



**MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS.  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE.  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD.  
XII CONVOCATORIA (2010-2011)**



**DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**1. Título del Proyecto**

GENERACIÓN Y EDICIÓN DE ESCENAS 3D ESTEREOSCÓPICAS APLICADAS A LA DOCENCIA EN LA INGENIERÍA GRÁFICA

**2. Código del Proyecto**

106035

**3. Resumen del Proyecto**

El objetivo de este proyecto es explorar la generación y edición de escenas tridimensionales (3D) estereoscópicas que permitan superar los problemas que se plantean al usar el material docente disponible, fundamentalmente libros de texto y apuntes, en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos y procedimientos de la Ingeniería Gráfica. Tales problemas se pueden resumir en dos: i) explicaciones extensas y complejas de los métodos a aplicar que no permiten la intervención del alumno; ii) limitación en la visualización de problemas tridimensionales como consecuencia de su resolución en el plano del papel. Estas dificultades hasta ahora eran solventadas, en parte, gracias a la actuación del profesor. Sin embargo, la inminente adaptación de los nuevos planes de estudio, derivados de los parámetros académicos del Espacio Europeo de Educación Superior, amplifica el efecto negativo de estas limitaciones como consecuencia del notable incremento del trabajo personal del alumno en ausencia del profesorado. En este aspecto, las escenas 3D estereoscópicas están diseñadas para su correcta disponibilidad en las correspondientes plataformas de e-learning. Así, se facilita la docencia y la adquisición de conocimientos por parte del alumno consiguiendo aplicar las nuevas tecnologías en la docencia

**4. Coordinador del Proyecto**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
E. Gutiérrez de Ravé Agüera	Ing. Gráfica y Geomática	063	T.U.
F.J. Jiménez Hornero	Ing. Gráfica y Geomática	063	T.U.

**5. Otros Participantes**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
F. Muñoz Bermejo	Ing. Gráfica y Geomática	063	T.E.U.
A.B. Ariza Villaverde	Ing. Gráfica y Geomática	063	Becario
P. Pavón Domínguez	Ing. Gráfica y Geomática	063	Becario
R. Baena Morales	Ing. Gráfica y Geomática	063	Colaborador honorario

## 6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Sistemas de Representación	Expresión Gráfica en la Ingeniería	Grado Ingeniería Mecánica
Dibujo Técnico Mecánico y D.A.O.	Expresión Gráfica en la Ingeniería	I.T.I. Mecánica
Dibujo 3D y modelado de sólidos	Expresión Gráfica en la Ingeniería	I.T.I. Mecánica
R.L.I.P.I.I.(*)	Expresión Gráfica en la Ingeniería	I.T.I. Mecánica
Sistemas de Representación	Expresión Gráfica en la Ingeniería	Grado Ingeniería Eléctrica
R.L.I.P.I.I.(*)	Expresión Gráfica en la Ingeniería	I.T.I. Electricidad
Sistemas de Representación	Expresión Gráfica en la Ingeniería	Grado Ingeniería Electrónica
D.A.O.(**)	Expresión Gráfica en la Ingeniería	I. Autom. Electr. Industrial
D.A.O.(**)	Expresión Gráfica en la Ingeniería	I. Informática

(\* Representación y Lectura e Interpretación de Planos de Instalaciones Industriales

(\*\*) Diseño Asistido por Ordenador

## MEMORIA DE LA ACCIÓN

### 1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

La enseñanza de la Ingeniería Gráfica ha tenido una de sus principales dificultades en la explicación por parte del profesor de los procedimientos a usar en la resolución de problemas. Esta explicación estaba basada en el uso de la pizarra en la que se describían, con la imprecisión propia del pulso humano, los pasos a seguir usando útiles de dibujo diferentes a los que los alumnos utilizaban. En el caso de que el alumno, normalmente dentro de un grupo numeroso, tuviera dudas en alguna de las etapas del procedimiento, se presentaba la dificultad de redibujarla. Esta dificultad se superó en parte con el auxilio de los acetatos y, posteriormente, con presentaciones realizadas en PowerPoint. En ambos casos, la limitación provenía de la ausencia de interactividad. Así, por ejemplo, no se podían aplicar las transformaciones geométricas a los objetos para modificar su posición, orientación y tamaño ni cambiar el tipo de proyección ni el punto de vista, dificultando la apreciación del alumno y aumentando el trabajo del profesor al tener que generar varias diapositivas para un mismo ejemplo.

