos de 4º curso de ESO, sería de esperar que todos los alumnos conozcan y usen algún programa CAD para realizar sus proyectos.

Respecto a las *asignaturas* en las que usan los alumnos/as los programas CAD, se deduce que la gran mayoría conocen o usan los programas CAD en la asignatura de Tecnología, un grupo reducido los usa en Informática y otro grupo dice no usarlos en ninguna asignatura. Se observa que no mencionan la asignatura de Educación Plástica y Visual, donde también se trabajan estos contenidos, especialmente en geometría.

Analizando el *tipo de actividades* que realizan los alumnos/as con los programas CAD, se observa que un grupo mayoritario los utiliza para realizar los formatos, cajetines, vistas, acotaciones, etc., es decir, los están usando para realizar las actividades de la asignatura de Tecnología. Otro grupo numeroso dice que no los usa, y el resto los utiliza para diferentes actividades como figuras geométricas, informática, investigación, circuitos, dibujos, etc.

La mayoría del alumnado no usa programas CAD en su *tiempo libre*. Existe un pequeño grupo que utiliza Paint para realizar dibujos y un grupo reducido que utiliza Qcad para realizar las actividades propuestas en clase.

Analizando los *programas CAD 2D* que conocen, resulta que hay un pequeño grupo que conoce Paint, otro grupo mediano que conoce Qcad y un grupo numeroso que dice no conocer ningún programa CAD 2D. De aquí se desprende que la mayoría de alumnos entrevistados no conocen los programas CAD 2D.

Analizando los *programas CAD 3D* que conocen, nos encontramos con un grupo mediano que conoce el programa SketchUp, otro grupo numeroso dice no conocer ningún programa CAD 3D, y un alumno manifiesta conocer el programa Micromundos, un entorno de realidad virtual.

Al estudiar las respuestas del alumnado sobre las *ventajas de los programas CAD 3D frente a 2D*, se observa un grupo numeroso que no sabe valorar las ventajas, seguramente porque no conocen estos programas. Hay un grupo mediano que dice que la principal ventaja es que el objeto se ve mejor, con más calidad o más detallado, y otro grupo mediano que dice que son más realistas. Para el resto del alumnado la ventaja principal es que son mejores, tienen más dimensiones y que tienen mayor resolución. En este caso se observa que el alumnado aprecia ventajas claras de los programas CAD 3D frente a los de 2D.

Si comprobamos las *dificultades* del alumnado al trabajar con programas CAD 2D, resulta que hay un grupo que no sabe apreciar las dificultades y otro grupo similar que dice no tener dificultades. El resto de alumnos si que plantean algunas dificultades como que no saben manejar el programa, dificultad de aprendizaje, no entienden su uso, dificultad al poner puntos, es complicado de usar, limitan el dibujo, etc. La mayor dificultad sería, por tanto, que el aprendizaje y manejo son complicados.

Si analizamos las *dificultades* del alumnado al trabajar con programas CAD 3D, resulta que hay un grupo mayoritario que no sabe o no ha usado nunca estos programas, otro grupo reducido que dice no tener dificultades en su uso, y el resto

de alumnos plantean dificultades como aprender a usarlos, que son más difíciles que en 2D, que no salen bien los diseños, etc. De lo cual se deduce que estos programas suponen un cambio en la forma de diseñar y dibujar y requieren un tiempo de aprendizaje y adaptación.

Respecto a la *utilidad* que encuentran los alumnos en el uso de programas CAD, existe un grupo numeroso que sí los encuentra útiles, otro grupo mediano que no sabe o no los usa, y un grupo reducido que opina que no son útiles. En cuanto a la utilidad que le dan a estos programas responden que para hacer los proyectos y trabajos de tecnología, para dibujar las vistas de las piezas, para diseñar un objetos y sus dimensiones, etc. También comentan algunas ventajas generales de los programas CAD, como que ahorran tiempo, facilitan la realización de proyectos y permiten una mejor terminación y limpieza de los trabajos.

Para el grupo del profesorado se pueden realizar las siguientes valoraciones:

En cuanto a la *complejidad* de los programas CAD para el nivel de Secundaria, el profesorado considera que no son complicados, y que se pueden adaptar al nivel de los alumnos/as, proponiendo actividades de mayor o menor dificultad, usando distintas herramientas, pero que lleva tiempo enseñarlos y el temario es extenso.

Los *programas CAD 2D* que usan los profesores con sus alumnos son principalmente Qcad, AutoCad y OpenOffice Draw.

El *programa CAD 3D* más usado por los profesores con sus alumnos es SketchUp. Otros programas son AutoCad, OpenOffice Draw y 3D Home Architet.

En cuanto a las *ventajas* de los programas CAD 3D frente a los 2D, el profesorado considera que los alumnos comprenden mejor algunos conceptos, son más intuitivos, facilitan la comprensión, llaman su atención, son más realistas ya que se pueden obtener vistas en 3D de los objetos y darles un aspecto realista con sombras, texturas, etc.

Preguntados por las *dificultades* que encuentran los alumnos al usar programas CAD 2D, algunos profesores consideran que la falta de base o conocimientos en geometría es un problema añadido, que los alumnos tienen problemas para familiarizarse con los iconos, órdenes y comandos, que hay falta de tiempo o de recursos informáticos, y que los grupos muy numerosos (30 o más alumnos), dificultan la enseñanza individualizada. Otros profesores consideran que tienen pocos o ninguna dificultad, y que los manejan con soltura una vez que se les ha explicado.

En cuanto a las *dificultades* que encuentran los alumnos al usar programas CAD 3D, algunos profesores consideran que la falta de visión espacial es un problema, que hay falta de tiempo o de recursos informáticos, y que los grupos muy numerosos (30 o más alumnos), dificultan la enseñanza individualizada. Otros profesores consideran que tienen pocos o ninguna dificultad, y que los manejan con soltura una vez que se les ha explicado, incluso en inglés lo entienden, ya que son muy intuitivos.

La totalidad del profesorado considera que los programas CAD *son muy útiles* en la enseñanza. Al preguntar al profesorado por otras aplicaciones CAD que se podrían usar en Secundaria, mencionan las siguientes: Ikea Software, Diédrico Software, 3DHome Architet, Chief Architet, 3D Studio, etc.

Para *mejorar el uso* de programas CAD en Secundaria, el profesorado propone aumentar el número de ordenadores y de horas de uso de las aulas de informática, haciendo todos los dibujos, croquis y planos de la memoria del proyecto con programas CAD como QCad y SketchUp, mejorar los ordenadores y los periféricos como impresoras, plotters, usando software gratuito. En general con más tiempo, más recursos y menos alumnos por clase.

