

**(C-143)**

**NUEVAS TECNOLOGÍAS VISUALES APLICADAS A LA  
DOCENCIA DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA**

*Pau Natividad Vivó*

*José Calvo López*

*Ricardo García Baño*

*Juan Pedro Sanz Alarcón*



**(C-143) NUEVAS TECNOLOGÍAS VISUALES APLICADAS A LA DOCENCIA DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA**

*Pau Natividad Vivó, José Calvo López, Ricardo García Baño, Juan Pedro Sanz Alarcón*

**Afiliación Institucional:** Dpto. Arquitectura y Tecnología de la Edificación, Universidad Politécnica de Cartagena

**Indique uno o varios de los siete Temas de Interés Didáctico:** (Poner x entre los [ ])

Metodologías didácticas, elaboraciones de guías, planificaciones y materiales adaptados al EEES.

Actividades para el desarrollo de trabajo en grupos, seguimiento del aprendizaje colaborativo y experiencias en tutorías.

Desarrollo de contenidos multimedia, espacios virtuales de enseñanza- aprendizaje y redes sociales.

Planificación e implantación de docencia en otros idiomas.

Sistemas de coordinación y estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Desarrollo de las competencias profesionales mediante la experiencia en el aula y la investigación científica.

Evaluación de competencias.

**Resumen.**

La Geometría Descriptiva, disciplina que trata acerca de la representación del espacio tridimensional sobre superficies planas y la resolución de problemas espaciales mediante técnicas bidimensionales, es un saber de gran importancia en la formación de cualquier profesional técnico y vital en el caso de arquitectos, arquitectos técnicos e ingenieros de edificación. Tradicionalmente la enseñanza de esta materia se ha desarrollado mediante métodos bidimensionales (pizarra y papel), sin embargo en los últimos años las nuevas tecnologías están facilitando enormemente el modelado y visualización tridimensional en soporte informático, cuyas posibilidades han motivado un nuevo enfoque docente. En la presente comunicación queremos exponer nuestra experiencia personal como profesores de Geometría Descriptiva en el empleo de estas nuevas tecnologías visuales y las ventajas que proporcionan.

**Keywords:** Descriptive Geometry, visual technology, CAD, imaging, render, animation, 3D models

**Abstract.**

Descriptive Geometry can be defined as the discipline that deals with the representation of three-dimensional space in a plane and the resolution of spatial problems using two-dimensional techniques; is an important subject in the education of any engineer and essential for architects and building engineers. Instruction on this subject has been traditionally carried on using two-dimensional methods (blackboard and paper), but the new technologies are making computer modeling and three-dimensional viewing easier; these possibilities allow a new educational approach. The aim of this paper is to report our personal experience in the use of these new visual technologies as instructors of Geometry Descriptive and to explain the advantages brought about by them.

## 1. Sobre la Geometría Descriptiva

La Geometría Descriptiva es la disciplina que trata acerca de la representación del espacio tridimensional sobre superficies planas, posibilitando la resolución de problemas espaciales mediante técnicas bidimensionales. Su estudio permite el desarrollo intelectual del estudiante en el campo de la comprensión del espacio tridimensional, lo que la convierte en un saber de gran importancia en la formación de cualquier profesional técnico en general, y vital en el caso de arquitectos, arquitectos técnicos e ingenieros de edificación. Por estos motivos se enseña en la mayoría de los planes de estudios de Arquitectura, Ingeniería, Topografía, Diseño, etc. de todo el mundo, casi siempre como una asignatura propia pero también como materia dentro de otras asignaturas del área de expresión gráfica.

Tradicionalmente la enseñanza de la Geometría Descriptiva se ha desarrollado mediante métodos bidimensionales, basados en pizarra y papel. Sin embargo, en los últimos años las nuevas tecnologías están facilitando enormemente el modelado y la visualización tridimensional, de forma que el dibujo 2D ha dado paso al diseño combinado 2D/3D en soporte informático, cuyas posibilidades han motivado un nuevo enfoque docente (Monedero 2002). En la presente comunicación queremos exponer nuestra experiencia personal como profesores de Geometría Descriptiva en el empleo de estas nuevas tecnologías visuales y las ventajas que proporcionan, especialmente a los alumnos.

## 2. La asignatura de Geometría Gráfica en el Grado de Arquitectura de la UPCT

El plan de estudios del Grado en Arquitectura en la Universidad Politécnica de Cartagena incluye una asignatura en su primer curso, denominada Geometría Gráfica, en la que los alumnos deben adquirir los conocimientos básicos de la Geometría Descriptiva y su aplicación dentro del ámbito arquitectónico. Es una asignatura obligatoria y anual que se configura como esencial, no sólo para el ejercicio de la profesión de arquitecto, sino también para el adecuado desarrollo de la mayoría de las asignaturas de la titulación, puesto que el lenguaje del arquitecto es el dibujo.

