

EL LIBRO ANIMADO DEL SISTEMA DIÉDRICO. NUEVA HERRAMIENTA DOCENTE PARA EL ESTUDIO EFICAZ DEL SISTEMA DIÉDRICO

**Línea Temática: 3. Nuevas Tecnologías de la Información y la
Comunicación en contextos formativos**

Mateo Carballo, Fernando

Dpto. Ingeniería del Diseño, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla. C/Virgen de África nº7, 41011. Sevilla, España. *E-mail: fmateoc@us.es*

Bautista Durán, Antonio

Dpto. de Dibujo, Facultad de Bellas Artes, Universidad de Sevilla, C/ Laraña nº3, 41003. Sevilla, España. *E-mail: antoniobautistaduran@gmail.com*

Llorente Geniz, Julián

Dpto. Ingeniería del Diseño, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla. C/Virgen de África, 7, 41011. Sevilla, España. *E-mail: jllorente@us.es*

Monge Vera, Manuel Ángel

Dpto. Ingeniería del Diseño, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla. C/Virgen de África, 7, 41011. Sevilla, España. *E-mail: amonge@us.es*

De las Heras García de Vinuesa, Ana

Dpto. Ingeniería del Diseño, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla. C/Virgen de África, 7, 41011. Sevilla, España. *E-mail: adelasheras@us.es*

Resumen: El nuevo Plan de Estudio ha traído consigo una reducción drástica en las horas de trabajo. Como consecuencia, el nivel de conocimientos se presenta bajo unos mínimos que evitan el progreso natural de enseñanza-aprendizaje de los Sistemas de Representación. Con la intención de favorecer una mejor y mayor eficiencia en el proceso de aprendizaje por parte de los alumnos de todos estos conceptos, se han desarrollado una serie de animaciones en las que ellos pueden ver de forma interactiva, como nunca un libro puede enseñarles, los temas más importantes de la Expresión Gráfica para el Grado en las distintas ingenierías.

Gracias a las herramientas informáticas podemos tener libros de contenidos multimedia, siendo un avance muy importante cuando hablamos de Sistemas de Representación en los que la imaginación juega un papel esencial. Los alumnos podrán mejorar su capacidad de concepción espacial, fundamental para el estudio y resolución de ejercicios tridimensionales sobre un plano de trabajo.

Palabras Clave: Dibujo Técnico, Material Visual, Gráfico, Visualización, Diédrico.

Introducción

Tomando como base y ayuda la convocatoria Proyecto de Innovación y Mejora Docente del Programa 9 del I Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla (Resolución Rectoral de 6 de Julio de 2010) en la Convocatoria 2010-11, se plantea la innovación y mejoras realizadas sobre las asignaturas de Expresión Gráfica tiene su origen en los mismos inicios del actual Plan de Estudios (2011) conducentes a la obtención de los títulos de Graduado/a en Ingeniería: Eléctrica, Química Industrial, Mecánica, Electrónica y Diseño Industrial y Desarrollo del Producto, cuando se planteó la docencia de la asignatura encaminada hacia el empleo de metodologías activas y actividades académicamente dirigidas según el Espacio Europeo de Educación Superior.

Al realizarse en distintas asignaturas, para la coordinación docente estableceremos mecanismos de coordinación docente para asegurar el correcto desarrollo del proyecto y garantizar que su desarrollo se ajusta a la planificación realizada en esta comunicación, siendo similar a todos los grupos de estudiantes y titulaciones donde se imparta Expresión Gráfica.

Para ello, proponemos los siguientes mecanismos de coordinación:

- Contacto permanente entre los profesores que imparten la asignatura, para conocer las actividades desarrolladas y próximas a realizar.
- Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación para comunicar en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Con este proyecto y comunicación, pretendemos promover iniciativas de innovación y mejora docente para el desarrollo de clases magistrales así como de las clases prácticas, llevadas a cabo en la asignatura de Expresión Gráfica permitiendo de esta forma, llevar a la clase teórica la realización práctica de los trazados mediante Animación 2D e imágenes rotacionales 3D necesarios para el desarrollo del temario y por consiguiente la utilización de nuevas tecnologías coherentes para el desarrollo tanto de los objetivos como de las competencias marcadas en las asignaturas implicadas en esta comunicación de Nuevas Tecnologías aplicadas en el contexto formativo universitario como innovación docente.