En lo referente a la *conveniencia* de enseñar CAD en Secundaria, el profesorado opina que le da al alumnado la oportunidad de conocer herramientas que se usan en las empresas, mejoran su visión espacial, por su facilidad de uso, para que vean la diferencia del diseño en papel y al realizarlo con ordenador, porque se debe fomentar el uso de las TIC's. Algún profesor considera que no se deberían

enseñar programas CAD en Secundaria, ya que el alumnado en general no tiene interés por ellas.

Analizando la encuesta del catedrático de la Universidad de Jaén se deduce que los programas de CAD que se utilizan en la Universidad son programas comerciales de uso muy extendido en la empresa privada, como AutoCad, SolidWorks, Catia, Pro/Enginner, etc.

A pesar de que el número de participantes ha sido pequeño, las opiniones tanto del alumnado como del profesorado sobre el uso de las herramientas CAD, resultan interesantes y deben ser tenidas en cuenta, ya que permiten obtener una serie de conclusiones sobre el estado actual de implantación de las mismas en los centros de Secundaria.

Un punto fundamental que hay que tener en cuenta es que estas herramientas CAD se van a usar solo si las proponen los profesores, por tanto hay que tener en cuenta las dificultades que encuentra el profesorado a la hora de poner en marcha su aplicación.

Las dificultades que encuentra el profesorado son la falta de tiempo para preparar las actividades, la necesidad de formarse y buscar información actualizada relativa a las nuevas herramientas CAD, la extensión del temario que obliga a seleccionar las actividades a programar, las deficiencias y carencias en material informático, equipos, redes, el elevado número de alumnos por clase que dificulta la enseñanza personalizada, la falta de apoyo en el entorno educativo a la hora de implantar iniciativas innovadoras, la falta de presupuesto económico para la adquisición de nuevo material, etc.

En definitiva, el profesorado tiene que vencer estas dificultades y además lograr motivar a su alumnado con nuevas propuestas educativas, que conduzcan a la mejora continua de sus métodos didácticos para lograr los objetivos que se le exigen. Es decir, *el profesor debe motivar a su alumnado y motivarse continuamente.*

#### **4. PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS CAD EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA.**

Existe una gran variedad de software para diseño CAD orientado a entornos profesionales y de enseñanza, tanto comerciales como de uso libre o freeware. Se debe hacer una elección adecuada de las herramientas a utilizar en entornos de enseñanza para garantizar un aprendizaje correcto.

Dada la pujanza actual de los sistemas CAD 3D, consideramos que en cuestión de unos pocos años habrán sustituido casi por completo a los programas CAD 2D. Estos dejarán de utilizarse al igual que dejaron de utilizarse las plumillas y las mesas de dibujo. No quiere ello decir que no se dibujen planos como se hace ahora, sino que las herramientas de CAD 2D quedarán integradas en las aplicaciones de diseño CAD 3D, permitiendo automatizar la obtención de planos y simplificando los métodos de dibujo con herramientas y utilidades más intuitivas y eficaces, pasando del dibujo técnico al diseño o modelado de objetos o sistemas.

Por tanto sería conveniente que las herramientas CAD 3D se fueran implantando progresivamente en los centros de Secundaria, no solo en la asignatura de Tecnología o Educación Plástica y Visual, sino en otras disciplinas como Matemáticas, Física, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, etc.

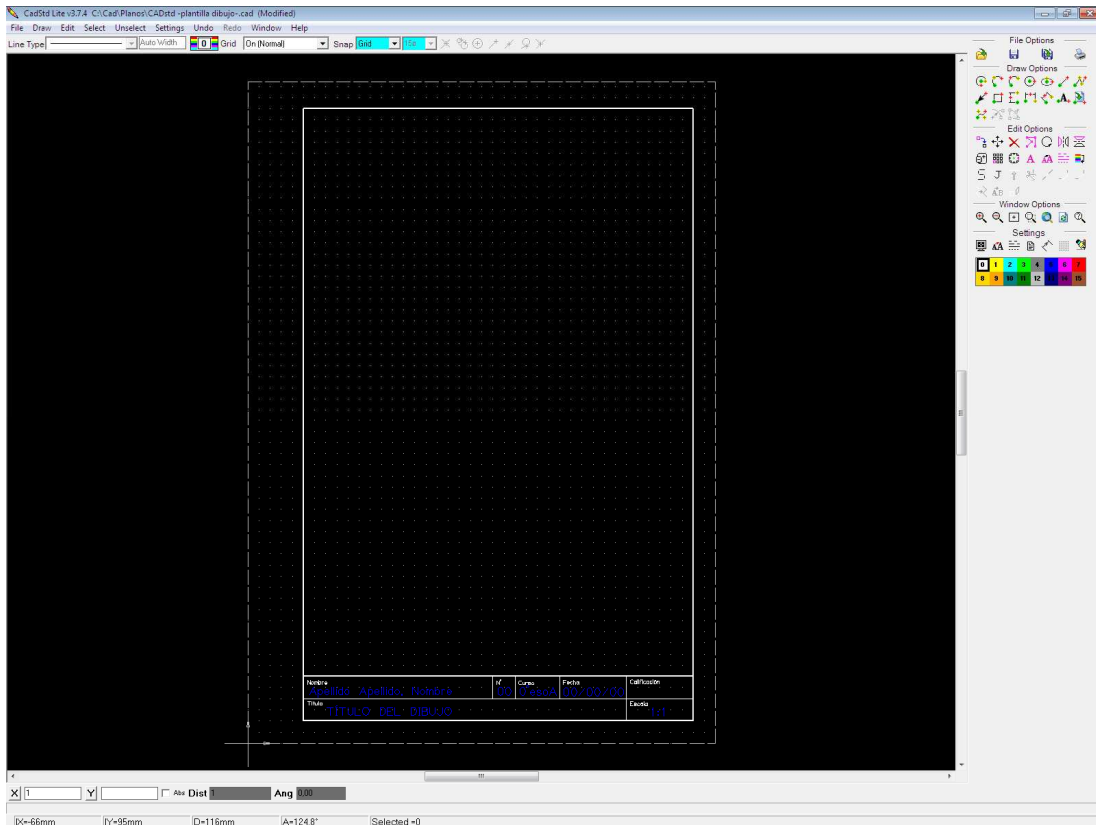
No planteamos el abandono de los sistemas CAD 2D, sino que se estudien como algo que forma parte de los métodos actuales de dibujo, pero poniendo el foco en el uso de las nuevas herramientas 3D.

El alumnado de 2º curso de ESO, debe iniciarse en el dibujo técnico con herramientas CAD 2D sencillas y de código abierto como Qcad o CadStd que son las más usadas actualmente, incluso otras como LiteCad, LibreCad, ExtraCad, etc. Es decir, aquellas con las que el profesorado considere que los alumnos/as se encontrarán más cómodos y les resultará más fácil de aprender.

