ÍNDICE

Capítulo 1: Introducción y objetivos 3

1.1 Introducción 5
1.1.1 Antecedentes 5
1.1.2 Alternativas 9

1.2 Objetivos 12

1.3 Descripción de la Aplicación 15

Capítulo 2: Estado del arte 19

2.1 Introducción 21

2.2 Taxonomía 21
2.2.1 Clasificación en función de la flexibilidad 23
2.2.2 Clasificación en función del destino 24
2.2.3 Clasificación en función de la herramienta usada 27
2.2.4 Clasificación en función del temario abarcado 30
2.2.5 Clasificación en función de la presencia en Internet 33

2.3 Descripción detallada de iniciativas más actuales 35
2.3.1 Portales web 37
2.3.1.1 Portal web dibujotecnico.com 37
2.3.1.2 Portal web miajas.com 41
2.3.1.3 Portal web tododibujo.com 50
2.3.2 Material de autoaprendizaje 54
2.3.2.1 Animaciones 54
2.3.2.1.1 Animaciones realizadas con Macromedia Flash 54
2.3.2.1.2 Animaciones realizadas con Power Point 59
2.3.2.2 Tutoriales 65
2.3.2.2.1 Tutoriales realizados con Macromedia Flash 65
2.3.2.2.2 Tutoriales realizados mediante el empleo de lenguajes de programación 80
2.3.3 Material de apoyo a la docencia tradicional 113
2.3.3.1 Aplicación de software CAD en la enseñanza de Geometría del Espacio 114
2.3.3.2 Empleo de maquetas virtuales 3D 121

Capítulo 3: Metodología propuesta 133

3.1 Introducción 135

3.2 Clasificación de la aplicación 135

3.3 Herramientas utilizadas en el desarrollo de la aplicación 136
3.3.1 Catia V5 137
3.3.2 Macromedia Flash 144
3.3.3 Macromedia Dreamweaver 146

Capítulo 4: Desarrollo del tutorial 153

4.1 Modelado de elementos 3D 155

4.2 Montaje de conjuntos 3D 162

4.3 Elaboración de animaciones 3D 172

4.4 Dibujo de imágenes planas 176

4.5 Obtención de los vídeos definitivos 178

4.5.1 Integración de las animaciones 3D y los dibujos planos 178
4.5.2 Vídeos definitivos en imágenes 183
4.5.2.1 Lección 1: "Cambio de plano vertical" 184
4.5.2.2 Lección 2: "Cambio de plano horizontal" 185
4.5.2.3 Lección 3: "Aplicación del cambio de plano" 186
4.5.2.4 Lección 4: "Giro en torno a un eje vertical" 188
4.5.2.5 Lección 5: "Giro en torno a un eje de punta" 189
4.5.2.6 Lección 6: "Giro de una recta" 190
4.5.2.7 Lección 7: "Giro de un plano (Método Tradicional)" 192
4.5.2.8 Lección 8: "Giro de un plano (Método Directo)" 195
4.5.2.9 Lección 9: "Aplicación del giro" 196
4.5.2.10 Lección 10: "Abatimiento (Método Tradicional)" 198
4.5.2.11 Lección 11: "Abatimiento (Método Directo)" 200
4.5.2.12 Lección 12: "Abatimiento de un plano dado por tres puntos" 202
4.5.2.13 Lección 13: "Aplicación del abatimiento" 204
4.5.2.14 Lección 14: "Ejercicio de recapitulación 1" 207
4.5.2.15 Lección 15: "Ejercicio de recapitulación 2" 211

4.6 Construcción final páginas Web 218

Capítulo 5: Conclusiones 223

5.1 Conclusiones sobre el Estado del Arte 225

5.2 Conclusiones sobre la aplicación 229

Anexo: Referencias 231

Bibliografía 259

Capítulo 1: Introducción y objetivos

1.1 Introducción

1.1.1 Antecedentes

En estudios universitarios de carreras técnicas como Ingeniería y Arquitectura, el Dibujo Técnico tiene una trascendental importancia, ya que para la aplicación laboral de estos estudios es imprescindible, en muchos de los casos, el dominio de éste lenguaje. Por esta razón el alumno debe estar bien preparado en estas materias y se deben poner todos los medios posibles para una enseñanza óptima de las asignaturas de Expresión Gráfica.

Actualmente puede comprobarse muy a menudo que las asignaturas de Dibujo Técnico, en general, presentan gran dificultad a los alumnos para su superación. Así, al estudiar las estadísticas se observa que el número de aprobados en relación con los matriculados, en estas asignaturas, es sensiblemente bajo, viendo, además, que el número de alumnos que se presentan a los exámenes es bastante menor que el de los matriculados, lo que lleva a pensar que, para los alumnos, estas asignaturas suponen una dificultad considerable y por tanto una dedicación excesiva.

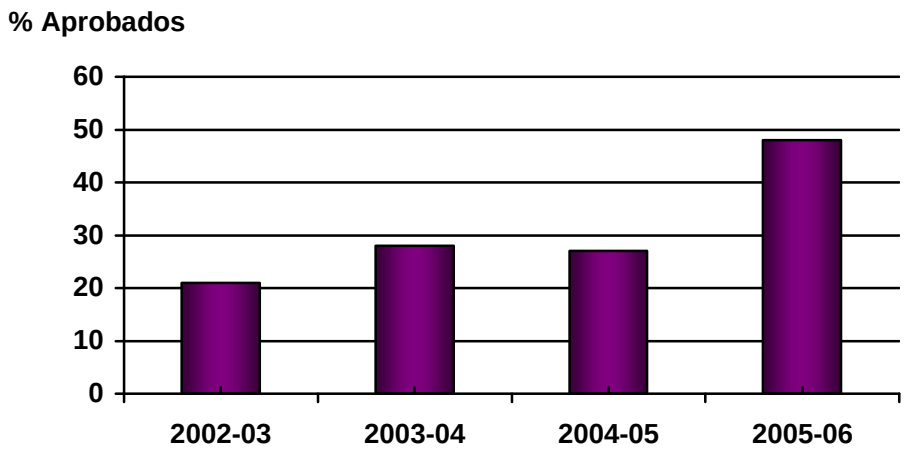


Ilustración 1-1: Porcentajes de aprobados de la asignatura de Expresión Gráfica, perteneciente al primer curso de Ingeniería Industrial en la ESI de Sevilla.

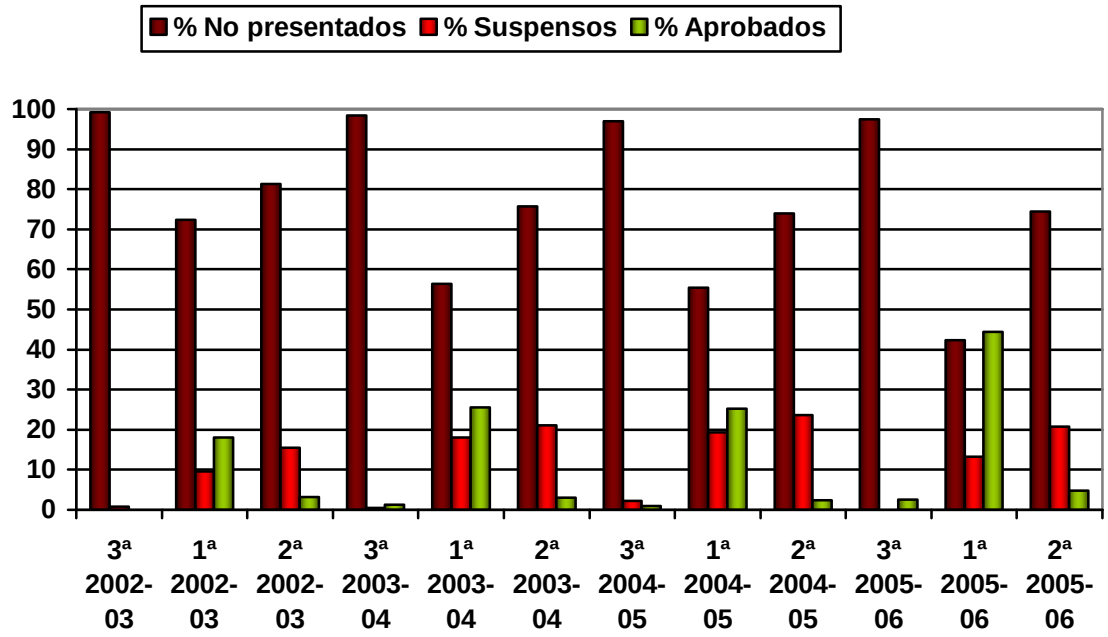


Ilustración 1-2: Resultados de exámenes de Expresión Gráfica de Ingeniería Industrial por convocatorias (ESI de Sevilla).

En el análisis de las causas que han llevado a estas asignaturas al estado actual, se pueden destacar dos como las más importantes:

- La primera de ellas es la dificultad intrínseca de del dibujo técnico, ya que se trata de un campo que requiere del alumno unas aptitudes específicas y unos conocimientos previos del Sistema Diédrico.

- La segunda causa es la forma de impartir las asignaturas, no por falta de preparación del profesorado ni por desinterés de los mismos, pues son éstos los primeros interesados en que el alumno aprenda y son los que promueven proyectos como el que ocupa a este Proyecto Fin de Carrera, propuesto precisamente por el departamento de Expresión Gráfica de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. En esta causa son muchos los factores que entran en juego. Se detallan a continuación una serie de ellos, que los propios alumnos destacan como elementos que impiden la comprensión de la materia:

- Al tratarse de una materia con un temario bastante amplio, la explicación de cada parte no puede llevar demasiado tiempo y por lo tanto el profesor no puede repetir varias veces la misma construcción en la pizarra, ya que esta obligado a impartir la asignatura en su totalidad. A finales del pasado siglo, con los cambios de planes de estudio supusieron en la ESI de Sevilla, en el curso 98 en concreto, de impartir dos asignaturas, concretamente Geometría descriptiva en 1º y Dibujo Técnico en 2º con 1 hora de teoría y 2 h 30 minutos de prácticas a 1 hora y 1'5 respectivamente, se pasó a impartir una única asignatura en 1º (en resumen de 225 horas a 75 horas en total de ambos cursos); y con una intención inicial de mantener prácticamente idénticos los contenidos.

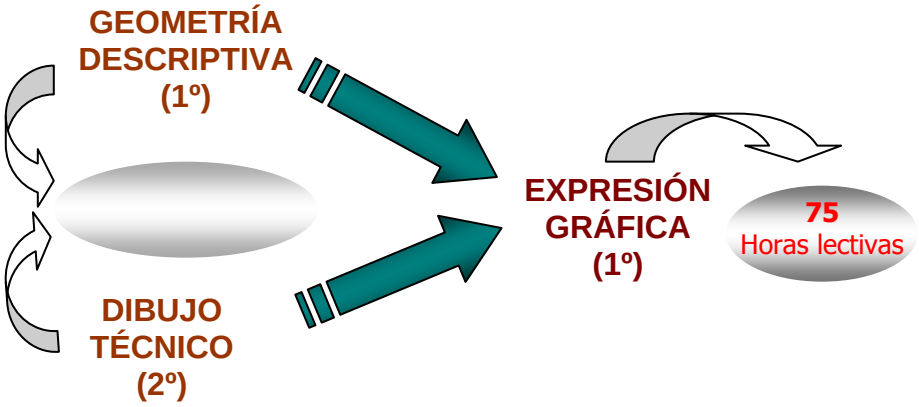


Ilustración 1-3: Disminución de la carga lectiva en la materia de Expresión Gráfica con los cambios de planes del 98 (ESI de Sevilla).

- La explicación del profesor se desarrolla mientras dibuja en la pizarra la construcción correspondiente al tema que se trata; por la complejidad de alguna construcción el resultado final no es, a veces, lo suficientemente claro, el alumno se pierde en el mar de líneas en que se ha convertido la pizarra, el profesor no puede dar marcha atrás, borrar líneas para explicar cómo fueron construidas, esto es prácticamente imposible, tampoco puede hacer una nueva construcción por no disponer de tiempo.

Si para el profesor resulta difícil compaginar su explicación con la construcción en la pizarra del ejercicio, mucho más difícil resulta para el alumno atender a la explicación, copiar el ejercicio en sus apuntes y además intentar entenderlo, llegando a la situación de estar copiando y no saber lo que se copia. El resultado es que el alumno tiene en sus apuntes una construcción sin ninguna explicación escrita y sin saber de dónde sale cada línea, cuál ha sido la primera y cuál la última. Así, cuando el alumno se pone a estudiar en casa no puede entender el dibujo realizado si no va parte por parte, tiene que repetir la construcción paso a paso y eso se convierte en algo muy difícil si no tiene apuntada la secuencia.

En la bibliografía disponible los ejercicios vienen explicados con un desarrollo escrito paso a paso, se explica la resolución de los ejercicios de manera detallada, pero el problema se encuentra en que la figura que acompaña a la explicación es la construcción final del problema, por lo que el alumno ha de hacer un ejercicio de imaginación además de entendimiento para comprender la construcción.



Ilustración 1-4: Motivos que provocan el fracaso escolar en materias vinculadas con la Expresión Gráfica en Ingeniería.

Todos estos problemas llevan al alumno que quiera superar la asignatura al empleo de mucho tiempo para poder entenderla, lo que puede suponer un

abandono de otras asignaturas, además, el alumno suele buscar ayudas fuera de la universidad lo que le va a ocasionar un gasto económico considerable.

1.1.2 Alternativas

La situación expuesta anteriormente invita a buscar métodos o herramientas que ayuden al alumno a comprender mejor la materia y que a la vez faciliten al profesorado la enseñanza de la misma. En el congreso de INGEGRAF celebrado en Madrid en 1992 se puso de manifiesto la aceptación que por parte de los alumnos la utilización de material multimedia en la docencia de la Expresión Gráfica [1], y en el celebrado en Logroño y Pamplona en 1999 se expusieron las ventajas del uso de material multimedia en base a una rigurosa investigación [25].



Ilustración 1-5: El gremio docente busca formas de paliar el fracaso escolar en materias de Expresión Gráfica en Ingeniería.

La primera parte de este Proyecto Fin de Carrera ha consistido en una revisión del material multimedia para la docencia de la Expresión Gráfica expuesto en los congresos INGEGRAF de los últimos once años. Se ha extraído un total de 85 referencias, descritas una a una someramente en el anexo 1, y sobre la base del conjunto de todas ellas se ha elaborado una taxonomía propia. A estas 85 referencias se han añadido otras 10 extraídas recientemente de Internet. Posteriormente se ha descrito en mayor profundidad algunas de las iniciativas más destacables y actuales, procedentes tanto de los congresos de Sevilla 2005 y Barcelona 2006, como de Internet, y centrando el estudio en aquellas que se detienen en la ayuda a la asimilación por parte del alumno del paso de tres a dos dimensiones y viceversa.

La segunda parte de este Proyecto Fin de Carrera ha consistido en desarrollar una alternativa propia, siguiendo la línea descrita en la primera parte. Concretamente se trata de un tutorial en formato web, usando páginas html en el que se visualizan las transformaciones utilizadas en el Sistema Diédrico, esto es, abatimientos, giros y cambios de plano.

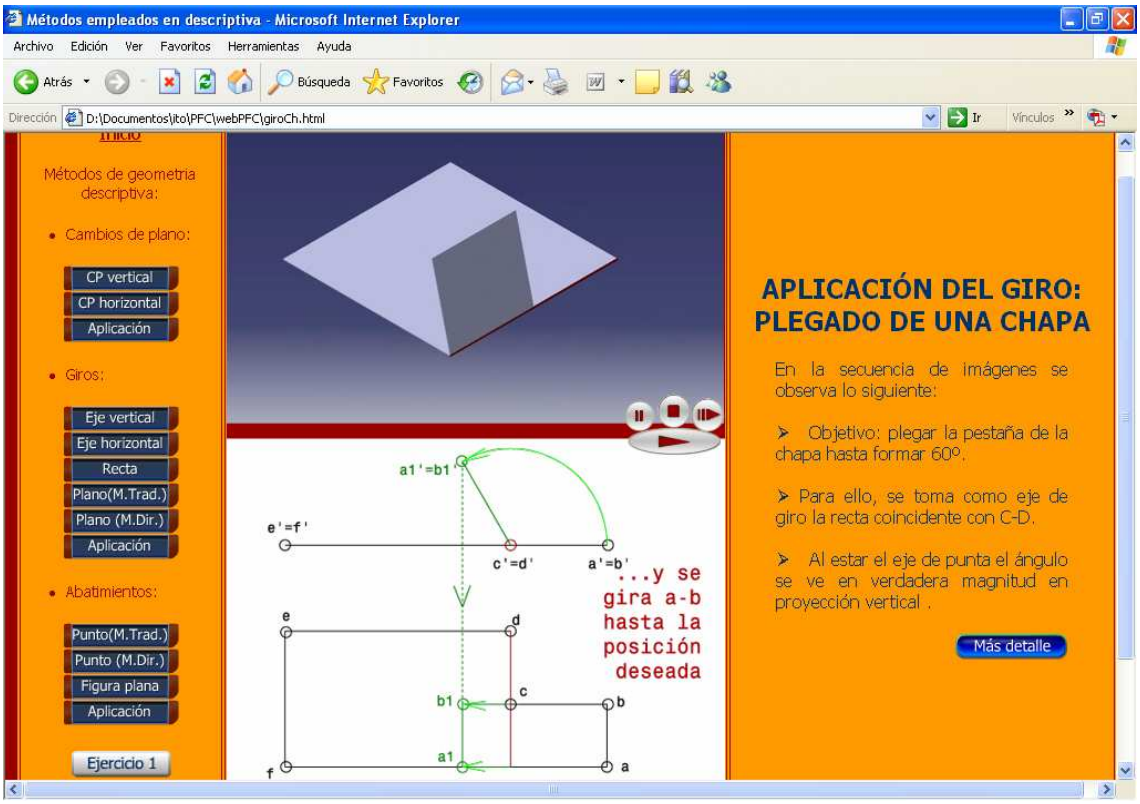


Ilustración 1-6: Interfaz del tutorial elaborado.

El tutorial se desarrolla en un entorno web en el que se van recorriendo los distintos procedimientos, así como aplicaciones que muestran la utilidad de los mismos. Para ello se muestran de manera conjunta animaciones 3D, trazado del correspondiente dibujo también animado y sincronizado con la animación 3D, y una breve explicación de las imágenes reproducidas.

De esta forma, de manera clara y rápida el alumno podrá ver la correspondencia entre el trazado del dibujo y lo que éste implica en el espacio tridimensional, asimilando el significado de las distintas transformaciones de forma más intuitiva que en la docencia tradicional.

Casi la totalidad de los ejercicios de la guía están resueltos mediante el Método Directo, es decir, se considera como planos principales de proyección cualquiera de los paralelos a las caras de un triedro trirectángulo de referencia, lo que elimina la línea de tierra y permite situar la planta y perfil a cualquier distancia del alzado. Asimismo, los planos se definen por cualquiera de los elementos geométricos que lo determinan y no por las trazas con un vertical y horizontal concretos. Además, los planos de proyección serán elegidos de forma que los elementos a representar se encuentren siempre en el primer diedro, pudiendo producirse la superposición de alzado y planta [V. González, 1976]. Este Método, elegido para impartir la Expresión Gráfica por multitud de Escuelas técnicas, entre ellas la E.S.I. de Sevilla, es más próximo a la representación de piezas reales. La necesidad de limitar rectas y planos por sus trazas, impuesta por Monge en el Sistema Diédrico, no conecta con la realidad práctica, y por ello ha quedado desfasada [R. López, 19xx].

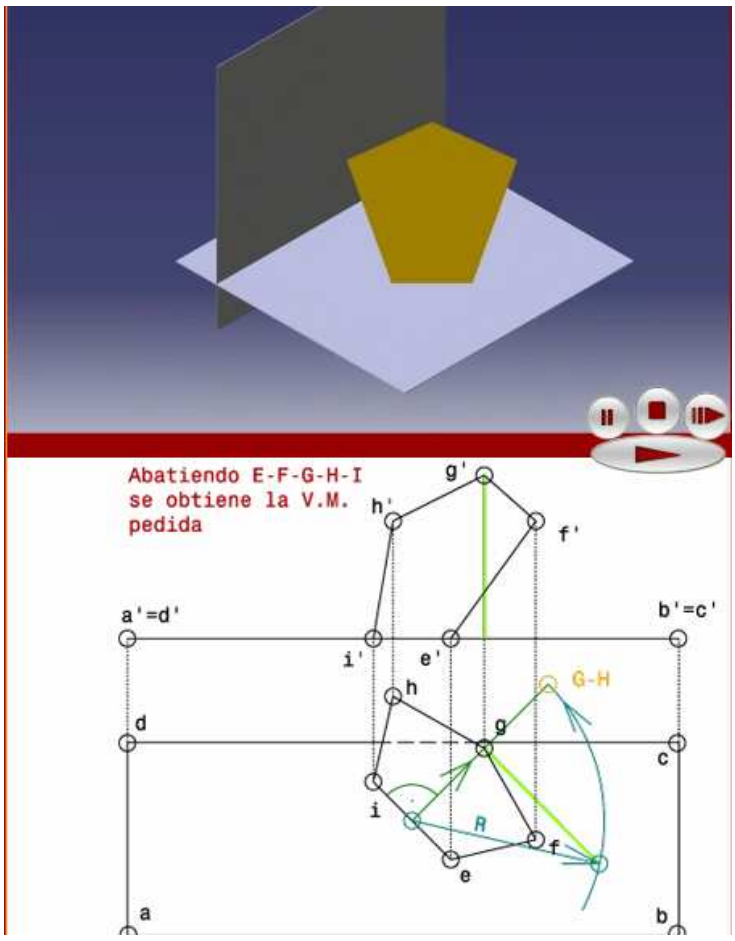


Ilustración 1-7: Ejercicio resuelto por el método directo: no existe línea de tierra y los planos se definen por aristas de la pieza y no por trazas.

1.2 Objetivos

Los objetivos perseguidos en este proyecto son:

- Revisar y clasificar los métodos y herramientas multimedia existentes para la docencia de la Expresión Gráfica, profundizando en aquellas que se centran en facilitar al alumno la asimilación del paso del plano al espacio, y viceversa.

- Crear un tutorial en el que se visualicen los tres procedimientos de transformación utilizados en el Sistema Diédrico de Representación: abatimientos, giros y cambios de plano.

- Lograr una asimilación rápida del alumno de estos métodos mediante el reflejo del gran carácter intuitivo que poseen, incidiendo en la conexión entre el espacio tridimensional y el trazado plano.

- Facilitar al alumno la transición al Método Directo, el cual es el elegido por muchas escuelas técnicas, entre ellas la E.S.I. de Sevilla, para impartir el Sistema Diédrico. Esta transición es necesaria por la tendencia de la enseñanza preuniversitaria a impartir el método tradicional. Dado que se busca una transición del Método Tradicional al Método Directo, se han incluido algunos ejercicios realizados según el Método Tradicional.

- El aprovechamiento de las técnicas multimedia en la docencia de la materia de Expresión Gráfica, concretamente del Sistema Diédrico, respondiendo a la tendencia actual como puede comprobarse analizando las iniciativas desarrolladas en distintos Congresos Internacionales de Ingeniería Gráfica en los últimos años.

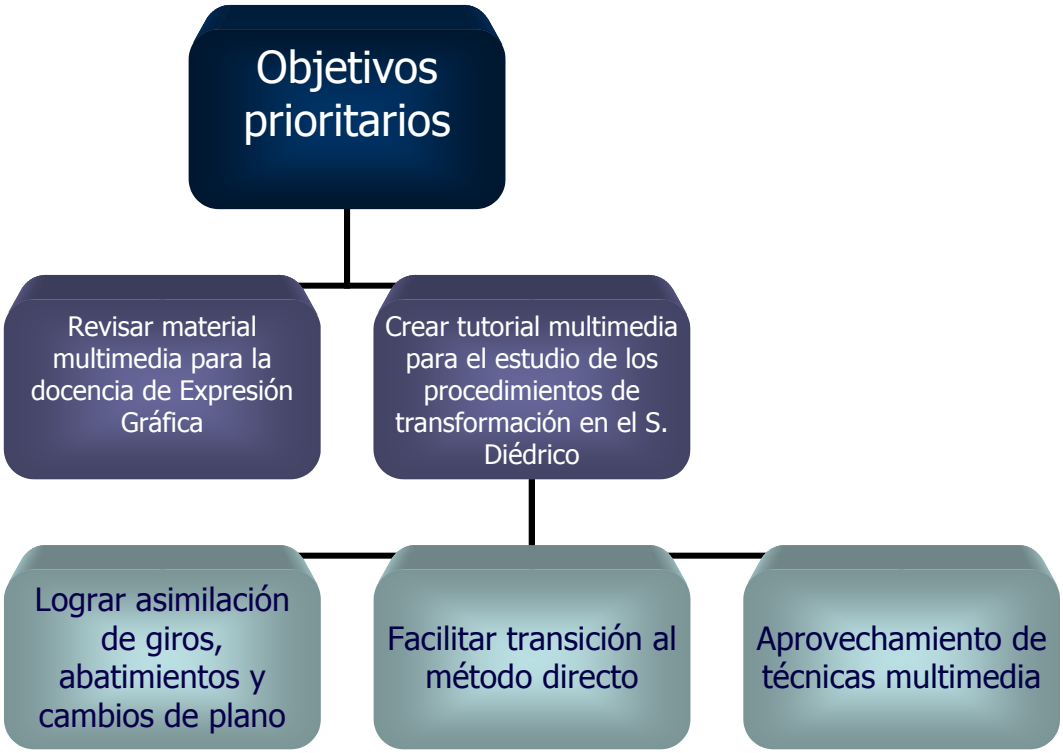


Ilustración 1-8: Objetivos prioritarios del Proyecto Fin de Carrera.

Además de estos objetivos, se ha buscado que la aplicación desarrollada se ciña a las siguientes condiciones, en la medida de lo posible:

- La compatibilidad de la guía con el mayor número posible de sistemas operativos y exploradores web.
- Diseñar el entorno y la interfaz de forma que el manejo de la guía sea cómodo y sencillo, facilitando para ello la navegabilidad por la guía y seleccionando cuidadosamente la información que aparece en pantalla para que esta sea lo más clara y concisa posible.
- Minimizar el espacio de disco y memoria ocupado por la guía, eligiendo sistemas de compresión de imágenes adecuados que mantengan un nivel de calidad suficiente de las mismas.



Ilustración 1-9: Objetivos adicionales del Proyecto Fin de Carrera.

En cuanto al encuadre de la guía en un entorno web con archivos html, se justifica por las cuestiones que siguen:

- Un entorno web resulta sencillo de utilizar, pudiéndose recorrer la guía rápidamente saltando de un punto a otro de la misma con un simple click del ratón.
- Lo único que se necesita para ver la guía es un explorador de internet adecuado.
- Se ofrece la posibilidad de colgar la página web en internet, posibilitando su utilización en portales docentes de internet, y facilitando el acceso a él de cualquier alumno que lo desee necesitándose únicamente instalar el plug-in de Macromedia Flash Player 7 para leer los archivos swf, disponible gratuitamente en internet.
- El código fuente permite de manera simple y rápida modificaciones y futuras ampliaciones con nuevos ejercicios, exámenes resueltos o cualquier otra propuesta.

1.3 Descripción de la Aplicación

La guía web desarrollada en este Proyecto Fin de Carrera consta de los siguientes apartados:

- ***Página de inicio:*** en ella se da una explicación general de las distintas transformaciones del Sistema Diédrico, abatimiento, giro y cambio de plano, así como del Método Directo de resolución. También se comenta el esquema general de los distintos apartados de la página web.

- ***Cambio de plano vertical:*** visualización del método siguiendo el esquema general, esto es, animación 3D, animación 2D y breve explicación de lo que se está viendo.

- ***Cambio de plano horizontal:*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Aplicación del cambio de plano:*** concretamente colocación de una recta de posición genérica en posición vertical, siguiendo el esquema general.

- ***Giro en torno a un eje vertical:*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Giro en torno a un eje de punta:*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Giro de una recta:*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Giro de un plano (Método Tradicional):*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Giro de un plano (Método Directo):*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Aplicación del giro:*** consistente en levantar una chapa hasta alcanzar un ángulo determinado.

- ***Abatimiento de un punto perteneciente a un plano (Método Tradicional):*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Abatimiento de un punto perteneciente a un plano (Método Directo):*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Abatimiento de un plano dado por tres puntos:*** visualización del método siguiendo el esquema general.

- ***Aplicación del abatimiento:*** en este caso la aplicación elegida es la determinación del ángulo que forman dos rectas que se cortan.

- ***Ejercicio de recapitulación 1:*** la visualización de los tres métodos de forma conjunta, con el Método Directo, se concreta en la resolución de un ejercicio con el siguiente enunciado: "Se tiene un conjunto formado por dos elementos de chapa de espesor despreciable, uno horizontal definido por A-B-C-D, y otro soldado sobre éste en la posición indicada en la figura, definido por E-F-G-H-I. Se pide: 1) Dibujar la verdadera magnitud del elemento E-F-G-H-I. 2) Dibujar el alzado y la planta que resulta tras cambiar la inclinación del segundo elemento 60º con respecto a la situación actual, en sentido antihorario y manteniendo la unión H-I en la misma posición.

- ***Ejercicio de recapitulación 2:*** la visualización de los tres métodos de forma conjunta, con el enfoque tradicional, se concreta en la resolución de un ejercicio con el siguiente enunciado: "Dados dos puntos de un triángulo equilátero perteneciente a un plano cuya traza horizontal forma 45 grados

con la línea de tierra, determinar todos los posibles prismas que pasen por dicho triángulo y cuya base sea también un triángulo equilátero. Determinar también la verdadera magnitud de la sección recta y del desarrollo de cada prisma" [C. Cobos y G. Cidoncha, 1996].



Ilustración 1-10: Mecanismo seguido para la creación del tutorial.

Las animaciones 3D han sido realizadas con la aplicación CAD Catia V5, así como los dibujos que forman las animaciones planas. Estos dibujos han sido transformados usando como formato intermedio ficheros pdf, mecanismo aportado por el propio Catia, para a continuación extraer el dibujo en formato gif mediante la aplicación Adobe Photoshop 7.0. La elección de Catia como herramienta para el desarrollo de gráficos viene avalada por su capacidad y potencia para la elaboración de imágenes 3D y 2D. No obstante, esta y otras

elecciones de herramientas se justifican en profundidad en el capítulo 3, dedicado a la descripción de la metodología propuesta.

Posteriormente, cada animación 3D y el conjunto de dibujos que le corresponde, han sido integrados mediante la aplicación Macromedia Flash. En esta integración, se han fundido en un solo documento la animación 3D y los dibujos planos, buscando una completa sincronización en todo momento, y se han añadido también controles que rigen el transcurso de la animación. Concretamente, se han añadido botones que permiten reproducir, parar, reiniciar y reproducir fotograma por fotograma la animación.

Finalmente, la animación completa se ha exportado en formato swf desde Macromedia Flash, y éste ha sido el archivo que se ha incorporado en la página web correspondiente.

En cuanto a la construcción de las páginas web, el código html se ha realizado con apoyo de la herramienta Dreamweaver de Macromedia.

Dado que la guía está desarrollada en un entorno web con código html y el formato final de las animaciones es swf, los únicos requisitos son:

- Sistema operativo: Windows, Linux o Machintosh.
- Tener instalado el plug-in de Macromedia Flash Player 7.

Capítulo 2: Estado del arte

2.1 Introducción

La creciente preocupación de los profesores por impartir mejor sus clases de teoría junto con la revolución informática de contenidos y de formas que trajeron consigo las Nuevas Tecnologías se juntan para ofrecer al alumno una nueva forma de aprendizaje más atractiva, didáctica y amena. En este capítulo se revisa el conjunto de iniciativas llevadas a cabo en este sentido y que se han ido exponiendo en los sucesivos Congresos INGEGRAF durante los últimos once años, además de otras iniciativas localizadas recientemente en Internet.