De la misma forma, los libros de texto se caracterizan por incluir explicaciones extensas que, en muchas ocasiones, son difíciles de comprender por parte del alumno exigiendo su lectura en repetidas ocasiones. A pesar del notable desarrollo que han experimentado los medios informáticos en los últimos años, éstos no se han aplicado de forma generalizada en la enseñanza de la Ingeniería Gráfica.

Esta problemática se ve acentuada en los nuevos planes de estudio correspondientes al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en los que el trabajo autónomo del alumno aumenta de manera considerable y el tiempo presencial del profesor es menor. Aunque mediante el uso del aula virtual se establecen nuevos cauces para la comunicación entre el profesor y el alumno, en el caso de la Ingeniería Gráfica la resolución de dudas es más complicada que en otras disciplinas. Por estos motivos, se ha desarrollado una aplicación que genera escenas 3D estereoscópicas que facilitan al alumno la comprensión de los procedimientos más importantes aplicados en la Ingeniería Gráfica. El procedimiento aplicado se basa en la creación de modelos tridimensionales que permiten realizar de manera interactiva transformaciones geométricas a los objetos pudiendo modificar así su posición, orientación, tipo de proyección y punto de vista, proyecciones diédricas y distinguir las partes vistas y ocultas.

La visión estereoscópica es una técnica ampliamente usada con éxito en ámbitos tan distintos como la aeronáutica, la industria automovilística, la arquitectura, la medicina y la biología molecular. Por tanto, es interesante estudiar su aplicación a la docencia ya que tiene una aplicación multidisciplinar que mejora las perspectivas profesionales del alumno. Aunque esta técnica tiene una creciente acogida en el ámbito docente en otros países como, por ejemplo, EE.UU. y en la Unión Europea (Austria, Grecia, Reino Unido), en España los estudios existentes no están aplicados exclusivamente a la enseñanza en la ingeniería.

Se estima que los resultados derivados de este proyecto son de gran utilidad en el área de Expresión Gráfica en la Ingeniería como en otras disciplinas del ámbito universitario que requieren la visualización de problemas tridimensionales.

## 2. **Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia)

El objetivo principal de este proyecto ha sido aplicar la estereoscopia en la docencia de la Ingeniería Gráfica facilitando la visión, interpretación y resolución de problemas correspondientes a las asignaturas de esta área. Más específicamente, se han alcanzado los siguientes hitos en esta experiencia.

- Se ha desarrollado una aplicación que, mediante el uso de las librerías gráficas de OpenGL, permite generar y editar escenas 3D con contenido de interés docente en la Ingeniería Gráfica.
- La tecnología estereoscópica se ha usado con éxito para la visión de las escenas generadas.
- Se ha evaluado satisfactoriamente el impacto del uso de esta aplicación en la enseñanza de la Ingeniería Gráfica.

## 3. **Descripción de la experiencia** (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)

Gracias al uso de las escenas estereoscópicas, se ha conseguido que los diferentes elementos geométricos intervinientes en un escenario problema sean fácilmente percibidos por el alumno. De esta forma, la interacción entre esos elementos es posible visualizarla para múltiples situaciones variando exclusivamente los parámetros que definen a cada uno de los elementos geométricos iniciales. Así, los resultados que se pueden obtener con una única escena tridimensional son variados, facilitando la comprensión de conceptos teóricos difíciles de adquirir usando las metodologías tradicionales.