El descriptor de la asignatura resume la necesidad del futuro Graduado o Graduada en Ingeniería respecto esta disciplina de expresión gráfica, pues pone de manifiesto el desarrollo de la concepción espacial y sistemas de representación como lenguaje universal así como el empleo de herramientas de CAD para el aumento de la productividad.

Este descriptor es: *Técnicas de representación gráfica, geometría métrica y geometría descriptiva por métodos convencionales y mediante aplicaciones de diseño asistido por ordenador [1].*

Lo desarrollamos según la siguiente propuesta docente, basada fundamentalmente en el estudio y experimentación de la Animación 3D como apoyo a la exposición teórica-práctica aplicada en problemas para el desarrollo de la concepción espacial:

1. Metas de Aprendizaje según objetivos y competencias marcadas
2. Estructura organizada de los contenidos de la materia

3. Escenario académico en clase teórico-práctico para exposición de contenidos
4. Propuesta de tareas de contenidos aplicados a la ingeniería con visualización 3D
5. Materiales de apoyo, basado en Animación 3D (Imágenes rotacionales), para el desarrollo de la exposición teórica y posterior trazados en 2D de forma animada.

En temas específicos es NECESARIO el uso (además de la pizarra, guiones y esquemas) de transparencias o diapositivas y de un video-proyector conectado a un ordenador. Pero si estos dibujos, trazados se ven directamente en el espacio y su correspondiente proyección en el plano marcando la reversibilidad del sistema, no sólo haremos más atractiva la clase sino que además ganamos tiempo (reducido a mínimos para la exposición teórica de contenidos: sesión magistral) y calidad de la enseñanza. No olvidemos que la actividad de Expresión Gráfica tiene una componente predominantemente práctica y que su teoría es aplicada con trazados geométricos complejos que realizados en la pizarra conllevan tiempo, que a veces quedan sin explicar. Por tanto, la asimilación de los conceptos teóricos va acompañada con la realización de actividades técnico-prácticas, que antes de su realización en el plano, el alumno debe haber visto previamente en el espacio, facilitándole esta tarea mediante la explicación con animación en 3D.

Objetivos

Los objetivos que pretendemos alcanzar con este proyecto de innovación son:

- 1) Incorporar y fomentar metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La asignatura que recoge en el curso actual todos los contenidos didácticos de los Sistemas de Representación es Expresión Gráfica. El hecho de la reversibilidad del sistema entraña una dificultad añadida, pues además de ver los objetos, el espacio y su correspondiente representación bidimensional se tiene que resolver los problemas que se plantean.

Pero frente a todo esto, tan sólo debemos utilizar la animación 3D como una herramienta o medio para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje; pero nunca como fin en la Expresión Gráfica [2]. Esta observación es muy compartida en el ámbito de la docencia gráfica, puesta de manifiesto en ponencias consultadas y que analizamos en nuestra ponencia, donde ponemos en relieve la herramienta de animación asistida como material didáctico en el estudio de la Expresión Gráfica, la mejora en la eficacia de la docencia y en el desarrollo de la visión espacial del estudiante: *Conviene destacar que esta herramienta no puede utilizarse como único medio, y ni siquiera de forma independiente al resto. Es decir, debe contemplarse como un medio complementario a los tradicionales y no como un sustituto de ellos. La razón es evidente, la animación de trazados diédricos no cubre todos los objetivos de la expresión gráfica, así pues la integramos como medio docente con el resto de la planificación docente de la asignatura* [3].

- 2) Poner en marcha actividades, durante la exposición teórica, basadas fundamentalmente en los descriptores curso 2010/11 y primordialmente para desarrollar la capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.

Ello implica la “**elaboración de material multimedia basado en la creación de un libro animado, donde se represente gráficamente figuras en el espacio tridimensional y bidimensional estableciéndose entre ellos una reversibilidad facilitando, por consiguiente, la labor del profesor y estímulo de enseñanza-aprendizaje para el alumnado**”. Sería recomendable, continuar para próximos cursos con este proyecto de innovación, pues el que presentamos aquí acaba de comenzar; haciéndolo extensible a todo el programa/proyecto docente de las asignaturas de Expresión Gráfica puesto que en este proyecto se ha desarrollado una sola parte del “libro animado”, además es adaptable para su reutilización función de la temporalidad y coordinación de especialidades, grupos y subgrupos.