Así, se han extraído un total de 95 referencias procedentes de diversos Congresos INGEGRAF y algunas de Internet, todas ellas descritas de forma concisa y resumida en el anexo 1 de este Proyecto Fin de Carrera, y a partir de este material se ha realizado una taxonomía propia, expuesta en el segundo apartado de este capítulo, es decir en el 2.2.

En el apartado 2.3 se describe en mayor profundidad algunas de las iniciativas más actuales y destacables, seleccionando aquellos trabajos más centrados en ayudar al alumno al paso mental del espacio tridimensional al plano del papel, y viceversa. Los trabajos comentados proceden de los Congresos INGEGRAF Sevilla 2005 y Barcelona 2006 y de Internet.

2.2 Taxonomía

Desde hace unos años la comunidad educativa lleva intentando mejorar la calidad docente mediante la aportación de material multimedia en asignaturas de Expresión Gráfica. Ya en el Congreso de INGEGRAF celebrado en Madrid en 1992, tres de las cuarenta y cinco ponencias publicadas, en torno a un 7 %, iban en esta línea [1, 2, 3].

En la siguiente ilustración se muestra la evolución seguida a lo largo de los distintos Congresos INGEGRAF del volumen presentado de material multimedia para la docencia de la Expresión Gráfica, tanto en número de iniciativas como

en porcentaje respecto del total de iniciativas presentadas en cada Congreso INGEGRAF.

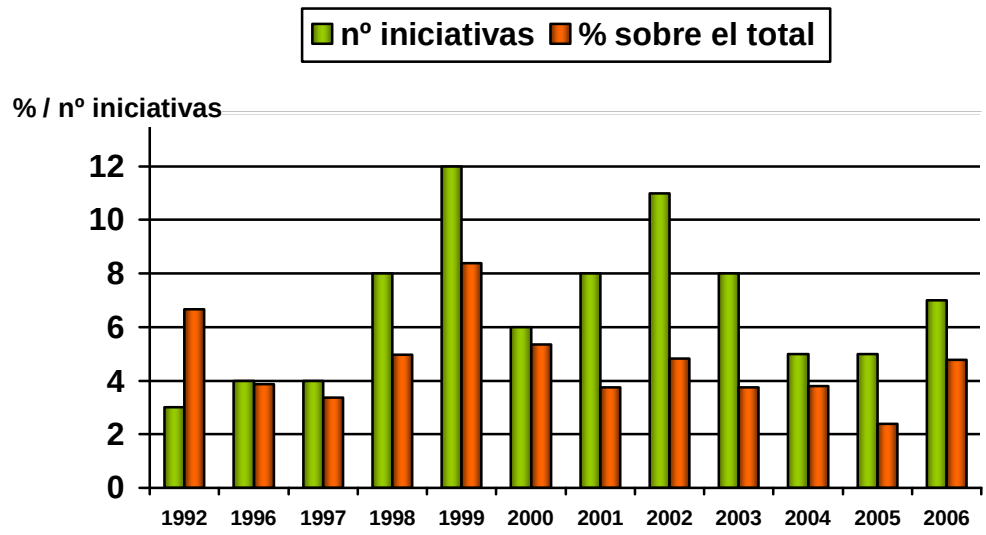


Ilustración 2-1: Material multimedia para la docencia de asignaturas de Expresión Gráfica expuesto en Congresos INGEGRAF.

Puede observarse como en torno al 1999 se dio un pico, tanto en número de iniciativas como en representación de éstas sobre el total. Se pone de manifiesto la inquietud generada por los cambios de planes del 98, comentados anteriormente en 1.1. Tras ese pico, el porcentaje de iniciativas se ha mantenido prácticamente constante en torno al 4%. Se podría deducir que hubo un cierto desencanto tras esas fechas, quizás por no obtener los resultados esperados, de manera que desde entonces el impulso ya sólo lo toma gente dedicada especialmente a estos temas.

Tras revisar el material publicado en los Congresos desde Vigo 1995 hasta Barcelona 2006, además del comentado de Madrid 1992 y de algunas iniciativas extraídas recientemente de Internet, se han extraído similitudes y diferencias entre ellos. Comparando estas similitudes y diferencias, se han establecido una serie de criterios con la intención de mostrar la metodología llevada a cabo por cada autor en esta materia. Estos criterios son: flexibilidad, destino, herramientas, temario, y presencia en Internet. Se tiene por tanto una taxonomía que se desarrolla a continuación, describiendo cada criterio y analizando las distintas tendencias.

cV

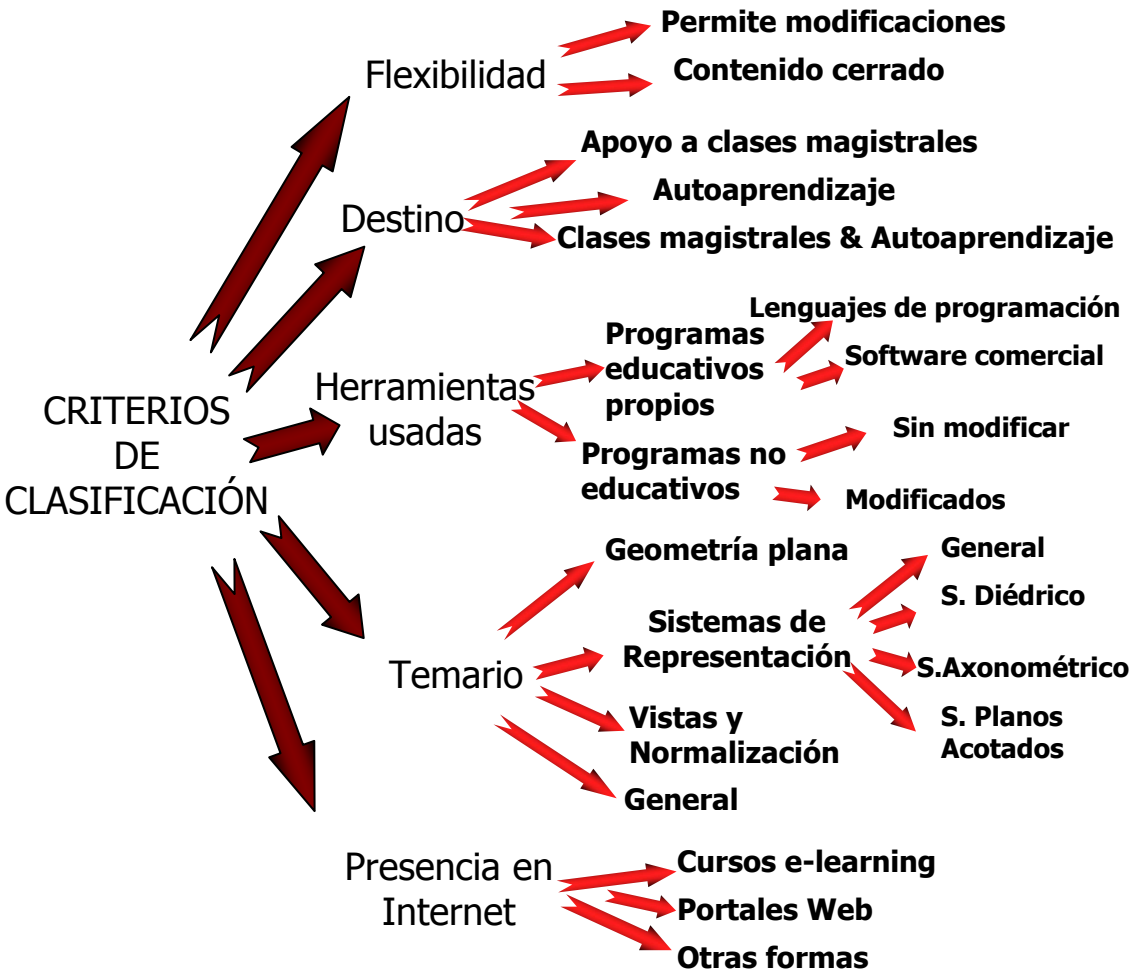


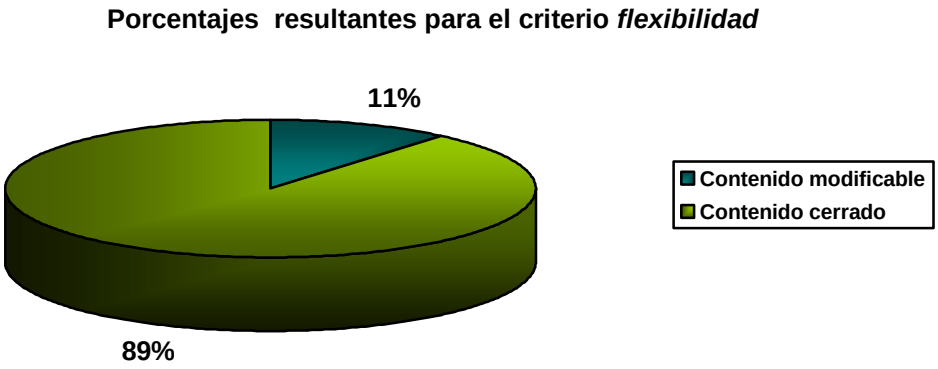
Ilustración 2-2: Taxonomía del material multimedia para la docencia de Expresión Gráfica.

2.2.1 Clasificación en función de la flexibilidad

Con flexibilidad lo que se quiere decir es si el material está preparado para modificar sus contenidos didácticos, si permite añadir contenidos nuevos, si su entorno es fácilmente editable, etc.

Clasificación en función de la flexibilidad	Referencias*
Contenido didáctico abierto a modificaciones	(Oriozabala, 1996)[8], (Carretero, 1998)[22], (Bermúdez, 1999)[34], (Carretero, 2000)[39], (Álvarez, 2002)[50], (Martín, 2003)[63], (Rosanigo, 2003)[67], (Cárdenas, 2004)[69], (Álvarez, 2005)[78], (Álvarez, 2006)[85]
Contenido didáctico cerrado	Resto de referencias (sobre un total de 95)

* Todas las referencias se encuentran descritas en el anexo



Como se puede observar, son minoría los autores que se preocupan de realizar material susceptible de ser personalizado por otros docentes. Lo cierto es que ofrecer una opción flexible implica un salto importante de complicación en el diseño, con lo que el esfuerzo necesario para su elaboración y los conocimientos de programación requeridos son mucho mayores.

2.2.2 Clasificación en función del destino

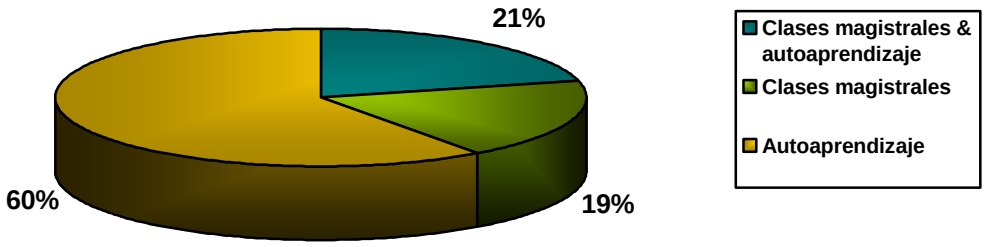
En general, los trabajos suelen ir destinados a tres fines:

- Al apoyo de las exposiciones en las clases magistrales.
- Al aprendizaje autónomo del alumno, ya sea por medio de tutoriales, Internet, etc.
- A los dos propósitos anteriores de manera conjunta.

Clasificación en función del destino	Referencias
Apoyo a clases magistrales	(Canito, 1995)[6], (Gómez-Elvira)[9], (Correa, 1996)[11], (Arias, 1998)[18], (García, 1999)[26], (Hernández, 1999)[30], (Oriozabala, 1999)[33], (Moreno, 2000)[40], (Pastor, 2001)[42], (Mora, 2001)[48], (Carvajal, 2003,[65], (Culla, 2003)[68], (López, 2004)[73], (Lorca, 2005)[77], (Hernández, 2006)[79], (Villar, 2006)[80], (Torner, 2006)[81], (Delgado, 2006)[84]
Autoaprendizaje	(Álvarez, 1992)[1], (Aguayo, 1992)[2], (Gurruchaga, 1995)[4], (Álvarez, 1995)[5], (Oriozabala, 1996)[8], (Caro, 1996)[10], (Bustinza, 1997)[12], (Contero, 1997)[14], (Oriozabala, 1997)[15], (Gutiérrez-Ravé, 1998)[16], (Rojas, 1998)[20], (Rojas, 1998)[21], (Carretero, 1998)[22], (Espinosa, 1998)[23], (Carretero, 1999)[24], (Rojas, 1999)[28], (Rojas, 1999)[29], (Durán, 1999)[31], (Bermúdez, 1999)[34], (Agüera, 1999)[35], (2000)[38], (Carretero, 2000)[39], (Guirado, 2000)[41], (Hernández, 2001)[43], (Álvarez, 2001)[44], (Flórez, 2001)[45], (Gutiérrez-Ravé, 2001)[46], (Marín, 2001)[47], (Rubio, 2002)[51], (Rojas, 2002)[52], (Voltas, 2002)[53], (Álvarez, 2002)[54], (Canito, 2002)[57], (Rojas, 2002)[58], (García, 2002)[59], (Rojas, 2002)[60], (Rojas, 2003)[61], (Ramos, 2003)[62], (Martín, 2003)[63], (Company, 2003)[66], (Rosanigo, 2003)[67], (Rizzuti, 2004)[71], (Rubio, 2005)[74], (Blanco, 2005)[76], (Álvarez, 2005)[78], (Martín, 2006)[82], (Del Río, 2006)[83], (Álvarez, 2006)[85], (López, *)[86], (Mendoza, *)[87], (García, *)[88], (Gómez, *)[89], (Cuadrado, *)[90], (Romanos, *)[91]
Apoyo a clases magistrales & Autoaprendizaje	(Portillo, 1992)[3], (Guillén, 1995)[7], (Gutiérrez-Ravé, 1998)[17], (Fernández, 1998)[19], (Álvarez, 1999)[27], (Ladero, 1999)[32], (Aguilar, 2000)[36], (Ramos, 2000)[37], (Garmendia, 2001)[49], (Álvarez, 2002)[50], (Díaz, 2002)[56], (Vezzani, 2003)[64], (Cárdenas, 2004)[69], (Garmendia, 2004)[70], (Díaz, 2004)[72], (López, 2004)[73]

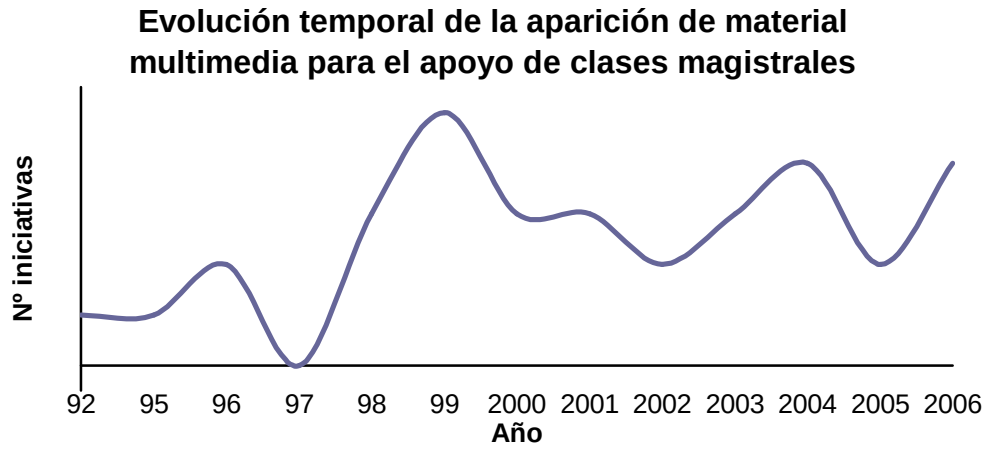
*Referencias extraídas recientemente de Internet con fecha de creación sin determinar

Porcentajes resultantes para el criterio *destino*

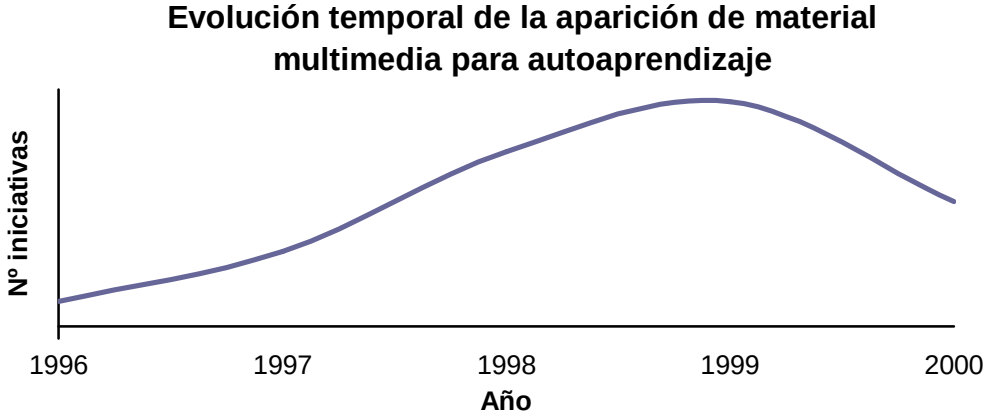


Como puede observarse la mayoría de los esfuerzos se han dirigido hacia la búsqueda del aprendizaje autónomo del alumno. La masificación en las clases y la disminución de horas lectivas pueden ser motivo de esta tendencia.

Cabe otra reflexión sobre el momento cronológico en que cada opción cobra más fuerza.



En el caso de herramientas destinadas para ser usadas en clases magistrales, se puede ver cómo el número de aportaciones es menor en los primeros años estudiados. Parece evidente que cuanto más y mejor estén equipadas las aulas, más y mejores iniciativas se pueden tomar en este sentido, y el equipamiento del que gozan las en la actualidad dista mucho del que tenían hace diez o quince años. Esto puede explicar en parte la evolución seguida.



En cuanto a las aportaciones enfocadas al autoaprendizaje, se observa cómo en torno a 1998, la fecha de implantación de los nuevos planes de estudio, se despertó el interés por este tipo de iniciativas. Los cambios de planes de estudio supusieron, en resumen, la disminución de horas lectivas manteniendo los temarios a impartir prácticamente intactos. Esto lleva consigo una inevitable disminución de la calidad docente. Seguramente el afán por compensar este hecho sea una de las causas del giro hacia la búsqueda de nuevas alternativas.

2.2.3 Clasificación en función de la herramienta usada

Para no caer en un exceso de clases, las herramientas se han agrupado como sigue:

- Programa educativo realizado mediante lenguajes de programación, interviniendo directamente en el código, como son el lenguaje C, Visual Basic, VRML, HTML, Java, o Pascal. También se han incluido aquí aquellos trabajos en que su autor, habiendo tenido contacto directo con el código de programación, ha utilizado también software comercial para la creación de imágenes, animaciones, etc.

- Programa educativo realizado mediante programas comerciales, como por ejemplo Macromedia Flash, 3D Studio, o Macromedia Dreamweaver. Incluido también la utilización de programas de presentaciones del estilo de PowerPoint.

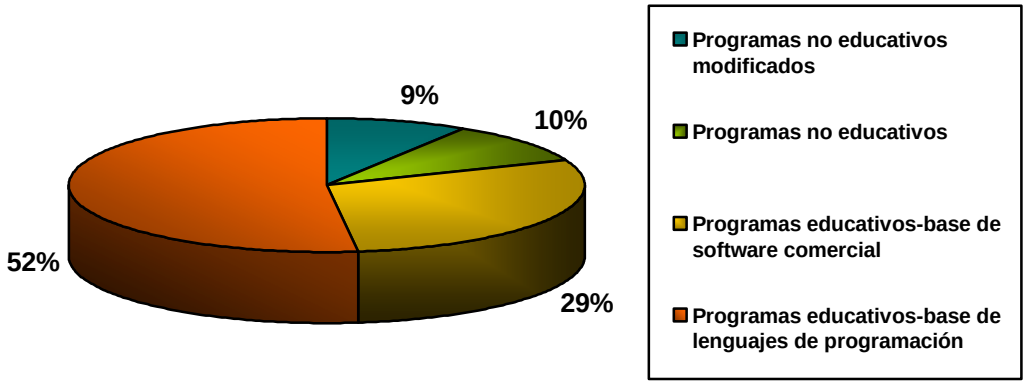
- Programa comercial no educativo, es decir, cuya función para la que está diseñado no es la docencia del Dibujo Técnico, pero que es aprovechado para la docencia, entre los que se encuentran AutoCAD, Maple, Solidworks.

- Programa comercial no educativo modificado, como por ejemplo AutoCAD editado mediante el lenguaje de programación AutoLisp.

Clasificación en función de la herramienta usada		Referencias
Programas educativos	Lenguajes de programación	(Álvarez, 1992)[1], (Aguayo, 1992)[2], (Gurruchaga, 1995)[4], (Oriozabala, 1996)[8], (Contero, 1997)[14], (Gutiérrez-Ravé, 1998)[16], (Rojas, 1998)[20], (Rojas, 1998)[21], (Carretero, 1998)[22], (Espinosa, 1998)[23], (Carretero, 1999)[24], (Caro, 1999)[25], (García, 1999)[26], (Álvarez, 1999)[27], (Rojas, 1999)[28], (Rojas, 1999)[29], (Durán, 1999)[31], (Ladero, 1999)[32], (Oriozabala, 1999)[33], (Hernández, 2001)[43], (Álvarez, 2001)[44], (Flórez, 2001)[45], (Garmendia, 2001)[49], (Álvarez, 2002)[50], (Rubio, 2002)[51], (Rojas, 2002)[52], (Álvarez, 2002)[54], (Canito, 2002)[57], (García, 2002)[59], (Rojas, 2002)[60], (Ramos, 2003)[62], (Martín, 2003)[63], (Vezzani, 2003)[64], (Company, 2003)[66], (Rosanigo, 2003)[67], (Garmendia, 2004)[70], (Rizzuti, 2004)[71], (Blanco, 2005)[76], (Álvarez, 2004)[78], (Delgado, 2006)[84], (Álvarez, 2006)[85], (Mendoza, *)[87]
	Software comercial	(Caro, 1996)[10], (Correa, 1996)[11], (Contreras, 1997)[13], (Oriozabala, 1997)[15], (Gutiérrez-Ravé, 1998)[17], (Arias, 1998)[18], (Fernández, 1998)[19], (Hernández, 1999)[30], (Bermúdez, 1999)[34], (Agüera, 1999)[35], (Gutiérrez-Ravé, 2001)[46], (Voltas, 2002)[53], (Carvajal, 2003)[65], (Rubio, 2005)[74], (García, 2005)[75], (Martín, 2006)[82], (Del Río, 2006)[83], (López, *)[86], (Mendoza, *)[87], (García, *)[88], (Gómez, *)[89], (Cuadrado, *)[90], (Romanos, *)[91]
Programas no educativos	Sin modificar	(Gómez-Elvira, 1996)[9], (Moreno, 2000)[40], (Pastor, 2001)[42], (Díaz, 2002)[56], (Culla, 2003)[68], (López, 2004)[73], (Lorca, 2005)[77], (Torner, 2006)[81]
	Modificado	(Portillo, 1992)[3], (Marín, 2001)[47], (Mora, 2001)[48], (Rojas, 2002)[58], (Rojas, 2003)[61], (Cárdenas, 2004)[69], (Díaz, 2004)[72]

*Referencias extraídas recientemente de Internet con fecha de creación sin determinar

Porcentajes resultantes para el criterio *herramientas*



El uso de lenguajes de programación es el método preferido por la mayoría de los autores, como puede deducirse de los resultados. Tener un contacto directo con el código de programación aporta una mayor libertad y potencial a la hora de diseñar, ya que se evita las restricciones ineludibles de un software comercial que se encargue del trabajo de programación del código. En el caso de usar herramientas ya desarrolladas como AutoCAD, aún modificándolas para un enfoque docente, las limitaciones son aún mayores, ya que su razón de ser no es la docencia.

No obstante, no necesariamente se consiguen mejores resultados programando. El hecho de evitar este esfuerzo acudiendo a otras opciones, normalmente disminuirá el tiempo de desarrollo de las aplicaciones, pudiendo concentrar los esfuerzos en otros aspectos.

Respecto a la opción de usar software no destinado a la docencia, modificado o no, cabe destacar que casi el 90% de las iniciativas son posteriores al año 2000. Comparando esta clasificación con la correspondiente al criterio *destino*, resulta que la mayoría de referencias revisadas que se apoyan en software ya desarrollado, están destinadas al apoyo de clases magistrales. De esto se deduce que, igual que se comentó en 2.2.2, la falta de equipos en las aulas puede ser la causa del empleo tardío de este método.

2.2.4 Clasificación en función del temario abarcado

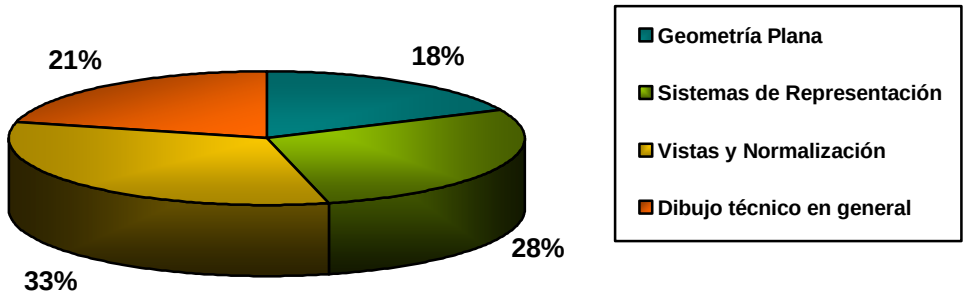
Según el tema de Dibujo Técnico en que se centra cada trabajo revisado, se tiene la siguiente clasificación:

- Geometría plana.
- Sistemas de Representación. Dentro de este apartado se ha subdivido en función del Sistema tratado: Sistema Diédrico, Sistema Axonométrico, Sistema de Planos Acotados, o Sistemas de Representación en general.
- Vistas de piezas y normalización.
- Dibujo técnico en general.

Clasificación en función del temario abarcado		Referencias
Dibujo técnico en general		(Portillo, 1992)[3], (Gómez-Elvira, 1996)[9], (Correa, 1996)[11], (Oriozabala, 1999)[33], (Carretero, 1999)[25], (Aguilar, 1999)[36], (Moreno, 2000)[40], (Guirado, 2000)[41], (Álvarez, 2001)[44], (Álvarez, 2002)[50], (Rubio, 2002)[51], (Lorca, 2005)[77], (Martín, 2006)[82], (López, *)[86], (Mendoza, *)[87], (Prieto, *)[92], (AEDITEC, *) 93, (Martín, *) 94, (REDIS, *) 95
Sistemas de representación	Diédrico	(Canito,1995)[6], (Arias, 1998)[18], (Fernández, 1998)[19], (Carretero, 1998)[22], (García, 1999)[26], (Agüera, 1999)[35], (Rojas, 2002)[52], (Rubio, 2005)[74], (Blanco, 2005)[76], (Álvarez, 2005)[78], (Gómez, *)[89], (Cuadrado,*)[90]
	Axonométrico	(Rojas, 1999)[28], (Company, 2003)[66]
	Planos Acotados	(Marín, 2000)[47], (Martín, 2002)[55], (Martín, 2003)[63], (Carvajal, 2003)[65]
	Visión general	(Aguayo, 1992)[2], (Oriozabala, 1996)[8], (Bustinza, 1997)[12], (Contreras, 1997)[13], (Carretero, 1999)[24], (Ladero, 1999)[32], (Rosanigo, 2003)[67], (Torner, 2006)[81]
Geometría Plana		(Álvarez, 1992)[1], (Gutiérrez-Ravé, 1998)[16], (Fernández, 1998)[19], (Rojas, 1998)[20], (Rojas, 1998)[21], (Álvarez, 1999)[27], (Rojas, 1999)[29], (Ladero, 1999)[32], (Carretero, 2000)[39], (Voltas, 2002)[53], (Rojas, 2002)[58], (Rojas, 2002)[60], (Rojas, 2003)[61], (Álvarez, 2005)[78], (Hernández, 2006)[79], (Villar, 2006)[80], (Del Río, 2006)[83]
Vistas y normalización		(Gurruchaga, 1995)[4], (Caro, 1996)[10], (Contero, 1997)[14], (Gutiérrez-Ravé, 1998)[17], (Carretero, 1999)[24], (García, 1999)[26], (Hernández, 1999)[30], (Durán, 1999)[31], (Oriozabala, 1999)[33], (Bermúdez, 1999)[34], (Pastor, 2001)[42], (Hernández, 2001)[43], (Flórez, 2001)[45], (Gutiérrez-Ravé, 2001)[46], (Mora, 2001)[48], (Garmendia, 2001)[49], (Álvarez, 2002)[54], (Canito, 2002)[57], (García, 2002)[59], (Ramos, 2003)[62], (Vezzani, 2003)[64], (Culla, 2003)[68], (Cárdenas, 2004)[69], (Garmendia, 2004)[70], (Rizzuti, 2004)[71], (Díaz, 2004)[72], (López, 2004)[73], (García, 2005)[75], (Álvarez, 2006)[85], (Cuadrado, *)[90], (Romanos, *)[91]

*Referencias extraídas recientemente de Internet con fecha de creación sin determinar

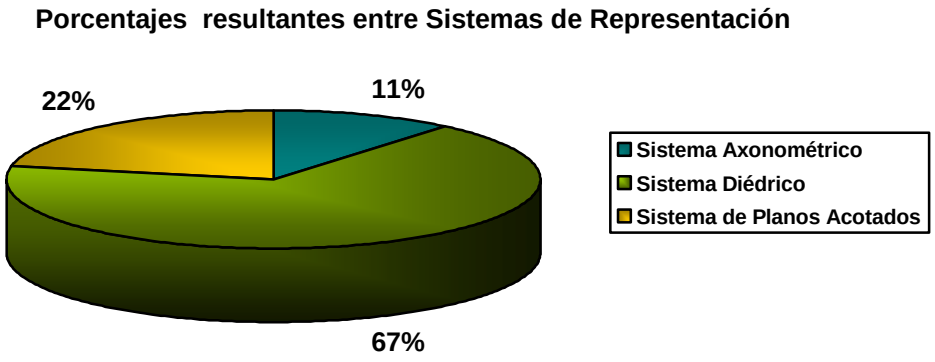
Porcentajes resultantes para el criterio *temario*



Lo primero que destaca es que tan sólo un 21% del material estudiado abarca todo el temario. Es decir, la mayoría de los autores prefieren centrarse en un área concreta. En la decisión sobre cual es el área que más conviene desarrollar pueden intervenir diversos factores, como son las propias necesidades del alumnado, la viabilidad por disponer de herramientas que favorezcan unas u otras, o que la dedicación profesional del autor se centre en ese tema.

La mayor representación la tienen los trabajos centrados en Vistas de piezas y Normalización, seguidos de cerca por los Sistemas de Representación. Ambos tienen relación con la visualización plana del espacio tridimensional, y seguramente no es por casualidad. En este caso se unen dos factores, ya mencionados en el párrafo anterior, que hacen atractivo para el docente desarrollar aplicaciones. Por un lado la dificultad intrínseca del concepto, y por otro la capacidad de los ordenadores para generar espacios tridimensionales virtuales, de tal manera que se pueda conseguir que el alumno no tenga que abstraerse para visualizar los mecanismos propios de estos temas, tales como proyecciones, abatimientos, intersecciones, etc.

Profundizando en los Sistemas de Representación, se hace patente que el sistema que más preocupación despierta es el Sistema Diédrico, claramente destacado sobre los otros dos sistemas, el Sistema Axonométrico y el Sistema de Planos Acotados.