## 4. **Materiales y métodos** (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

### **Actividad 1: Generación de escenas 3D**

En una primera fase se exploró en la bibliografía previa la existencia de material docente, software y libros, expresamente realizado por otros autores para visualizar problemas de geometría descriptiva y dibujo técnico en 3D. Al mismo tiempo, se estudiaron las técnicas de visión estereoscópica usadas en otros ámbitos de la ciencia para aplicarlas a la docencia de las asignaturas de Ingeniería Gráfica. A continuación se procedió a adquirir el conocimiento necesario para usar las librerías de OpenGL específicamente diseñadas para generar imágenes estereoscópicas (GLU y GLUT, [www.opengl.org](http://www.opengl.org)). Posteriormente, se generaron imágenes 3D correspondientes a conceptos básicos de la geometría relacionados con el punto, recta, plano, cuerpos geométricos básicos y métodos auxiliares como el abatimiento de un plano (Fig. 1a). Seguidamente, tal y como se muestra en el ejemplo de la Fig. 1b, se obtuvo la visión del escenario problema desde diferentes puntos, de forma que se facilita al alumno la comprensión del concepto que se trata de explicar.

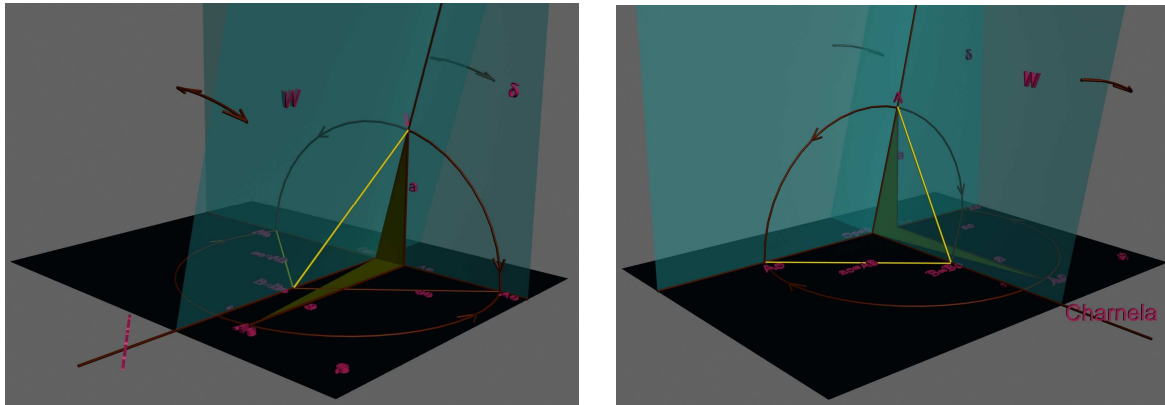


Fig.1. (a) Escena 3D del abatimiento de un plano. (b) La escena anterior desde otro punto de vista.

### Actividad 2: Aplicación la estereoscopía para la visión de las escenas generadas

En todos los casos, las escenas generadas se prepararon para su visualización en el monitor del ordenador, alternativa especialmente útil para el desarrollo de las clases prácticas y para el trabajo individual del alumno acorde con la nueva metodología propuesta por el EEES. En la Fig. 2 se muestra una captura de pantalla de la aplicación desarrollada para generar y manipular las escenas estereoscópicas. Como se puede observar en la citada figura, es posible obtener las proyecciones diédricas de la escena tridimensional, distinguiendo partes vistas y ocultas.