“La integración de la Universidad Española en el Espacio Europeo de Educación Superior y su adaptación al sistema de Créditos Europeos, requiere un profundo cambio en la mentalidad y actuación del profesorado universitario con el doble objetivo de: dar primacía al Aprendizaje en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, y fomentar la formación armónica en conocimientos, cualidades y actitudes” [4] . Por ello, nos planteamos como objetivo primordial desarrollar el fomentar el uso de metodologías activas como una forma de organizar la docencia de la asignatura “Expresión Gráfica” en los términos requeridos por el crédito europeo. Además, siempre nos ha preocupado la continua reducción de horas para el desarrollo de la asignatura, no sin perder contenidos ni consecución de objetivos. Por ello nos planteamos las siguientes preguntas: ¿Cómo lograr un uso más eficiente del tiempo lectivo, sin afectar la calidad del proceso docente-educativo?, ¿Qué componente del proceso requiere ser modificado, perfeccionado, para lograr una optimización del mismo? A partir de lo expresado anteriormente se ha planteado como problema de investigación: ¿cómo optimizar el trabajo de autopercepción de los estudiantes en Geometría Descriptiva como estudio en la asignatura Expresión Gráfica? Partiendo de este problema surge como trabajo de innovación y mejora docente donde se defina como objetivo de este trabajo un medio de enseñanza asistido por ordenador como herramienta docente para el profesor y como herramienta de estudio para los estudiantes basado en los contenidos de dicha asignatura y en concreto, del Sistema de Representación: Sistema Diédrico (Método Directo).

Pero ¿cómo lograr un uso más eficiente del tiempo lectivo?, ¿qué componente del proceso requiere ser modificado, perfeccionado, para lograr una optimización del mismo?

Estas preguntas se las plantea el profesor Pérez Morales [5], y que en este proyecto nos planteamos una de las vías de solución como propuesta a esta problemática consistente en la utilización de las Nuevas Tecnologías como herramienta docente. En el presente trabajo se desarrolla sobre la eficiencia, perfección, optimización y por consiguiente, mejor calidad docente, alcanzando los objetivos y competencias que se proponen en “Expresión Gráfica” del Plan de Estudio de Grado en Ingeniería: Eléctrica, Mecánica, Química Industrial, Electrónica y Diseño Industrial y Desarrollo del Producto por la Universidad de Sevilla.

Metodología

Sobre la metodología y actividades docentes, la actividad del alumno definida en créditos ECTS en los nuevos títulos de grado lleva consigo de forma explícita el trabajo personal del alumno, que ha de estar bien definido y planificado por el profesor.

Aplicamos en la clase teórica de Expresión Gráfica la siguiente metodología:

Clase expositiva teórico/práctica. Se desarrolla en la pizarra, no entendida exclusivamente como lección magistral expositivo-interrogativa, sino procurando una fuerte implicación del alumno en el desarrollo de la misma. Complementada, gracias a este proyecto de innovación, con animación 3D con el uso simultáneo de ordenador y video-proyector.

Estas animaciones serán adecuadas a los contenidos de la materia, con objeto de facilitar la adquisición de visión espacial y servir como ilustración/simulación inmediata de los contenidos teóricos-prácticos mediante Animación 3D.

Tareas de aplicación o ejercicios de basados en análisis de situaciones, documentos, productos o estudios de casos. La resolución de problemas por parte del alumno, bien de forma individual o en grupo durante la clase teórica, puede ser presentada por escrito, técnicas de interrogatorio para evitar la pasividad del discente o de forma oral ante la clase o grupo, donde los alumnos establecen vínculos directos e inmediatos de la teoría con la práctica, estableciendo hábitos de trabajo y la adquisición de abstracción geométrica y capacidad visual.

Manifestamos de esta forma una adaptación metodológica orientada hacia el aprendizaje de la competencia específica de la asignatura de Expresión Gráfica: *“Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica”* [1]

Resultados de la experiencia de innovación: Nueva Herramienta Docente.