De nuevo la dificultad manifiesta del Sistema Diédrico con respecto a los otros provoca que se vuelquen las energías en apoyar la docencia del mismo mediante recursos multimedia. Hay que matizar que, si bien es cierto que el Sistema Diédrico es el Sistema de Representación que más dificultades suele plantear a los alumnos, no es menos cierto que es el único que se imparte en profundidad en la mayoría de las ocasiones. Con sólo ver los temarios de Expresión Gráfica en carreras de Ingeniería queda en evidencia este hecho.

2.2.5 Clasificación en función de la presencia en Internet

En el caso de los recursos que se ponen a disposición del alumno a través de Internet, se pueden encasillar en tres niveles, de mayor a menor calidad docente:

- Cursos e-learning, es decir, cursos impartidos desde Internet, desde donde se ponen todos recursos educativos a disposición del alumno. Aunque hay quien llama e-learning a cualquier recurso educativo presente en Internet, este no es el sentido que en este trabajo se le ha dado al concepto e-learning. La denominación e-learning, tal y como aquí se considera, implica la dotación de un seguimiento exhaustivo de la evolución del alumno por parte del profesorado, existiendo una continua comunicación profesor-alumno y una continua evaluación del alumno por parte del profesor. Por tanto, la principal característica que distingue a este recurso es que el alumno se encuentra marcadamente tutorado.

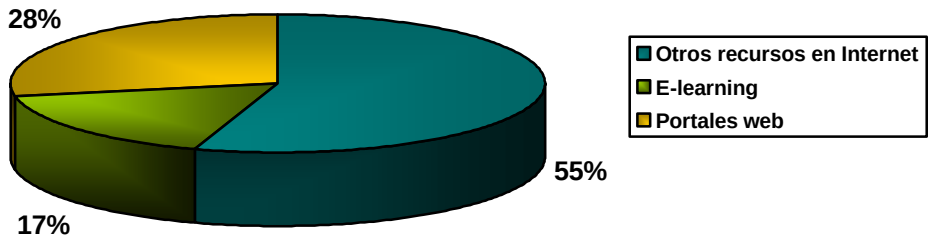
- Portales web, entendidos como lugares de Internet donde se concentran multitud de recursos educativos, de manera actualizada, además de estar dotados de un alto nivel de comunicación mediante foros, chats, etc. Un portal web requiere un mantenimiento, pero no tan exhaustivo y profundo como en el caso del e-learning.

- Otros modos de presencia en Internet, es decir páginas web que no tienen algunas de las características de los niveles anteriores, o simplemente recursos educativos que se encuentran en Internet, sin ser páginas web, como los que se ofrecen en la página web del CNICE del MEC. Es decir, recursos situados en Internet pero sin hilazón o relación entre contenidos.

Clasificación en función de la presencia en Internet	Referencias
E-learning	(Bustinza, 1997)[12], (Carretero, 1999)[24], (García, 2002)[59], (Martín, 2006)[82], (Del Río, 2006)[83]
Portales web	(Durán, 1999)[31], (López, *)[86], (Mendoza, *)[87], (García, *)[88], (Prieto, *)[92], (AEDITEC, *)[93], (Martín, *)[94], (REDIS, *)[95]
Otros recursos en Internet	(Contero, 1997)[14], (Oriozabala, 1997)[15], (García, 1999)[26], (Rojas, 1999)[28], (Rojas, 1999)[29], (Agüera, 1999)[35], (2000)[38], (Flórez, 2001)[45], (Garmendia, 2001)[49], (Canito, 2002)[57], (Ramos, 2003)[62], (Rizzuti, 2004)[71], (Rubio, 2005)[74], (Gómez, *)[89], (Cuadrado, *)[90], (Romanos, *)[91]

*Referencias extraídas recientemente de Internet con fecha de creación sin determinar

Porcentajes resultantes para el criterio *presencia en Internet*



Se comprueba que conforme se requiere más elaboración en el desarrollo y más atención al mantenimiento, disminuye el número de iniciativas.

2.3 Descripción detallada de iniciativas más actuales

En el apartado anterior se ha expuesto una taxonomía que incluía el material docente multimedia para la docencia de Expresión Gráfica en general. Sin embargo, el caso de la Geometría Descriptiva, como se ha comentado en 2.2.4, es especial, pues el objetivo principal de la asignatura no es sólo de dotar a los alumnos de conocimientos teóricos sobre geometría y dibujo, sino de incrementar su percepción espacial, enormemente importante y vital en la formación de cualquier ingeniero que en los últimos años no se potencia desde la enseñanza preuniversitaria ni universitaria con la intensidad necesaria. Como se ha comentado anteriormente, el nº de horas lectivas de Expresión Gráfica en las carreras técnicas ha disminuido drásticamente. En cuanto a la enseñanza preuniversitaria, desde los cambios que se ejecutaron con la LOGSE el mundo docente, la falta de preparación con que llegan los alumnos a la universidad es un clamor entre el profesorado.

Con estas premisas, y con la intención de favorecer una mayor velocidad en el proceso de aprendizaje por parte de los alumnos, se han desarrollado por parte de diversas universidades y personal docente una serie de herramientas multimedia que permiten ver el paso de tres a dos dimensiones y así facilitar la resolución de los problemas, disminuyendo los problemas de visión espacial que usualmente tienen los estudiantes.

En este apartado se comentan algunas de las iniciativas más destacables que últimamente se han tomado en busca de lo expuesto en las líneas anteriores. La mayoría de ellas han sido desarrolladas en los últimos Congresos Internacionales de Ingeniería Gráfica celebrados en Sevilla y Barcelona en los años 2005 y 2006 respectivamente. El resto se han tomado recientemente de Internet.

Para facilitar una visión clara del material descrito, el desarrollo de este apartado sigue el orden que queda patente en el esquema de la ilustración 2-3, cuya estructura viene a ser una mezcla de las clasificaciones desarrolladas en 2.2.

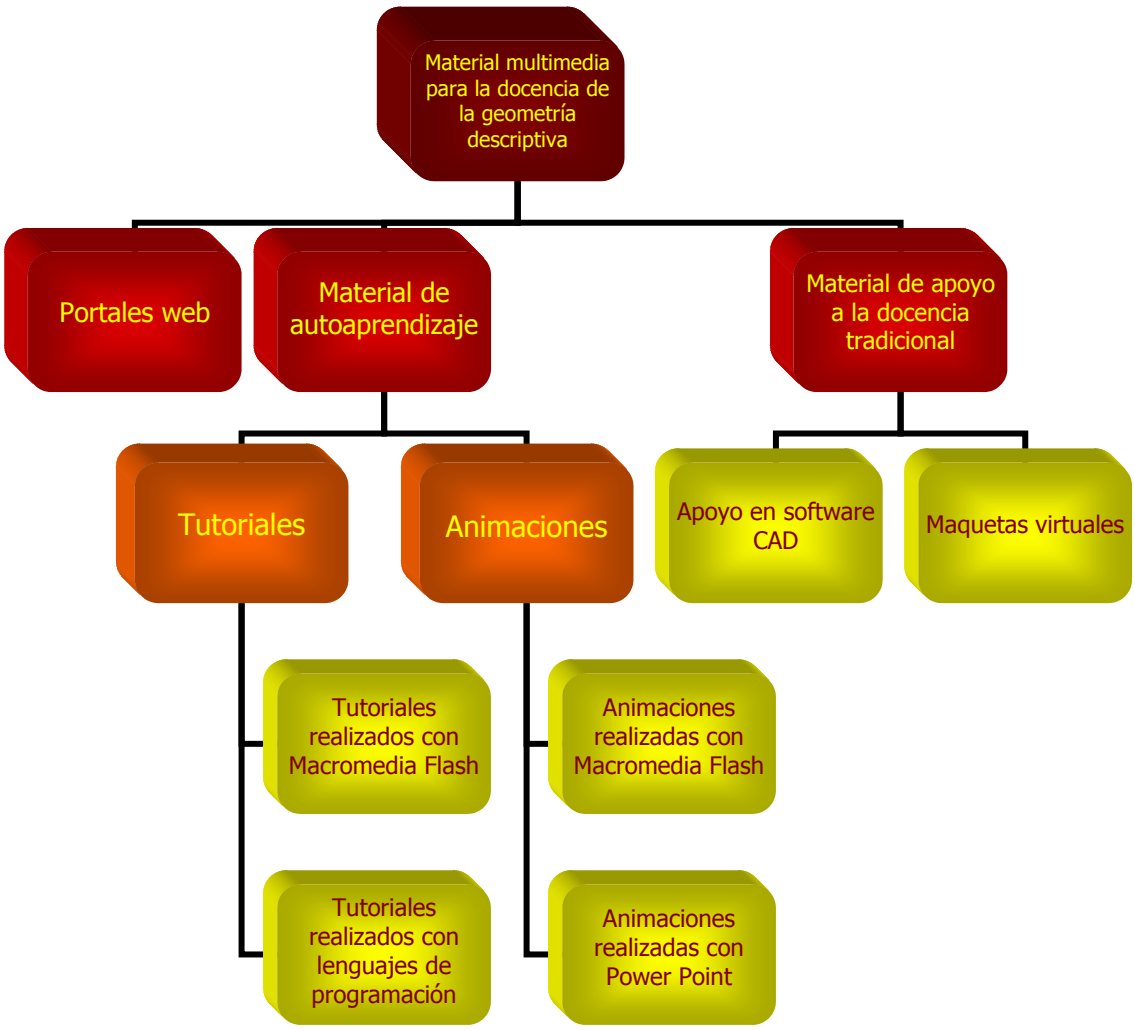


Ilustración 2-3: Clasificación del material descrito en el apartado.

2.3.1 Portales web

Dada la importancia que hoy día tiene Internet, y teniendo en cuenta las particulares características que tienen los portales web, pueden ser éstos entendidos como un tipo de material docente singular, distinto del resto de iniciativas revisadas en este apartado 2.3.

Los portales web dedicados a la enseñanza tienen un potencial comunicativo que las distingue claramente de otros tipos de software educativo. Así, la utilización por parte de los usuarios de los foros, chats o correos electrónicos permite que la información se adapte a las necesidades de cada uno, y no al contrario.

Existen multitud de páginas web donde se puede encontrar información sobre dibujo técnico en general, y Geometría Descriptiva y Sistema Diédrico en particular. De hecho, prácticamente todo lo revisado en este capítulo tiene alguna referencia en Internet. No obstante, en esta sección del apartado 2.3 sólo se comentan páginas cuyo único cometido es la docencia del dibujo técnico.

Por otro lado, dentro de las páginas dedicadas al dibujo técnico, no todas se centran en los mismos temas. Aquí se comentan las que de una forma u otra aportan medios para ayudar en Geometría Descriptiva y a la asimilación del paso del espacio al plano y viceversa, o que ofrecen ejercicios para ayudar a entender el Sistema Diédrico, que como se pudo comprobar en 2.2.4 despierta muchas inquietudes entre los docentes. Además de este contenido, los portales contienen otros recursos que se comentarán someramente.

2.3.1.1 Portal web dibujotecnico.com

En este portal de Internet se ofrecen multitud de recursos educativos orientados al aprendizaje del dibujo técnico: teoría, enunciados de ejercicios y ejercicios resueltos, exámenes de selectividad y de diversas asignaturas de carreras técnicas, ejercicios interactivos, foros, enlaces de interés, etc. [86]

El autor de la página es D. Bartolomé López Lucas, Ingeniero Técnico en Estructuras Metálicas y profesor del I.E.S. Los Albares de Cieza (Murcia), con la colaboración de otros profesores, Ingenieros Técnicos y de un Arquitecto, D. Manuel Vecino Alonso, que administra los foros de la página.



Ilustración 2-4: Página de inicio de "www.dibujotecnico.com".

El portal se compone de siete bloques fundamentales:

- ***Participar:*** parte dedicada a la participación y colaboración entre los usuarios del portal, fundamentalmente mediante foros y salas de chat.

- ***Sala de estudios:*** aquí se encuentran la mayoría de recursos educativos de que dispone el portal: teoría, ejercicios interactivos, vocabulario, etc.

- ***Fotocopiadora:*** este bloque se puede entender como una "fotocopiadora virtual", ya que se ofrecen apuntes, ejercicios, exámenes, en definitiva los recursos clásicos que se suelen encontrar en las copisterías universitarias.

- ***Programoteca:*** aquí se pone en disposición del usuario una serie de enlaces hacia páginas con software relacionado con el dibujo técnico, concretamente Autocad 2006, Varicad 2005 y Archicad 9. Además da instrucciones de cómo conseguir versiones gratuitas y las características de las mismas.

- ***Tutoriales:*** conjunto de tutoriales sobre los programas Autocad2D, Autocad 3D y 3Dstudio.

- ***Otros servicios:*** concretamente enlaces de interés, buscadores temáticos y genéricos, prensa y radio.

- ***Sobre la página:*** información referente a la realización del portal educativo y sobre sus autores.

En cuanto a la parte más próxima al Sistema Diédrico y al paso del espacio al plano, y por tanto más próxima a la aplicación desarrollada en este Proyecto Fin de Carrera como se verá más adelante, además del soporte teórico se hallan una serie de ejercicios interactivos orientados a la visualización de vistas. Estos ejercicios han sido construidos mediante el software 3D Anywhere Designer de la empresa con el mismo nombre.



Ilustración 2-5: Menú de ejercicios interactivos.

Básicamente tiene dos ejercicios con dos vertientes cada uno: una simple y otra con apoyo de colores para gente con especial dificultad en este tema.

Los dos ejercicios se denominan "introducción a la visualización de piezas" y "obtención de las vistas de una pieza", y se comentan a continuación.

Introducción a la visualización de piezas

Se pretende con este ejercicio que el alumno aprenda a relacionar un objeto o pieza, con las vistas que lo representan. Para ello se han diseñado diez piezas, cuyo orden está establecido con criterios de dificultad creciente. En ellas se pueden apreciar los elementos básicos de representación de objetos, tales como aristas ocultas o la representación de agujeros.



Ilustración 2-6: Ejercicio "Introducción a la visualización de piezas".

Para facilitar la identificación de las vistas se brinda la posibilidad de rotar la pieza pinchando y arrastrando con el ratón.

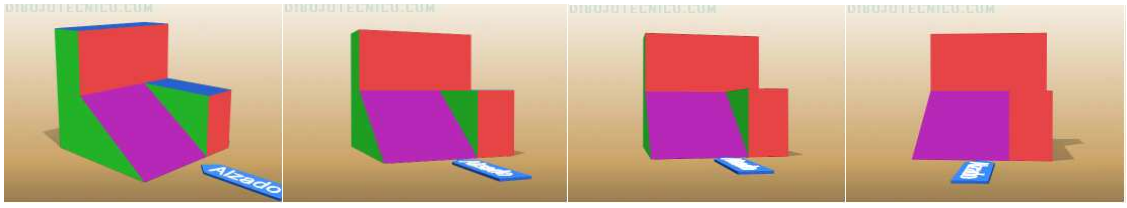


Ilustración 2-7: Jugando con los colores y rotando la pieza se facilita la visualización de las vistas.

Obtención de las vistas de una pieza

Con el ejercicio anterior lo único que se pretendía era que el alumno identificase unas vistas que se sabían correctas. En este ejercicio se da un paso más, de manera que el alumno debe decidir cuál de las vistas que se le da a elegir es la correcta. Al igual que en el ejercicio anterior, la pieza se puede rotar para ayudar a la resolución del problema.



Ilustración 2-8: Ejercicio "Obtención de las vistas de una pieza".

2.3.1.2 Portal web miajas.com

En esta página se pueden encontrar ejercicios resueltos, exámenes y recursos para el aprendizaje de dibujo técnico. [87]

Aunque no está tan bien estructurada y el diseño web no está tan elaborado como en la página comentada anteriormente, destaca la utilización de animaciones 3D para ayudar a la visualización de los ejercicios, así como la posibilidad de descargar programas con ejercicios interactivos sobre el Sistema Diédrico.

La página se divide en los siguientes bloques:

- Sistema Diédrico.
- Geometría Plana.

- Ejercicios de Selectividad.
- Descarga de programas.



Ilustración 2-9: Página "www.miajas.com/Dibujo.asp".

El objetivo de esta página es mostrar información a alumnos de bachillerato sobre algunos temas, con el apoyo gráfico que muchas veces facilita la comprensión de los problemas de descriptiva. Las imágenes se han obtenido utilizando distintos programas (Corel, 3d Studio, etc).

Sistema Diédrico

Este bloque contiene diapositivas que examinan el Sistema Diédrico, desde los conceptos más simples, como el alfabeto del punto, hasta algunos más complejos, como las intersecciones y algunas transformaciones, concretamente el giro y el abatimiento.

También se encuentran ejercicios resueltos acompañados de animaciones 3D, como el que se ve en la ilustración 2-10, que muestra la intersección entre una recta y un octaedro, con la animación 3D a la derecha y su resolución

sobre el plano a la izquierda. La animación reproduce la solución final en tres dimensiones y en constante rotación.

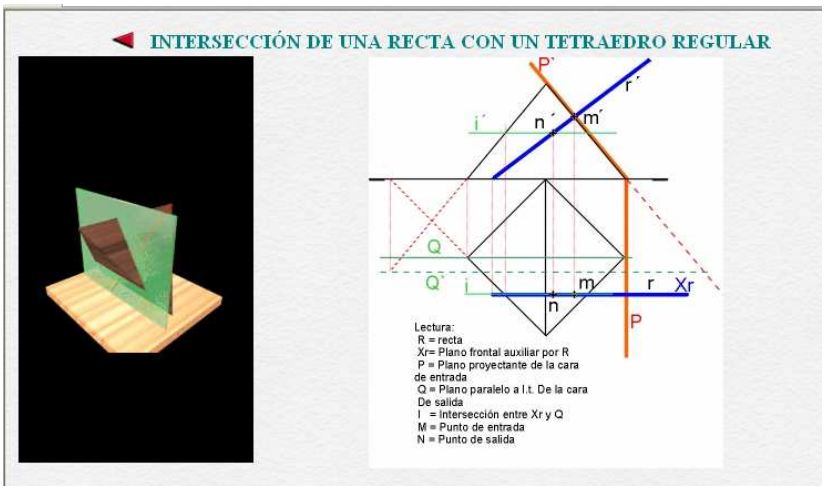


Ilustración 2-10: Ejemplo de ejercicio resuelto.

Geometría Plana

Aquí se ven ejemplos de tangencias, polígonos y curvas cónicas. Algunos de los ejercicios de este bloque se presentan resueltos por pasos con animaciones planas. Estas animaciones se han elaborado con archivos gif animados.

Ejercicios de Selectividad

Batería de ejercicios de Selectividad resueltos y comentados sobre dibujo técnico y también sobre otras asignaturas.

Descarga de programas

Estos programas son aplicaciones MS-DOS realizadas en Turbopascal con un entorno completamente gráfico: proyecciones de puntos y rectas, rectas contenidas en planos, intersecciones de planos... . No obstante, los conceptos tratados son relativamente simples, no adentrándose en temas tales como las transformaciones de Geometría Descriptiva (abatimientos, giros y cambios de

plano). Concretando en el Sistema Diédrico, la página contiene los siguientes programas:

Prrectcon (rectas contenidas en planos)

Este programa ofrece dos utilidades. Por un lado presenta un menú de navegación por el cual se recorren una serie de lecciones todas ellas centradas en aspectos referentes a rectas contenidas en planos. Por otro lado, ofrece al alumno la posibilidad de autoevaluarse con un ejercicio simple que aplica los conceptos expuestos en las lecciones.

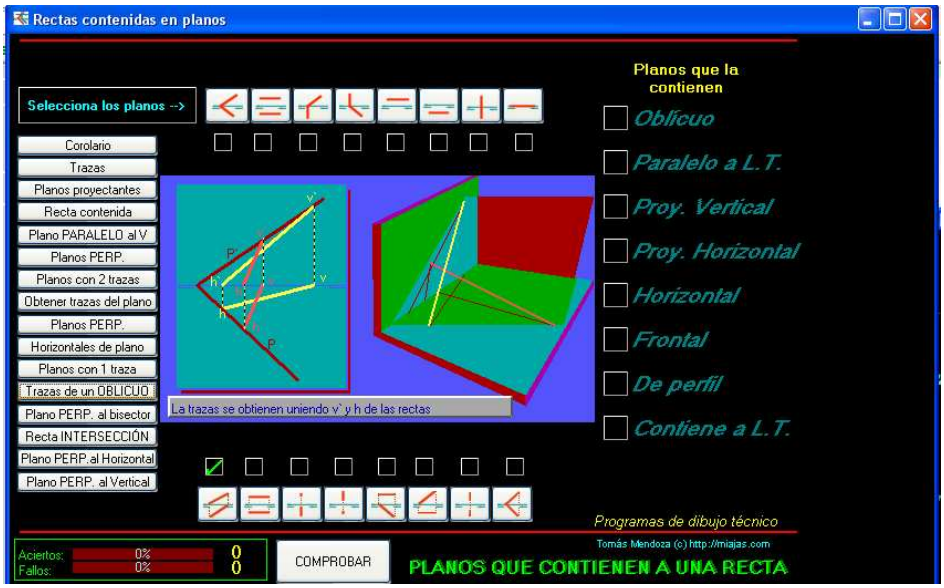


Ilustración 2-11: Interfaz del programa Prrectcon.

Las lecciones contienen imágenes estáticas en dos y tres dimensiones junto con una breve explicación de lo que se está viendo. Todo ello aparece en el centro de la pantalla al ir pinchando en las distintas opciones del menú de navegación. Entre otros temas, tratan la relación entre las trazas del plano y las de la recta contenida en él, posiciones particulares de los planos o cómo hallar las trazas de un plano a partir de dos rectas contenidas en él.

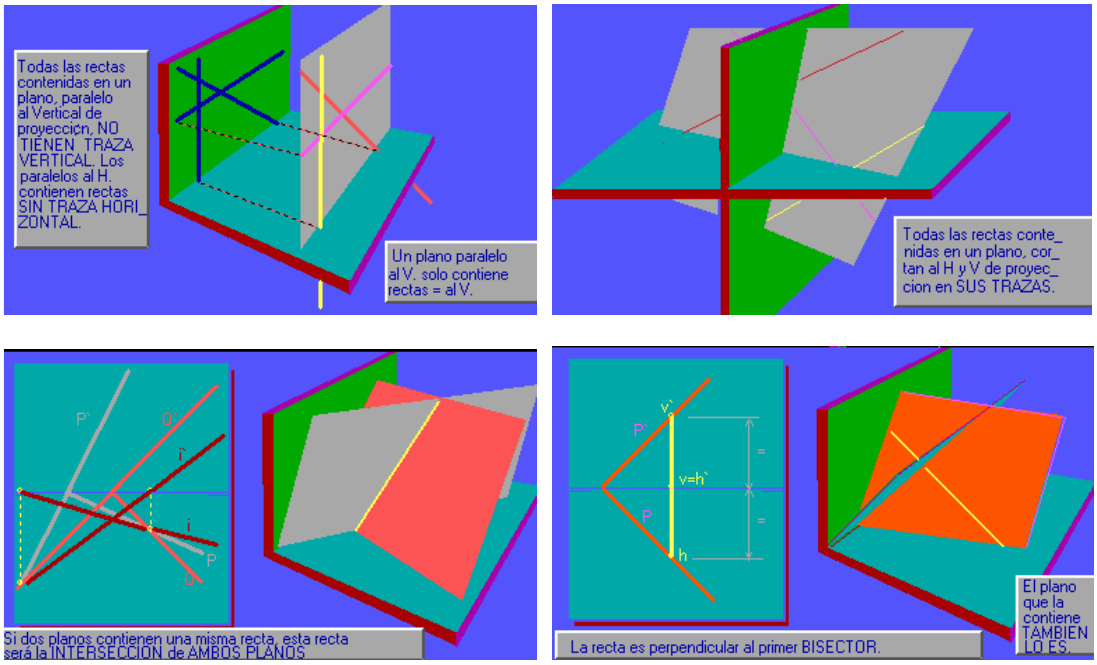


Ilustración 2-12: Diversos ejemplos de lecciones del programa Prrectcon

En cuanto el ejercicio de autoevaluación, consiste en elegir un tipo de recta entre las que ofrece el programa, marcándola en la fila de botones de la parte inferior de la pantalla, para luego decidir a que planos podría pertenecer marcándolos sobre la fila de botones de la parte superior. Pulsando el botón "comprobar" se verifica si la respuesta es correcta, generándose al mismo tiempo una estadística con el porcentaje de aciertos en la esquina inferior izquierda de la pantalla.

Si bien la estética de las lecciones y del programa en general es bastante rudimentaria, destaca el alto grado de interactividad que tiene el programa, de manera que el alumno no sólo absorbe conceptos sino que además los pone en práctica y comprueba él mismo su nivel de asimilación de los mismos.



Ilustración 2-13: Ejemplo de utilización del ejercicio de autoevaluación del programa Prrectcon.

Printersec (intersección de planos)

En este programa el centro de atención es la intersección entre planos. La estructura del programa, teoría (también con imágenes estáticas del plano y del espacio tridimensional, y con la correspondiente explicación) por un lado y ejercicio de autoevaluación por otro, es similar a la del anterior.

Sin embargo existen algunos cambios con respecto al programa anterior, concretamente en el modo de navegar por los conceptos teóricos, donde ahora no existen botones con los títulos e las lecciones, y también en el tipo de ejercicio. El alumno tiene en este caso más interacción a la hora de decidir el concepto teórico que el programa le va a ofrecer, pero interactúa menos en el ejercicio de autoevaluación.

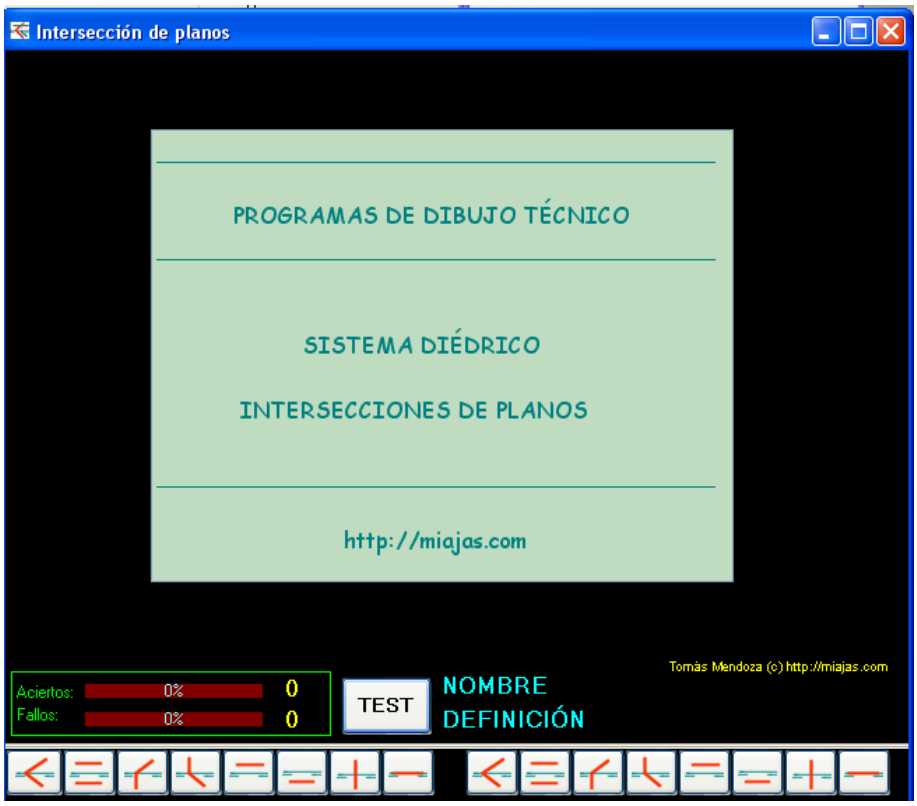


Ilustración 2-14: Interfaz del programa Printersec.

En cuanto a la navegación por la materia teórica, el alumno decide la intersección que va a ver marcando sobre la fila de botones de la parte inferior los planos que desee. Por otra parte, el ejercicio de autoevaluación consiste ahora en un test en el que se responde a una serie de preguntas, mostrando también el porcentaje de aciertos y fallos.

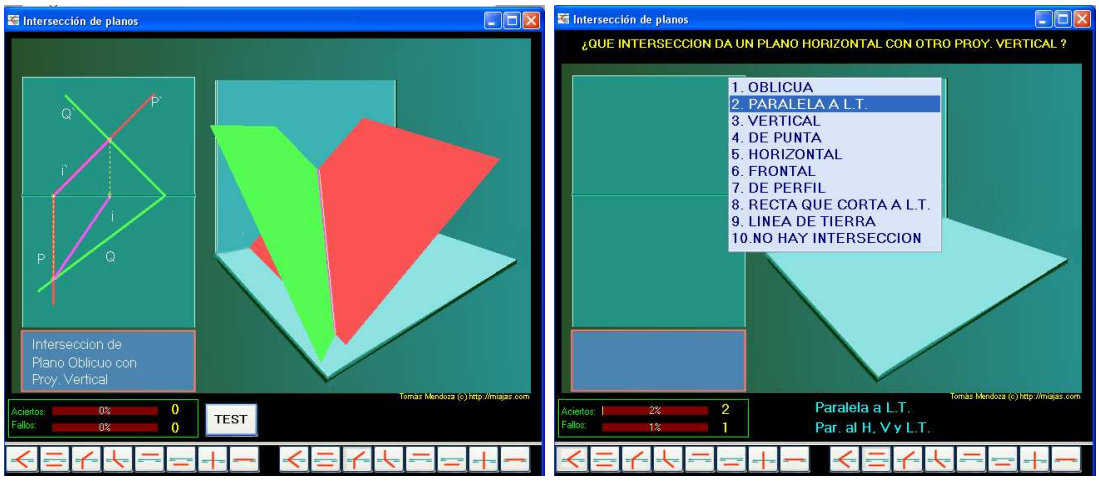


Ilustración 2-15: Ejemplos de utilización del programa Printersec (concepto teórico y test).

Prtrazas (trazas de la recta)

Este programa se cetra en la representación de las trazas de la recta. Al tratarse de un concepto más simple que los tratados en los dos programas anteriores, el propio programa es también más simple.

Así, el programa se limita a representar el tipo de recta que se elija, y a mostrar su posición, trazas, nombre y definición de forma instantánea conforme se varían las coordenadas de los dos puntos que la definen. Estas coordenadas pueden ser modificadas por el usuario arrastrando las barras de desplazamiento.

Como novedad con respecto a los programas anteriores, éste posee una ayuda que explica lo que hace el programa y la nomenclatura utilizada. Carece de ejercicio de autoevaluación.

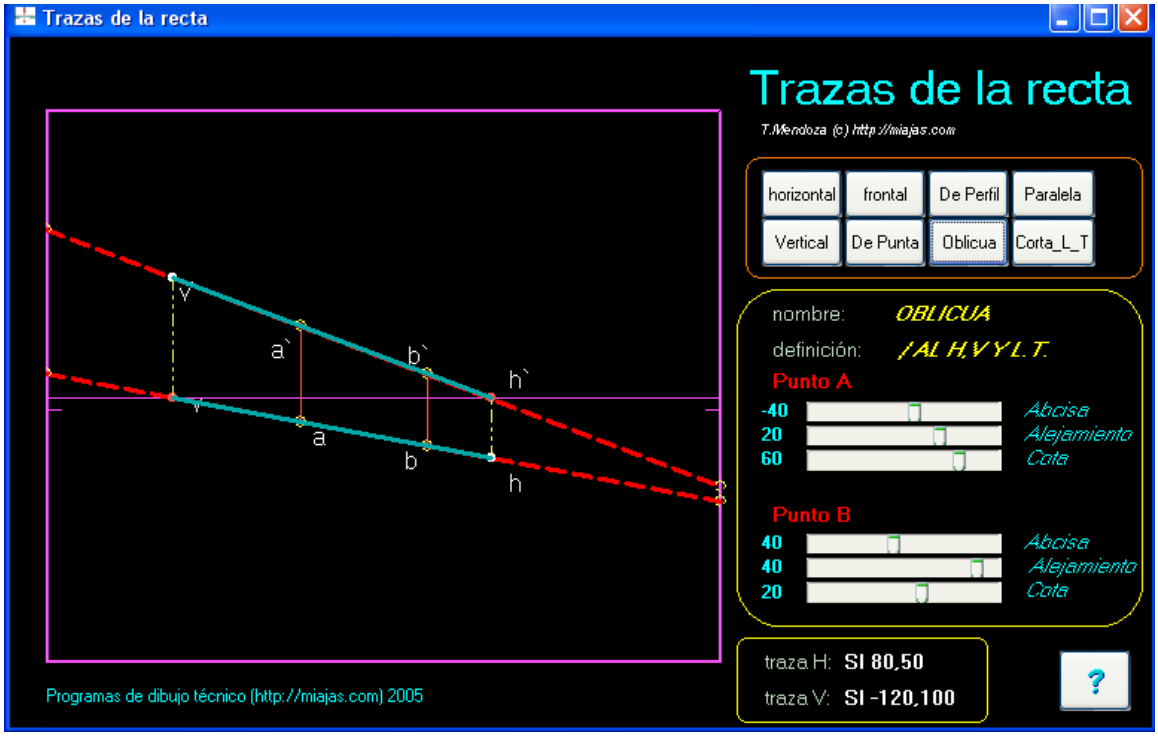


Ilustración 2-16: Interfaz del programa Prtrazas.