Los objetivos que pretende la asignatura son, en términos generales:

1. Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y el urbanismo de los sistemas de representación espacial.
2. Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y el urbanismo de las leyes de la percepción visual y su relación con la perspectiva lineal.
3. Aptitud para aplicar los procedimientos gráficos a la representación de espacios y objetos, y dominar las técnicas tradicionales del dibujo, en particular las proyecciones ortográficas, la axonometría y la perspectiva lineal, la resolución de intersecciones entre cuerpos y las sombras propias y arrojadas.
4. Aptitud para dominar las técnicas informáticas del dibujo, en particular en tres dimensiones.
5. Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y el urbanismo de las técnicas de levantamiento gráfico, en particular las restituciones perspectivas y su aplicación a la fotogrametría.
6. Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y el urbanismo de las bases de la topografía, hipsometría y cartografía y de su aplicación a las técnicas de intervención en terrenos.

La asignatura se estructura en dos bloques diferentes, pero íntimamente ligados. El primer bloque está dedicado a los Sistemas de Representación y se imparte durante el primer cuatrimestre. El segundo trata sobre la Geometría de la Forma y se trabaja en el segundo cuatrimestre. La docencia se desarrolla paralelamente en clases teóricas, donde se exponen los contenidos conceptuales y procedimentales, y clases prácticas, donde los alumnos aplican los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas que, en la mayoría de los casos, son una muestra de la casuística que encontrarán durante el ejercicio profesional.

### 3. Las nuevas tecnologías visuales aplicadas a la docencia de la asignatura de Geometría Gráfica

La opción por las nuevas tecnologías visuales, tanto para el desarrollo teórico como para el práctico, supone un nuevo enfoque metodológico en la docencia y el aprendizaje de la Geometría Descriptiva que aporta importantes ventajas (López 2002, Calvo et al. 2003, Calvo 2008) frente a sistemas tradicionales de pizarra y regla:

1. El empleo del cañón proyector con presentaciones e imágenes preparadas, o simplemente mostrando las operaciones que realiza el profesor directamente en su ordenador, aporta mayor claridad a la explicación pues el profesor no está de espaldas, cara a la pizarra, donde los comentarios son oídos con dificultad y los dibujos a tiza son ocultados parcialmente y carecen en algunos casos de la precisión necesaria.
2. En las presentaciones digitales el profesor puede avanzar, detenerse o retroceder cómodamente. Puede recurrir a cuestiones explicadas en sesiones anteriores sin perder el hilo actual de la exposición ni gastar excesivo tiempo, pues no es necesario dibujar nuevamente en la pizarra, sino únicamente recurrir a las imágenes almacenadas en su ordenador y proyectarlas en el momento adecuado.
3. La combinación de un *tablet PC* (ordenador con pantalla táctil) y el cañón proyector genera un sistema a modo de pizarra digital que ofrece flexibilidad y capacidad de improvisación frente a preguntas que el profesor pueda no llevar preparadas digitalmente. De esta forma es posible explicar cualquier concepto o procedimiento mediante rápidos y sencillos esquemas.
4. Los ejercicios de geometría descriptiva tienen gran cantidad de trazados auxiliares que, al acumularse durante la construcción gráfica, dificultan la visión del conjunto acabado. Cuando se hace necesario suprimir estos trazados, con borrador en la pizarra, es frecuente que se emborrone el dibujo. Si por el contrario se dispone del ejercicio en versión digital, puede suprimirse o recuperarse cualquier trazado con gran facilidad.
5. Se introduce al alumno en el uso de programas de CAD (*computer-aided design*). De esta manera se complementa el aprendizaje de la asignatura con el manejo de programas informáticos como herramientas de dibujo y.
6. El empleo de modelos 3D y la posibilidad de orbitar a través de ellos facilita la percepción de la geometría, ayudando a una mejor comprensión de los problemas espaciales y las proyecciones bidimensionales.

Además, toda la asignatura funciona bajo un entorno informático accesible desde cualquier punto de la red, denominado Aula Virtual. Se trata de un entorno virtual educativo donde se localiza toda la información y documentación referente a la asignatura, como el programa, el material docente, los enunciados de las prácticas, las fechas y convocatorias relevantes, etc. En Geometría Gráfica los alumnos descargan los enunciados y luego entregan los ejercicios resueltos en los accesos correspondientes del Aula Virtual, de manera que todo el trabajo anual queda registrado. También pueden contactar con los profesores u otros compañeros, consultar dudas, etc., favoreciendo una participación activa.

### 4. Tecnologías visuales empleadas en la exposición teórica

#### 4.1. Documentos PDF tridimensionales

Un archivo PDF (*portable document format*) es un formato de almacenamiento de documentos donde se pueden introducir imágenes vectoriales, mapas de bits y texto. En la actualidad es bastante normal el empleo de formatos PDF para almacenar y transmitir los contenidos teóricos de cualquier asignatura; lo que no es tan frecuente es que se incorporen, además, contenidos tridimensionales.