En 2º curso de ESO, en la asignatura de Tecnología, el temario incluye una unidad didáctica sobre Dibujo Técnico. En esta U.D. se propone usar CAD 2D para

realizar formatos, vistas de alzado, planta y perfil de objetos sencillos, y perspectivas. Entre las actividades que se suelen realizar tenemos las siguientes:

1º) Diseño de una plantilla DIN A4.



2º) Trazado de planta, perfil y alzado de una pieza u objeto simple.

3º) Dibujar un tangram con el programa CAD 2D, imprimirlo y recortarlo.

Una de las mayores dificultades que tienen los alumnos en el dibujo técnico es realizar perspectivas a partir de las 3 vistas de una pieza: alzado, planta y perfil. CadStd es una aplicación básica y sencilla de utilizar, con la que se pueden realizar perspectivas, tanto caballera como isométrica, planos y acotaciones.

Estas herramientas servirán de base para la realización de los bocetos, croquis, planos y dibujos técnicos del proyecto grupal que realizan en el taller. El profesor pedirá a su alumnado que realice los dibujos con estas herramientas 2D.

En 3º curso y 4º curso de ESO, sería recomendable introducir al alumnado en el manejo y aprendizaje de las herramientas CAD 3D en las unidades didácticas


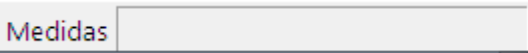

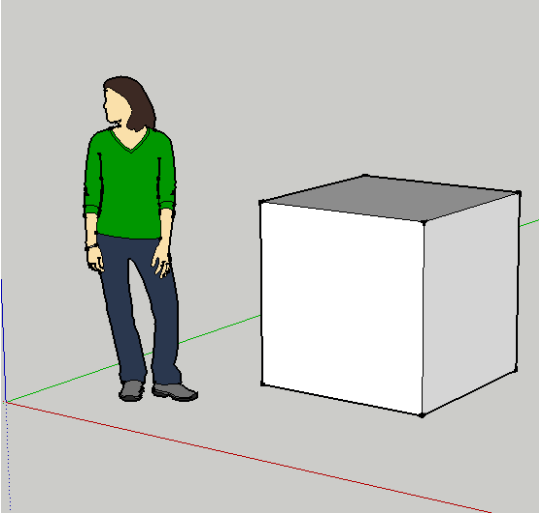
de dibujo técnico y diseño asistido por ordenador. Una de las herramientas más usadas actualmente por su sencillez y facilidad de aprendizaje es SketchUp.



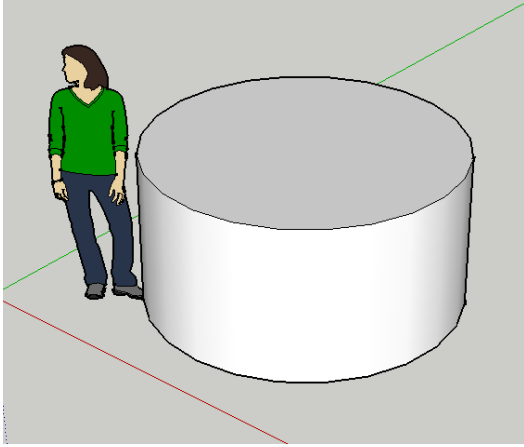
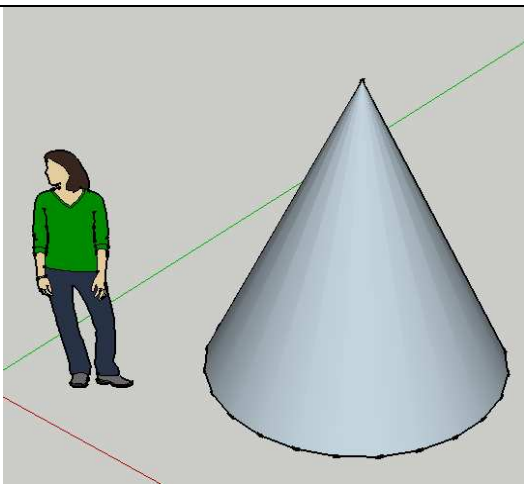

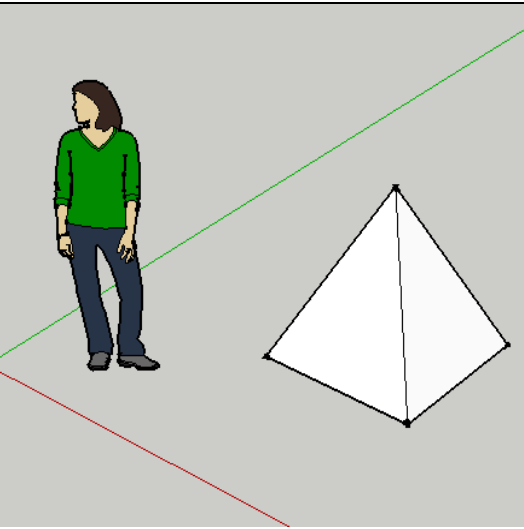
La aplicación SketchUp, es uno de los entornos de diseño 3D más intuitivos y fáciles de usar en comparación con otros programas de modelado 3D. Existen numerosos manuales y tutoriales en vídeo para aprender paso a paso como diseñar y modelar. SketchUp permite modelar imágenes en 3D de cualquier objeto que pueda imaginar el diseñador o dibujante. Además, para facilidad, el programa incluye una galería de objetos, texturas e imágenes para descargar.

Durante el curso escolar se puede proponer a los alumnos de 3º de ESO, la realización del diseño de un proyecto utilizando el software de diseño 3D SketchUp 8 de Google (actualmente de la firma Trimble).