Prdiedrico (alfabeto del punto y de la recta)

El objetivo de este programa es ayudar a la comprensión del alfabeto de la recta y del punto ofreciendo una visualización de puntos y rectas en el plano y en el espacio.

Las botones permiten seleccionar uno de los dos puntos que definen una recta, y desplazarlo tanto en la vista en perspectiva, como en proyecciones. Los puntos y rectas pueden verse en tercera proyección pulsando el botón correspondiente. Incluye un test que muestra de forma aleatoria tanto puntos como rectas, permitiendo seleccionar el cuadrante del punto o el nombre y definición de la recta. El programa mantiene un porcentaje de aciertos y fallos, al igual que en los programas comentados anteriormente.

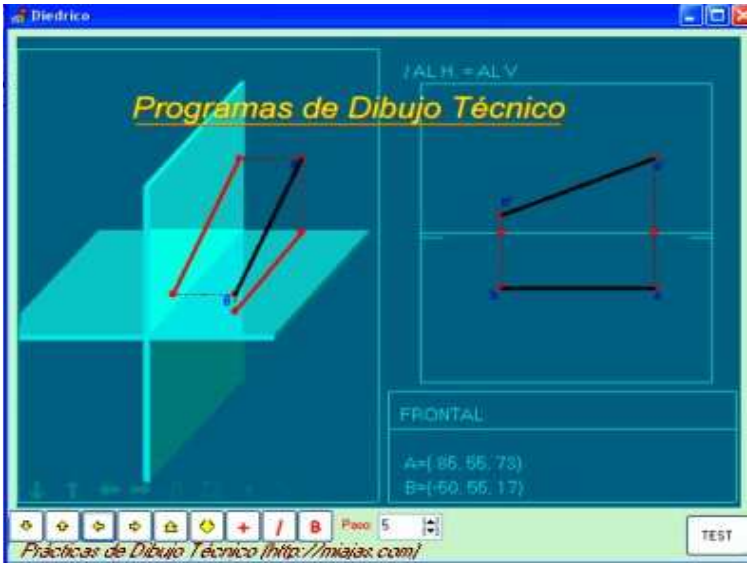


Ilustración 2-17: Interfaz del programa Prdiedrico.

Sistema europeo

Este programa no trata sobre conceptos teóricos del Sistema Diédrico, sino que su objetivo es desarrollar la capacidad de distinguir las vistas de una pieza.

En la ilustración 2-18 se puede observar la interfaz del programa. Las vistas se arrastran con el ratón a los recuadros y se intercambian tantas veces como se quiera. Al pulsar el botón Corregir, el programa resalta las vistas incorrectas y mantiene un porcentaje de aciertos.

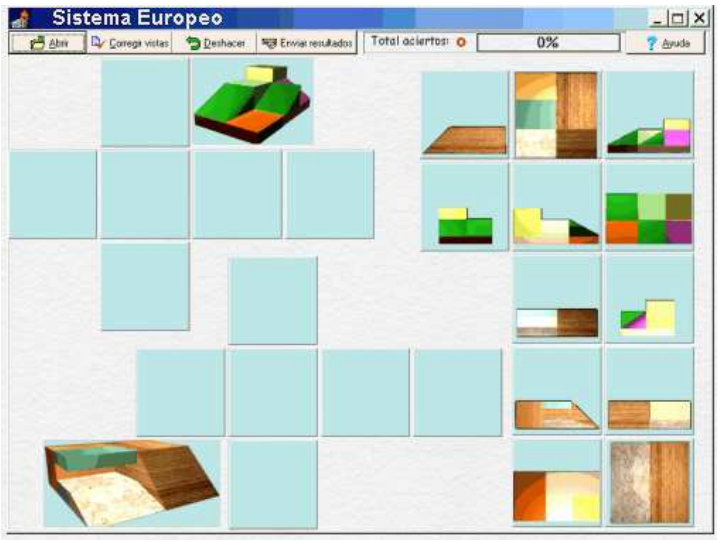


Ilustración 2-18: Interfaz del programa Sistema Europeo.

2.3.1.3 Portal web tododibujo.com

Página web realizada por Iñigo García Quincoces, Ingeniero Superior Industrial y profesor de Expresión Gráfica de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao, y Montserrat Esquina Maceiras, Diplomada en Informática. [88]

El contenido didáctico abarca Geometría Plana, Sistema Diédrico, Sistema Axonométrico, Sistema de Planos Acotados, Sistema Cónico, Superficies y Normalización. Además contiene ejercicios resueltos y propuestos, y ejercicios planteados en Selectividad.

Sólo se va a comentar en profundidad el bloque de Sistema Diédrico, siguiendo la línea del apartado.

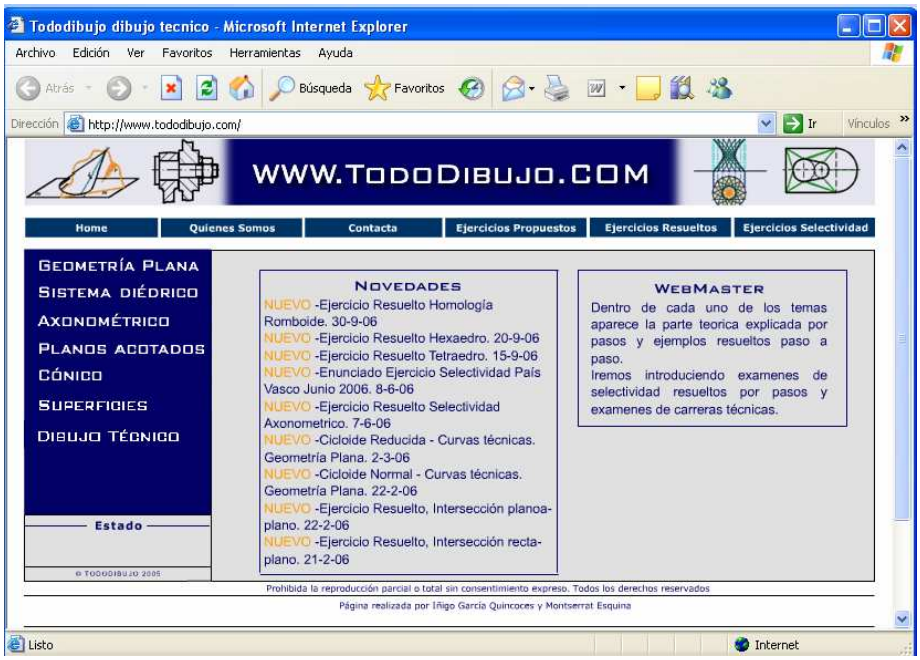


Ilustración 2-19: Página web tododibujo.com.

La temática que se desarrolla sobre el Sistema Diédrico se desglosa en los siguientes puntos:

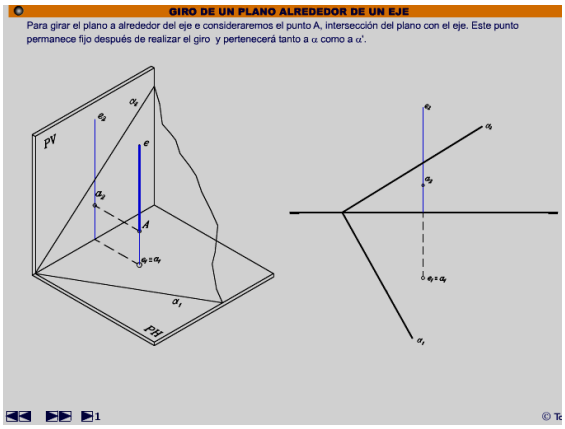
- Introducción.
- Elementos (planos coordenados, cuadrantes, etc.)
- El punto (representación, posiciones, etc.).
- La recta (representación, trazas, alfabeto de la recta, etc.).
- El plano (representación, alfabeto del plano, etc.).
- Determinación del plano (por rectas que se cortan, por tres puntos no alineados, etc.).
- Recta y puntos contenidos en un plano.
- Intersecciones (recta con plano, sección a una pieza, intersección "placa-cable", etc.).
- Paralelismo.
- Perpendicularidad.

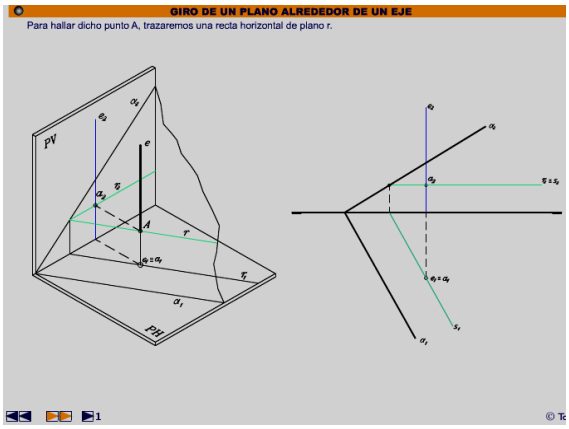
- Distancias.
- Abatimiento.
- Cambios de plano (transformación del punto, verdadera magnitud de una placa, etc.)
- Giro (de un punto, de una recta y de un plano).
- Vistas diédricas.
- Paso del Sistema Diédrico al Axonométrico (mediante cambios de plano y mediante proyección visual adyacente).

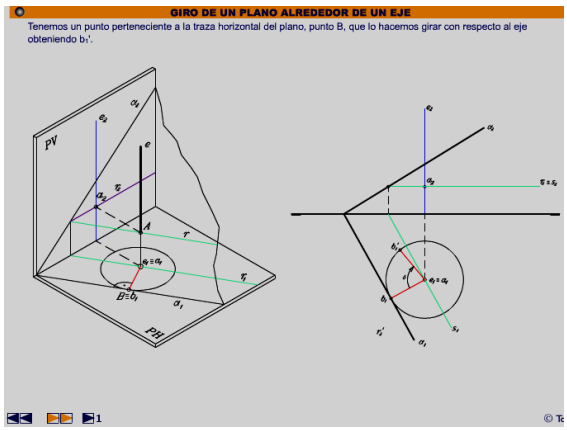
La herramienta usada para la elaboración de las imágenes ha sido Macromedia Flash.

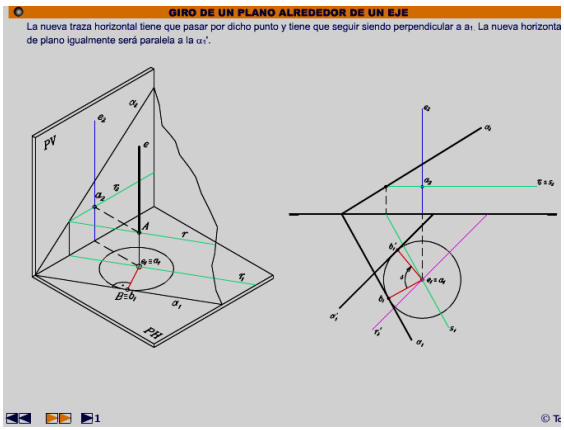
Los ejercicios se desarrollan paso a paso visualizándose una sucesión de imágenes cuya aparición controla el usuario. Según el caso, constan de vista espacial y vista del trazado sobre el dibujo plano o sólo vista del trazado. A esta sucesión de imágenes le acompaña la correspondiente explicación de lo que aparece en pantalla en cada momento.

En la ilustración 2-20 se puede observar un ejemplo. El ejercicio consiste en el giro de un plano alrededor de un eje. Se puede ver cómo juegan un papel fundamental los colores de los distintos elementos, mediante los cuales se pretende facilitar la comprensión del ejercicio. No se trata de una animación, simplemente consiste en una concatenación de imágenes que se suceden conforme se va pulsando el botón correspondiente.









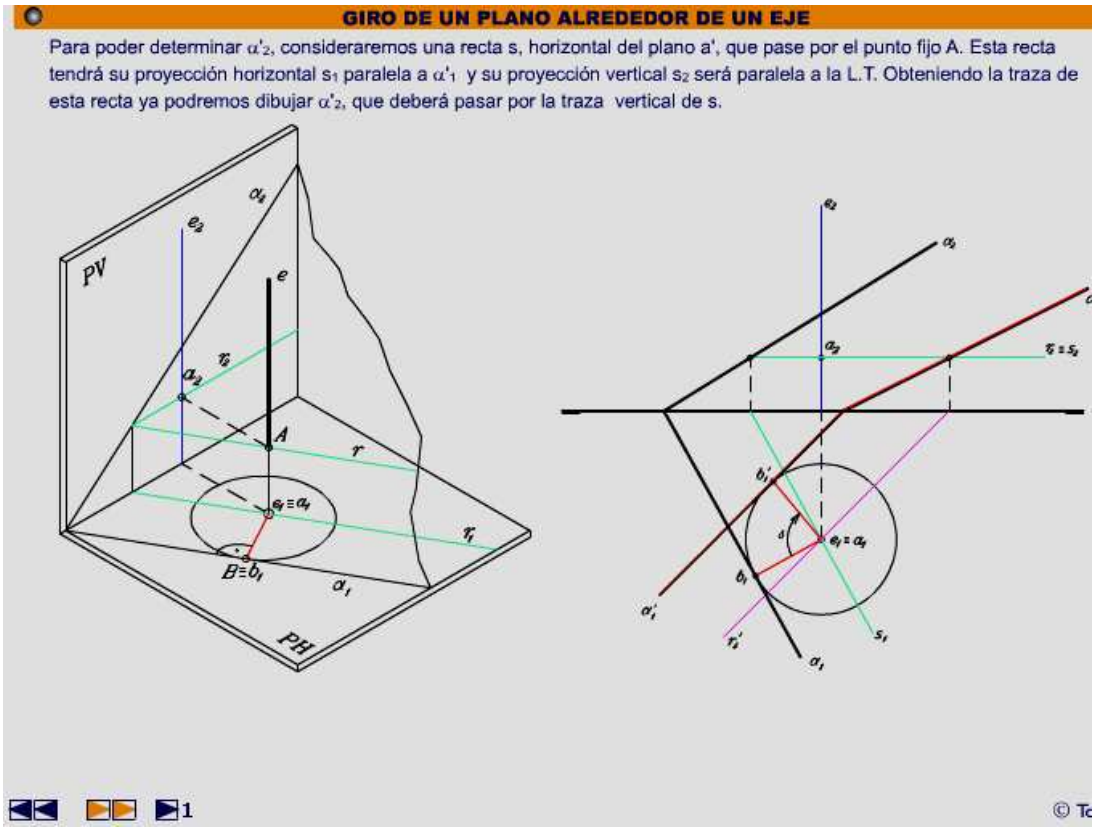


Ilustración 2-20: Sucesión de imágenes hasta llegar a la solución final del ejercicio *Giro de un plano alrededor de un eje*.

2.3.2 Material de autoaprendizaje

En ésta sección se incluyen aplicaciones que posibilitan al alumno un aprendizaje autónomo de diversos conceptos sobre la Geometría Descriptiva y el Sistema Diédrico.

Aunque, como se ha comentado, las aplicaciones por sí solas enseñan la materia, esto no impide un aprovechamiento de las mismas en las clases magistrales como apoyo a las explicaciones.

La sección se divide en dos apartados: animaciones y tutoriales. En el apartado de animaciones se incluyen pequeñas herramientas que se encuentran en diversas páginas Web y que tratan conceptos puntuales. En el apartado de tutoriales se incluyen trabajos más elaborados, programas que abarcan un amplio temario y que ofrecen multitud de ejercicios interactivos de autoevaluación.

Cada apartado se divide a su vez en subapartados que se distinguen por la herramienta utilizada para la elaboración de la aplicación.

2.3.2.1 Animaciones

2.3.2.1.1 Animaciones realizadas con Macromedia Flash

La Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Gijón ha desarrollado una serie de animaciones interactivas realizadas con Macromedia Flash. [74]

Se trata de un conjunto de animaciones que actualmente se encuentran bastante extendidas por Internet, encontrándose versiones descargables en diversas páginas Web de Universidades, Institutos de Educación Secundaria y Bachilleratos, e incluso en páginas personales de profesores que imparten el Sistema Diédrico.

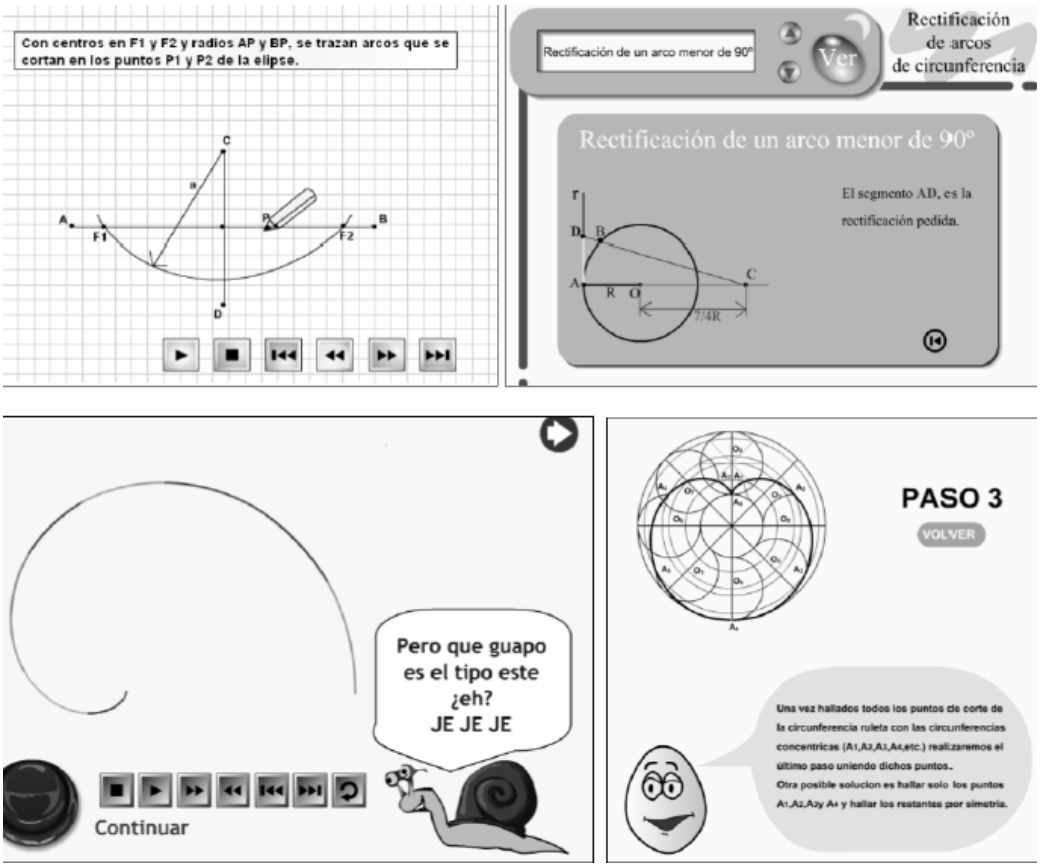


Ilustración 2-21: Ejemplos de animaciones educativas de Geometría creadas con Flash

Como demostración de la mecánica seguida, se muestra a continuación el desarrollo en flash de un problema con el siguiente enunciado: "*Sea un plano cualquiera α, hallar las proyecciones de una circunferencia contenida en él a partir de su verdadera magnitud y forma conociendo el centro O y el radio R".*

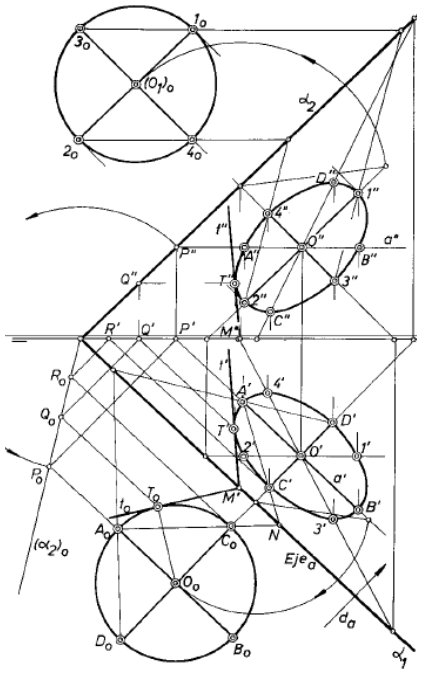


Ilustración 2-22: Construcción del ejemplo sobre papel.

Se trata de un ejercicio que conceptualmente es complejo por añadir el tema de la afinidad homológica a la resolución de abatimientos. La resolución del ejercicio pasa por una serie de estados que concluyen con la representación de las proyecciones vertical y horizontal de la circunferencia. En una clase magistral son

evidentes los problemas a la hora de explicar la resolución de este ejercicio. Al ser un proceso largo el alumno corre el riesgo de perder el hilo de la construcción si disminuye su concentración en algún momento, lo cual no es de extrañar si se tiene en cuenta la dificultad de tomar notas del dibujo y de la metodología al mismo tiempo. Además le profesor se tiene que adaptar a un tiempo de duración de la clase, y esta rigidez también afecta negativamente.

El archivo generado por Flash para mostrar la construcción de este ejercicio tiene un tamaño de 50 Kb, lo que permite que la mayoría de los usuarios esperen menos de cinco segundos en descargarlo de Internet.

La lección, denominada *Verdadera Magnitud* en la animación Flash, se muestra en una interfaz muy sencilla dividida en cuatro partes:

- ***Vista espacial:*** en ella se observa de forma tridimensional cuál es el problema y los sucesivos pasos seguidos en la resolución.
- ***Sistema diédrico:*** a medida que en la vista espacial se observa la resolución, en esta pantalla se muestra la misma información según la Geometría Descriptiva.
- ***Presentador:*** el muñeco es el encargado de ir comentando cada uno de los pasos empleados, así como de indicar la interacción que se tiene que hacer con la película.
- ***Control:*** a través de tres botones (inicio, avanzar, parar) el usuario puede controlar la película de modo que pueda detenerla o reiniciarla en el instante que considere oportuno.

Completan la pantalla de animación el título de la lección actual y un botón a través del cual el usuario obedece las órdenes que le indica el presentador.

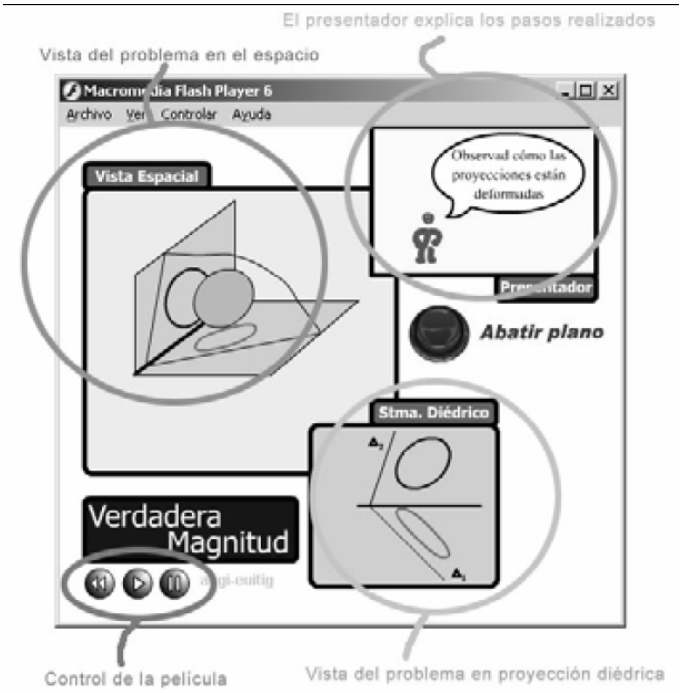


Ilustración 2-23: Interfaz del archivo .swf que muestra la lección *Verdadera magnitud.*

A continuación se muestra la secuencia de imágenes correspondiente a la lección *Giro alrededor de un eje vertical*. Aunque con una apariencia distinta, la estructura de la lección es similar a la de la lección *Verdadera magnitud*.

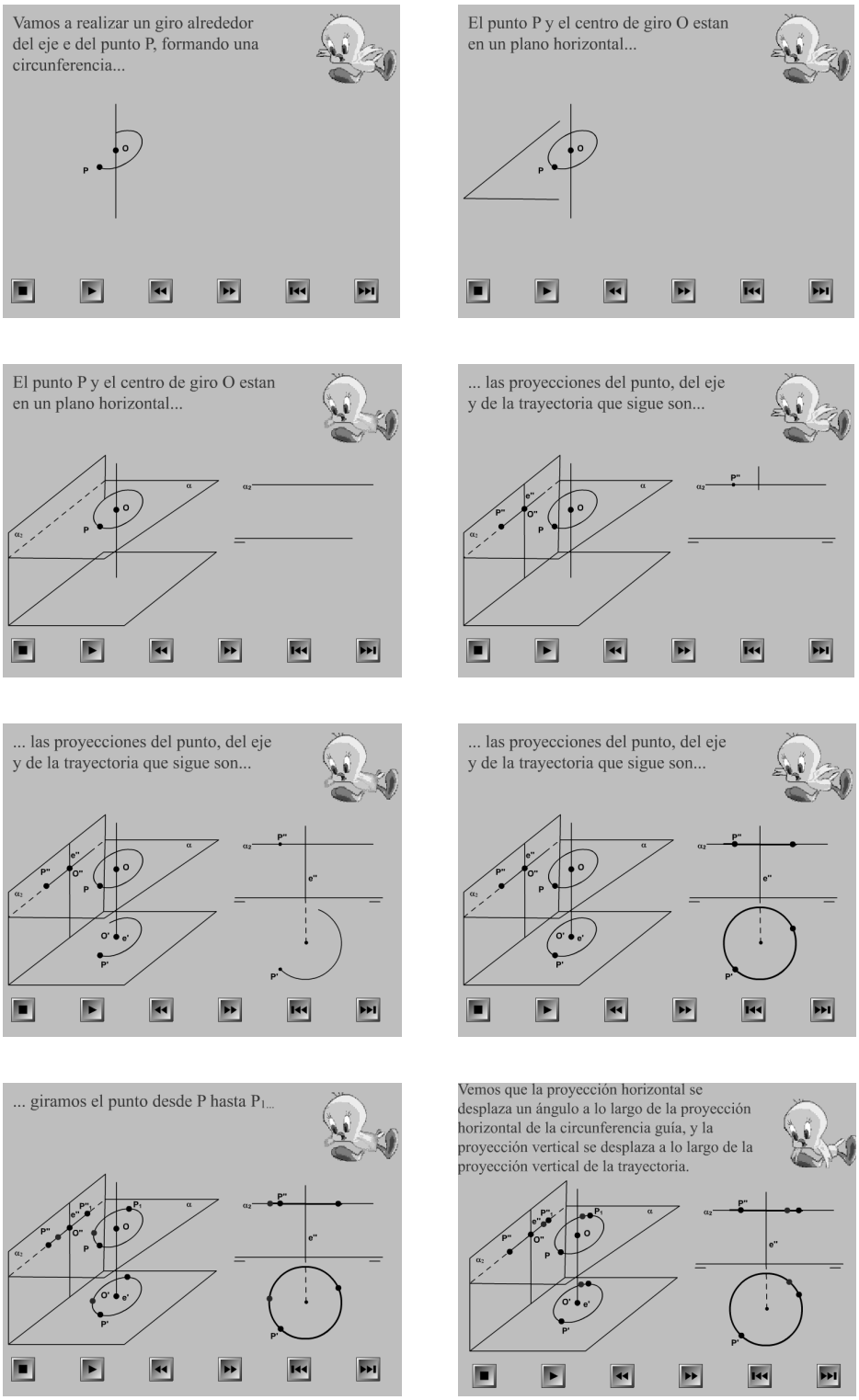


Ilustración 2-24: De izquierda a derecha y de arriba abajo, secuencia de imágenes de la lección *Giro alrededor de un eje vertical*.

2.3.2.1.2 Animaciones realizadas con Power Point

El grupo de profesores del departamento de Dibujo y Artes Plásticas del I.E.S. Monte Miravete de Torreagüera (Murcia) ha desarrollado una serie de recursos multimedia para el apoyo a la docencia de la asignatura de Dibujo Técnico. [89]

Estos recursos consisten en una serie de presentaciones elaboradas con Power Point XP, necesitándose dicho software para visionarlas. En ellas se resuelven paso a paso ejercicios de Geometría Plana, Sistema Diédrico, Sistema Axonométrico y Normalización. Se accede a las presentaciones desde la página web del departamento donde se encuentra una lista con el conjunto de ejercicios disponibles para ser descargados.

Los archivos que se descargan se encuentran comprimidos. Se trata de archivos con la extensión *.zip*, por lo que se necesitará el software *WinRAR* para abrirlos.

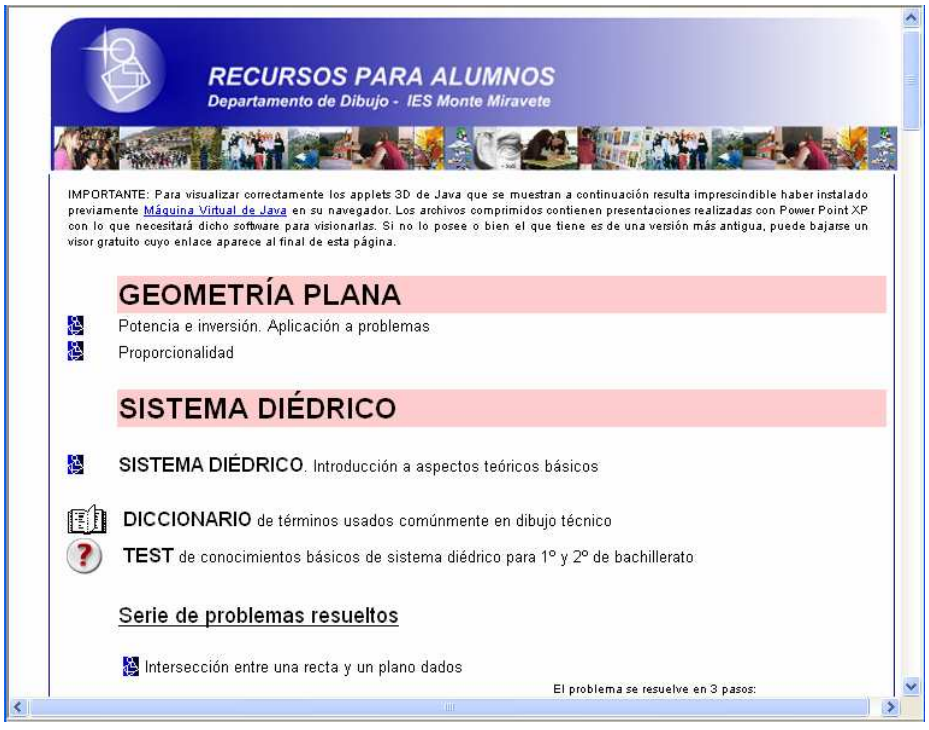


Ilustración 2-25: Página web del departamento de Dibujo y Artes Plásticas del I.E.S. Monte Miravete de Torreagüera (Murcia).