Dada la naturaleza gráfica y visual de la Geometría Descriptiva, es muy interesante la exposición de modelos 3D que ayuden a explicar con claridad los conceptos y procedimientos. Estos modelos se generan inicialmente en un programa de CAD (nosotros empleamos Rhinoceros) y se guardan como archivos IGES. A continuación se importan al programa Adobe Acrobat Professional, donde se establecen algunas de sus características de visualización, y finalmente se introducen en cualquier otro PDF existente que incluya texto e imágenes. De esta manera el alumno dispone de documentos PDF con el tradicional contenido teórico junto a modelos 3D que permiten su visualización desde cualquier punto del espacio (Fig. 1). Para poder abrir el PDF tridimensional será necesario disponer del programa Adobe Reader 9.0 o superior, de descarga gratuita en Internet.

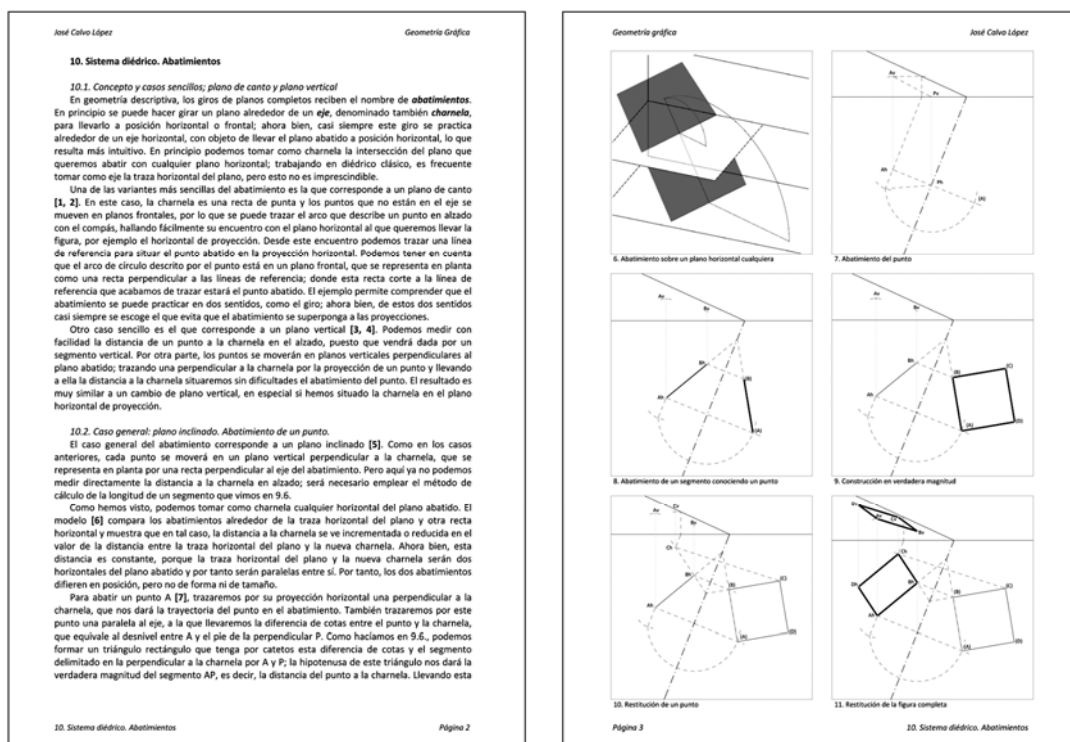


Fig. 1. PDF tridimensional que combina texto e imágenes vectoriales 2D y 3D en un mismo documento

#### 4.2. Presentaciones animadas en Power Point

Microsoft Power Point es un programa que permite hacer presentaciones, generalmente en formato PPT, y que es usado ampliamente en el ámbito académico. Su combinación con un cañón proyector se configura como un sistema idóneo para comunicar ideas y proyectos al alumnado. La idea es crear una presentación a partir de varias diapositivas que contienen la información a transmitir, ya sea en formato de texto, dibujos, gráficos o videos. Las diapositivas se proyectan una detrás de otra y el profesor puede referirse a detalles concretos de las mismas utilizando dispositivos señaladores como el mouse o el puntero láser.

El programa ofrece una posibilidad muy interesante para una asignatura de contenido gráfico como la nuestra, pues permite importar dibujos en varios formatos, en particular CGM (*Computer Graphics Metafile*), descomponerlos en sus

elementos básicos, como puntos, segmentos de recta o arcos, y animar su aparición en pantalla, de forma que vayan apareciendo en el orden en el que un alumno o un técnico los dibujaría. Para más precisión, el programa permite incluso especificar si una línea o un arco se ha de trazar de izquierda a derecha, de abajo arriba, etc., lo que ayuda al alumno comprender que un determinado punto se toma como base de la construcción de otros. Es decir, el sistema facilita la comprensión intuitiva del procedimiento de construcción de una figura o la solución a un problema gráfico concreto.