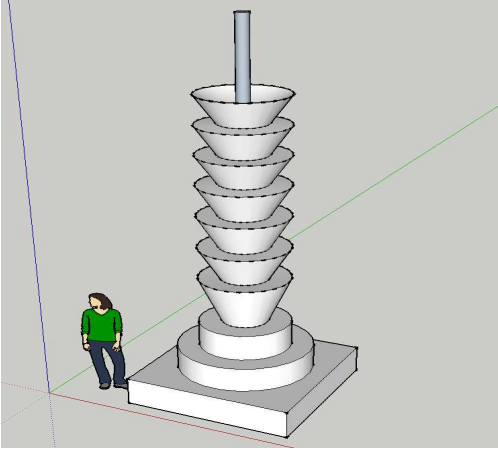
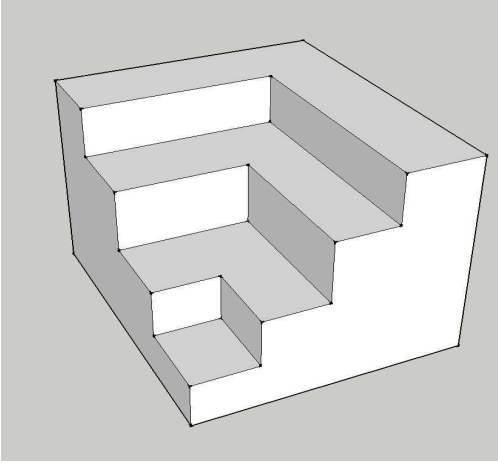
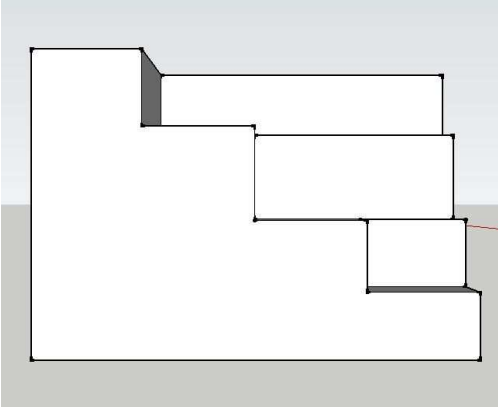
Durante las primeras sesiones los alumnos se familiarizan con el entorno de SketchUp. La interfaz de usuario de SketchUp está diseñada para que su uso resulte lo más sencillo posible. Los elementos principales de la interfaz de SketchUp son la barra de título, los menús, la barra de herramientas, el área de dibujo, la barra de estado y el cuadro de control de valores (CCV).

En la primera sesión se propone a los alumnos/as la realizan de figuras geométricas como cubos, rectángulos, pirámides, conos, esferas, anillos, etc. En las figuras 1, 2, 3 y 4 se puede ver el diseño de estas figuras geométricas.

<p>1º ejercicio: Realizar un cubo de 1 m<sup>3</sup>.</p> <p>-Seleccionar cuadrado de la barra de herramientas “Dibujo”. </p> <p>-Utilizar la casilla de medidas para introducir las medidas.</p> <p></p> <p>-Usar empujar/tirar de la barra de herramientas “Modificación”. </p>	 <p>Figura 1: Ejecución de un cubo.</p>
--	---

<p>2º ejercicio: Realizar un cilindro de 1 m de diámetro y 1 m de altura.</p> <p>-Seleccionar círculo de la barra de herramientas “Dibujo”. </p> <p>-Utilizar la casilla de medidas para introducir las medidas exactas. </p>	
	<p>Figura 2: Ejecución de un cilindro</p>
<p>3º ejercicio: Realizar un cono de 1 m de diámetro y 2 m de altura.</p> <p>-Seleccionar círculo de la barra de herramientas “Dibujo”.</p> <p>-Dibujar una línea perpendicular desde el centro del círculo, de 2 m de altura.</p> <p>-Unir el vértice superior con un punto de la circunferencia.</p> <p>- Usar la herramienta “sígueme” para trazar la superficie del cono.</p>	
	<p>Figura 3: Ejecución de un cono</p>
<p>4º ejercicio: Realizar una pirámide cuadrada de 1 m de lado y 1 m de altura.</p> <p>-Seleccionar “cuadrado” de la barra de herramientas “Dibujo”. </p> <p>-Dibujar una línea perpendicular desde el centro del cuadrado, de 1 m de altura.</p> <p>-Unir el punto superior con los cuatro vértices del cuadrado, hasta que cierre.</p>	
	<p>Figura 4: Trazado de una pirámide</p>

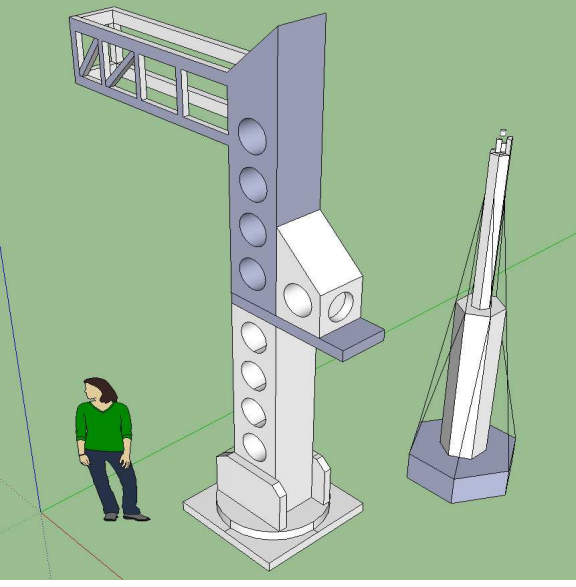
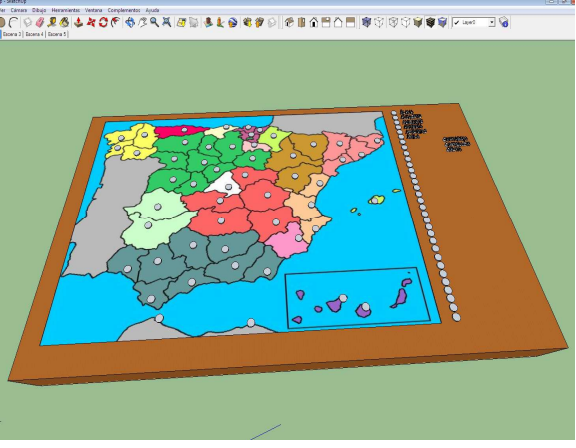
En la segunda sesión se les propone que diseñen objetos con formas sencillas, mediante la creación, modificación y borrado de volúmenes. En las figuras 5, 6 y 7 se puede ver el diseño de una fuente y una pieza.

<p>Se les pide que diseñen una fuente o una estatua para un parque de su barrio. O que diseñen una existente en su ciudad o barrio. Se trata de que desarrollen su imaginación y al mismo tiempo aprendan a usar la herramienta como si fuera un juego.</p>	
	<p>Figura 5: Diseño de una fuente</p>
<p>También se le puede proponer al alumnado que realicen la típicas piezas para realizar las tres vistas de alzado, planta y perfil, que solo son un pequeño subconjunto de todas las posibles vistas que se pueden hacer de un objeto en tres dimensiones.</p>	
	<p>Figura 6: Diseño de una pieza</p>
<p>Una vez realizada la pieza se les pide que obtengan las vista de alzado, planta y perfil y la comparen con los resultados obtenidos por los métodos tradicionales en láminas. También se les pide que trabajen con diferentes perspectivas, entre ellas, la isométrica y la caballera.</p>	
	<p>Figura 7: Vista de perfil de la pieza</p>

En las siguientes sesiones se les propone al alumnado que diseñen con SketchUp el proyecto que van a construir en el aula-taller. Este proyecto puede ser una grúa, un puente, una noria, un edificio, una atracción de feria, un vehículo, etc.