Con el desarrollo de la visualización espacial alcanzada, conseguimos una evaluación positiva para el alumnado, alcanzando un mayor y mejor rendimiento académico, [6] que se hace notar tanto en las calificaciones alternativas como finales, pues no olvidemos que la competencia específica a desarrollar en la asignatura es precisamente la concepción espacial y que pretendemos fomentar y mejor alcanzar mediante este proyecto de innovación.

El tema que se presenta como propuesta inicial y a modo de ejemplo, es el correspondiente al tema: Intersecciones entre elementos geométricos: Intersección entre recta y plano e intersección entre planos. Este tema es sólo el primero, y a modo de ejemplo, del desarrollo futuro del contenido completo de la asignatura citada anteriormente.

Con Adobe Acrobat puede incrustarse en documentos PDF todo tipo de contenido 3D creado en programas de modelado 3D para poder verlo e interactuar con él. En principio, el modelo 3D aparece en el documento como una imagen bidimensional que se activará al hacer *“clic”* con la herramienta *“Mano o Selecciona”*, abriéndose la barra de herramientas 3D y reproduciendo la animación si la hubiera. A continuación vamos a comentar brevemente en qué consiste nuestra propuesta de mejora de enseñanza de Sistema Diédrico.

La Animación 2D e Imagen 3D Rotacional como herramienta didáctica

Hemos enfocado el problema como un problema de diseño, donde se ha diseñado y creado un prototipo, desarrollado como aplicación didáctica según el esquema de la Figura 1, consiguiendo una nueva herramienta docente, instructiva y motivadora en la Fase I, evaluadora de forma implícita, expresiva e innovadora en las Fases II y III.

Sin olvidar como característica que existen ciclos de retroalimentación e interacción entre Fases que dan lugar a una intercomunicación continua para la mejora continua del prototipo.

FASE III.1: Proceso de realización de casos prácticos 3D incrustados en PDF.

DIBUJO 2D y MODELADO 3D

AutoCAD, 3DSMax y SolidWorks – Creación de modelos y nomenclatura.

3DSMax – Seleccionar Materiales.

3DSMax – Guardar y exportar a formatos adecuados para insertar en PDF3D.

MAQUETACIÓN: IMAGEN 3D

Microsoft Word – Incrustar 3D.

Adobe Acrobat Pro Extended –

1.- Configuración de Cámaras en 3D para configurar las vistas normalizadas

2.- Barra 3D de Adobe – Propiedades de cámara

FASE III.2: Proceso de realización de casos prácticos animados incrustados en PDF:

ANIMACIÓN 2D

3D Studio Max – Preparación y composición.

3D Studio Max – Cambios y animación.

MAQUETACIÓN: ANIMACIÓN 2D

Editor de Video

Microsoft Word 2007 – Maquetación e Incrustar sólidos y videos

Exportar a PDF3D



Figura 1. Esquema Producción Prototipo Nueva Herramienta Docente

De esta forma seleccionamos contenidos y se van insertando en el documento, según los siguientes apartados:

- **Usabilidad:** Documento creado de tal forma que permita una lectura agradable y fácil de entender. No olvidemos que se trata de un “libro animado del sistema diédrico”. Las páginas deben ser de apariencia agradable y fácil su lectura. Las Nuevas Tecnologías no es sinónimo de complejidad, más bien al contrario debería implicar sencillez.
- **Diseño:** El diseño de la animación debe ser de simple trazado con explicaciones teóricas para su mejor comprensión y al mismo tiempo atrayente al alumno.
- **Control:** El profesor/alumno debe ser el que en todo momento tenga el control de la animación.

- **Tamaño:** No se debe generar animaciones muy pesadas en cuanto a su carga para no hacer que el archivo PDF sea muy pesado dificultando la lectura, haciendo que la animación resulte ir a cámara lenta, perdiendo la eficacia del método.

El documento PDF creado, permite la reproducción visual animada al usuario, tanto del problema en 3D como de su correspondiente solución en 2D, comprobando al mismo tiempo la reversibilidad del sistema. La aportación que nos ofrece la nueva versión de formatos PDF3D en es clara: documentación + figuras animadas + interactividad usuario/documento (Figura 2). Sólo debemos seleccionar bien los contenidos, usar los formatos adecuados de sólidos y animaciones e insertarlos (incrustarlos) adecuadamente en la maquetación.