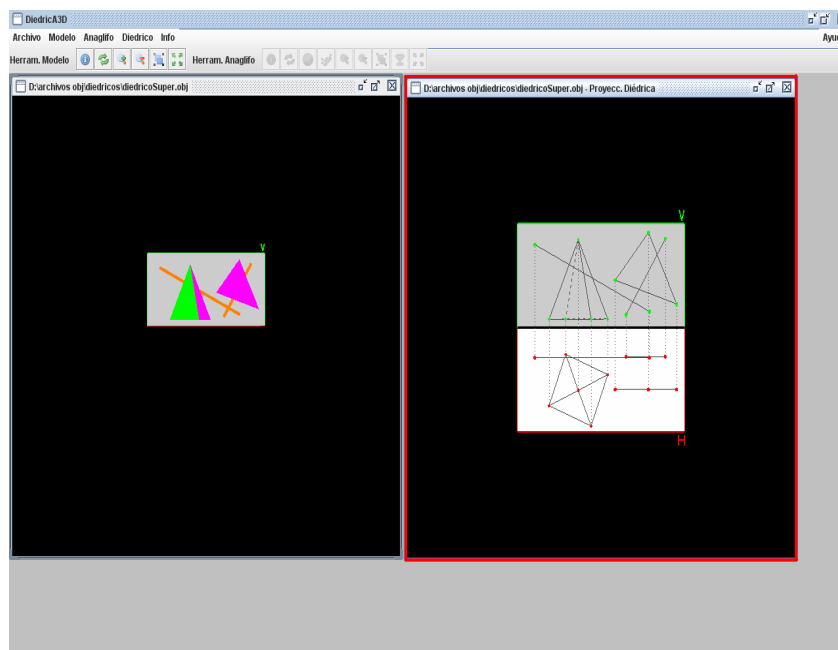


Fig. 2. Interfaz de la aplicación para generar y manipular escenas estereoscópicas. En este caso se muestra una recta, un plano definido por tres puntos y una pirámide y su localización en el espacio. También se aprecian las correspondientes proyecciones diédricas.

Una vez configurado el modelo 3D (Fig. 3a), se procedió a obtener la correspondiente imagen estereoscópica (Fig. 3b). Esta escena se puede visualizar tridimensionalmente en el monitor del ordenador o en la pantalla de proyección del aula gracias al uso de unas gafas de anaglifos. El bajo coste de la visualización individual y colectiva de las imágenes 3D generadas supone una ventaja ya que solamente se necesitan unas gafas de cartón o plástico que superponen dos imágenes, por ejemplo, una en color rojo y otra en verde, un color diferente para cada ojo, en el caso de los anaglifos obteniendo una visión en blanco y negro. Estas gafas se facilitaron por el profesorado a parte del alumnado con el fin de realizar la evaluación de los logros del presente proyecto.

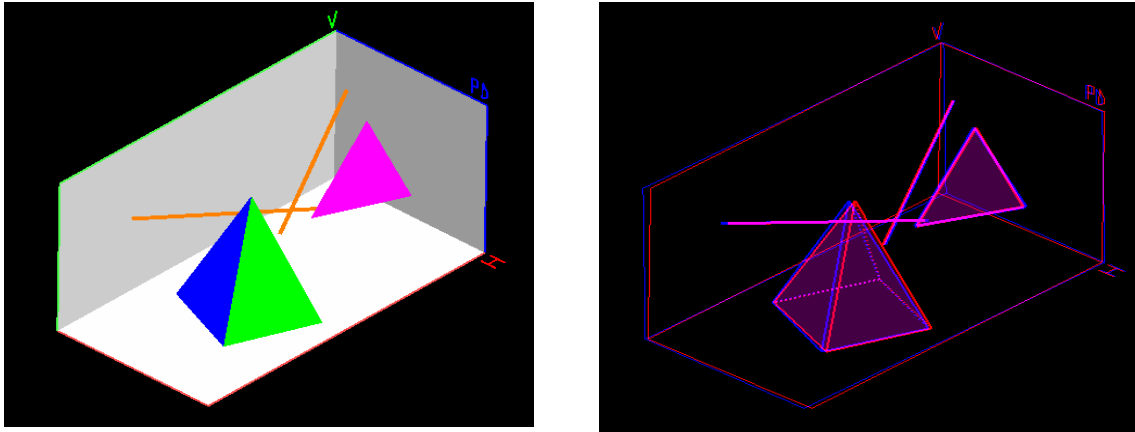


Fig.3. (a) Modelo 3D de diferentes objetos geométricos (recta, plano y pirámide) (b) La escena estereoscópica generada por la aplicación a partir del mismo.

**5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

En cuanto a los resultados obtenidos, el más destacable es la obtención de escenas estereoscópicas gracias a una aplicación informática de fácil manejo. Tanto estas imágenes como los modelos 3D usados para su generación, pueden ser observados desde diferentes puntos de vista y ser exportados a archivos de formato ráster disponibles en las correspondientes plataformas virtuales.