Los alumnos deben diseñar cada una de las piezas de su proyecto con las medidas correspondientes, antes de proceder a su construcción. Es decir, deben construir y montar su maqueta virtual en SketchUp, y después construirla con madera, tornillos, pegamento, etc.

Durante la construcción real podrán hacer modificaciones al modelo virtual hasta que ambos coincidan. De esta forma podrán comprobar que lo que diseñan en el ordenador, lo pueden construir en la realidad. En las figuras 8 y 9 se pueden ver dos ejemplos de proyectos, una grúa y un mapa eléctrico de España.

<p>Ejemplo de construcción de una grúa, con diferentes piezas y elementos que pueden construirse en madera. Cualquier maqueta que los alumnos propongan para su construcción puede realizarse previamente como un diseño en el programa SketchUp, de una forma fácil, sencilla y rápida. Lo cual supone una experiencia novedosa para el alumnado.</p>	
	<p>Figura 8: Diseño de una grúa</p>
<p>Otro ejemplo es la construcción de un mapa eléctrico, donde previamente diseñan la caja, el mapa, las conexiones, el cableado, los puntos de contactos y el circuito.</p>	
	<p>Figura 9: Diseño de un mapa eléctrico</p>

Durante el curso escolar 2011-2012, se tuvo la oportunidad de realizar una experiencia piloto con alumnos/as de 3º de ESO en un IES de Almería, proponiendo al alumnado que realizaran con SketchUp el diseño de una casa, chalet, vivienda o edificio. Los alumnos/as utilizaban por primera vez este programa, y tras unas breves nociones sobre su funcionamiento, se pusieron a realizar sus diseños.

Los alumnos aprendieron a utilizar muchas de las herramientas de forma casi intuitiva, incluso descargaron modelos desde la biblioteca existente en Google. Los resultados obtenidos fueron bastante satisfactorios, quedan la mayoría de ellos sorprendidos por la facilidad de uso y potencia de este programa. Algunos de los diseños que realizaron se muestran en las figuras 10, 11, 12 y 13.