### 4.3. Animaciones que reproducen el empleo de programas de CAD

Un efecto similar se puede conseguir con programas como Camtasia Studio o CamStudio, que permiten capturar cualquier tipo de actividad en pantalla para crear videos en los formatos multimedia más habituales, como AVI, SWF, RM, MOV o WMV.

En el campo de la Geometría Descriptiva es interesante la utilización de videos reproduzcan el empleo de programas de CAD, por ejemplo para demostraciones, aplicación de procedimientos o en la resolución de ejercicios. Ésta es su mayor ventaja, y también su inconveniente más significativo: si lo que queremos mostrar es un procedimiento gráfico en abstracto, puede ser preferible emplear una presentación animada como las explicadas en el apartado anterior, para no introducir como elemento distorsionante la sintaxis de las órdenes de un determinado programa de CAD; por el contrario, si queremos hacer énfasis al mismo tiempo en el procedimiento gráfico y su resolución mediante un programa concreto, la mejor opción es emplear videos generados mediante la combinación del programa de CAD y utilidades como Camtasia o CamStudio. Estos videos se reproducen durante la clase o bien se almacenan en el Aula Virtual, de forma que el alumno puede descargarlos y visionarlos tantas veces como desee (Fig. 2).

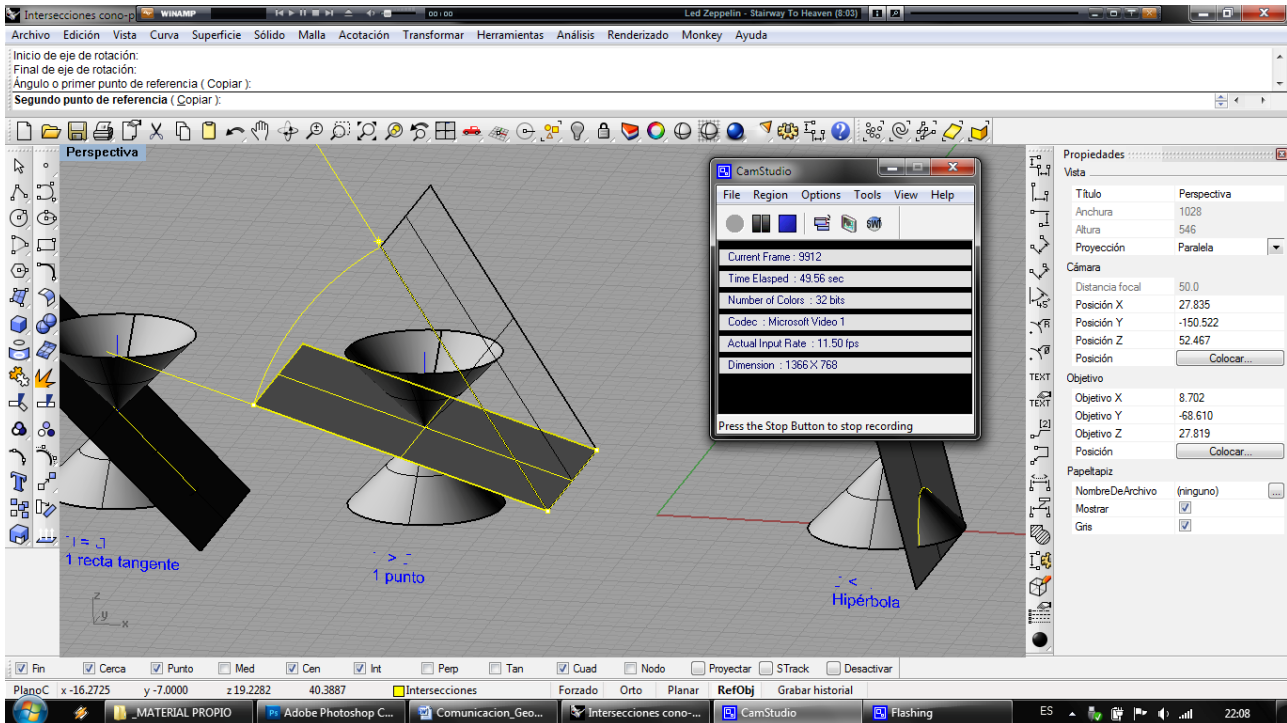


Fig. 2. Grabación con CamStudio de algunas operaciones geométricas en Rhinoceros

#### 4.4. Empleo de programas de CAD

Hace algunos años los programas de CAD trabajaban con mallas poligonales que permitían representar superficies mediante diferentes caras o polígonos 3D. Actualmente se emplean modelos matemáticos denominados NURBS (*Non Uniform Rational B-splines*) que permiten la representación de curvas y superficies con formas libres de gran complejidad. Existen multitud de programas de CAD en el mercado y la gran mayoría generan superficies, pero no todos las manipulan con igual facilidad ni ofrecen las mismas prestaciones geométricas.