Figura 2. Funciones de la Nueva Herramienta Docente: "Libro Animado del Sistema Diédrico"

Los problemas que se originan en una clase magistral a la hora de explicar un ejercicio teórico/práctico de Sistema Diédrico en pizarra (Figura 3) son los siguientes:

1. Al ser un ejercicio donde la componente teoría y la componente práctica tienen una interrelación en su desarrollo, el alumnado no puede perder la concentración en ningún momento del desarrollo de la explicación.
2. El alumnado debe estar dibujando todos los pasos que dibuja el profesor y además seguir la metodología de construcción del ejercicio, según la teoría aplicada al ejercicio.
3. La duración de la lección magistral por parte del profesor tiene que estar muy controlada con el fin de que no quede el ejercicio sin terminar al finalizar la clase.



Figura 3. Clase magistral en pizarra

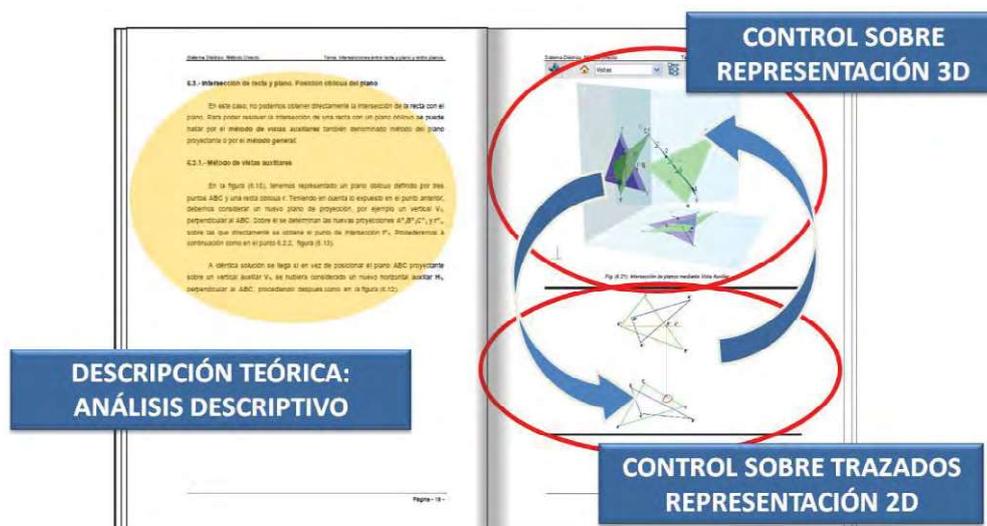
Planteamos “*La Animación 2D e Imagen 3D Rotacional como herramienta didáctica*” como propuesta de solución frente a la clase magistral, realizando la animación del Sistema de Representación, teniendo en cuenta los siguientes apartados:

- **Visión Espacial:** En esta ventana se observa de forma tridimensional el problema en el espacio. Se puede optar por la visualización en proyección, axonométrica ortogonal o bien, proyección cónica; con distintos sistemas de iluminación y con distintos modos de sombreado de los objetos.
- **Resolución en proyecciones diédricas:** Según se observa en visión espacial el problema, se muestra la misma información en 2D, siguiendo el trazado según el Sistema Diédrico.
- **Textos:** El texto se encarga de describir lo que está ocurriendo en la animación 2D, describiendo los trazados a realizar para la completitud del ejercicio

La paginación se estructura de la siguiente forma (Figura 4):

- **Página izquierda:** contenido sobre la descripción teórica relacionada con el tema en concreto así como los aspectos teóricos del problema que se plantea para su aplicación teórica/práctica.
- **Página derecha:** contiene las imágenes 3D y 2D. La imagen 3D rotacional, permite cualquier punto de vista de forma que tengamos control, con la barra de herramientas correspondiente, sobre los sólidos modelados e incrustados en el documento. La imagen 2D, con la animación y barra de control correspondiente, nos permite en cualquier momento del trazado parar, repetir,... como si de una clase teórica se tratase.

Ambas imágenes se corresponden con la reversibilidad del sistema de representación “Sistema



Diédrico”, imágenes biunívocas 2D / 3D en la misma página.