Figura 10: Ejemplo de una vivienda realizada por alumnos/as de 3º de ESO



Figura 11: Ejemplo de una vivienda realizada por alumnos/as de 3º de ESO

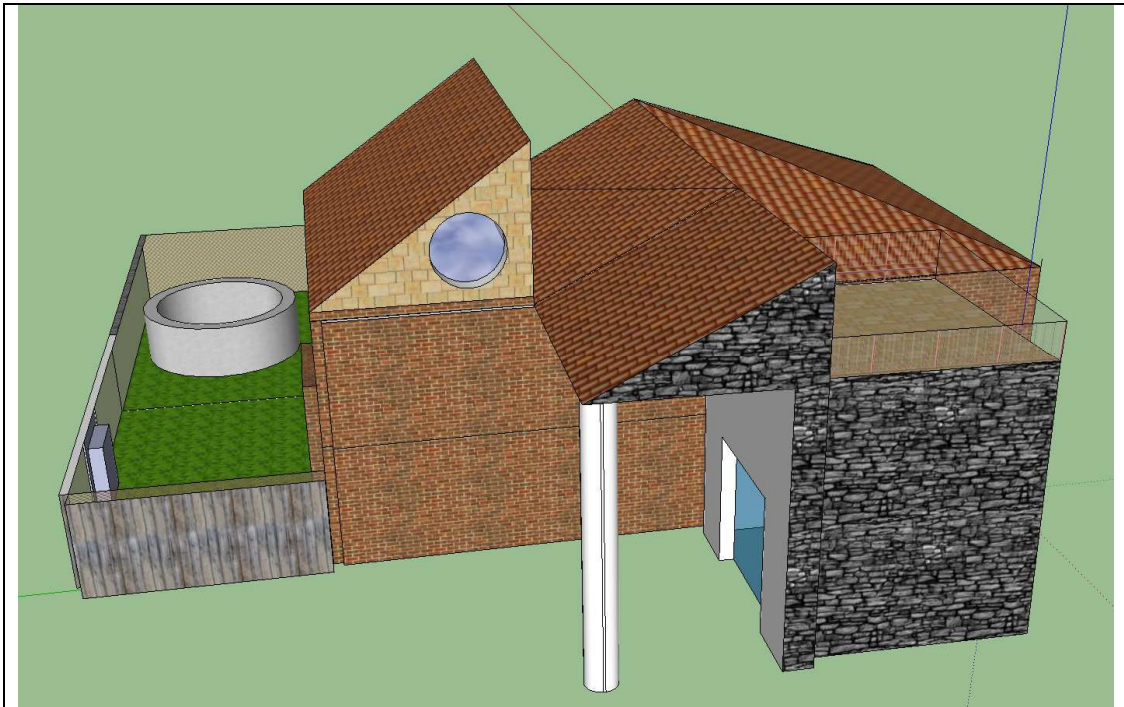


Figura 12: Ejemplo de una vivienda realizada por alumnos/as de 3º de ESO

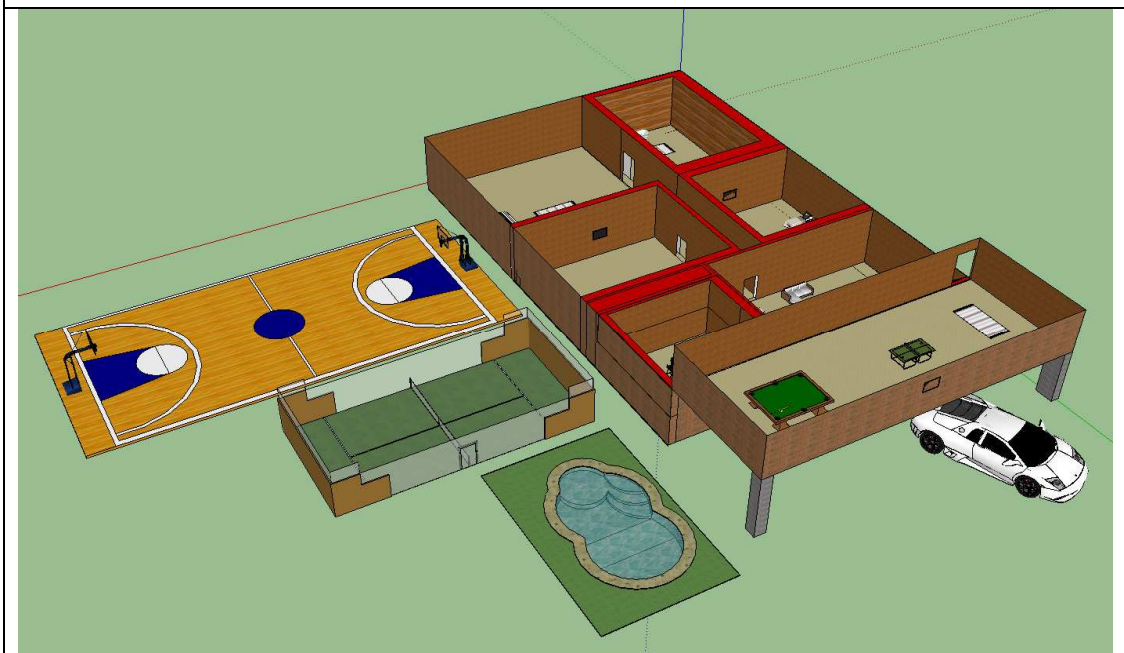


Figura 13: Ejemplo de una vivienda realizada por alumnos/as de 3º de ESO

La experiencia resultó muy positiva para los alumnos, que aprendieron a usar una herramienta de CAD 3D de forma amena y divertida.

## **5.- CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Las conclusiones están relacionadas con las hipótesis. En este punto, se ha de comprobar si las hipótesis que se habían planteado antes del estudio preliminar, son correctas o son erróneas. Analizando cada una de las hipótesis tenemos:

1º) *La mayoría de las herramientas CAD utilizadas en los centros de secundaria son de CAD 2D.*

Como se ha visto en el estudio, esta afirmación es correcta, ya que se están usando principalmente aplicaciones como Qcad y Paint que no puede considerarse CAD, aunque también se está usando SketchUp en uno de los centros.

2º) *El uso de herramientas CAD 3D está muy poco extendido en las escuelas de secundaria.*

Esta afirmación puede considerarse correcta en la muestra que comprende el estudio, ya que solo un 34% del alumnado conoce el programa SketchUp.

3º) *El uso de herramientas CAD 3D mejora el interés y la motivación en el aprendizaje del dibujo técnico respecto a los programas de CAD 2D.*

Los propios alumnos afirman que los objetos se ven mejor, con más calidad o más detallado, que son más realistas, que son mejores, tienen más dimensiones y que tiene mayor resolución. Esto nos indica que los programas CAD 3D despiertan su curiosidad y llaman su atención, aumentando el interés y la motivación.

4º) *Los programas de diseño CAD 3D son más intuitivos y fáciles de aprender que los programas CAD 2D.*

Esta afirmación la podemos verificar comprobando las dificultades que tienen los propios alumnos. Se observa que los alumnos detallan un mayor número de dificultades en 2D, aunque también encuentran dificultades en 3D. Una de las dificultades mayores es el aprendizaje del propio programa. Por ello es conveniente trabajar con herramientas sencillas, fáciles de usar y de aprender.

5º) *El uso de las herramientas CAD 3D aumenta la creatividad y la visión espacial del alumnado.*

Por las respuestas que se han obtenido tanto del alumnado como del profesorado, queda patente que esta afirmación es correcta.

6º) *La formación del profesorado en herramientas CAD 3D aumenta su implicación en la incorporación de éstas en los procesos de enseñanza.*

Es evidente que la preparación del profesorado en estas herramientas es indispensable para poder llevarlas a la práctica diaria en el aula. Por ello, se puede afirmar que la formación del profesorado debe ser una de las prioridades de la administración educativa y un reto personal del propio profesorado, que nunca debe permitir que los avances continuos en nuevas tecnologías educativas le superen.

7º) *Los alumnos que usan las herramientas CAD 3D comprenden mejor los contenidos curriculares del dibujo y diseño, especialmente las perspectivas y las vistas de alzado, planta y perfil.*

Como indican los propios alumnos en sus respuestas, los programas CAD 3D son más intuitivos, se ven mejor los objetos, sus vistas, las perspectivas, son más realistas. El profesorado también señala que estos programas mejoran la visión espacial del alumnado. Por tanto son herramientas que ayudan a mejorar la comprensión de los contenidos del dibujo técnico.

Como futuros trabajos este investigador se plantea la continuación con este mismo estudio aumentando la muestra de alumnos y profesores, es decir, extender el estudio a un número mayor de centros educativos, tanto de la ciudad de Jaén como de otras poblaciones de la provincia.

Al mismo tiempo, en los centros donde ejerciese la docencia, llevaría a la práctica la propuesta realizada para la aplicación de las herramientas CAD en centros de Secundaria, con la finalidad de estudiar con más profundidad el impacto que producen estas herramientas en la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

## **6.- BIBLIOGRAFIA**

- Águila del, Ramón (2012). Portal de Dibujo Técnico. *Geometría, Sistemas de Representación, Normalización y Croquización*. [Fecha de consulta: 11/12/2012].  
<http://dibujo.ramondelaguila.com/>
- Aleixos, N. Piquer, A., Galmes, V. et al. (2002). *Estudio comparativo de aplicaciones CAD de modelado*. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander: Ingegraf. [Fecha de consulta: 11/01/2013].  
<http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/117.pdf>
- Alonso, J.A., Troncoso, J.C., Pérez, M. et al. (2008). *Usabilidad de las herramientas CAD. Consideraciones sobre el uso de los programas CAD en la docencia del Dibujo Técnico*. Ponencia en el 6º Simposio Internacional de Informática Educativa-SIIE´04 (Cáceres. Noviembre 2004). [Fecha de consulta: 10/01/2013].  
<http://www.ingegraf.es/mesas/COMUNICACIONES%20ACEPTADAS/D19.pdf>
- Argote, José Ignacio (2005). *Diseño asistido por ordenador*. [Fecha de consulta: 9/12/2012].  
<http://personal.telefonica.terra.es/web/cad/index.htm>
- Baldasano, J.M., Gassó, S., Colina, F. (2001) "*Diseño asistido por ordenador (cad). evolución y perspectivas de futuro en los proyectos de ingeniería*". Dpto. de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Barcelona. [Fecha de consulta: 5/12/2012].  
<http://www.unizar.es/aeipro/finder/INGENIERIA%20DE%20PRODUCTOS/BF04.htm>
- Beltrán, J. (2010). Sistema diédrico. Técnicas educativas con ayudas 3d en el espacio real, y su simulación en el espacio virtual. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. Nº 36 Enero 2010 pp.151 – 170. [Fecha de consulta: 2/01/2013].  
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=36815128012>
- Cañas, I., Bayod, C., Velilla, C., San Antonio, J.C. de (2008) Pensamiento crítico para el Pensamiento gráfico. *Anales de Ingeniería Gráfica* (19). 39 – 45. [Fecha de consulta: 21/12/2012].  
[http://oa.upm.es/2120/1/INVE\\_MEM\\_2008\\_52748.pdf](http://oa.upm.es/2120/1/INVE_MEM_2008_52748.pdf)
- Chung, A.R. (2009). Software libre aplicado al dibujo industrial: el caso Blender. *Industrial Data*. Vol 12, ene-jun. pp 62-67. Lima. [Fecha de consulta: 11/01/2013]  
<http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=81620149010>
- DECRETO 231/2007, DE 31 DE JULIO, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía.
- Domínguez Somonte, M., Espinosa Escudero, M.M. (2002). *Fundamentos de dibujo técnico y diseño asistido*. Madrid: UNED.