Rhinoceros es un programa de CAD para modelado 2D y 3D que puede crear, editar, analizar, documentar, renderizar, animar y traducir toda clase de curvas NURBS, superficies y sólidos. En nuestra opinión, ofrece grandes posibilidades dentro del ámbito de la Geometría Descriptiva, pues dispone de una importante cantidad de comandos y funciones para operar con superficies y sólidos, como por ejemplo calcular intersecciones, desarrollar superficies, obtener planos tangentes, girar en 3D, proyectar en cualquier dirección del espacio, etc. Este programa nos es útil como herramienta de apoyo a la exposición teórica de la asignatura, pues a través del mismo el alumno visualiza fácilmente aquellos conceptos y procedimientos que están siendo explicados. Además, el proceso de generación de objetos y resolución de problemas puede ser grabado para crear un video, y el modelo 3D creado puede ser exportado para hacer un PDF tridimensional, tal y como se ha indicado anteriormente.

#### 4.5. Pizarra digital como combinación del *tablet PC* y el cañón proyector

La pizarra tradicional y el cañón proyector no se complementan del todo bien, ya que la primera necesita buena iluminación y el segundo requiere cierta oscuridad. Para no renunciar a la flexibilidad y capacidad de improvisación que ofrece la pizarra, se puede recurrir a la combinación de un cañón proyector y un ordenador portátil de pantalla táctil (también conocido como *tablet PC*).

El *tablet PC* permite al profesor dibujar sobre la pantalla con una pluma especial y sin necesidad de teclado o mouse, mientras que el cañón proyecta estos dibujos en el aula, convirtiendo al sistema en una pizarra digital de gran versatilidad. Resulta especialmente eficaz para explicar cualquier concepto o procedimiento mediante rápidos y sencillos esquemas, cuestión muy útil frente a preguntas que no estén preparadas digitalmente. Además, el *tablet PC* aporta multitud de colores y grosores de gran ayuda en la explicación de una asignatura eminentemente gráfica.

### 5. Medios visuales empleados durante las prácticas

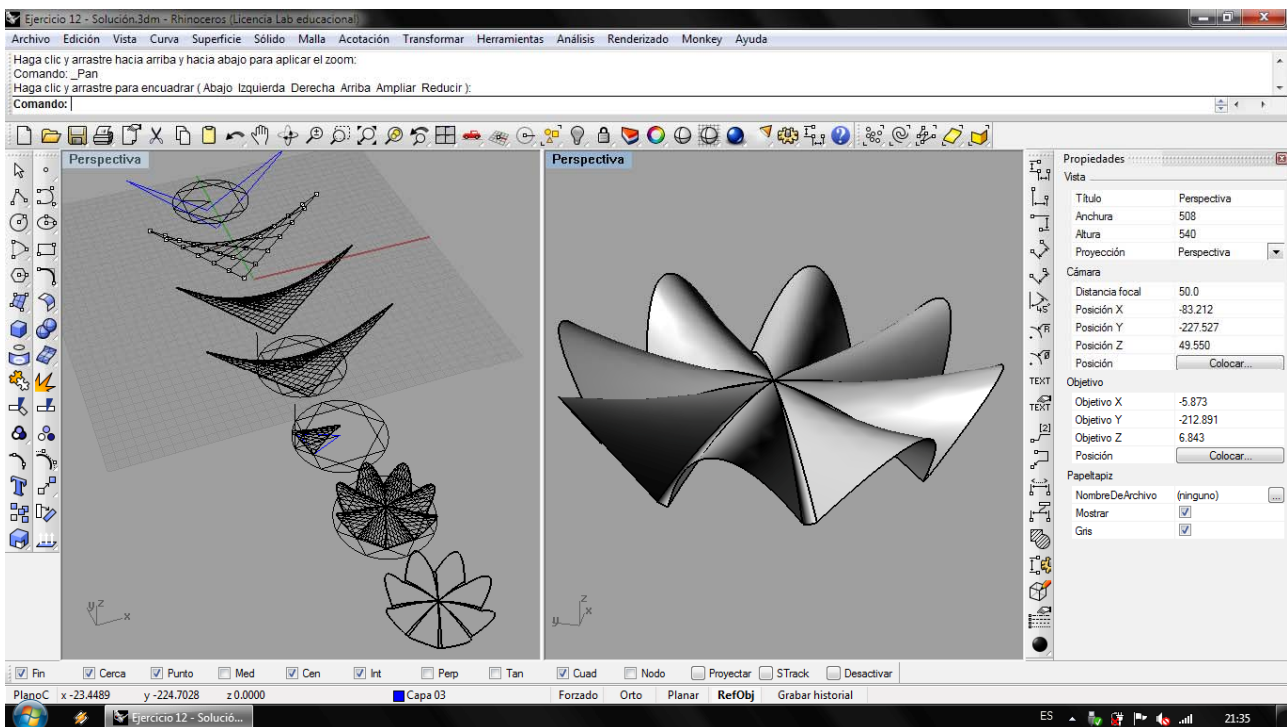
En las clases prácticas los alumnos aplican los conocimientos adquiridos en teoría mediante la resolución de ejercicios. En primer lugar se descargan el enunciado de la práctica correspondiente a través del Aula Virtual. Tras su lectura, deben plantearse las posibles vías de resolución de la práctica, cuestión que requiere una revisión de los conceptos dados en las clases de teoría, para lo que se permite la consulta de apuntes tomados. A continuación comienzan a resolver la práctica, según sus propios criterios.