Figura 4. Distribución de contenidos en el Libro Animado

Control de la animación: A través de los iconos típicos de la reproducción de una animación (inicio – pausa - avanzar – parar – etc..) el usuario puede controlar la animación 2D, de modo que pueda detenerla o reiniciarla en el instante que considere oportuno, para no “perdersé” en la realización de los trazados teóricos. Completan la pantalla de animación, los controles de la Imagen 3D Rotacional de la barra de herramientas, según Figura 5.



Figura 5. Barra de control Visualización 3D

Esta barra aparecerá encima de la esquina superior izquierda del modelo 3D. Puede ocultarse o expandirse la barra con la flecha que aparece a la derecha de la herramienta Rotar.

Con Acrobat puede incrustarse en documentos PDF todo tipo de contenido 3D creado en programas de modelado 3D para poder verlo e interactuar con él. En principio, el modelo 3D aparece en el documento como una imagen bidimensional que se activará al hacer clic con la herramienta Mano o Seleccionar, abriéndose la barra de herramientas 3D y reproduciendo la animación si la hubiera. Por consiguiente es necesaria la lectura de estos contenidos en soporte digital, bajo la versión 9 de Adobe®Reader® o superior junto con Adobe®Flash®Player para que la interactividad usuario/documento quede manifestada, basta con pulsar sobre la imagen requerida para interactuar con ella en el documento PDF3D (Figura 6), ambos de descarga gratuita en <http://www.adobe.com/es/downloads>.

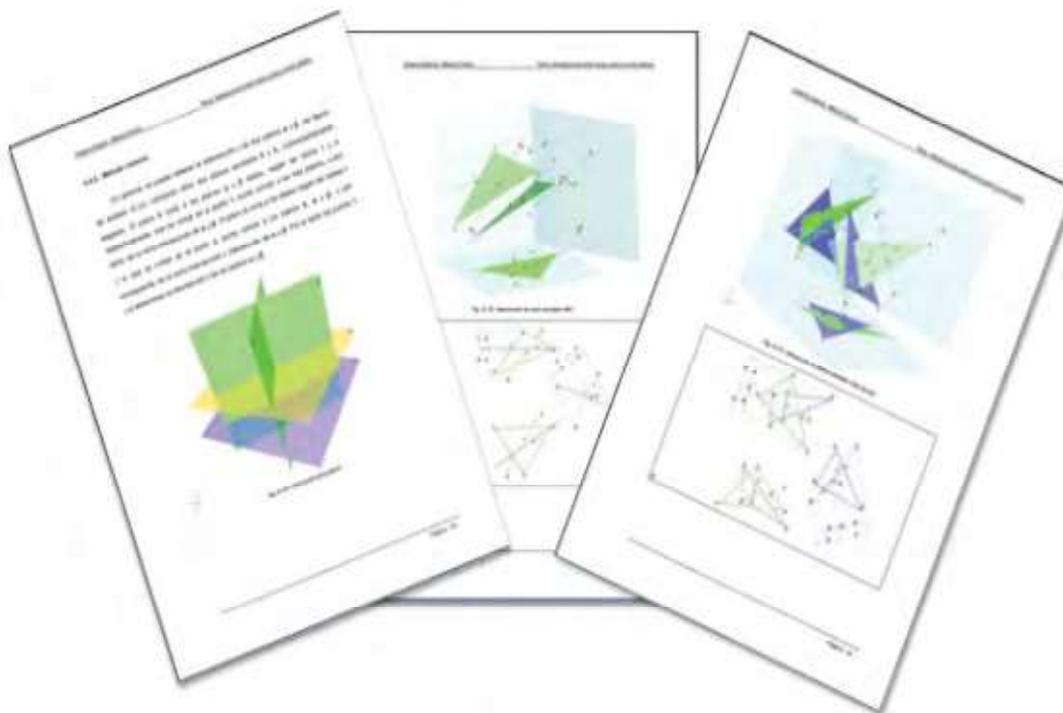


Figura 6. Volcados de pantalla: Hojas del Libro Animado del Sistema Diédrico

Conclusiones

Podemos resumir los antecedentes en los siguientes apartados:

1. No solo se ha reducido el número de asignaturas donde se imparten contenidos relacionados en el dibujo técnico, sino que también ha habido una drástica reducción de horas presenciales en los centros docentes.
2. Se ha tenido que incorporar técnicas y herramientas de CAD en la docencia del dibujo técnico, incorporando a la vez nuevos contenidos a la docencia de asignaturas de corte gráfico.
3. Estas dos premisas han dado lugar a un nuevo planteamiento para el desarrollo de los programas/proyectos docentes de las asignaturas implicadas con los Sistemas de Representación.