Junto a algunos títulos de ejercicios se añade una imagen 3D renderizada con el ejercicio resuelto y una breve explicación. Esta imagen es un *applet 3D* de *Java* y para su visualización es necesaria la instalación de una *Máquina Virtual de Java* en el navegador. Este software se encuentra también disponible en la página web. La imagen es manipulable, pudiéndose acercar o alejar, mover o rotar.

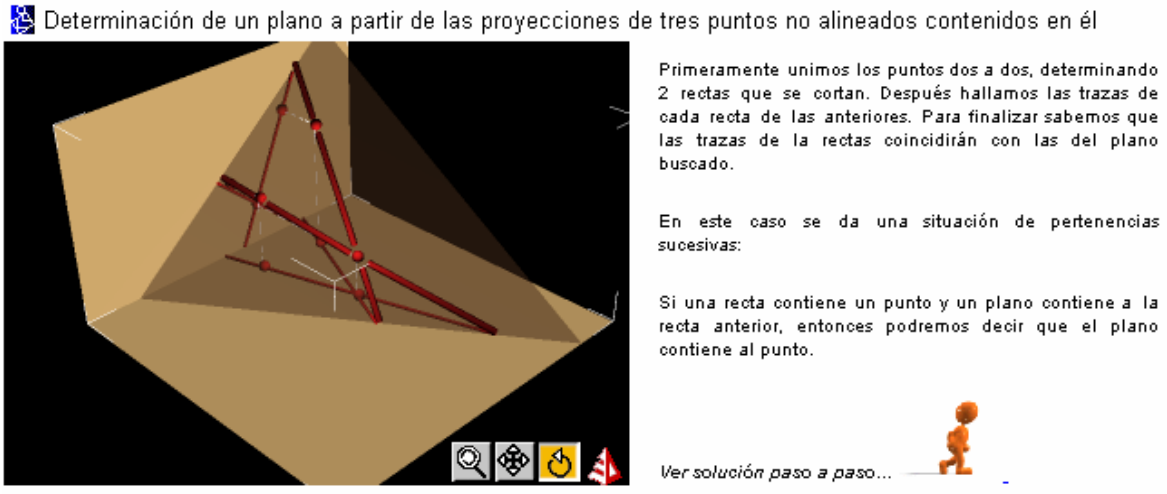


Ilustración 2-26: Título del ejercicio, applet 3D de Java y breve explicación de la ejecución del ejercicio.

La lista de ejercicios resueltos de Sistema Diédrico que ofrece es la siguiente:

- Intersección entre una recta y un plano dados.
- Mínima distancia entre dos rectas que se cruzan.
- Proyecciones y verdadera magnitud de un cuadrilátero apoyado en un plano paralelo a la línea de tierra.
- Determinación de un plano a partir de las proyecciones de tres puntos no alineados contenidos en él.

- Intersección de una recta y un plano dados con los planos bisectores.
- Proyecciones de un cubo apoyado sobre un plano oblicuo.
- Proyecciones y verdadera magnitud de la sección producida por un plano oblicuo sobre un cubo con una cara apoyada sobre el plano horizontal de proyección (dos métodos).
- Proyecciones y verdadera magnitud de la sección producida por un plano que pasa por la línea de tierra a un tetraedro con una cara apoyada sobre el plano horizontal de proyección.
- Proyecciones y verdadera magnitud de la sección producida por un plano oblicuo sobre un octaedro con una cara apoyada sobre el plano horizontal de proyección.

La mayoría de las presentaciones se limitan a mostrar el trazado sobre el plano mediante animaciones 2D, acompañando a estas animaciones con las oportunas explicaciones. Sólo algunos ejercicios contienen también animaciones 3D en sus presentaciones.

Las presentaciones están pensadas con la idea de que puedan ser expuestas en una clase de Dibujo, por lo que se permite hacer trazados de distintos grosores y colores sobre las animaciones durante su reproducción, permitiendo al usuario hacer incisos a sus alumnos cuando lo estime necesario.

A continuación se muestra una secuencia de imágenes correspondiente al ejercicio *Proyecciones y verdadera magnitud de la sección producida por un plano oblicuo sobre un octaedro con una cara apoyada sobre el plano horizontal de proyección*.

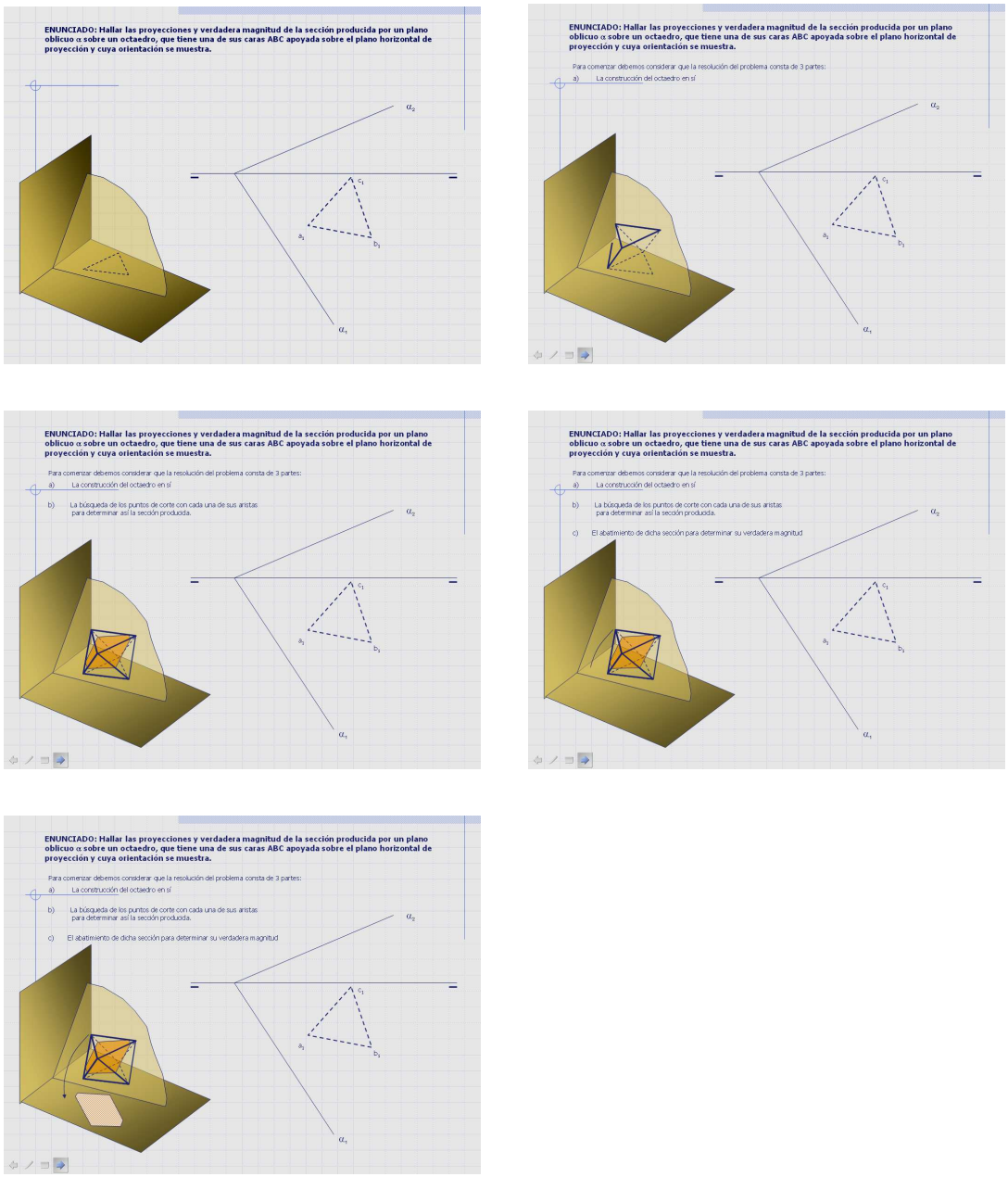


Ilustración 2-27: Secuencia de imágenes del ejercicio (parte 3D).

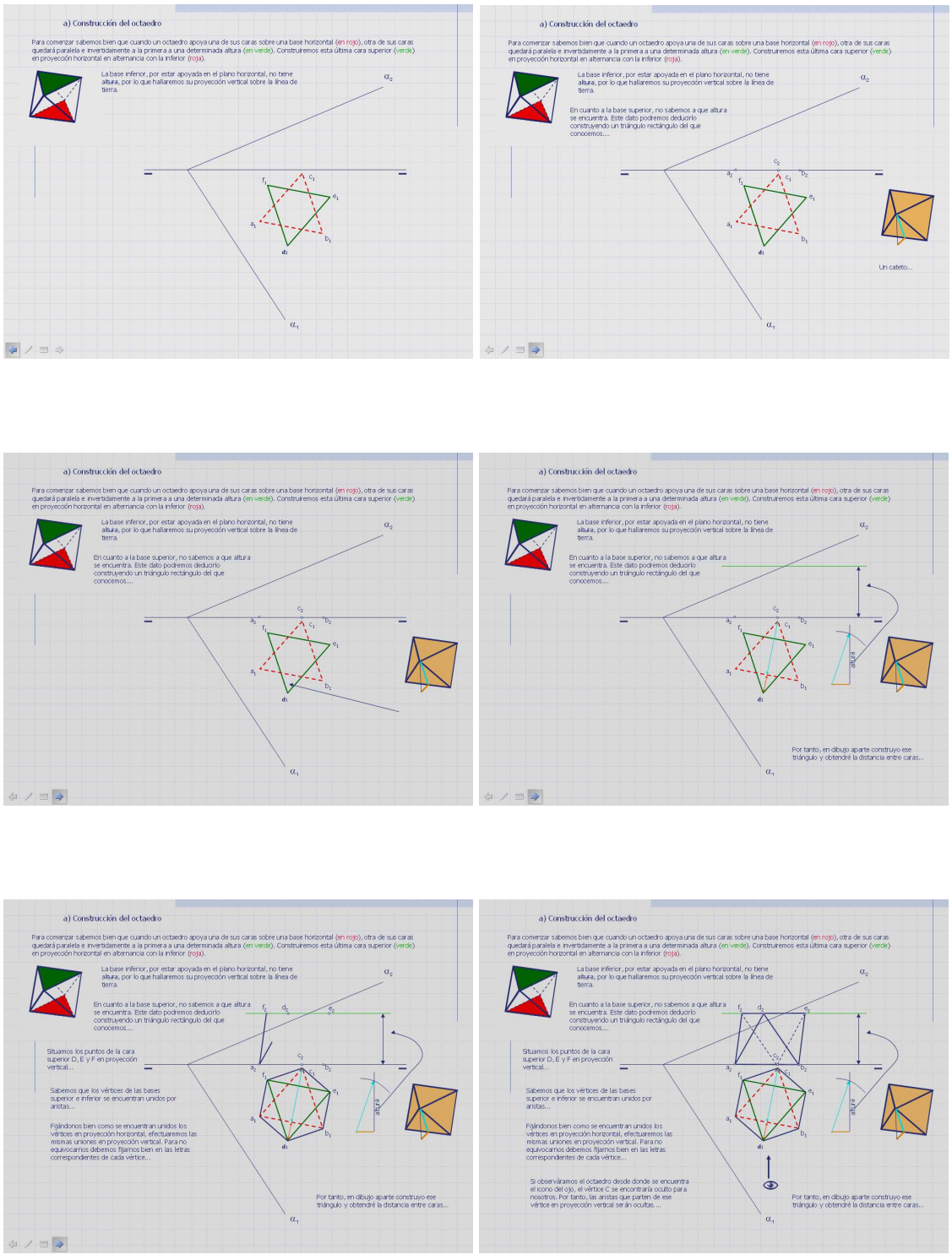


Ilustración 2-28: Secuencia de imágenes del trazado sobre el dibujo plano del apartado a) del ejercicio (construcción del octaedro).

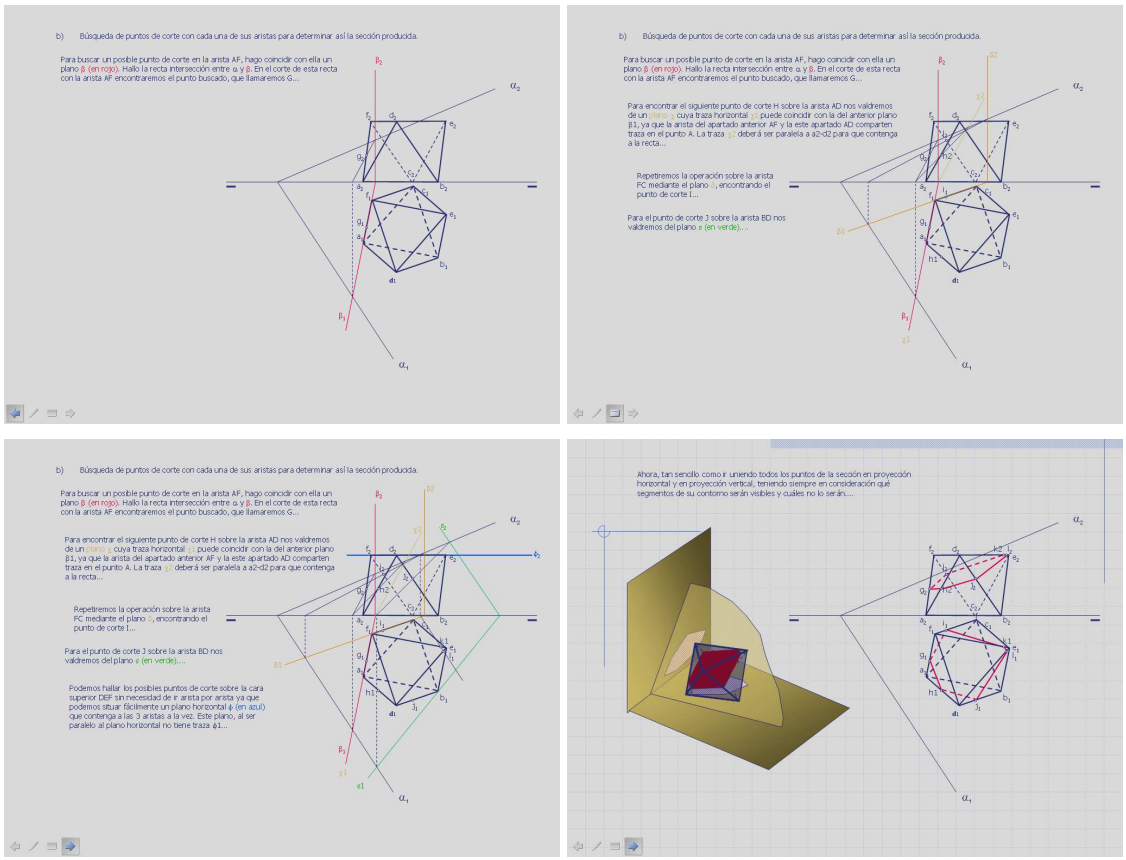


Ilustración 2-29: Secuencia del apartado b) determinación de la sección.

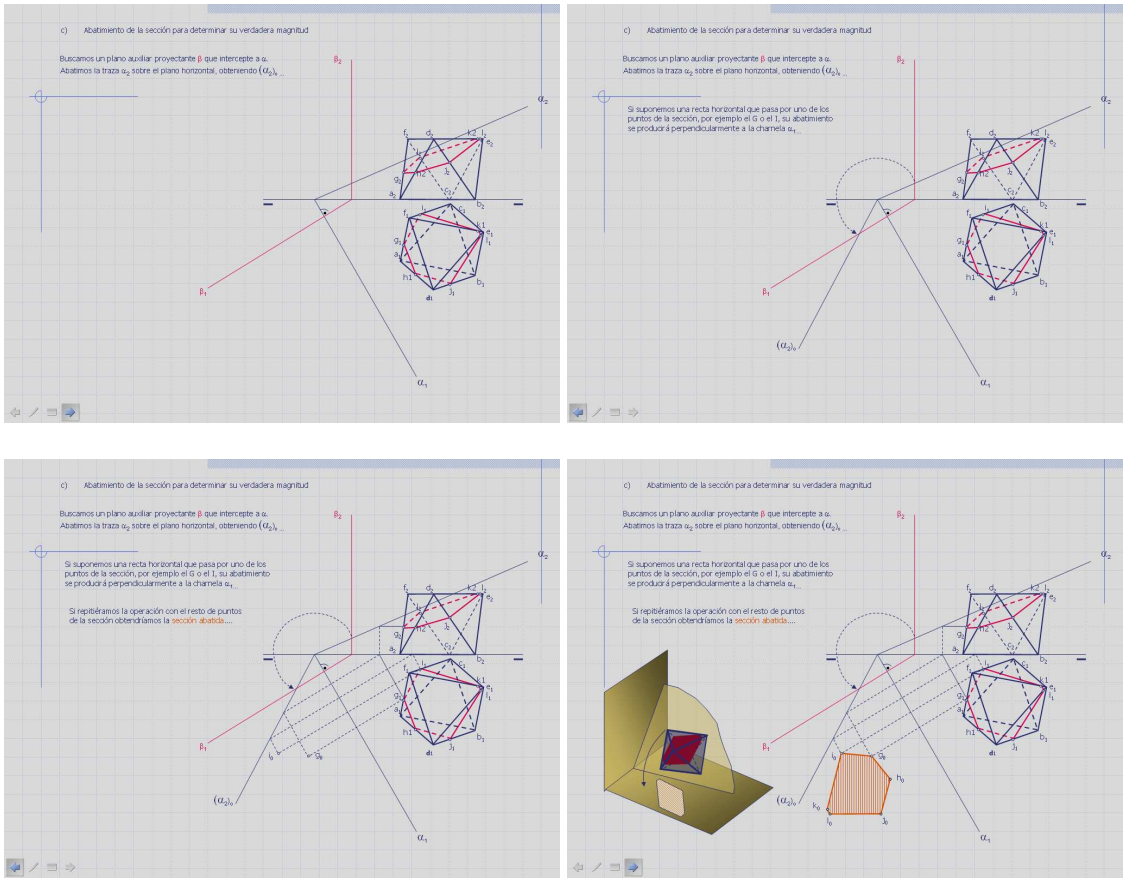


Ilustración 2-30: Secuencia del apartado c) verdadera magnitud de la sección.

2.3.2.2 Tutoriales

2.3.2.2.1 Tutoriales realizados con Macromedia Flash

2.3.2.2.1.1 Tutorial "Vistas. Geometría Descriptiva"

Este tutorial ha sido realizado por José Antonio Cuadrado Vicente, profesor de Dibujo en el I.E.S. Campo Charro en La Fuente de San Esteban (Salamanca). El tutorial se centra en conceptos relativos a vistas de piezas, tipos de rectas y tipos de planos. También trata conceptos teóricos sobre el Sistema Diédrico, combinando imágenes 3D con imágenes 2D, así como algunas animaciones. Obtuvo el primer premio del CNICE 2003. [90]

El tutorial se compone de una serie de páginas Web, todas ellas diseñadas con Flash 5, requiriéndose los siguientes requisitos para su reproducción en un navegador:

- Windows 95, NT 4.0 o posterior; o un PowerPC con System 8.1 o posterior.
- El módulo adicional de Netscape que funciona con Netscape 3 o posterior (Windows 95 y Macintosh).
- Si se ejecutan los controles de ActiveX, es necesario Microsoft Internet Explorer 3.02 o posterior (Windows 95).
- Si se ejecuta la edición Java de Flash Placer es necesario un navegador habilitado para Java.

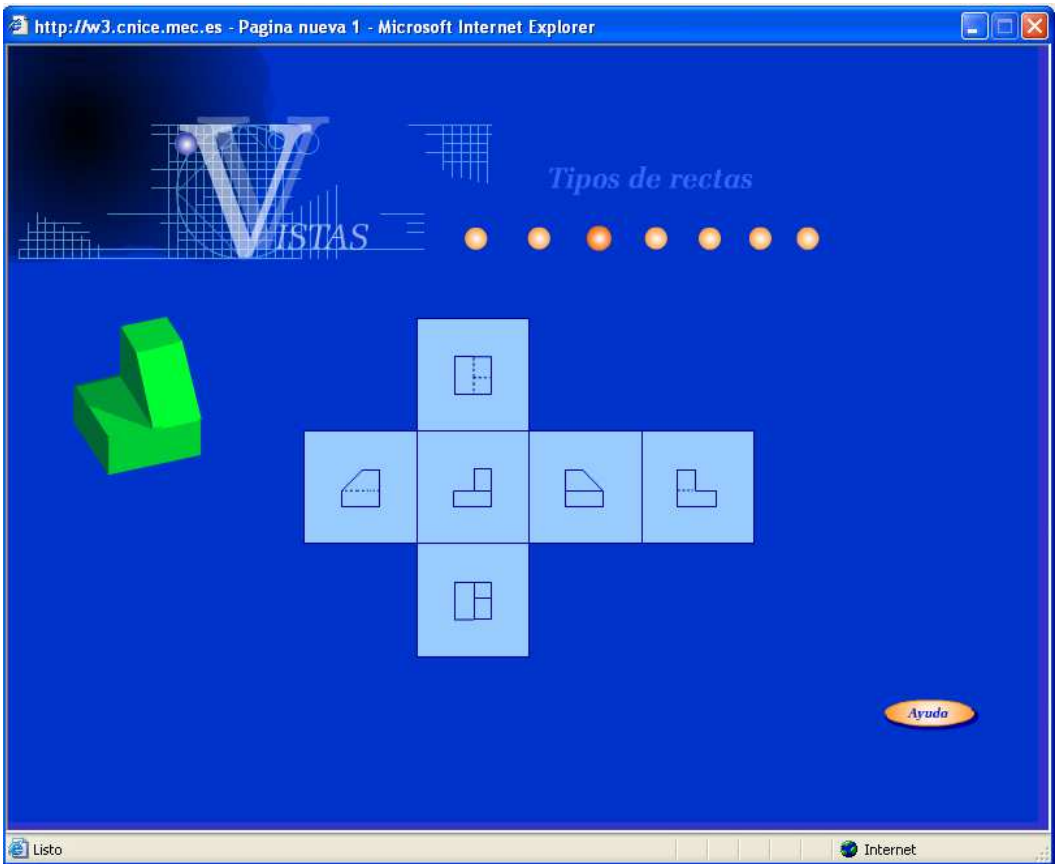


Ilustración 2-31: Página de inicio del tutorial "Vistas. Geometría Descriptiva".

El menú principal de navegación, formado por la sucesión de pequeñas esferas situadas en la parte superior de la pantalla (véase la ilustración 2-31), plantea los siguientes apartados, cuyo título se muestra al pasar el cursor por encima de la esfera correspondiente:

- ***Créditos:*** aquí aparecen los datos del autor.
- ***Piezas:*** se ofrecen dos opciones, por un lado las vistas de una pieza, y por otro la reconstrucción de una pieza a partir de sus vistas.
- ***Tipos de rectas:*** trata conceptos teóricos del Sistema Diédrico relativos a la recta, así como posiciones particulares de ésta misma.

- ***Tipos de planos:*** apartado análogo al anterior pero referente al plano.

- ***Guías didácticas:*** guías para el profesor y el alumnado; también especifica los requisitos del sistema.

- ***Ejercicios:*** planteamiento de diversos ejercicios interactivos sobre las materias tratadas.

- ***Enlaces:*** diversos enlaces de interés agrupados según el tipo de destino buscado, esto es, universidades, libros, organismos oficiales, prácticas y recursos de Dibujo Técnico, portales educativos y prensa educativa.

A continuación se amplía la información sobre los apartados más relevantes del tutorial, entendiéndose como tales: piezas, tipos de rectas, tipos de planos y ejercicios.

Piezas

Este apartado se subdivide en otros dos: vistas de piezas y reconstrucción de una pieza a partir de sus vistas.

Si se escoge el subapartado *Vistas (Alzado, Planta y Perfil)* aparece a un lado de la pantalla un menú con conceptos teóricos vinculados a esta materia, y al otro una serie de piezas en perspectiva axonométrica que servirán de ejemplo para la visualización de vistas en Sistema Diédrico.



Ilustración 2-32: Interfaz del apartado *Vistas (Alzado, Planta y Perfil)*.

Los conceptos teóricos se desarrollan en un texto basado en las normas UNE 1032-82, ISO 128-82. El texto aparece en la misma zona donde estaba el menú de navegación donde se seleccionaban los conceptos que el usuario puede consultar, sustituyendo a éste. Esta parte carece de imágenes, ya que se limita a describir rigurosamente el concepto ateniéndose a las normas citadas anteriormente.

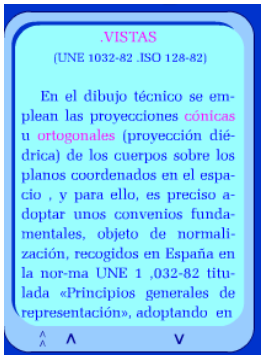


Ilustración 2-33: Desarrollo del concepto *vistas*.

Si se pincha sobre cualquiera de las piezas se muestra la perspectiva axonométrica de la misma acompañada del alzado, planta y perfil. Si se desliza el cursor sobre las vistas, se va iluminando, tanto en las vistas como en la perspectiva, la cara donde se encuentra el cursor en cada momento (Ilustración 2-36). Si por el contrario se pasa el cursor por encima de las flechas que

señalan a la pieza, se ilumina la vista correspondiente a la vez que se revela el nombre de la vista que se está viendo (Ilustración 2-35).

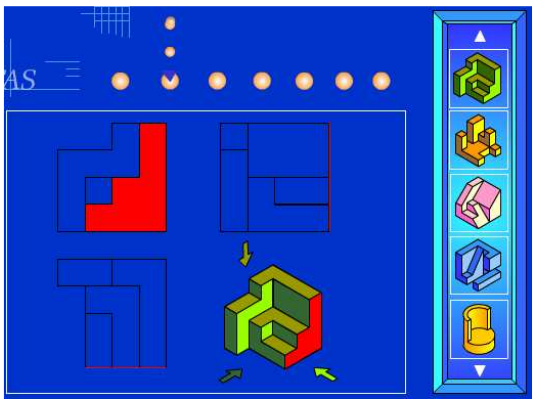


Ilustración 2-35: Visualización de una cara de la pieza.

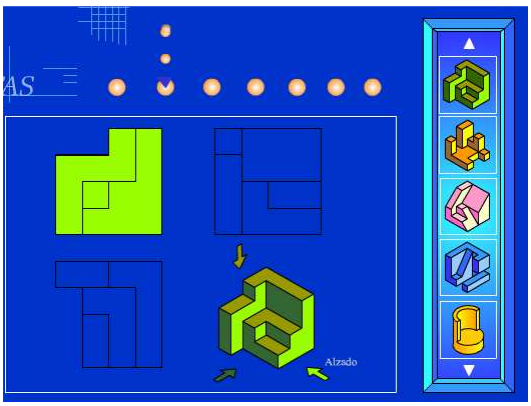


Ilustración 2-34: Visualización del alzado de la pieza.

Tipos de rectas

El menú de navegación de este apartado se compone de dos partes: *Sistema Diédrico* y *Posiciones*.

Si se pincha sobre cualquier botón de la parte de *Sistema Diédrico* se muestra una lección que desarrolla el tema citado en dicho botón. Las lecciones contienen un texto explicativo y una animación o imagen estática, según el caso. En la ilustración 2-36 se muestra la pantalla correspondiente a la lección *Generalidades* y en la 2-37 una secuencia de imágenes correspondiente a la animación de la lección *Representación de la recta*.



Ilustración 2-36: Lección *Generalidades del Sistema Diédrico*.

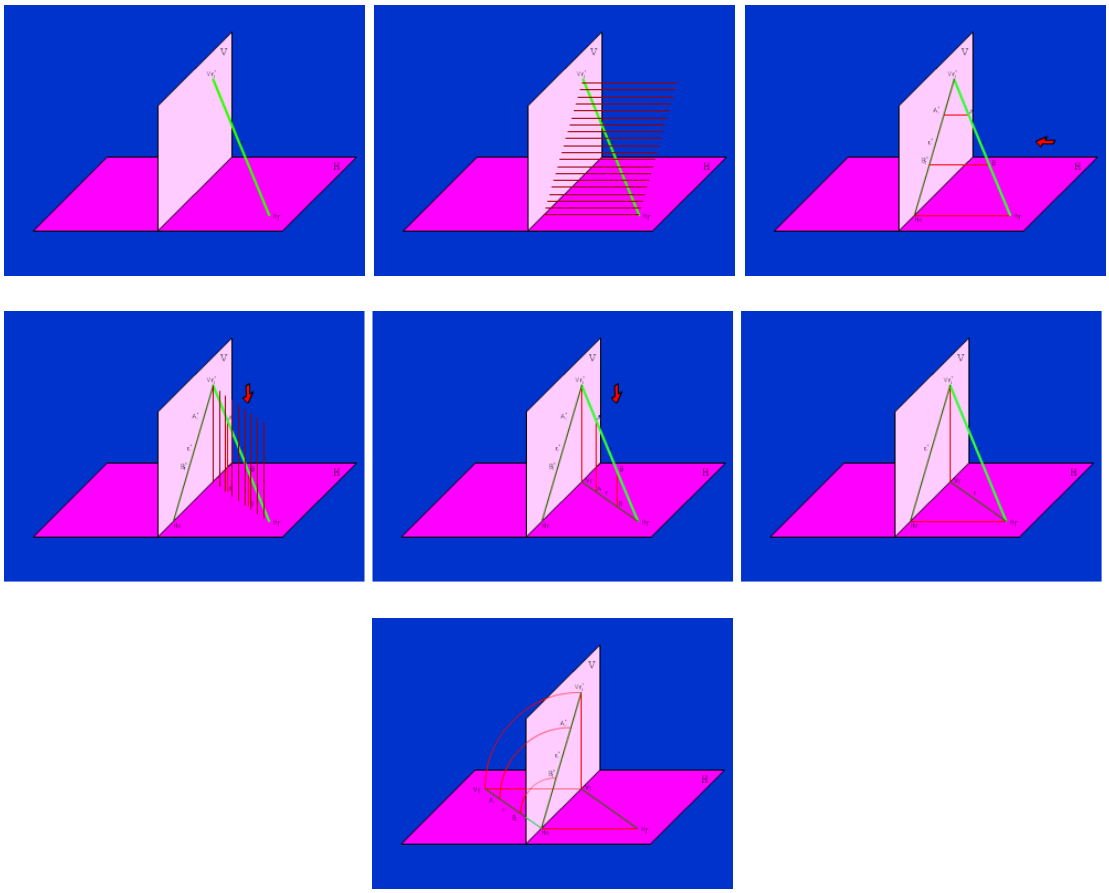


Ilustración 2-37: Secuencia de imágenes (de izquierda a derecha y de arriba abajo) de la animación proporcionada por la lección *Representación de la recta*.

En cuanto a la parte de Posiciones, se muestra una pieza donde se irán situando las rectas que se seleccionen, junto con la representación en el espacio y en el plano de esa recta, además de una breve explicación. Hay dos maneras de seleccionar rectas: pinchando sobre la pieza o eligiéndola en el menú.