Por nuestra parte, los profesores servimos de guía durante todo este proceso de resolución. Primero ayudamos a plantear el problema correctamente y luego vamos dando detalles sobre diferentes procedimientos para resolver los apartados, pero siempre intentando que la iniciativa sea del alumno. Nos parece interesante que los ejercicios prácticos tengan referentes arquitectónicos, o incluso que se trate de casos reales, reforzando así el vínculo entre la asignatura y el ejercicio profesional.



### 5.1. Resolución de ejercicios prácticos mediante programas de CAD

Los alumnos realizan la totalidad de los ejercicios prácticos de la asignatura utilizando el programa de CAD Rhinoceros (Fig. 3). En primera instancia se explican las directrices generales para enfrentarse a la práctica, cuya solución puede plantearse mediante técnicas 2D, 3D o por combinación de ambas. Al finalizar la clase los alumnos deben entregar el trabajo realizado en un archivo 3DM (formato de Rhinoceros) provisional, cuestión que nos permite a los profesores realizar un seguimiento. Durante el resto de la semana podrán acabar la práctica y acudir a tutorías para resolver las dudas que surjan. Esta manera de enfocar los ejercicios prácticos provoca que los alumnos se enfrenten a un doble problema: resolver un ejercicio de geometría descriptiva empleando para ello un programa de CAD. Pero los beneficios son también dobles, pues al mismo tiempo que aprenden geometría, adquieren nociones de programas de diseño.



**Fig. 3. Modelado 3D con Rhinoceros de la cubierta del restaurante Los Manantiales de Félix Candela**

Como ya se ha indicado anteriormente, existen multitud de programas de CAD. Otros profesores que dan asignaturas de Geometría Descriptiva utilizan otros programas, bien por preferencias personales, bien buscando quizá un software más extendido (González 2002, Sánchez 2011). En cualquier caso, nosotros nos decantamos por el empleo de Rhinoceros debido a que dispone de herramientas muy eficaces para manipular cualquier tipo de geometría, lo que lo convierte, según nuestra opinión, en una herramienta idónea para el desarrollo de la asignatura.

En cualquier caso, aquellos alumnos que lo deseen tienen la posibilidad de emplear otro programa más acorde a sus preferencias, por su cuenta y riesgo; ahora bien, son muy escasos los alumnos que hacen uso de esta opción, lo que indica que la gran mayoría se adaptan bien al programa empleado.

## 5.2. Imágenes de síntesis o render

Una imagen de síntesis o render es una imagen creada a partir de una escena virtual desarrollada con programas de CAD. Normalmente estas escenas se componen de los objetos modelados, las texturas aplicadas, la iluminación y el punto de vista determinado por la cámara y objetivo. En función de estos parámetros, un programa o aplicación específica calcula la intensidad luminosa que llega a cada punto de la escena lo que permite obtener imágenes intuitivas. Por este motivo, las imágenes de síntesis son documentos acabados que sirven como presentación definitiva (Fig. 4), mientras que el archivo 3DM creado con Rhinoceros es un documento de trabajo que se entrega para poder comprobar el proceso de resolución geométrica.

Aunque Rhinoceros dispone de su propia aplicación para renderizar escenas, en el mercado existen otros sistemas compatibles que proporcionan motores de renderizado más potentes, como Flamingo, Brazil, V-Ray o Maxwell entre otros. En bastantes casos los alumnos deben realizar imágenes de síntesis de sus ejercicios, donde dan vía libre a todo su potencial creativo. Estas imágenes se almacenan en formatos JPG, BMP, PNG o TIF, y deben tener una resolución adecuada al medio de presentación.