Todo ello ha dado lugar al empleo necesario de las Técnicas de Información y Comunicación para el desarrollo docente junto con la elaboración de material docente basado en aplicaciones interactivas disponibles para su aplicación en contextos formativos, en nuestro caso, el universitario. Consideramos que el desarrollo de esta experiencia de innovación docente en la asignatura “Expresión Gráfica” tiene importantes implicaciones para los procesos de enseñanza-aprendizaje en las titulaciones y dicha asignatura.

Con la aplicación de este tipo de metodologías se pretende conseguir:

- Un Ingeniero/a de Grado adaptado a las nuevas metodologías EEES.
- El Autoaprendizaje del alumno.
- Cambiar el rol del profesorado, de puro transmisor de conocimientos, hacia un rol de orientador y supervisor del aprendizaje.
- Mejorar la empleabilidad del alumno egresado con unas enseñanzas más acordes con el mundo laboral.

El sistema de enseñanza no se debe orientar sólo a transmitir conocimientos, sino a provocar aprendizaje relevante, [7-8] lo que requiere implicar activamente al estudiante en procesos de estudio, reflexión, aplicación y comunicación del conocimiento, exigiendo su capacidad para comprender y gobernar su propio y singular proceso de aprender y de aprender a aprender.

Creemos necesario estimular la producción de este tipo de recursos y materiales didácticos que faciliten y orienten el aprendizaje autónomo y la aplicación del conocimiento a los problemas de la realidad. Para concluir nuestra comunicación, presentamos, de forma resumida, los aspectos más destacados donde esta nueva herramienta diseñada presenta sus mejores resultados como aplicaciones docentes:

1. Comprensión de la relación biunívoca existente entre un sistema de representación y la forma geométrica en el espacio con la correspondiente solución de los problemas que se plantean. Utilizando esta herramienta el alumno puede ver en el espacio y en el plano las relaciones evidentes entre los elementos y sus proyecciones, así como la obtención de los resultados planteados ante un problema por ejemplo de intersecciones entre planos como el que en esta comunicación mostramos.
2. La sustitución de la diapositiva, transparencia o proyección, de carácter estático y muestra del resultado final directo, por la exposición de una secuencia de trazados

- animados para que desde los datos se vayan mostrando los trazados necesarios y continuos para llegar al resultado final.
3. Desarrollo continuo de los trazados necesarios para la consecución de la solución del problema, con la posibilidad de que el alumno pueda seguir estudiando en casa siguiendo los trazados, retomados en cualquier momento de la explicación, paso a paso y de forma animada.
 4. Claridad, exactitud y posibilidad de repetición del número de veces necesarias.
De esta forma, al estar generada la animación de trazados vinculadas a la representación tridimensional del problema en el espacio, no perdemos tiempo en crear el dibujo aumentando la eficacia a la hora de la exposición.
 5. Establecemos un nuevo formato de libro que rompe con las actuales publicaciones de geometría descriptiva, por ejemplo las archiconocidas de Taibo (1966), Izquierdo Asensi (1956) y Rodríguez de Abajo (1958). Este nuevo formato de libro lo hemos bautizado como "*Libro Animado del Sistema Diédrico*".

Proponemos como núcleo central de esta comunicación que el estudiante en todo momento tenga conciencia de su proceso de aprendizaje, comprenda lo que aprende, sepa aplicarlo y entienda el sentido y la utilidad social y profesional de los aprendizajes que realiza. Figura para ello, el apoyo metodológico desarrollado en este proyecto de innovación, fundamental para orientar al profesor/alumnado en las explicaciones teórica/prácticas de los conceptos del sistema de representación Sistema Diédrico.