- González Reyna, S. (1994). *Manual de redacción e investigación documental*. México.: Editorial Trillas.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Colombia: MacGraw-Hill Interamericana.
- LEY ORGÁNICA 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- La Cruz, W., Casariego, E. (2007). Las herramientas tecnológicas en la enseñanza del diseño industrial. *Telemática*. Año/vol. 6, número 002. 33-44. Venezuela. [Fecha de consulta: 18/12/2012].  
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/784/78460203.pdf>
- Méndez, A.C. (2000). Aprender modelando...crear aprendiendo. *Ensaio e Ciencia*. Diciembre. Vol. 4. n° 003. Universidad do Pantanal Campo Grande. Brasil.
- Morelli, Rubén Darío (2009). *Prototipos rápidos y reflexión crítica como herramientas para enseñar el diseño cad 3d-2d*. Rosario: Universidad Nacional de Rosario. Argentina. [Fecha de consulta: 9/12/2012].  
<http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia/2jexpinnov/trabajos/MorelliRuben.pdf>
- Paniagua, E. (2001). La creatividad y las TIC. *Anales de Documentación*, n°4, Pag. 179-191. Universidad de Murcia. [Fecha de consulta: 12/01/2013].  
<http://revistas.um.es/analesdoc/article/download/2321/2311>
- REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
- REAL DECRETO 1190/2012, de 3 de agosto, por el que se modifican el Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, y el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
- Rodríguez, Gerardo (2006). *Manual de diseño industrial. Curso básico*. Naucalpan, Edo. De México: Ediciones G. Gili, S.A. de C.V., México. [Fecha de consulta: 8/12/2012].  
<http://luislorgio.bligoo.es/media/users/10/514004/files/48177/ManualDI.pdf>
- Sanz, F., Blanco, J. (2002). *CAD-CAM. Gráficos, animación y simulación por ordenador*. Madrid. ITES-Paraninfo.
- Vázquez Cano, E. (2012). Simulación robótica con herramientas 2.0 para el desarrollo de competencias básicas en ESO. Un estudio de casos. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 48-73 [Fecha de consulta: 11/12/2012].  
[http://campus.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/8999/9244](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/8999/9244)

## **7. ANEXOS**

<b><u>ANEXO 1.- CUESTIONARIO SOBRE USO DE PROGRAMAS CAD EN SECUNDARIA CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO</u></b>		
<b>CURSO:</b>	<b>CENTRO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b>
1.- ¿Utilizas algún programa de CAD en el Instituto? ¿Cuales?		
2.- ¿En qué asignaturas usas estos programas de CAD, en el caso de que los uses?		
3.- ¿Qué tipo de actividades o trabajos realizas con estos programas de CAD?		
4.- ¿Utilizas algún programa de CAD en casa o en tu tiempo libre? ¿Cual? ¿Para qué lo usas?/		
5.- ¿Qué programas de CAD en 2D (2 dimensiones) conoces?		
6.- ¿Qué programas de CAD en 3D (3 dimensiones) conoces?		
7.- ¿Que ventajas crees que tienen los programas de diseño 3D frente a los diseño 2D?		
8.- ¿Qué dificultades encuentras a la hora de realizar un trabajo con los programas CAD 2D?		
9.- ¿Qué dificultades encuentras al realizar un diseño con los programas CAD 3D?		
10.- ¿Te parecen útiles para realizar tus proyectos los programas de diseño CAD?		

<b><u>ANEXO 2.- CUESTIONARIO SOBRE USO DE PROGRAMAS CAD EN SECUNDARIA CUESTIONARIO PARA EL PROFESORADO</u></b>		
FECHA:	CENTRO:	POBLACIÓN:
1.- ¿Crees que los programas CAD son demasiados complicados para el nivel de Secundaria?		
2.- ¿Qué programas de CAD en 2D usas con tus alumnos/as del Instituto?		
3.- ¿Qué programas de CAD en 3D utilizas con tus alumnos/as del Instituto?		
4.- ¿Que ventajas crees que tienen los programas de diseño 3D frente a los 2D?		
5.- ¿Qué dificultades crees encuentra el alumnado al realizar un trabajo con programas CAD 2D?		
6.- ¿Qué dificultades crees encuentra el alumnado al realizar diseños con los programas CAD 3D?		
7.- ¿Te parecen útiles, como recursos didácticos en Tecnología, los programas de diseño CAD?		
8.- ¿Qué otras aplicaciones de diseño y CAD conoces que pueden utilizarse con el alumnado?		
9.- ¿Cómo podrías mejorar el uso de programas CAD en los proyectos de tecnología?		
10.- ¿Crees que se debe enseñar programas CAD a los alumnos/as de Secundaria? ¿Por qué?		

### **ANEXO 3.- Respuestas del profesorado a al cuestionario de preguntas**

En este anexo se han agrupado las respuestas del profesorado para cada pregunta, de esta manera se pueden comparar y ver similitudes y diferencias.

1ª pregunta: ¿Crees que los programas CAD son demasiados complicados para el nivel de Secundaria?

- No, además siempre se pueden adecuar los ejercicios al nivel de Secundaria.
- No, en absoluto.
- No, pero lleva su tiempo enseñárselo, y el temario es muy extenso.
- No, es cuestión de programar las actividades en secuencias de menor a mayor dificultad, del uso de las distintas herramientas.
- No, los que se imparten en 3º y 4º de ESO, los entienden y manejan muy bien.
- No demasiado.

2ª pregunta: ¿Qué programas de CAD 2D usas con tus alumnos de Secundaria?

- Qcad y Autocad
- Autocad
- AutoCad, QCad, 3dHomeArchitect 4.0 de ART, y Chief Architect de ART
- AutoCAD
- Draw de OpenOffice y Qcad
- Qcad

3º pregunta: ¿Qué programas de CAD 3D usas con tus alumnos de Secundaria?

- AutoCad
- AutoCad
- SketchUp
- Ninguno
- SketchUp
- Draw de OpenOffice

4ª pregunta: ¿Qué ventajas crees que tienen los programas CAD 3D frente a 2D?