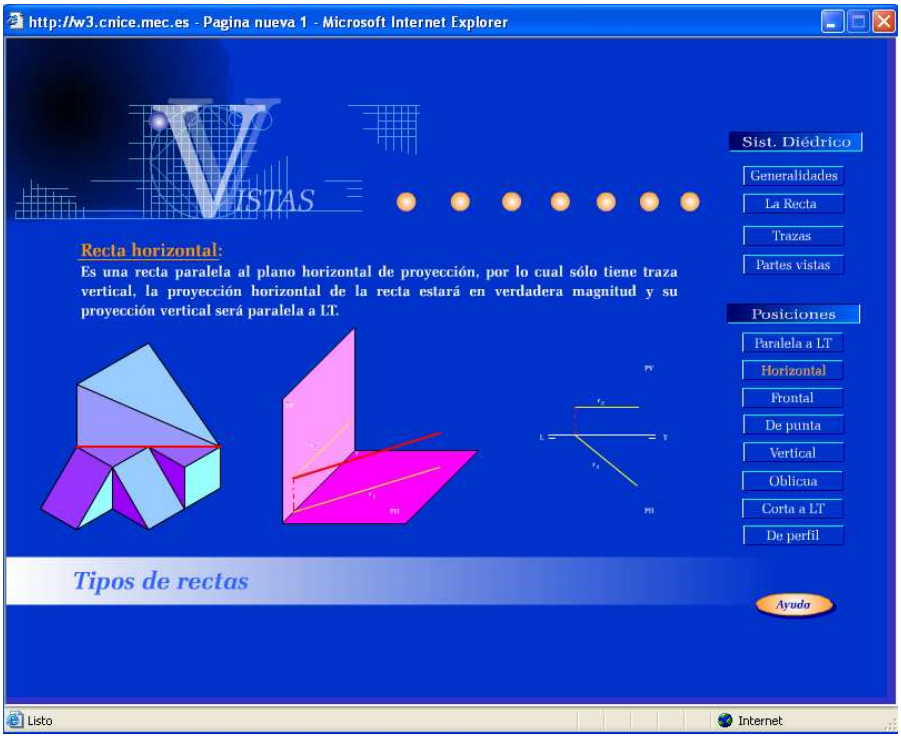


Ilustración 2-38: Visualización de una recta en posición horizontal.

Tipos de planos

Este apartado es análogo al anterior, con una parte teórica de Sistema Diédrico y otra interactiva donde se muestran diversas posiciones de un plano y situándolo en una pieza.

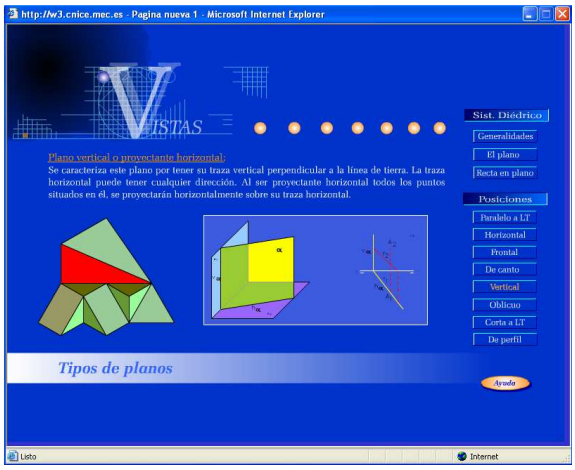


Ilustración 2-39: Visualización de un plano proyectante horizontal.

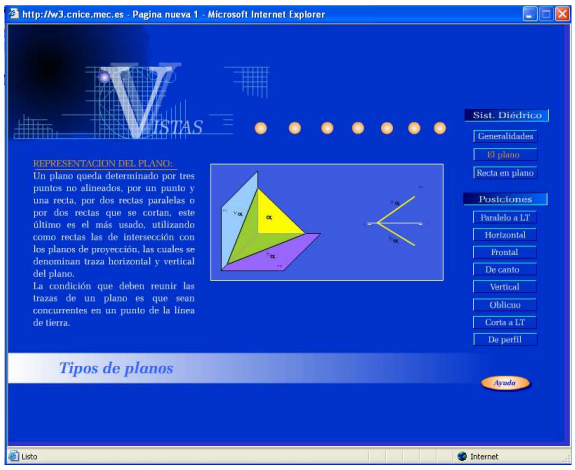


Ilustración 2-40: Lección El plano.

Ejercicios

Este apartado permite al usuario autoevaluarse con una serie de ejercicios interactivos sobre las materias tratadas, registrando el número de aciertos y de fallos. En algunos casos se pide pinchar sobre una cara o vista de una pieza, en otro sobre un botón con un tipo de recta o plano inscrito en él.

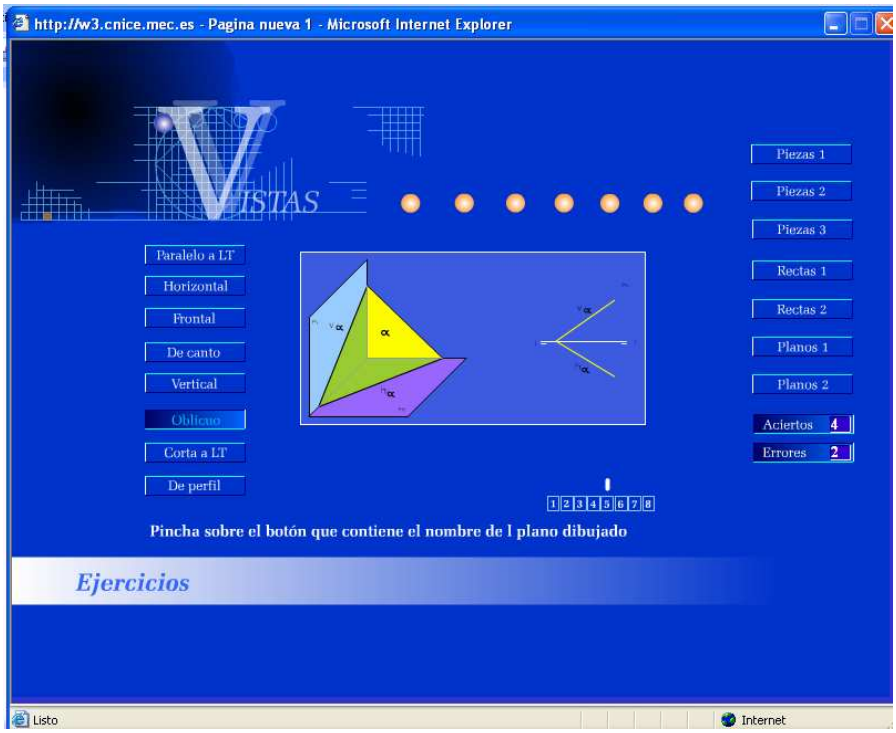


Ilustración 2-41: Ejemplo de ejercicio sobre planos.

A veces el ejercicio consiste simplemente en contestar un test de verdadero o falso.

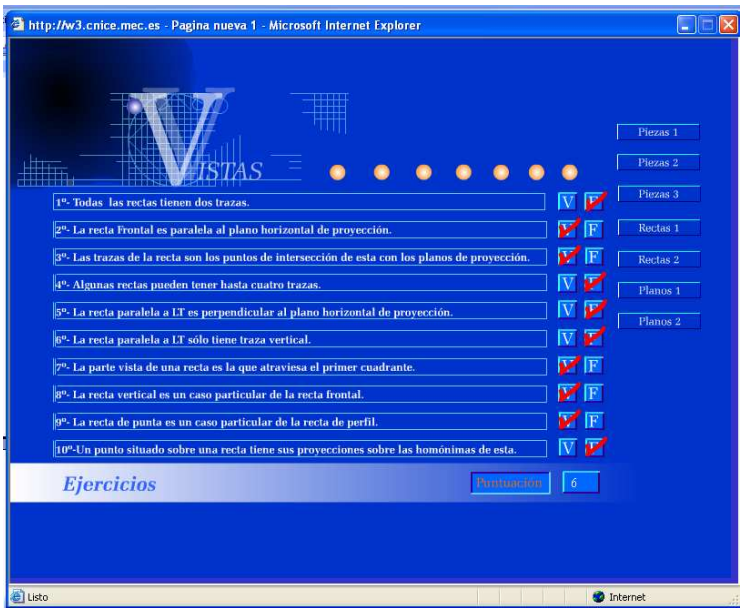


Ilustración 2-42: Ejemplo de ejercicio tipo test.

2.3.2.2.1.2 Tutorial "Curso de interpretación de planos"

Este curso está desarrollado con tecnología Flash y se puede encontrar en "www.cnice.mec.es". Obtuvo el 3er premio CNICE 2004. El curso se centra en la interpretación de planos y en el desarrollo de la visión espacial. Estos objetivos los consigue con una serie de ejercicios y juegos interactivos, siendo enormemente didácticos. El movimiento, los colores, las texturas, y sobre todo la interactividad, se unen para conseguir una asimilación progresiva de la interpretación de planos. [91]

El contenido del curso se compone de siete bloques:

- Descubra la figura incorrecta.
- Líneas ocultas.
- Calcule y ordene las vistas.
- Descubra el plano señalado.
- Reconozca la pieza representada.
- Encuentre los siete errores.

- Aprenda jugando.

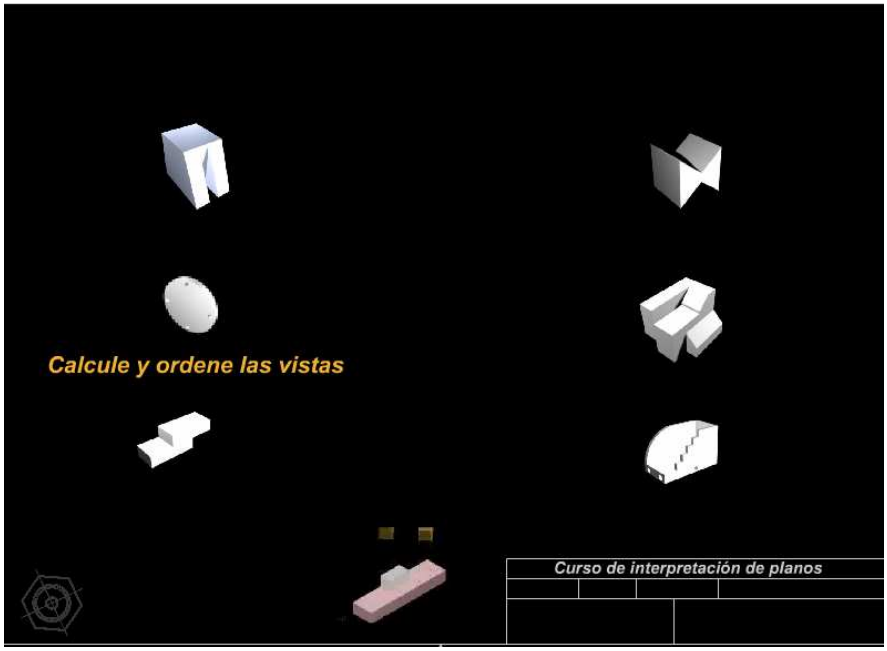


Ilustración 2-43: Menú principal del curso de interpretación de planos.

Descubra la figura incorrecta

En este bloque se plantea un ejercicio que consiste en determinar entre una serie de vistas cuál de ellas no se corresponde con la pieza que aparece en el centro de la pantalla. Además, la pieza no se muestra estática, sino que va rotando si se hace uso de los controles de movimiento. Así, en cada rotación va pasando por una de las vistas correctas. De esta manera, el usuario decide las rotaciones que necesita hasta descubrir la vista incorrecta, pudiéndola elegir por descarte si pasa por todas las posiciones.

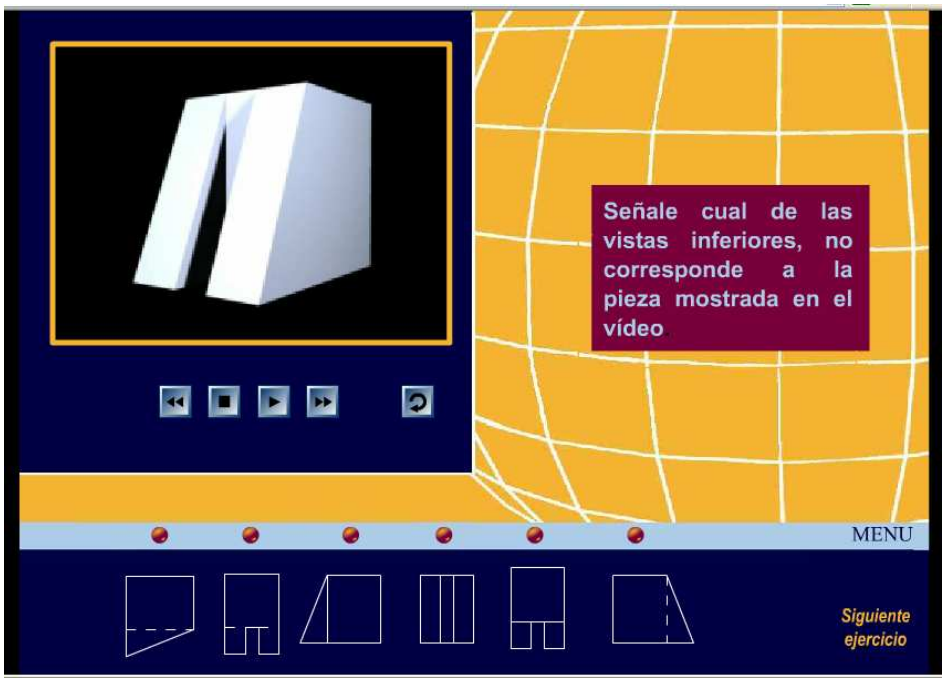


Ilustración 2-44: Interfaz del bloque "Descubra la figura incorrecta".

Líneas ocultas

En este bloque lo que se pide es el número de aristas ocultas que faltan por representar. La pieza tridimensional se encuentra en continuo movimiento, pasando por las distintas proyecciones (planta, alzado, perfil derecho, etc). Este movimiento ayuda a ver cómo quedan ocultas las aristas al pasar de una proyección a otra.



Ilustración 2-45: Interfaz del bloque "Líneas ocultas".

Calcule y ordene las vistas

En este bloque se plantean dos ejercicios referentes a una pieza que está también en continuo movimiento. Primero se pide el número de vistas necesarias para definir la pieza, y luego se solicita que se elija las vistas en un determinado orden. Ahora no basta con "ver" la pieza, sino que se aumenta la dificultad al obligar al usuario a decidir cuántas vistas son necesarias para definir correctamente la pieza, así como identificar proyecciones concretas (planta, alzado, etc.).



Ilustración 2-46: Interfaz del bloque "Calcule y ordene las vistas" (1ª parte).



Ilustración 2-47: Interfaz del bloque "Calcule y ordene las vistas" (2ª parte).

Descubra el plano señalado

El ejercicio que ofrece este bloque consiste en marcar la cara señalada en una figura en perspectiva isométrica, sobre sus vistas de alzado, planta y perfil. La cara aparece parpadeando, y conforme se acierta se van señalando otras caras hasta finalizar el ejercicio.



Ilustración 2-48: Interfaz del bloque "Descubra el plano señalado".

Reconozca la pieza representada

En los bloques comentados hasta ahora se extrae información de la pieza tridimensional o en perspectiva para aplicarla en sus vistas. En este caso se invierte el problema, de manera que a partir de las vistas (alzado, planta, perfil y, en ocasiones, cortes y secciones) hay que deducir la pieza asociada. Las piezas permanecen estáticas, si bien se juega con los colores y las texturas para ayudar a la visualización de la figura tridimensional.

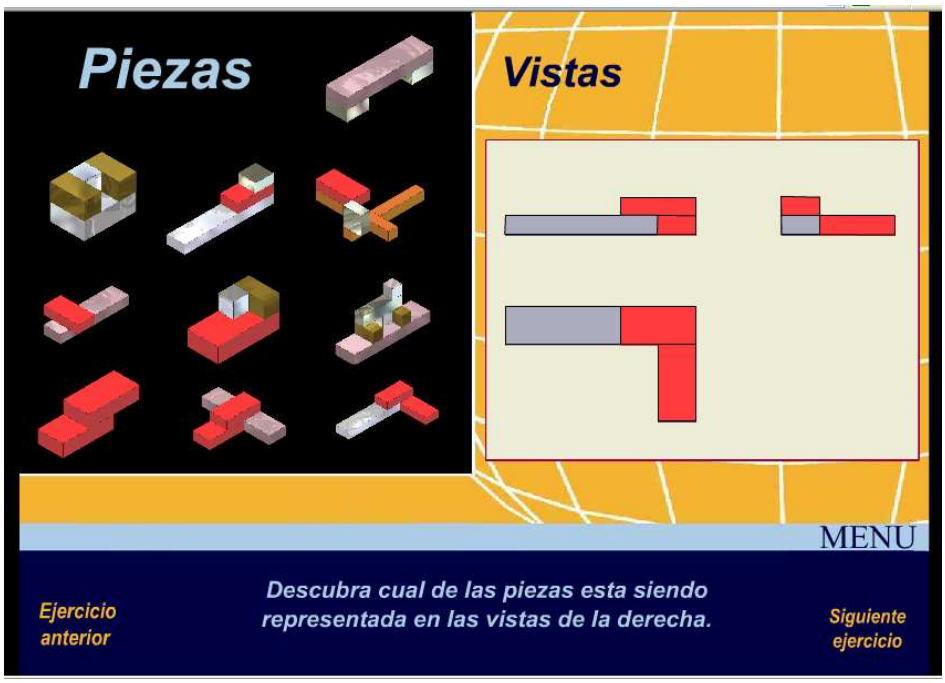


Ilustración 2-49: Interfaz del bloque "Reconozca la pieza representada".

Encuentre los 7 errores

Los ejercicios que se ofrecen en esta sección muestran piezas en perspectiva isométrica junto con sus vistas. Las vistas contienen siete errores que se han de descubrir.

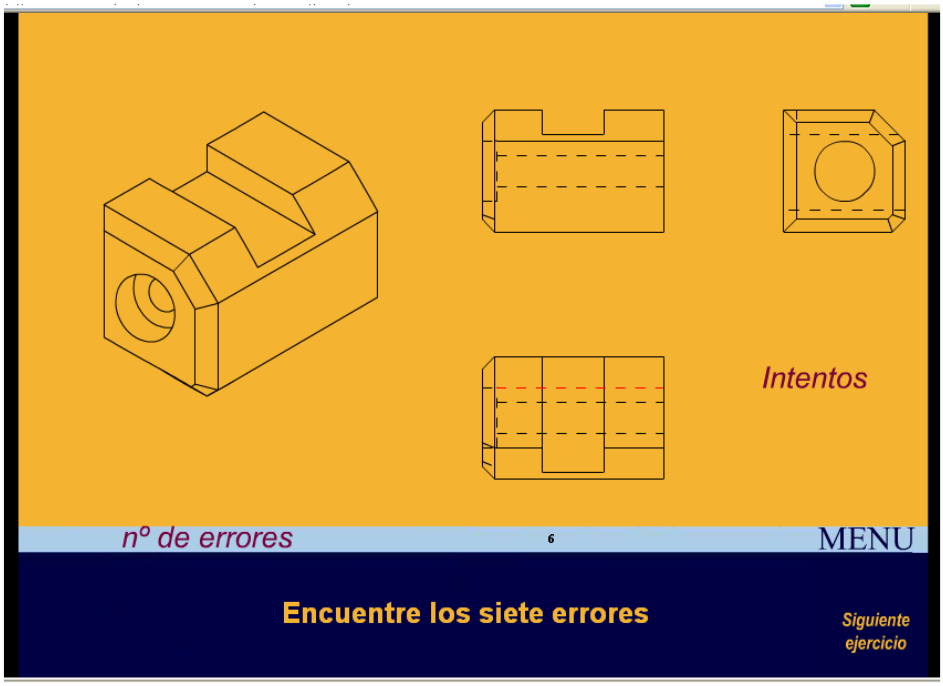


Ilustración 2-50: Interfaz del bloque "Encuentre los 7 errores".

Aprenda jugando

En este bloque se persigue desarrollar la capacidad de visión espacial con sencillos juegos, sin relación directa con la interpretación de planos. Todos los bloques comentados anteriormente giran en torno a la interpretación de vistas de una figura, en uno u otro sentido. En este bloque se busca un desarrollo indirecto de las capacidades del usuario para resolver ese tipo de ejercicios, con juegos que pretenden amenizar el trabajo.

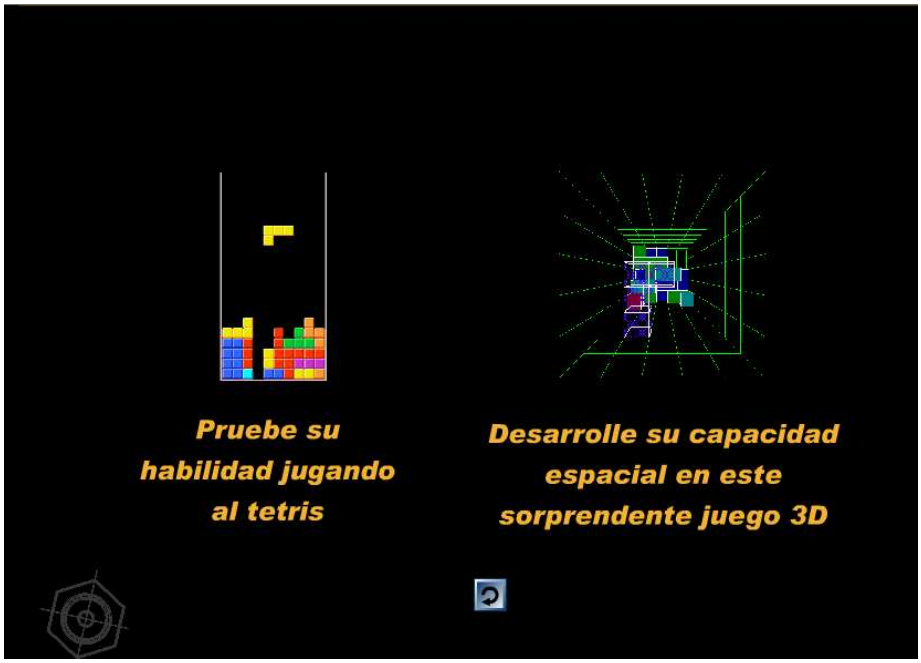


Ilustración 2-51: Interfaz del bloque "Aprenda jugando".

2.3.2.2.2 Tutoriales realizados mediante el empleo de lenguajes de programación

Conviene hacer una aclaración con respecto al título de este subapartado y lo que implica en el contenido del mismo, al igual que en el primer punto de la clasificación expuesta en 2.2.3, donde ya se comentó de forma resumida.

En realidad, todas las aplicaciones comentadas hasta ahora en esta sección 2.3 están soportadas por un código de programación, utilizándose distintos lenguajes según el caso. Sin embargo, a la hora de elaborarlas los autores se han servido de algún tipo de software, como Macromedia Flash o Power Point, de forma que prácticamente no han tenido contacto directo con el

código de sus aplicaciones. Por ejemplo, si se hace una página web con la herramienta Dreamweaver de Macromedia, no es necesario saber nada sobre el código html que rige la página que se está haciendo. Evidentemente, siempre es conveniente conocer el significado del código, por si se quieren hacer modificaciones que no se puedan hacer con la herramienta o para subsanar posibles errores.

En este apartado, al igual que en las referencias incluidas en el primer punto de la clasificación descrita en 2.2.3, los autores han echado mano de la programación "artesanal" para construir sus aplicaciones e incluso para la utilización de las mismas, como en el segundo caso de estudio de este subapartado. No obstante, también se han ayudado de diversos tipos de software, no está hecho "artesanalmente".

Escribir directamente el código de programación otorga una mayor libertad y un mayor potencial a la hora de diseñar. Sin embargo, si no se tiene un conocimiento del lenguaje suficiente, seguramente no se conseguirán los mismos resultados que con la ayuda de herramientas que se encarguen de ese cometido. Además, son frecuentes los errores de programación que requieren continuas depuraciones del código y que muchas veces no salen a la luz hasta que se ha hecho cierto uso de la aplicación. No obstante, el uso de software que construya el código no garantiza la ausencia de errores de programación.

2.3.2.2.2.1 Tutorial "Diédrico. Aplicación Multimedia"

La aplicación de las nuevas tecnologías a la enseñanza es una de las razones que empujan al grupo docente de la Universidad de Valladolid a llevar a cabo este proyecto, debido al importante auge que éstas presentan en la actualidad, siendo muy necesarias para la gran mayoría de los estudiantes. [76]

Toda interfaz de un programa informático debe resultar lo más sencillo posible de cara al usuario y por esta razón se ha diseñado bajo un entorno Windows dada su difusión, para que su utilización llegue al mayor número de usuarios posible.

Más adelante se describirán los programas utilizados con los que se ha conseguido realizar la aplicación, y se verá en las ilustraciones los mandos que rigen el funcionamiento del programa, que no difieren, en sus símbolos, de los de un casete ordinario.

Hacer una animación interactiva significa dotarla de la posibilidad de responder a las elecciones del usuario. El efecto principal es dar al usuario un gran control sobre la animación, siendo la interactividad tan sencilla o complicada como se quiera y sus posibilidades ilimitadas. La creación de animaciones interactivas se adentra en el mundo de la multimedia.

Software Utilizado

Los programas empleados para la realización de la aplicación han sido los siguientes:

- AutoCad 2000 de Autodesk como herramienta de dibujo.
- Wave Studio 4.08 de Creative para la edición de sonidos en formato wav.
- Audio Catalyst 2.0 de Xing&Audiograbber para la compresión de sonidos de formato wav a formato mp3.
- Director 8 de Macromedia para la creación de la Aplicación Multimedia.
- Visual Basic 6.0 de Microsoft para crear el entorno gráfico de la aplicación y el programa de instalación de la misma.

Contenidos

Los temas y problemas desarrollados en la aplicación son los siguientes:

1. Introducción. Tipos de proyecciones. Fundamentos.
2. Representación de elementos fundamentales: punto, recta y plano.

3. Problemas de representación.
   - Incidencia recta-plano y plano-plano.
   - Paralelismo.
   - Perpendicularidad.
   - Distancias.
4. Métodos de resolución: giros y abatimientos.
5. Problemas de ángulos: Directos e inversos.
6. Poliedros regulares.
7. Pirámides rectas y oblicuas: Relaciones métricas, representación, secciones, desarrollos y transformadas de las secciones.
8. Prismas rectos y oblicuos: Relaciones métricas, representación, secciones, desarrollos y transformadas de las secciones.
9. Conos rectos y oblicuos: Relaciones métricas, representación, secciones, desarrollos y transformadas de las secciones.
10. Cilindros rectos y oblicuos: Relaciones métricas, representación, secciones, desarrollos y transformadas de las secciones.
11. Superficie esférica.
12. Intersección de superficies radiadas.
13. Intersección de superficies radiadas y esfera.

Descripción del funcionamiento

Para que ésta sea lo más gráfica posible, se presentan una serie de imágenes capturadas, en secuencia, de uno de los ejercicio que han sido

resueltos en esta aplicación. La ilustración 2-52 muestra el menú inicial de la primera parte de la aplicación.

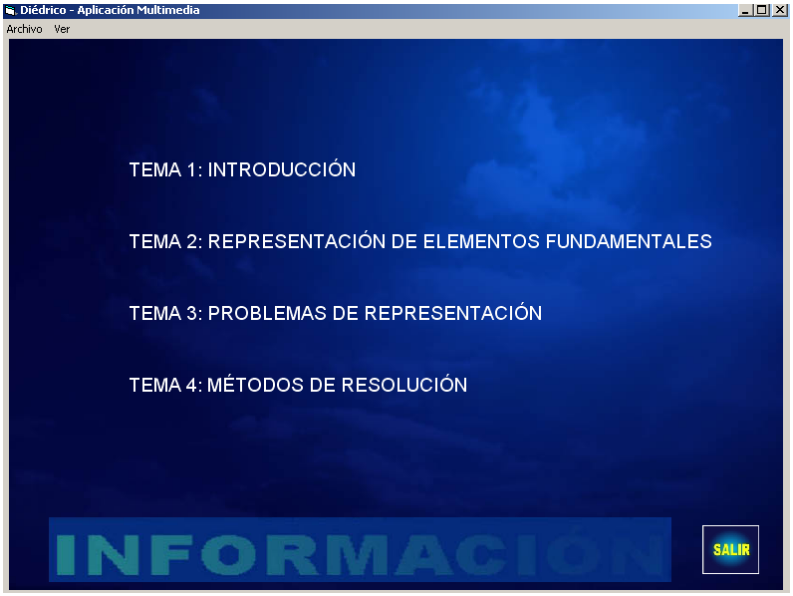


Ilustración 2-52: Interfaz del menú inicial de la primera parte de la aplicación.

En la ilustración 2-52 se muestra la disposición de los planos principales de proyección y su denominación, correspondiente al tema1 de introducción.

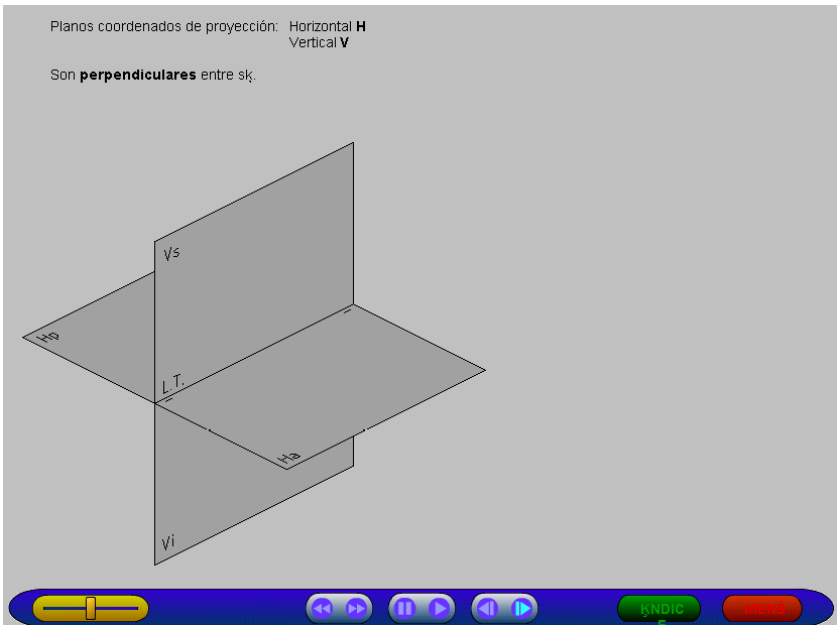


Ilustración 2-53: Fundamentos del Sistema Diédrico. Mandos del programa.

Las siguientes ilustraciones muestran la situación de una pieza en el primer diedro y la forma en que se proyectan sus contornos y aristas vistas mediante la proyección cilíndrica ortogonal, cuya explicación es previa al ejercicio que se muestra.

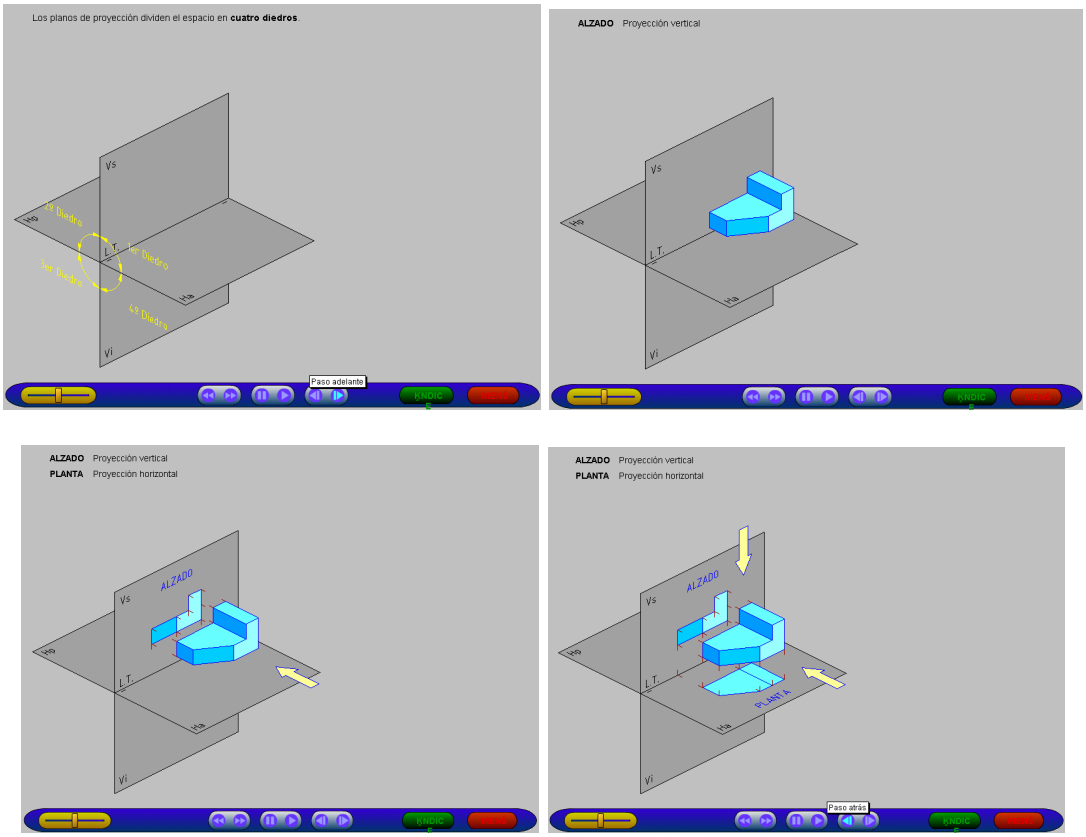


Ilustración 2-54: Obtención del alzado y la planta de una pieza situada en el primer diedro.