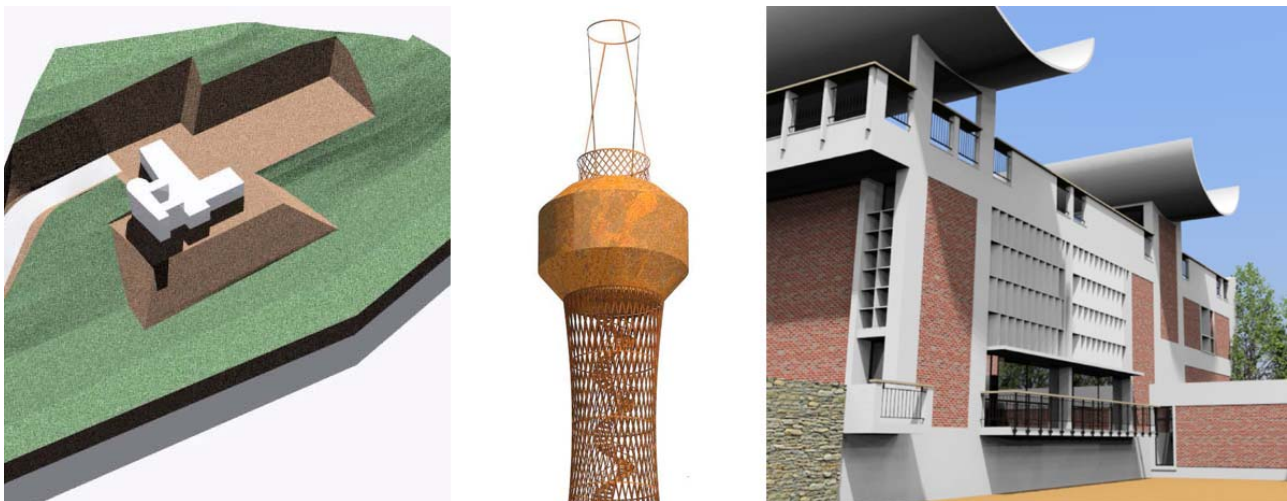


Fig. 4. Algunas imágenes de síntesis en formato JPG realizadas por alumnos de la asignatura

## 5.3. Archivos PDF

Al igual que las imágenes de síntesis, los archivos PDF son documentos de presentación donde el contenido se muestra completo y acabado. Sin embargo, mientras que los renders son mapas de bits sin escala, los PDF normalmente se componen de texto y gráficos vectoriales con una escala determinada (Fig. 5). Una vez los alumnos han resuelto los apartados del ejercicio práctico, deben componer las láminas e imprimirlas en PDF mediante una impresora virtual. De esta manera elaboran un documento PDF con las soluciones y renders realizados, que entregaran conjuntamente con el archivo 3DM de trabajo en el enlace correspondiente del Aula Virtual. Posteriormente los profesores descargaremos los ejercicios, los corregiremos y crearemos un documento con las notas que se ubicará también en el Aula Virtual.

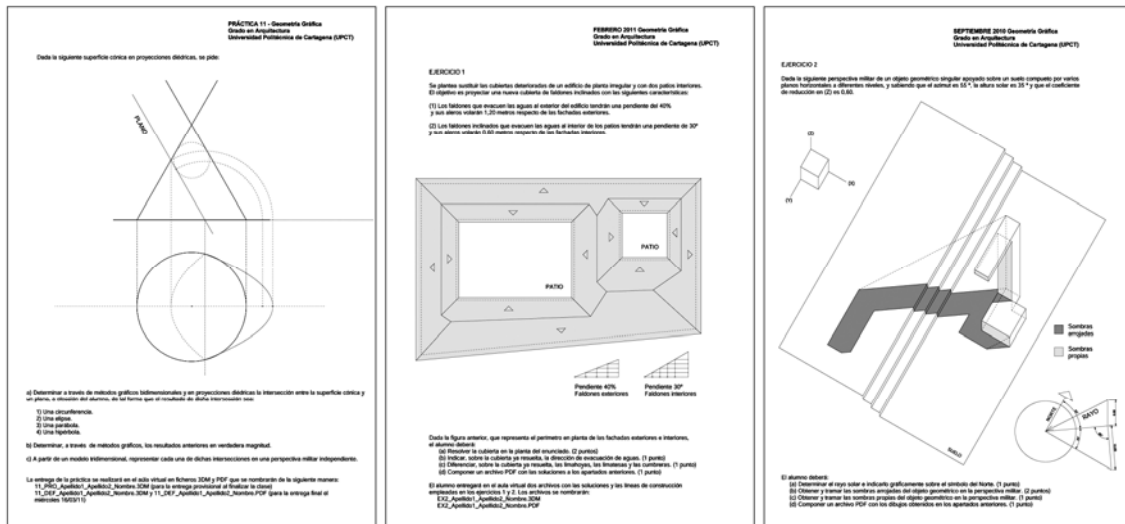


Fig. 5. Algunas presentaciones en formato PDF con soluciones de ejercicios prácticos

Se pretende con esta estrategia que los alumnos diferencien entre un documento de trabajo en formato 3DM, o cualquier otro empleado por un programa de CAD, y un documento definitivo en formato PDF, que es el exigido por los Colegios Profesionales y muchos Ayuntamientos; de hecho, el Colegio de Arquitectos de Murcia no admite desde hace algunos años documentos en papel, y ha suscrito con varios Ayuntamientos y Gerencias de Urbanismo convenios para la aceptación de documentos electrónicos en formato PDF, con firma y sello de visado electrónicos.