- Los alumnos comprenden mejor algunos conceptos.
- Son más intuitivos para el alumno.
- Facilita la comprensión del alumno y son más realistas.
- Son más realistas.
- Son más realistas y llaman más la atención del alumnado.
- Mostrar imágenes más realistas del modelo construido.

5ª pregunta: ¿Qué dificultades encuentran los alumnos al trabajar con CAD 2D?

- Falta de conocimientos en Geometría.
- Ninguna.
- Una vez explicado, lo manejan con mucha soltura.
- Familiarizarse con los iconos y órdenes.
- Falta de tiempo, o de recursos informáticos, además que las aulas con 30 alumnos dificultan las enseñanzas individualizadas.
- Pocas con el openoffice draw. Con el Qcad tienen más dificultades ya que no comprenden bien las instrucciones

6ª pregunta: ¿Qué dificultades encuentran los alumnos al trabajar con CAD 3D?

- La falta de visión espacial.
- Ninguna
- Pocas con el OpenOffice Draw
- Ninguna, incluso estando en inglés, ya que son muy intuitivos.
- Falta de tiempo, o de recursos informáticos, además que las aulas con 30 alumnos dificultan las enseñanzas individualizadas.
- Una vez explicado, lo manejan con mucha soltura.

7ª pregunta: ¿Te parecen útiles como recurso didáctico los programas de CAD?

- Mucho
- Muy útiles
- Muy útiles

- Muy útiles
- Poco
- Si

8ª pregunta: ¿Qué otras aplicaciones de diseño CAD conoces que puedan usarse con el alumnado de Secundaria?

- Ikea Software y Diédrico Software.
- Diseño de imágenes por ejemplo.
- 3dHomeArchitect, es muy intuitivo. Para el alumnado es como un juego. Sim. En USA y Canada se utiliza en las escuelas al igual que el Chief Architect., aunque este último es muy profesional. Rápido, cámaras, vistas. Construyes en 3d real todo, pero con una amplia biblioteca de los productos más extendidos en la construcción. Trabajas con pilares, vigas, forjados, jácenas, muros, cubiertas, etc, incluyendo en cada uno una amplia ventana de posibilidades de creación. Está en Inglés.
- 3D Estudio
- Autocad pero al ser en base windows no lo podemos utilizar en clase.
- En la materia de Educación plástica y visual.

9ª pregunta: ¿Cómo podrías mejorar el uso de programas CAD en Secundaria?

- Me limita mucho la falta de ordenadores y horas en el aula de informática.
- Todos los dibujos, croquis, bocetos y planos para la memoria del proyecto construcción, realizarlos con el Qcad y Google SketchUp.
- Para esto deberíamos tener ordenadores y maquinas adecuados para ejecutarlos. Esto es difícil. El software es gratuito para la enseñanza casi todo lo difícil es tener aulas y equipos para ello. De ser así, en los centros se puede avanzar mucho con los alumnos. Yo coloco en mis blog de tecnología tutoriales hechos por mí de láminas para los alumnos, pero lo suyo sería disponer de un aula auténtica de dibujo vectorial, con impresoras de gran formato y equipos adecuados para que funcionen. Esto es cara para el modelo de sociedad que tenemos en España. Esta es la auténtica Tic, cercana al mundo profesional, del diseño, ingeniería, arquitectura, publicidad, cine. etc.

- Con más tiempo, más recursos informáticos, con menos alumnos en las aulas (15 alumnos).
- Dedicándole más tiempo.
- Usándolos para la realización de actividades y exámenes.

10ª pregunta: ¿Por qué crees que se deben enseñar programas CAD en Secundaria?

- Es muy importante, les abre muchas puertas en el futuro.
- Mejoran su visión espacial.
- Por la facilidad del uso del software CAD 2 D y 3D y para que vean el diseño sobre papel y realizarlo con el ordenador.
- Sí, siempre que los espacios lo permitan y las dotaciones de los mismos.
- Quizás No. Porque muchos no tienen interés en el dibujo y sólo piensan que usar el ordenador
- Si. Porque se debe fomentar el uso de las nuevas tecnologías.

<b>ANEXO 4.- CUESTIONARIO PARA EL PROFESORADO SOBRE USO DE PROGRAMAS CAD EN LA UNIVERSIDAD (con respuestas)</b>	
1.- ¿Crees que los programas CAD son demasiados complicados para el 1er curso de carrera?	No.
2.- ¿Qué programas de CAD en 2D (2 dimensiones) usas con tus alumnos/as del 1er curso de carrera?	AutoCAD
3.- ¿Qué programas de CAD en 3D (3 dimensiones) utilizas con tus alumnos/as del 1er curso de carrera?	AutoCAD y SolidWorks.
4.- ¿Que ventajas crees que tienen los programas de diseño 3D frente a los diseño 2D?	Son muy intuitivos y si es posible que sean paramétricos.
5.- ¿Conoces el programa de CAD 2D Autocad? ¿Para qué actividades lo usas?	Si, para prácticas.
6.- ¿Conoces el programa de CAD 2D Qcad? ¿Para qué podrías usarlo?	No.
7.- ¿Conoces el programa de CAD 2D LibreCad? ¿Cómo lo usarías con tus alumnos?	No.
8.- ¿Qué dificultades crees encuentra el alumnado al realizar un trabajo con programas CAD 2D?	Proceso de trabajo con entidades y realización de operaciones.
9.- ¿Conoces el programa de diseño 3D SketchUp? ¿Cómo lo usarías con tus alumnos?	Sí, para prácticas 2D.
10.- ¿Conoces el programa de diseño 3D FreeCAD? ¿Cómo lo usarías con tus alumnos?	No.
11.- ¿Qué dificultades crees encuentra el alumnado al realizar diseños con los programas CAD 3D?	Pocas, al ser muy intuitivo y poder manejarse con operaciones geométricas 3D como vaciados, extrusiones o revoluciones, entre otras.
12.- ¿Te parecen útiles, como recursos didácticos, los programas de diseño CAD?	

Sí.
13.- ¿Qué otras aplicaciones de diseño y CAD conoces que pueden utilizarse con el alumnado? SolidWorks, SolidEdge, ProEngineer, Euclid y Catia.
14.- ¿Cómo podrías mejorar el uso de programas CAD en las actividades que se proponen? Desarrollando aplicaciones de geometría euclídea en su entorno, y para ello, es necesario conocer programación.
15.- ¿Crees que se debe enseñar programas CAD a los alumnos/as de 1er curso? ¿Por qué? Sí, aunque sólo una introducción pues deben conocer la base de los sistemas de representación como parte de la geometría descriptiva para el desarrollo de la concepción