La ilustración 2-55 refleja el proceso de abatimiento que permite la representación de las proyecciones vertical y horizontal sobre un plano. El alumno no tiene que imaginarse el abatimiento que desemboca en la representación en que se basa el Sistema Diédrico, sino que lo puede ver con sus propios ojos.

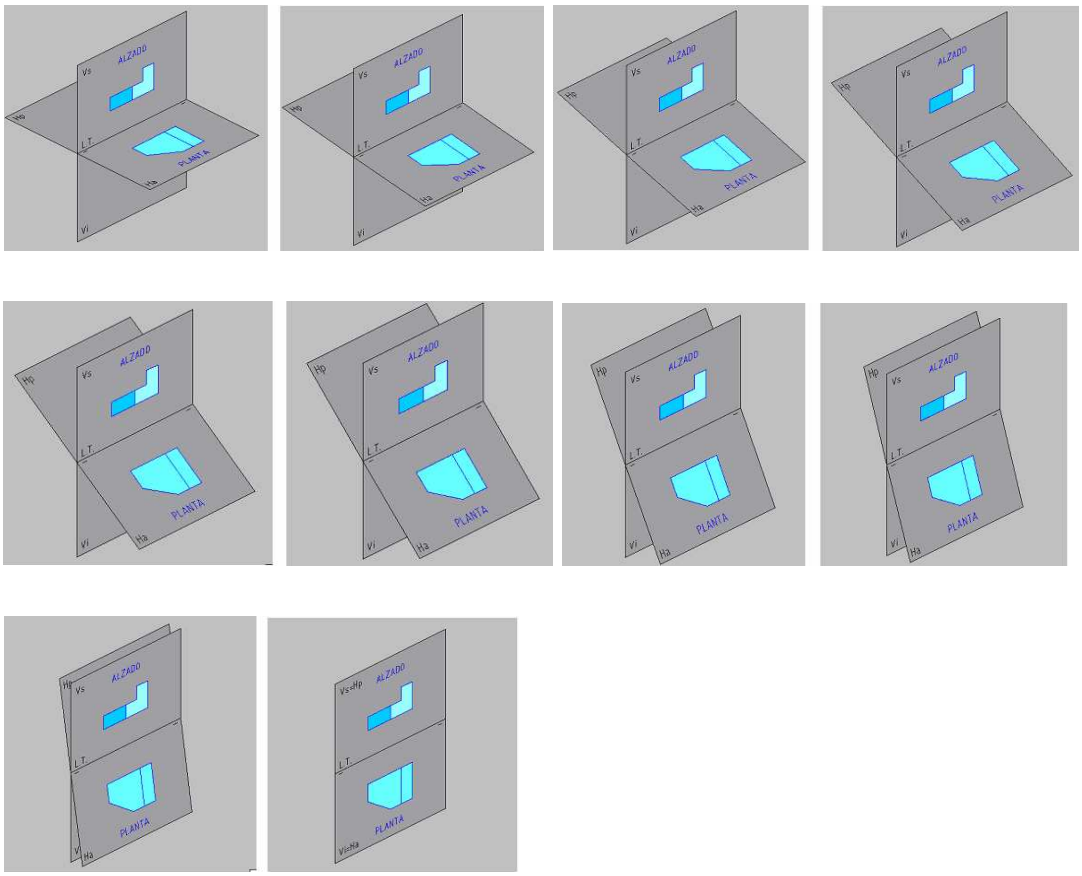


Ilustración 2-55: Secuencia de imágenes (de izquierda a derecha y de arriba a abajo) correspondiente al abatimiento del plano horizontal sobre el vertical.

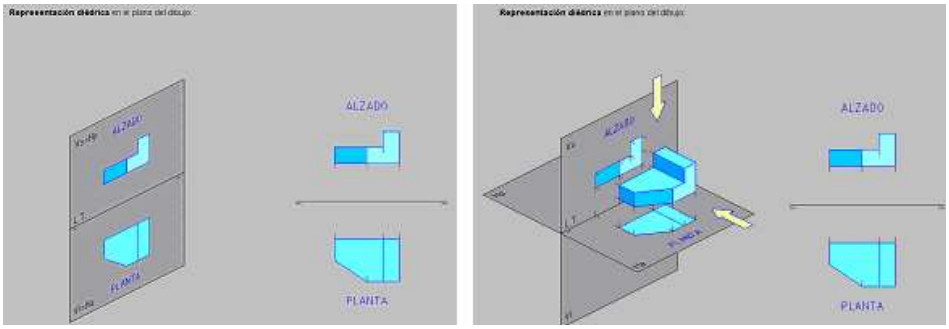
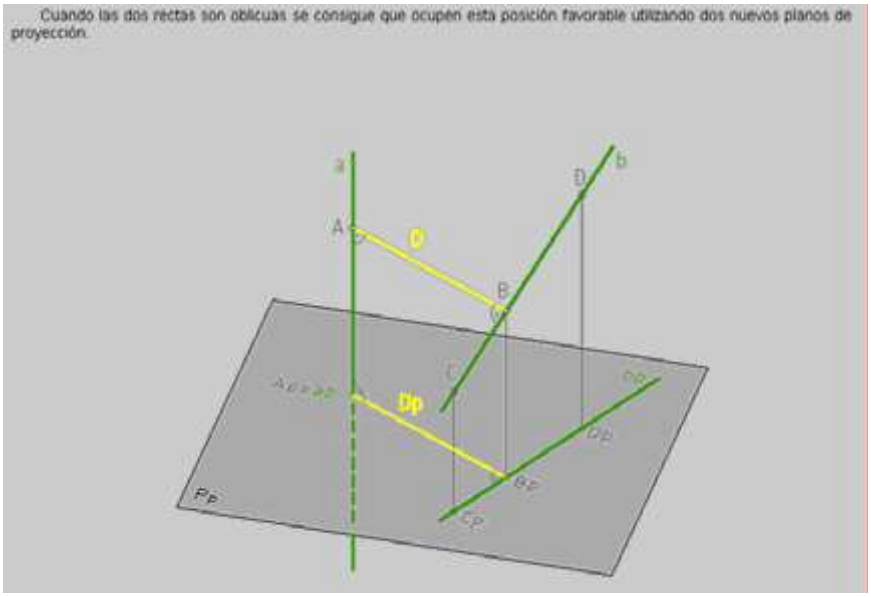


Ilustración 2-56: Alzado y planta de la pieza en comparación con la situación inicial.

Otros tipos de ejercicios son los de resolución de problemas puramente geométricos, también en Sistema Diédrico como puede ser el siguiente (ilustraciones 2-57 y 2-58), que resuelve la mínima distancia entre dos rectas que se cruzan, poniendo las rectas en posición favorable como se muestra en la

primera ilustración, que se realiza paso a paso aunque aquí se representa terminada.



2-57: Obtención de la mínima distancia entre dos rectas que se cruzan.

Luego el problema se resuelve en proyecciones, también paso a paso (ilustración 2-58). En las ilustraciones que se suceden a continuación, de izquierda a derecha y de arriba abajo, se presentan las dos rectas objeto del problema, luego se obtiene una vista auxiliar donde una de las rectas se pone paralela a un nuevo plano vertical.

A continuación, se obtiene la posición favorable indicada en la ilustración 2-58 mediante otra vista auxiliar donde una de las rectas es perpendicular a un nuevo plano horizontal.

En el siguiente paso se sitúa la mínima distancia en las proyecciones auxiliares, donde está en verdadera magnitud.

Por último, se obtiene, en proyecciones, la solución definitiva del problema.

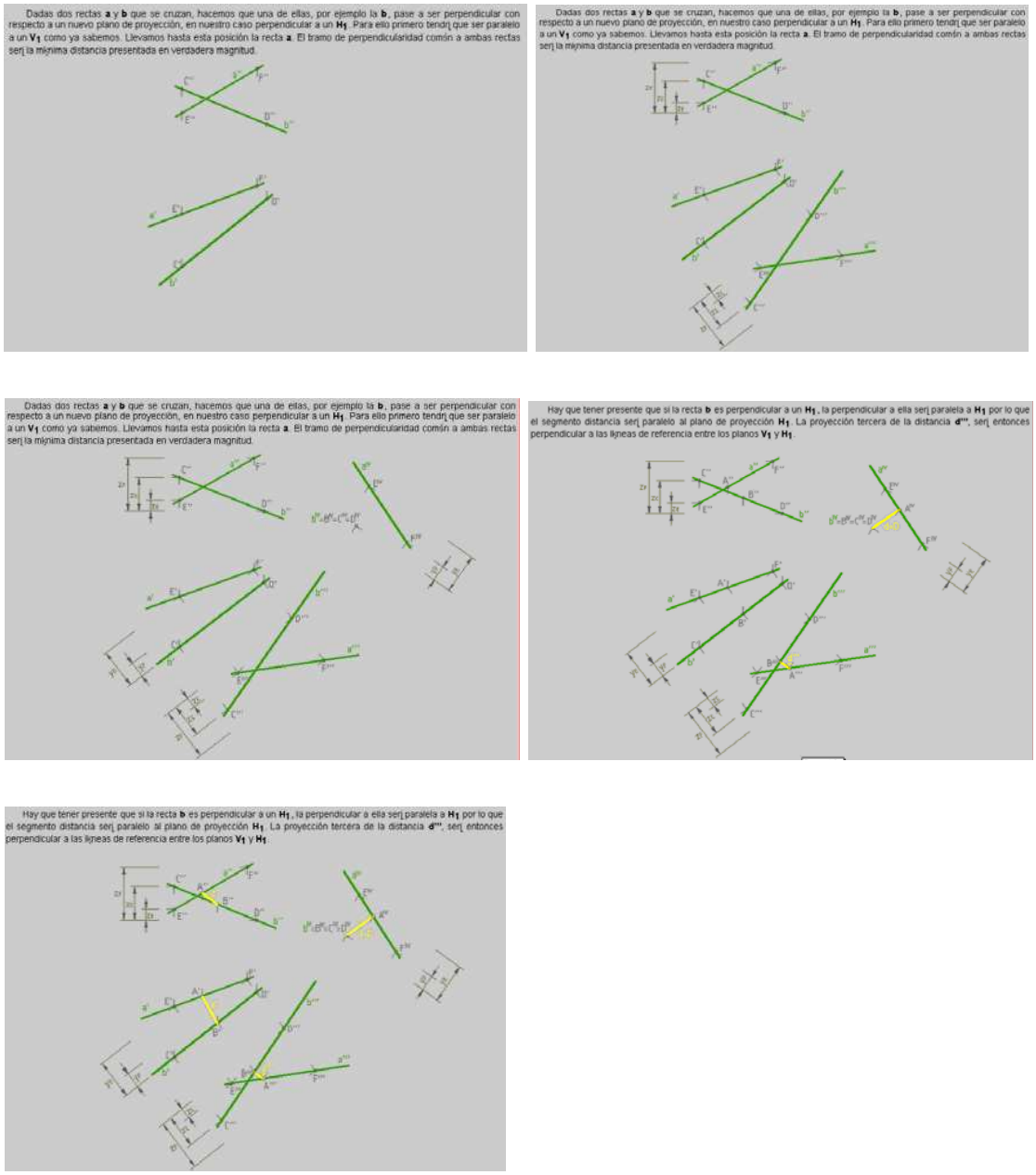


Ilustración 2-58: Obtención, paso a paso, de la distancia entre dos rectas que se cruzan (visualización en proyecciones).

En la ilustración 2-59 se presenta otro ejemplo de la aplicación. Se puede observar una secuencia de la introducción del tema de intersecciones de superficies radiadas, donde se ve el trazado de los planos auxiliares $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\alpha 3$ y $\alpha 4$ utilizados para obtener la intersección de las dos pirámides, siendo $\alpha 1$ y $\alpha 4$ los planos límites que determinan la extensión de la intersección.

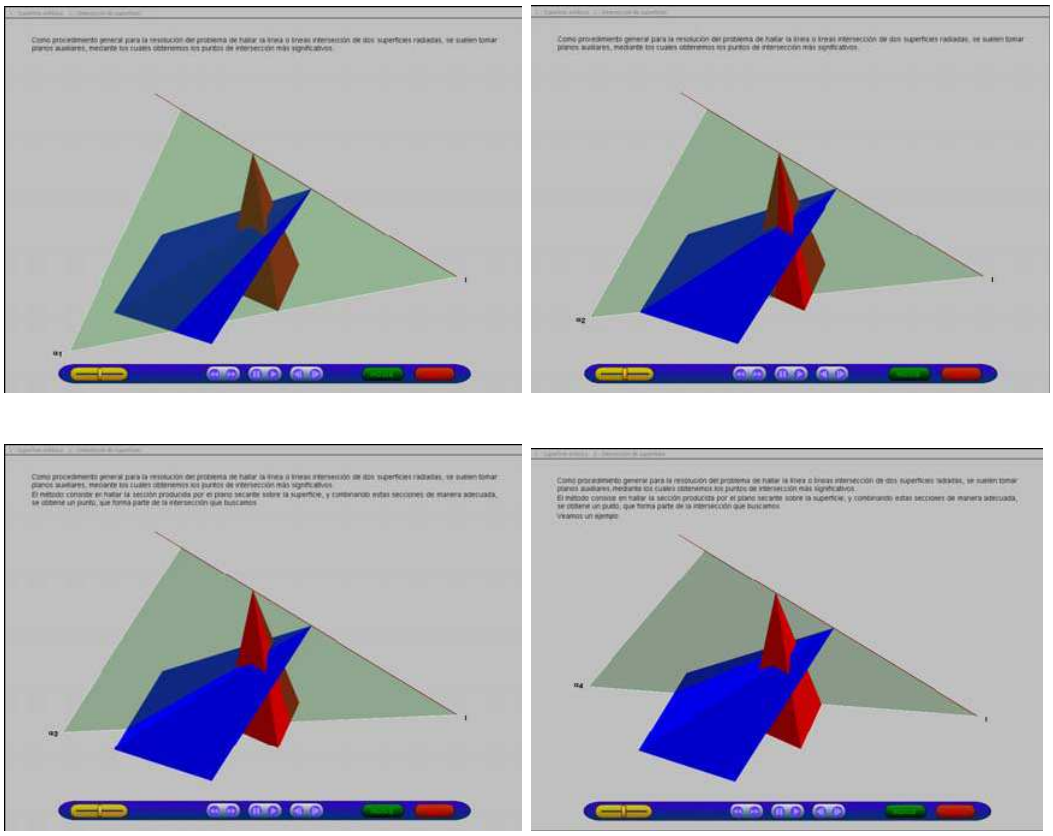


Ilustración 2-59: Obtención de la intersección entre dos pirámides mediante cuatro planos auxiliares, α1, α2, α3 y α4.

Conclusiones

El sistema multimedia propuesto, que ha sido instalado en un aula con ordenadores y puesto a disposición de los estudiantes está teniendo gran aceptación, pues el hecho de repasar una construcción tantas veces como sea necesario, para un alumno, supone una gran ayuda en el tiempo de estudio, sin necesidad de estar observando el problema terminado, como ocurre con sus apuntes o con la bibliografía que se recomienda.

Por otra parte, debido a la gran cantidad de alumnos que hay en cada aula, al profesor le sirve de ayuda para hacer llegar su explicación en mejores condiciones, sobre todo a los alumnos de las últimas filas (naturalmente, en este caso se anula la voz del programa), ya que la calidad de los dibujos proyectados por medio de un videoproyector, que emite las imágenes del programa desde un ordenador portátil, se pueden observar sin problemas a

más distancia que los dibujos realizados en el encerado y, por supuesto con mayor precisión. Además se puede volver atrás cuantas veces sea necesario cuando algún alumno se pierde en la explicación. Situación que en el encerado es más complicada de resolver, por no decir imposible, salvo que se dispusiera de más tiempo. Pero también permite al profesor centrarse en la explicación y razonamiento de su construcción, pudiendo mirar a los alumnos mientras habla, lo que permite captar mejor la atención de éstos.

2.3.2.2.2.2 Tutorial "SDV"

Al impartir clases prácticas de dibujo de vistas normalizadas y del Sistema Diédrico, se plantean dificultades añadidas al proceso general de aprendizaje de esta materia, debidas a la utilización de piezas en perspectiva impresas que los estudiantes utilizan como modelos para realizar vistas y cortes normalizados, como se viene comentando en varias partes de este Proyecto Fin de Carrera.

Como todos los profesores de dibujo saben, estos modelos de piezas tienen un defecto inherente a estar impresos en papel: no es posible interactuar con las piezas representadas. Apenas es factible tomar medidas en ellos –para calcular la escala de dibujo más adecuada y acotarlos- y deben hacerse suposiciones sobre sus partes no visibles. Este problema ralentiza, notablemente, el proceso de aprendizaje por parte de los alumnos.

Para agravar más las cosas, los dibujos que el profesor realiza en la pizarra para ilustrar la resolución de los ejercicios carecen, en la mayoría de los casos, de la precisión adecuada para resultarle de utilidad al alumno –problema que se agrava cuando se realizan ejercicios complejos de geometría o del Sistema Diédrico-. En ocasiones se recurre a la proyección de transparencias que presentan el ejercicio completo, ya finalizado, lo que puede confundir aun más al alumno. En este apartado se presenta un programa informático que pretende paliar los dos problemas comentados.

El sistema SDV

Como solución a los problemas planteados, un grupo de trabajo compuesto por profesores de la Universidad de Oviedo propone un sistema interactivo tutorado de presentación de modelos tridimensionales, que permite plantear ejercicios de dibujo de vistas y cortes, facilitando al estudiante la percepción espacial de los modelos. El sistema también puede ser utilizado por el profesor en las clases para complementar el uso tradicional de la pizarra mejorando la precisión que puede lograse en ella dibujando a mano alzada. Puesto que la intención inicial era facilitar el dibujo de vistas de modelos, se denominó al sistema SDV, como acrónimo de Sistema de Dibujo de Vistas. [85]

SDV se ha programado como un componente de software con tecnología ActiveX lo que permite utilizarlo como un programa independiente o incorporarlo en un documento de hipertexto HTML, en un documento portable de Adobe (PDF) o en una presentación de Microsoft PowerPoint, entre otros medios posibles. El programa incorpora un visualizador en dos dimensiones para mostrar dibujos de forma dinámica e interactiva así como modelos tridimensionales de piezas con los que, también, se puede interactuar. Las piezas se crean mediante cualquier programa de modelado de sólidos que admita el formato Step de la empresa Spatial Corp.

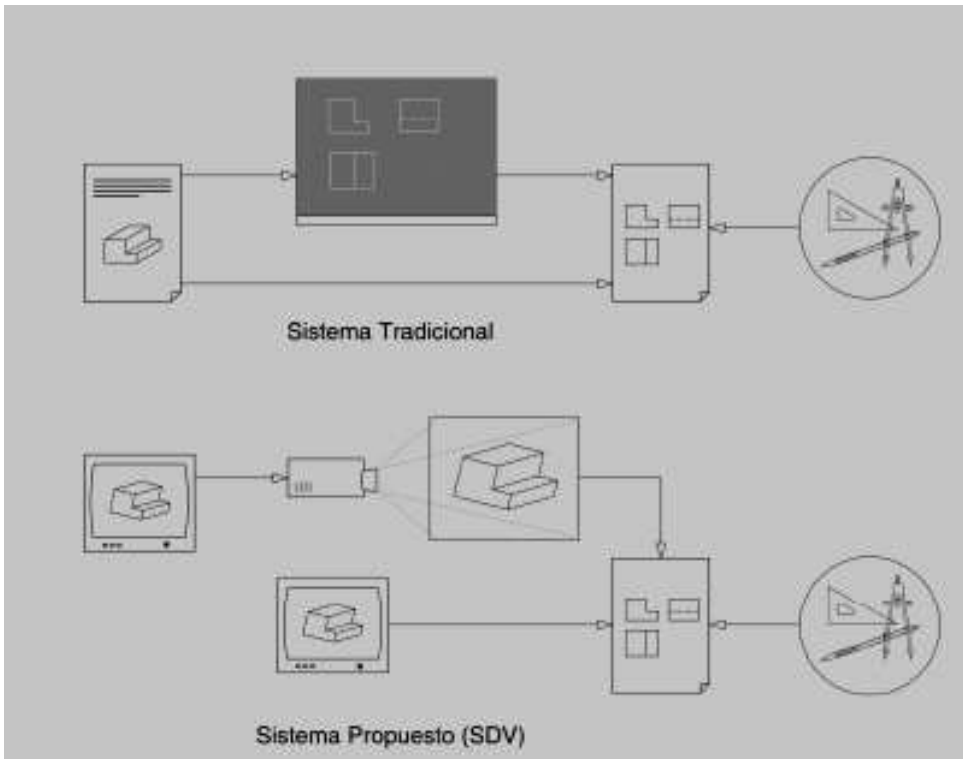


Ilustración 2-60: Diagrama general operativo de bloques del SDV frente al sistema tradicional.

El sistema funciona sustituyendo los modelos de piezas, que tradicionalmente se proporcionan en papel al alumno, por modelos virtuales tridimensionales. Asimismo permite ver el proceso de resolución de los ejercicios propuestos de forma dinámica y tutorada, si así se desea. También puede utilizarse para complementar las explicaciones del profesor en las clases prácticas, si se dispone de un proyector de video conectado a un ordenador personal que permita presentar a los alumnos las imágenes del programa. La ilustración 2-60 muestra las diferencias entre el método tradicional y el que se propone.

Innovación en la docencia

El SDV no plantea una innovación radical en la práctica docente al uso, sino que tan sólo pretende eliminar algunas de sus carencias técnicas más notorias. Así, no se pretende en absoluto eliminar la práctica del dibujo manual en las clases de dibujo –que, a juicio de los autores, resulta insustituible para el aprendizaje del Dibujo Técnico- ni las pizarras tradicionales –que también consideran insustituibles para plasmar ideas en gráficos de forma rápida y

complementar de forma óptima las explicaciones orales-. El sistema propuesto pretende sacar partido de la tecnología multimedia informática ya ampliamente disponible y al alcance de la mayoría de los docentes.

Aplicaciones y medios

Un sistema como el que se propone puede aplicarse en el aprendizaje del dibujo de vistas normalizadas y en las clases prácticas sobre el tema, tal como los autores se plantearon al comienzo de su desarrollo. Sin embargo, la experiencia adquirida con su implementación y puesta en práctica en las clases ha permitido elucubrar un campo de aplicaciones más amplio. Entre las aplicaciones que se vislumbran factibles para el sistema están el planteamiento de ejercicios del Sistema Diédrico, del Sistema de Planos Acotados y los problemas de geometría en tres dimensiones.

Todos ellos pueden beneficiarse, en gran medida, de un sistema que presenta modelos virtuales tridimensionales interactivos y un módulo de dibujo bidimensional dinámico junto con un sistema de presentación de textos sincrónico con los gráficos.

Como se ha mencionado, el SDV es un componente de software que puede implementarse como un programa ejecutable independiente o que puede ser incorporado en cualquier documento informático que admita objetos ActiveX. Así, los medios que pueden servir de soporte al sistema abarcan el rango de los soportes de almacenamiento de datos informáticos, CD-ROM, DVD-ROM o cualquier tipo de soporte magnético, Internet o las redes de área local y las aulas informatizadas de prácticas dotadas de sistemas de proyección de vídeo. En los medios citados se emplearán versiones ejecutables del programa o "incrustadas" en documentos de texto o hipertexto o archivos de presentaciones, respectivamente.

Operatoria general del sistema

SDV se compone de dos programas informáticos independientes: **GenSDV** y **PreSDV**. El primero permite generar colecciones de ejercicios que se

almacenan en archivos independientes, uno por cada ejercicio planteado. El segundo programa utiliza los archivos generados con el primero y los presenta de forma interactiva, apta tanto para el uso individual de los alumnos como apoyo en su estudio personal, como para su empleo en las clases de prácticas, en este caso como sistema de apoyo para el profesor.

El programa **GenSDV** se encarga de generar los archivos que contienen los datos de los ejercicios que el profesor desee plantear. Cada archivo contendrá los datos de un ejercicio completo. Estos archivos de datos se identifican por el nombre que el profesor desee dar al ejercicio y la extensión SDV, así por ejemplo: Ejercicio_1.SDV será un nombre de archivo válido. Los datos necesarios para un ejercicio se organizan en tres categorías:

- Texto del enunciado y de los pasos de la solución.
- Modelo(s) tridimensional(es) del enunciado.
- Datos de los dibujos de cada paso de la solución.

Inicialmente, cada categoría de datos se crea en un archivo propio independiente. El texto del enunciado y los pasos de la solución se crean en un archivo de texto con formato RTF estándar. Los modelos tridimensionales deben crearse y almacenarse en el formato de archivo de Autodesk denominado DWF. Finalmente, los datos de los dibujos dinámicos bidimensionales se crean en el Lenguaje de Marcas Dinamic Bidimensional Drafting Markup Lenguaje DBDML, almacenándolos en un archivo de texto ASCII.

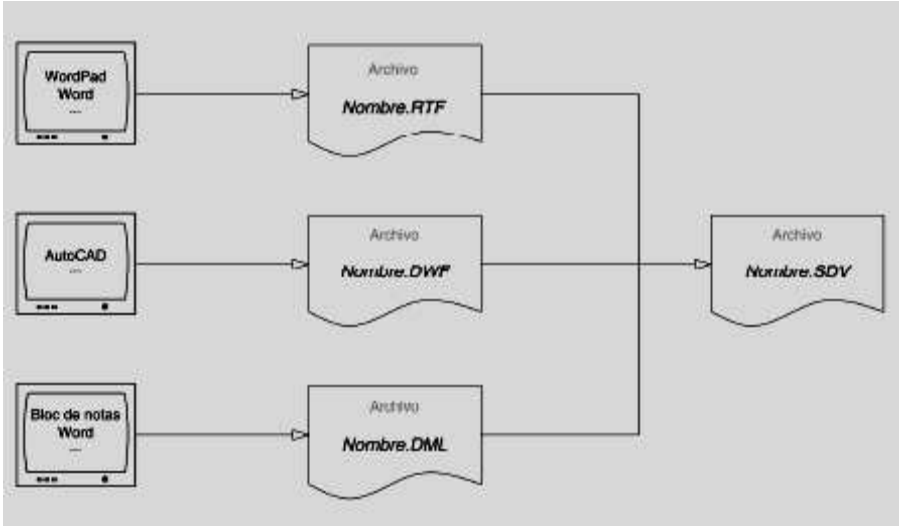


Ilustración 2-61: Diagrama de bloques del generador de ejercicios GenSDV.

Para crear un ejercicio con el programa GenSDV, el profesor debe crear tres archivos de datos e integrarlos en un archivo final de ejercicio. Los tres archivos de datos pueden crearse con cualquier programa informático del que se disponga que sea capaz de crear archivos estándar de texto RTF, modelos DWF y texto sin formato ASCII. Los pasos concretos que deben seguirse son los siguientes:

- Escritura del texto del enunciado y los pasos de la solución del ejercicio numerados con un carácter identificador en texto con formato RTF. En algunos textos se define este tipo de texto como "texto enriquecido". Para crear el archivo puede utilizarse el programa WordPad, que forma parte de las últimas versiones del Sistema Operativo Windows, o Microsoft Word entre otros. El archivo final debe guardarse como NombreArchivo.RTF, donde NombreArchivo puede ser cualquier nombre elegido por el usuario compatible con el sistema de archivos de su Sistema Operativo.

- Creación de un modelo o modelos tridimensionales en formato de Autodesk DWF. Puede crearse un solo archivo o varios con el modelo cortado, hasta un máximo de 9. Estos modelos tridimensionales pueden crearse con AutoCAD o cualquier

programa modelador de sólidos que pueda guardar los modelos en el formato de archivo citado. El archivo o archivos finales deben guardarse como NombreArchivo_X.DWF donde X puede ser un número del 1 al 9 que indica el orden del archivo y NombreArchivo puede ser cualquier nombre elegido por el usuario compatible con el sistema de archivos de su Sistema Operativo.

- Escritura con un editor de texto ASCII del código de los elementos gráficos bidimensionales de los pasos de la solución, en el Lenguaje de Marcas Dinamic Bidimensional Drafting Markup Lenguaje, DBDML. Como programa de creación del archivo de texto puede emplearse el Bloc de notas del Sistema Operativo Windows o cualquier otro editor de textos, siempre que éste se guarde sin formato. El archivo de texto final debe guardarse como NombreArchivo.DML, donde NombreArchivo puede ser cualquier nombre elegido por el usuario compatible con el sistema de archivos de su Sistema Operativo.

- Con el programa de generación de ejercicios GenSDV se integrarán los tres archivos anteriores en uno sólo. El programa inserta el texto RTF del ejercicio en el archivo DML y, después, empaqueta los archivos DML y DWF en un solo archivo de ejercicio; posteriormente se "desempaquetan" de forma transparente para el usuario los archivos DWF para que el visualizador los presente. El archivo de ejercicio final se guarda como NombreArchivo.SDV, donde NombreArchivo puede ser cualquier nombre elegido por el usuario compatible con el sistema de archivos de su Sistema Operativo.

El programa **PreSDV** se encarga de visualizar los archivos que contienen los datos de los ejercicios que el profesor haya planteado. Como se ha dicho, PreSDV se ha implementado como un componente de software con tecnología

ActiveX lo cual permite utilizarlo tanto como un programa independiente como insertado en un documento que admita este tipo de objetos. PreSVD lee un archivo de ejercicio SDV y lo visualiza de forma interactiva.

A grandes rasgos, el programa presenta el texto del enunciado y un modelo tridimensional virtual de la pieza cuyas vistas normalizadas el alumno debe dibujar manualmente. El alumno puede interactuar con el modelo tridimensional para observarlo desde cualquier punto de vista. Si se han modelado, también podrá observar modelos tridimensionales con cortes que permitan observar su interior. Una vez leído el enunciado y observado el modelo tridimensional, el alumno puede presentar los pasos de la resolución del ejercicio que el profesor ha preparado. En cualquier momento es posible volver a ver los modelos tridimensionales y también es posible tomar medidas de una serie de vistas isométricas del modelo. La solución completa del ejercicio puede imprimirse tras visualizar el último paso de su resolución.

Como uso alternativo o complementario de PreSDV, el profesor puede utilizarlo en las clases de prácticas, proyectando la imagen de un ordenador que ejecute PreSDV, de forma que pueda presentar el modelo tridimensional cuyas vistas los alumnos deben dibujar así como los pasos precisos de su trazado.