Referente a las posibles mejoras, hay que resaltar la necesidad de ampliar el tipo de elementos geométricos a considerar en la creación de los modelos 3D. Por ejemplo, los cuerpos que se han tenido en cuenta se refieren únicamente a prisma y pirámide, siendo aconsejable extender el uso de la aplicación a poliedros regulares y cuerpos de revolución

**6. Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil)

La metodología desarrollada ha permitido alcanzar los objetivos fijados en este proyecto ya que permite interactuar de manera sencilla con escenas 3D, facilitando la comprensión de la Geometría Descriptiva. No obstante, a pesar de que el diseño metodológico aplicado se considera suficiente para los objetivos de este proyecto, es necesario continuar la tarea de añadir más contenido docente a los resultados obtenidos. Las escenas 3D generadas en este

trabajo están a disposición de los profesores y alumnos que cursan las asignaturas afectadas mencionadas en la parte inicial de este documento.

#### **7. Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

No hay observaciones.

#### **8. Autoevaluación de la experiencia** (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

Para comprobar los progresos obtenidos del uso de la aplicación diseñada en la enseñanza de la Ingeniería Gráfica, se consideraron dos grupos de alumnos. El primero de ellos, que se denominó A o de control, solamente recibió la docencia sin el apoyo de las escenas 3D. Por tanto, se trata del proceso de aprendizaje tradicionalmente usado en las escuelas de ingeniería. Al segundo grupo, llamado B, se le facilitaron las imágenes estereoscópicas generadas como complemento a la docencia recibida. Una vez finalizada la etapa docente, se propusieron a los alumnos de ambos grupos la resolución de diversos ejercicios de Ingeniería Gráfica y se evaluaron tanto la calidad de los resultados obtenidos como el tiempo empleado en su obtención. De esta manera se constató que los resultados del grupo B mejoraron notablemente los obtenidos por el grupo A, ya que la calificación media por aquellos alumnos que usaron las escenas 3D fue un 15% más alta. En cuanto al tiempo de resolución de los ejercicios planteados, se observó una reducción media del 5% para los estudiantes del grupo B. Estos resultados se completaron con el Mental Rotation Test (MRT), prueba frecuente para determinar la percepción espacial adquirida. Se advirtió una mejora significativa en los alumnos del grupo B a la hora de identificar objetos 3D mostrados desde diferentes puntos de vista. Como conclusión de la autoevaluación del proyecto realizado, se considera que el uso de las escenas estereoscópicas es beneficioso para la enseñanza de la Ingeniería Gráfica y se estima conveniente ampliar el trabajo en esta línea para perfeccionar la metodología usada el marco del EEES.

#### **9. Bibliografía**

- García, R.R., Quiros, J.S., Santos, R.G., González, S., Fernanz, S.M., 2007. Interactive multimedia animation with macromedia flash in descriptive geometry teaching. *Computers & Education*, 49: 615-639.
- Huk, T., 2006. Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *Journal of Computer Assisted Learning* 22, 392-404.
- Johnson, A., Leigh, J., Morin, P., Van Keken, P. 2006. GeoWall: Stereoscopic visualization for geoscience research and education. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 26, 10-14.
- Kaufmann, H. 2004. *Geometry Education with Augmented Reality*. Tesis Doctoral. Universidad Técnica de Viena. 169 pp.
- Martín González, S., Suárez Quirós, J., Orea Area, R., Rubio García R., Gallego Santos, R. 2005. Creación de una librería utilizando OpenGL para el desarrollo de aplicaciones gráficas utilizando sistemas de visión estereoscópica. En Congreso Internacional Conjunto XV ADM XVII Ingegraf. Sevilla.
- Nikolakis, G., Fergadis, G., Tzouvaras, D., Strintzis, M.G. 2004. A mixed reality learning environment for geometry education. *Lecture Notes in Computer Science*, 3025, 93-102.

- Rankowski, C.A., Galey, M., 1979. Effectiveness of multi-media in teaching Descriptive Geometry. ECTJ-Educational Communication and Technology Journal, 27: 114-120.
- Saorín, J.L., Navarro, R., Martín, N., Contero, M., (2005). Las habilidades espaciales y el programa de expresión gráfica en las carreras de ingeniería. ICECE-2005. Madrid.
- Toledo, E., Rojas, J.I., 2001. A proposal for an on-line library of Descriptive Geometry problems. Journal for Geometry and Graphics, 5: 93-100.

**Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

Córdoba, 18 de Julio de 2011.