Referencias Bibliográficas

- UNIVERSIDAD DE SEVILLA. I Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla (Acuerdo 6.1 / CG 281008) 2008-2012. BOUS núm. 5, de 12 de noviembre de 2008.
- MEMORIAS DE VERIFICACIÓN de Títulos de Grado de la Escuela Politécnica Superior aprobados en Junta de Centro de 16 de noviembre de 2009. CIDUA. INFORME SOBRE INNOVACIÓN DE LA DOCENCIA EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS. Abril de 2005
- MATEO CARBALLO, F.; FERNÁNDEZ DE LA PUENTE SARRIÁ, A. y LLORENTE GENIZ, J. (2007). "La animación de la transparencia". *Actas del XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Valladolid.
- CAMIÑA, C. , MARTÍNEZ, J. M. y BALLESTER, E. (2004). "¿Ec Qué?: de la Formación en Conocimientos a La Formación en Competencias". *Actas del XII Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Barcelona.
- PÉREZ MORALES, M. R., ÁLVAREZ PEÑÍN, P. I. y RUBIO GARCÍA, R. (2002). "Entrenador multimedia en las metodologías de resolución de los problemas típicos del tema proyecciones de cuerpos geométricos" *Actas XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*. Santander.
- CARRETERO DÍAZ, A. M. (2001). "Metodología didáctica para enseñanza de Geometría Descriptiva basada en un Tutor-Evaluador y en un Generador de ejercicios integrados en un entorno de propósito constructivo general". *Tesis doctoral inédita*. Universidad Politécnica de Madrid.

- ARIAS SÁNCHEZ, P.; MARTÍNEZ GÓMEZ, R. y RODRÍGUEZ PÉREZ, J.R. (1998). "Utilización de nuevas herramientas informáticas, aplicadas a la docencia en las materias del Área, expresión gráfica en la ingeniería". MÁLAGA. *Actas del X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*. ISBN: 84 89791 04 X.
- GÓMEZ-ELVIRA GONZÁLEZ, M.A.; PASCUAL DE LA FUENTE, J.L.; PUERTA ROMERO, F. y SAN ANTONIO GÓMEZ, J.C. (1996). "Dibujo tradicional y dibujo asistido por ordenador, ¿Incompatibles o complementarios?". *Actas del VIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*. Jaén.

Reseña Curricular de la autoría

Fernando Mateo Carballo, es Ingeniero Técnico Industrial (Escuela Politécnica Superior de Sevilla) y Licenciado en Bellas Artes (Facultad de Bellas Artes de Sevilla). D.E.A. por la Universidad de Sevilla en el Programa de Doctorado *El Dibujo como Base de las Artes Plásticas* y Doctor por la Universidad de Sevilla. Profesor Titular de Escuela Universitaria impartiendo docencia en las materias de Expresión Gráfica y Representación Fotorrealista y Animación de Productos por Ordenador en la Titulación de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla.

Antonio Bautista Durán, es Licenciado en Bellas Artes y Doctor en Bellas Artes por la Universidad de Sevilla. Responsable del grupo de Investigación HUM552: Artana (Plástica y Arte Anatómico) y Director del Dpto. de Dibujo de la Facultad de Bellas Artes de Sevilla. Profesor Titular de Universidad impartiendo docencia en Anatomía y Morfología Aplicada en la Titulación de Grado en Bellas Artes en la Universidad de Sevilla.

Julián Llorente Geniz, es Ingeniero Técnico Industrial e Ingeniero en Electrónica por la Universidad de Sevilla. Secretario del Dpto. de Ingeniería del Diseño en la Escuela Politécnica Superior de Sevilla. Profesor Colaborador del Dpto. de Ingeniería del Diseño impartiendo docencia en las asignaturas de Expresión Gráfica e Ingeniería Gráfica del Producto.

Manuel Ángel Monge Vera, es Ingeniero Técnico Industrial e Ingeniero en Electrónica por la Universidad de Sevilla. Profesor Colaborador del Dpto. de Ingeniería del Diseño impartiendo docencia en las asignaturas de Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador.

Ana de las Heras García de Vinuesa, es Ingeniera en Diseño Industrial por la Universidad de Sevilla (España), Máster en Ecodiseño por la Politécnica de Turín (Italia) y PDI de la Universidad de Sevilla en el Departamento de Ingeniería del Diseño en el Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería. En vías de comenzar el Programa de Doctorado en Fabricación, Materiales e Ingeniería Ambiental por la Universidad de Cádiz.