#### 5.4. Animaciones

El paso siguiente a las imágenes de síntesis son las animaciones. Se comprende fácilmente que tomando una serie de imágenes de síntesis, en principio 24 fotogramas por segundo (como en el cine) o 30 por segundo (como en la televisión o el vídeo), podemos obtener el equivalente de una película sin necesidad de poner en pie los decorados. En arquitectura resulta especialmente atractivo mover la cámara a lo largo de una trayectoria para obtener una panorámica de un edificio; esto se puede realizar de un modo conceptualmente sencillo por medio de distintos programas de imagen de síntesis, si bien la carga de cálculo a la que se somete al ordenador es más que considerable, pues un video de 20 segundos requiere 480 imágenes, que han de ser computadas una por una. Por tanto, la obtención de este tipo de animaciones se plantea a los alumnos de la asignatura como ejercicio voluntario.

Los alumnos que lo deseen podrán ampliar sus conocimientos mediante la asignatura optativa "Imagen de síntesis y animación", incluida en el Plan de Estudios de la titulación de Graduado en Arquitectura por la UPCT, que debe cursarse en cuarto o quinto año. Se pretende con esta asignatura que los alumnos adquieran conocimientos no sólo en imagen de síntesis y animación de cámara, sino también en otro método de animación más sofisticado que emplea movimientos de los objetos representados e incluso cinemática inversa; es decir, el operador de un programa de este tipo puede mover el dedo de un robot y el programa computará los movimientos del brazo y el antebrazo del robot que llevan al movimiento requerido en el dedo. Si bien estas animaciones sofisticadas van más allá de lo necesario en arquitectura, pueden ser muy interesantes en diseño de producto, un campo profesional de gran interés para los arquitectos.

## 6. Conclusiones

El empleo tecnologías visuales supone un nuevo enfoque metodológico en la docencia y el aprendizaje de la Geometría Descriptiva que aporta importantes ventajas frente a sistemas tradicionales de pizarra y regla. Los PDF tridimensionales, las presentaciones de Power Point, las animaciones, los programas de CAD, el empleo de un *tablet PC* y del cañón proyector son innovaciones que aportan mayor claridad a la exposición teórica, posibilitan dibujos y modelos 3D con la precisión requerida, mejoran sustancialmente la docencia y favorecen la comprensión por parte del alumno de los problemas geométrico-espaciales. La resolución de los ejercicios prácticos mediante programas de CAD de modelado 3D y la presentación de imágenes de síntesis y documentos PDF, permite que los alumnos aprendan y practiquen los conocimientos geométricos dentro del ámbito arquitectónico y simultáneamente adquieran conocimientos en programas de diseño y tecnologías informáticas que emplearán en su formación universitaria y ejercicio profesional.

## Bibliografía y Referencias

- ÁLVARO TORDESILLAS, A., PAGLIANO, A. (2011). “La geometría animada. El aporte de lo *multimedia* a la enseñanza de la Geometría Descriptiva”, en *Actas del XIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, pp. 247-251.
- CALVO LÓPEZ, J., J. F. MACIÁ SÁNCHEZ, M. A. RÓDENAS LÓPEZ (2003). “La geometría como base teórica de la docencia de los nuevos medios de representación”. *Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, nº 3, pp. 46-51.
- CALVO LÓPEZ, J. (2008). “Enseñar geometría gráfica en la edad del número”, en *Actas del XII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Madrid, Instituto Juan Herrera, pp.133-141.
- CISNEROS VIVÓ, J. J. and P. M. CABEZOS BERNAL (2004). “Geometría Digital. Dibujar lo que no vemos”, en *Actas del X Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Granada, Universidad de Granada, pp. 171-173.
- FONT COMAS, J., I. CRESPO CABILLO, et al. (2002). “El papel de la geometría en la formación gráfica de los estudiantes de arquitectura”, en *Actas del IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-visión: Enfoques en docencia e investigación*. A Coruña, Universidad de A Coruña, pp. 85-90.
- GONZÁLEZ GARCÍA, A. (2002). “Modelo integral del proyecto: Mitos, Realidades, Experiencias. Reflexiones sobre el uso del ‘Edificio Virtual’ en la elaboración y representación de proyectos de arquitectura”, en *Actas del IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-visión: Enfoques en docencia e investigación*. A Coruña, Universidad de A Coruña, pp. 275-281.
- LÓPEZ SANTAMARÍA, F. L. (2002). “Una nueva experiencia docente: el ordenador como instrumento para la enseñanza de la Geometría Descriptiva”, en *Actas del IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-visión: Enfoques en docencia e investigación*. A Coruña, Universidad de A Coruña, pp. 111-115.
- MONEDERO ISORNA, J. (2002). “2D, 3D, 4D. Una exploración sobre los límites y la necesidad de redefinición de la disciplina”, en *Actas del IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-visión: Enfoques en docencia e investigación*. A Coruña, Universidad de A Coruña, pp. 619-623.
- SÁNCHEZ GALÁN, Á. M. (2011). “Las T.I.C.s como recurso docente en Geometría Descriptiva ante el EEES”, en *Actas del X Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación*. Alicante, Universidad de Alicante, pp. 929-938.
- UPCT (2008). *Plan de Estudios conducente a la obtención del título de Graduado en Arquitectura por la Universidad Politécnica de Cartagena*.