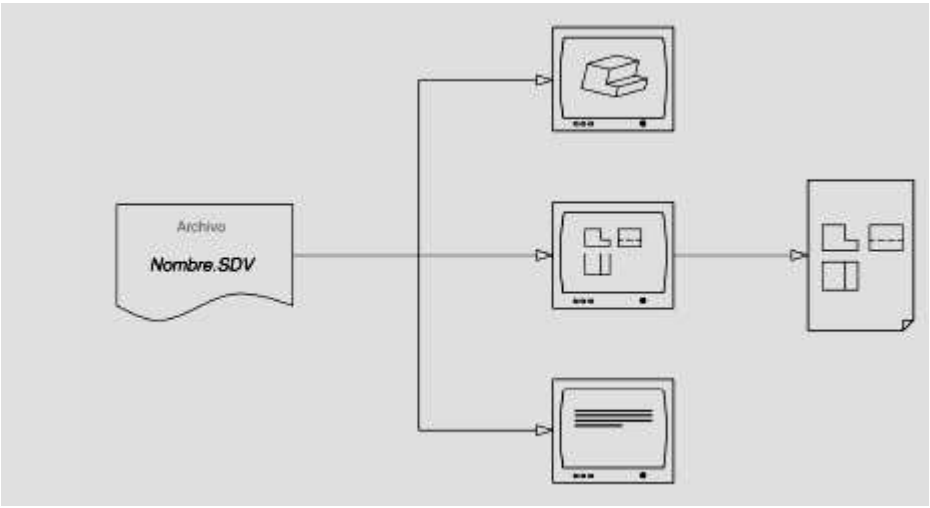


Ilustración 2-62: Diagrama de bloques del presentador de ejercicios PreSDV.

Para visualizar un ejercicio con el programa PreSDV, el alumno o el profesor deben ejecutar el programa o abrir un documento informático en el que se haya insertado éste como un objeto ActiveX. Esto último permite ejecutarlo de forma remota mediante un explorador Web. Los pasos concretos que deben seguirse en la utilización del programa son los siguientes:

- Una vez iniciado el programa o abierto el documento que lo contiene, éste presenta los créditos y un cuadro de diálogo inicial. El usuario debe elegir entre "Abrir un archivo de ejercicio", "Configurar las opciones del programa" o "Finalizar". Más adelante se describe la interfaz de usuario del programa. En cualquier momento durante el uso de PreSDV puede accederse a un archivo de ayuda contextual.

- Si se elige Abrir un archivo de ejercicio, el programa presenta el texto del enunciado y su modelo tridimensional interactivo. Unos botones de la interfaz permiten activar las opciones de toma de "Medidas", visualización de "Cortes" o comenzar a presentar los pasos de la "Solución". La opción de toma de "Medidas" permite que se tomen medidas del modelo, representado en perspectiva. El usuario debe señalar los dos extremos de aristas rectas o circulares para ver sus medidas. La opción de visualización de "Cortes" muestra modelos virtuales tridimensionales de la pieza del ejercicio cortadas. Se admite un máximo de 8 vistas con cortes diferentes. Con las flechas de navegación se alterna entre los modelos con cortes.

- Si se elige presentar la "Solución" del ejercicio, se muestra el primer paso de la resolución propuesta por el profesor. La interfaz del programa muestra el texto explicativo del primer paso de la solución y un gráfico bidimensional animado con las líneas que el alumno debería trazar en el papel. El gráfico animado presenta las líneas tal como se trazarían a mano, es decir, no aparecen de

golpe sino de forma análoga a cómo se trazarían con un útil de dibujo. En cualquier momento y en cualquier paso de la resolución del ejercicio el alumno puede visualizar el enunciado o el modelo tridimensional de la pieza propuesta en el ejercicio. También puede repetirse, a voluntad, la animación del gráfico.

- El resto de los pasos del ejercicio pueden visualizarse empleando los botones de "Paso siguiente/anterior" que permiten pasar, en secuencia, de un paso de la resolución al siguiente o al anterior.

- En el "Último paso de la resolución del ejercicio" se activa el botón de "Imprimir" el gráfico final presentado, con el que puede obtenerse una copia impresa en papel de la solución del ejercicio.

- El botón "Salir" presenta, de nuevo, el cuadro de diálogo inicial del primer paso descrito de la utilización del programa. Será posible, entonces, emprender la resolución de un nuevo ejercicio o abandonar el programa.

Interfaz del sistema

Los programas GenSDV y PreSDV se han dotado de sendas interfaces de usuario pensadas para facilitar su manejo. Puesto que ambos programas se han desarrollado para el Sistema Operativo Microsoft Windows poseen elementos comunes, familiares para la mayoría de los usuarios de dicho sistema. En los apartados siguientes se describen, someramente, ambas interfaces:

- **El programa GenSDV.**

Su interfaz se asemeja a un cuadro de diálogo (ilustración 2-63) que contiene tres casillas de texto, cada una con un botón de búsqueda a su derecha, y dos botones de acción [Generar] y [Final]. Para utilizar el programa debe escribirse, en la casilla de texto correspondiente, el nombre y la ruta en el disco de los archivos de enunciado (RTF), de dibujo (DML) y de modelo tridimensional (DWF); si se ha realizado más de un modelo DWF pueden

escribirse sus nombres separados por comas. También se pueden buscar los archivos en el disco del ordenador pulsando sobre los botones situados a la derecha de las casillas de texto.

Una vez se han indicado los nombres de los archivos iniciales, pulsando en el botón [Generar] comienza el procesamiento de éstos para integrarlos en un único archivo, cuyo nombre se pide antes de grabarlo en la ubicación del disco que se indique. El progreso del proceso de integración de archivos se muestra mediante un indicador y el rótulo "Operación completada con éxito" se ilumina en verde si la operación se completa correctamente.

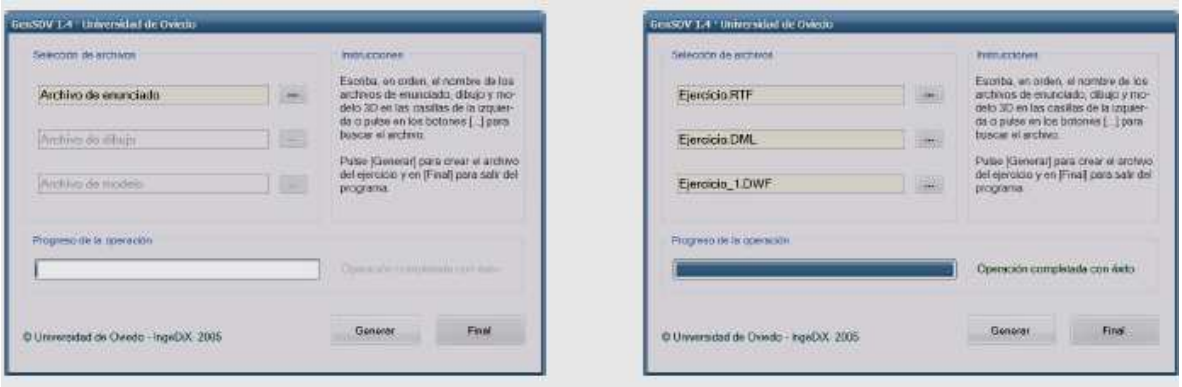


Ilustración 2-63: Interfaz del programa GenSDV: pantalla inicial (izquierda) y pantalla final (derecha).

Después de procesar un grupo de archivos se puede optar por procesar otro siguiendo el mismo proceso descrito o finalizar el uso del programa pulsando el botón [Final].

El programa/componente PreSVD .

La interfaz del programa PreSDV se ha diseñado de forma que presente tres áreas claramente definidas y modulares: el área de presentación de modelos tridimensionales y gráficos bidimensionales, el área de presentación de textos y el área de control. Cada uno de estos elementos se configura de forma adecuada para poner a disposición del usuario la funcionalidad requerida en cada momento.

Además de los elementos citados, el programa presenta un cuadro de diálogo inicial que permite elegir cargar ejercicios, configurar el programa o finalizarlo. En los apartados que siguen se describe la interfaz de Presov.

Descripción general de la interfaz

El cuadro de diálogo inicial de PreSDV 2.0 presenta tres opciones al usuario, nada más iniciar el uso del programa o tras terminar la resolución de un ejercicio (ilustración 2-64). Las opciones son accesibles pulsando en tres botones etiquetados [Ejercicio nuevo], [Configuración] y [Finalizar].



Ilustración 2-64: Cuadro de diálogo inicial del programa PreSDV .

Pantalla de enunciado

La "Pantalla de enunciado" (ilustración 2-65) se presenta inmediatamente después de seleccionar un ejercicio desde el "Cuadro de diálogo inicial". La disposición de la interfaz para todas las funciones del programa es idéntica y comprende una sección de gráficos (parte central principal), una sección de presentación de texto (parte inferior) y una sección de control (parte derecha). Los botones de la sección de control están habilitados o deshabilitados en función de qué opciones del programa son accesibles en cada momento. En la parte inferior de la sección de control se indica el número del paso actual de la solución y el tiempo transcurrido desde el inicio de ésta.

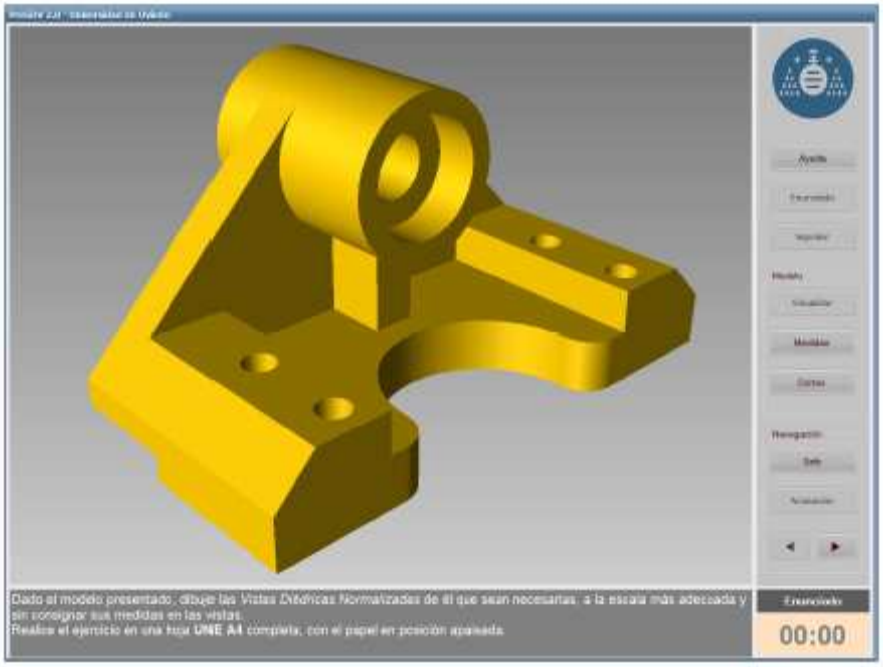


Ilustración 2-65: Pantalla de enunciado de ejercicio.

En concreto, la "Pantalla de enunciado" presenta el modelo tridimensional de la pieza que el alumno debe dibujar, en la sección de gráficos. El texto del enunciado aparece en la sección de presentación de texto. Desde esta pantalla es posible solicitar ayuda contextual, [Ayuda], tomar medidas del modelo [Medidas], ver el modelo cortado (si se han creado modelos con cortes), [Cortes] y abandonar el programa, [Salir]. Para acceder a la solución tutorada del ejercicio propuesta por el profesor debe pulsarse en el botón etiquetado con una flecha que apunta hacia la derecha.

Pantalla de paso de solución

Estas pantallas –existe una para cada paso de la resolución del ejercicio que haya establecido el profesor- presentan, en la sección de gráficos, la ilustración correspondiente al texto explicativo de la etapa actual de resolución del ejercicio. La ilustración se presenta de forma animada, mostrando las líneas y rótulos en la secuencia establecida de resolución. La sección de texto contiene la explicación escrita del paso actual de la solución.

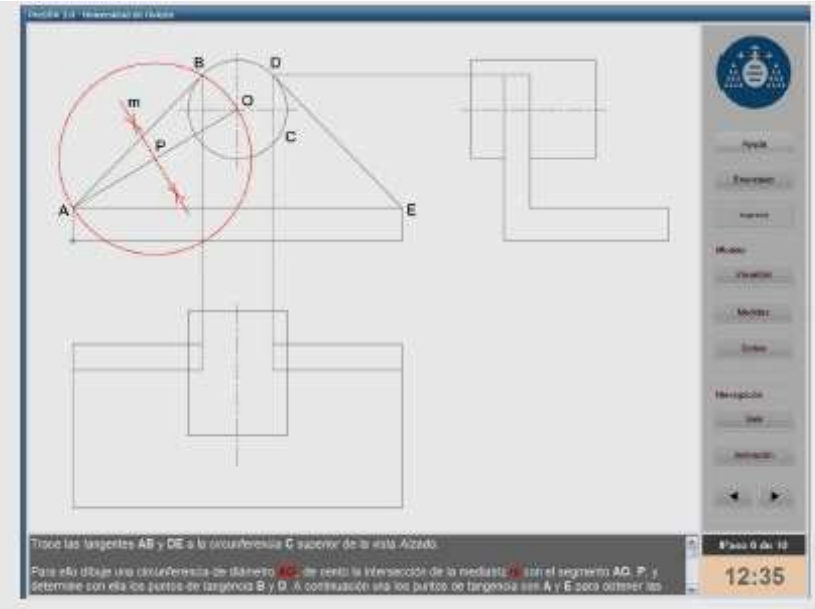


Ilustración 2-66: Pantalla de un paso intermedio de resolución de ejercicio.

Los botones de la sección de control permiten, de arriba abajo, acceder a la ayuda contextual, [Ayuda], ver el texto del enunciado [Enunciado], visualizar el modelo tridimensional, [Visualizar], tomar medidas del modelo [Medidas], ver el modelo cortado (si se han creado modelos con cortes), [Cortes], abandonar el programa, [Salir] y repetir la animación del gráfico, [Animación].

Para acceder al paso siguiente o anterior de la solución del ejercicio debe pulsarse en el botón etiquetado con una flecha que apunta hacia la derecha o la izquierda, respectivamente.

Pantalla de paso de solución / Toma de medidas

En cualquier momento del trabajo con PreSDV debería ser posible tomar medidas del modelo del ejercicio. Para implementar esta característica imprescindible, por otra parte, para sacar el máximo partido de una herramienta de este tipo, el equipo investigador está trabajando en dos enfoques distintos. Por un lado, se emplean dibujos bidimensionales en perspectiva calibrados para que sus medidas sean las deseadas. Con estas imágenes, un módulo de reconocimiento de formas identifica las aristas de la pieza que el usuario señale aproximadamente (ilustración 2-67) o los

cuadrantes de arcos y circunferencias. Con un par de puntos de referencia se identifica si la dimensión considerada es isométrica, en cuyo caso se proporciona su valor. En caso contrario se indica que la dimensión no puede medirse directamente. Esta solución implicaría que el sistema disponga de dibujos en isométrica calibrados, lo que dificulta su utilización, si bien está plenamente operativa.

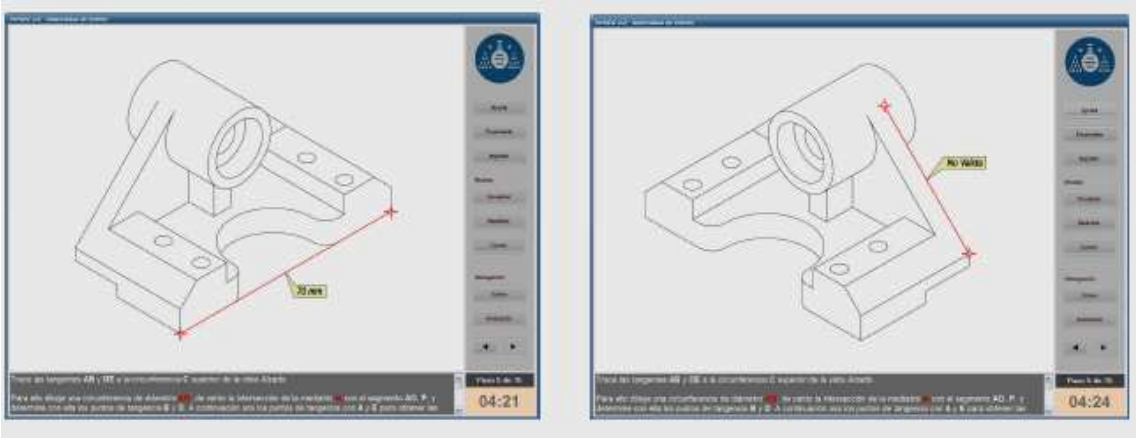


Ilustración 2-67: Pantallas de toma de medidas del modelo en perspectiva isométrica.

Como alternativa al método expuesto, se esta considerando controlar directamente, mediante programación, el componente de software de Autodesk que visualiza los modelos tridimensionales en formato DWF. De esta manera, se pretende establecer puntos de vista predefinidos del modelo e identificar, como en el primer método expuesto, las aristas de la pieza que señale el usuario aproximadamente. Así se determinarán sus dimensiones (isométricas) de acuerdo con la misma técnica empleada en el primer caso, aplicando técnicas de proceso de imágenes a la representación del modelo. Este segundo enfoque presenta como dificultad la no disponibilidad de documentación sobre los métodos y propiedades internas del control OCX de Autodesk.

Pantalla de paso de solución / Cortes

Para facilitar la percepción del modelo, PreSDV permite visualizar cortes de la pieza tridimensional, siempre que el profesor haya creado modelos cortados y los incorpore al crear un ejercicio.

Para visualizar un modelo en corte tan sólo es necesario pulsar sobre el botón [Cortes], en cualquier momento durante los pasos de resolución del ejercicio. Si existe más de un modelo cortado disponible, es posible visualizarlos en secuencia con los botones de navegación, etiquetados con una flecha que apunta hacia la derecha y la izquierda (ilustración 2-68).

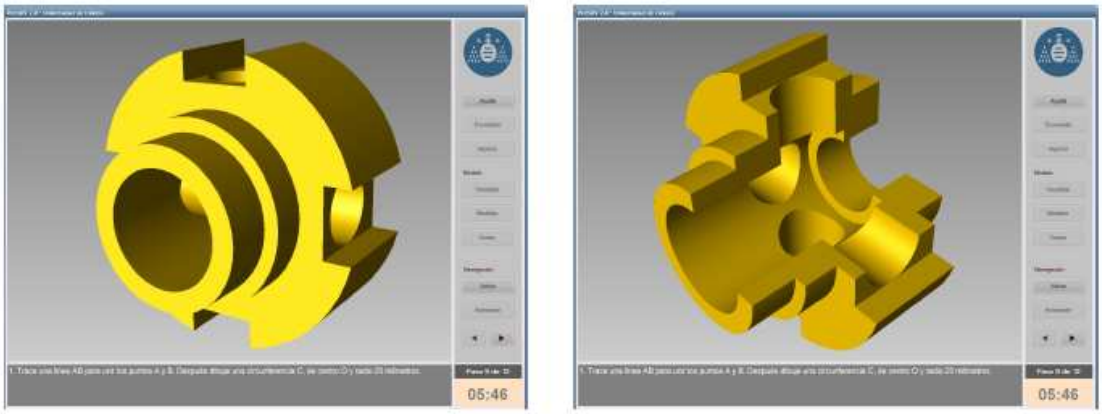


Ilustración 2-68: Pantalla del modelo y del modelo en corte.

Puesto que todos los modelos tridimensionales poseen el mismo formato, es posible visualizarlos desde cualquier punto de vista, representarlos sombreados o con aristas y en modo ortogonal o en perspectiva cónica.

Módulos operativos de PreSDV

Como se ha indicado, el programa PreSDV está estructurado de forma modular en cuanto a la disposición de su interfaz. Estos módulos se denominan: visualizador 3D, módulo de dibujo, módulo de texto y módulo de control. Los siguientes apartados describen la tecnología que subyace en estos módulos:

Módulo visualizador 3D

El módulo de visualización de modelos tridimensionales utiliza un componente de software de la empresa Autodesk que permite visualizar modelos en formato DWF. Este componente está disponible como control OCX para ser utilizado en creación de programas bajo el sistema operativo Windows.

PreSDV incorpora este componente en el módulo de visualización tridimensional (ilustración 2-69).

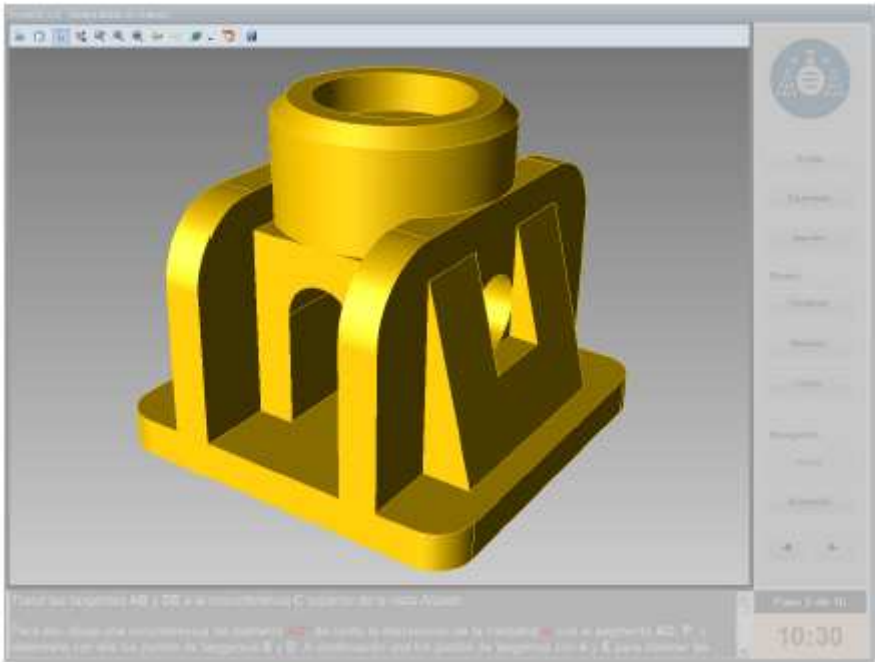


Ilustración 2-69: Vista del módulo visualizador 3D con la barra de opciones (el resto de módulos se han oscurecido).

El manejo del módulo de visualización 3D es sencillo. El usuario puede girar el modelo, acercarlo o alejarlo y desplazarlo paralelamente a la pantalla con el ratón. En la parte superior de la zona de visualización aparece una barra de herramientas que permite controlar sus funciones. También es posible controlar el módulo con las opciones del menú contextual que aparece la utilizar el botón secundario del ratón. Este menú también permite ocultar la barra de herramientas.

Módulo de dibujo

El modulo que presenta dinámicamente dibujos bidimensionales en PreSDV se ha programado desde cero para presentar dibujos vectoriales que aparecen de forma similar a como se dibujarían a mano, con los parámetros que el profesor haya introducido (ilustración 2-70). Es posible determinar, entre otros parámetros, la velocidad de trazado, el color, grosor y tipo de las líneas y las características de los rótulos.

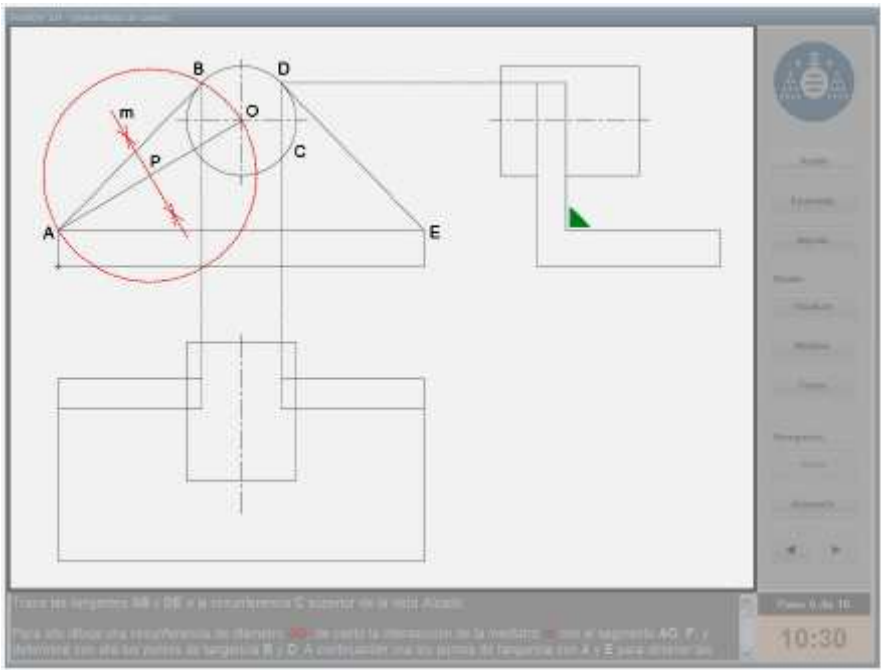


Ilustración 2-70: Vista del módulo de dibujo (el resto de módulos se han oscurecido).

Cada paso del ejercicio se presenta de acuerdo con los parámetros de animación (velocidad) determinados por el profesor. El alumno puede reiniciar la animación de cada paso de la solución pulsando sobre el botón de la interfaz etiquetado con [Animación]. Para resaltar elementos importantes es posible asignar un parámetro de parpadeo a algunas líneas del dibujo.

Módulo de texto

La parte inferior de la interfaz presenta textos con formato (tipo de letra, color y estilo) sincronizados con los dibujos de los pasos de la solución (ilustración 2-71). El módulo puede presentar un máximo de 4 líneas de texto. En caso de que el texto a presentar supere las 4 líneas, el módulo presenta una barra de desplazamiento vertical estándar que permite visualizar las líneas que estén por encima o por debajo de las líneas visualizadas en cada momento.

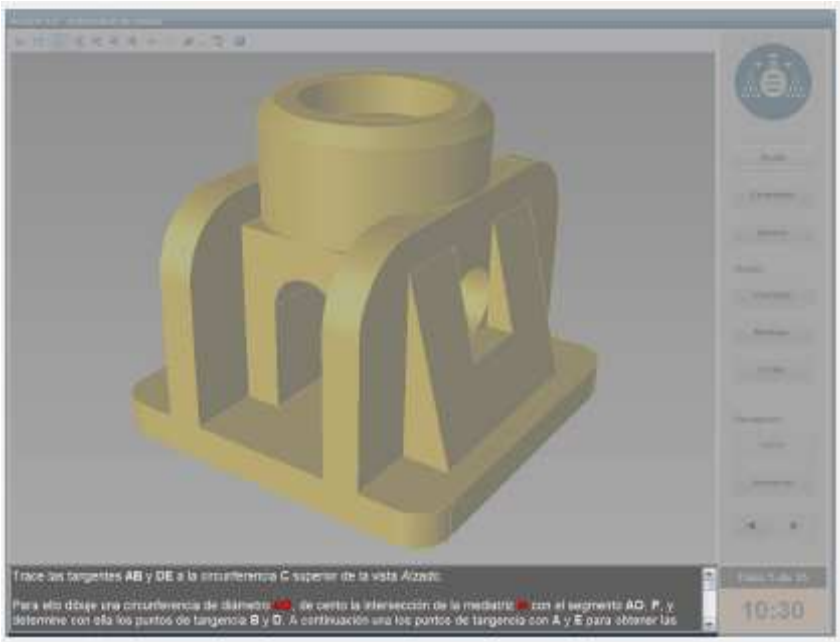


Ilustración 2-71: Vistas del módulo de texto (el resto de los módulos se han oscurecido).

Módulo de control

Este módulo permite controlar el funcionamiento general del PreSDV. Se ha diseñado como un panel lateral, situado a la derecha, con botones virtuales que activan las funciones del programa (ilustración 2-72). Si alguna opción no está disponible en algún momento, el botón correspondiente aparece deshabilitado.

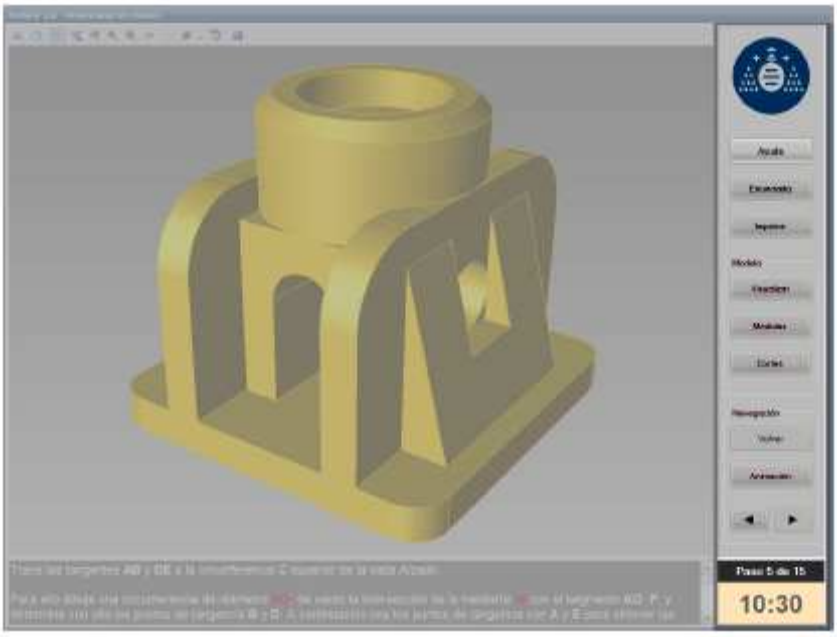


Ilustración 2-72: Vistas del módulo de control (el resto de los módulos se han oscurecido).

Estructuración de datos de ejercicios

Como se ha dicho, PreSDV utiliza varios formatos de archivo para operar, dos de ellos se han desarrollado específicamente para trabajar con el programa (DML y SDV); otros dos han sido desarrollados por terceros y son de dominio público (RTF y DWF). En este apartado se describen algunas de las características de estos formatos y cómo se emplean con PreSDV :

Texto con formato (RTF)

El archivo de texto con formato (Rich Text Format) contiene el enunciado del ejercicio y el texto de los pasos de la resolución que el profesor decida incluir. Para identificar las secciones del texto se emplea el carácter # que encierra las letras EN o un número del 1 al 99 con dos cifras (00, 01, 02,…,99). Así, el código #EN# marca el comienzo del texto del enunciado, que se extiende hasta el código #01#, indicativo del comienzo del primer paso de la resolución del ejercicio. Para crear un archivo adecuado para su uso con PreSDV tan sólo deberá asegurarse que se indique de la manera citada el comienzo del enunciado y de cada uno de los pasos de la solución. Puede

emplearse cualquier editor de textos que sea capaz de guardar el texto en el citado formato y se admiten todos los parámetros que el formato permita, tal como caracteres en negrita, cursivos o colores, entre otros. El archivo final puede guardarse con cualquier nombre y la extensión RTF.

Lenguaje de Marcas de dibujos (DBDML)

El archivo que contiene la información necesaria para generar, de forma dinámica, los dibujos bidimensionales que PreSDV utiliza para ilustrar los pasos de la solución de cada ejercicio contiene texto "plano" (sin formato). El archivo está codificado en el lenguaje de marcas Dinamic Bidimensional Drafting Markup Lenguaje, DBDML. Este lenguaje XML se ha desarrollado por el equipo investigador para describir dibujos bidimensionales que han de presentarse en secuencia animada. No se pretende describir, de forma exhaustiva, el lenguaje DBDML del que se sirve el programa PreSDV, tan sólo se indicarán sus características más importantes, que lo hacen adecuado para esta aplicación. El ejemplo que sigue muestra un fragmento de código DBDML:

```
<?xml version="1.0?>
<dbdml>
    <Motion speed="10">
        <dbdml: Linea
            Color="#FFC6A8"
            Style="Continuous"
            Thickness="5px"
            <Path>
                <MoveTo x="0" y="0"/>
                <LineTo x="100" y="50"/>
            </Path>
        </dbdml: Linea>
    </Motion>
</dbdml>
```

La primera línea del código identifica el lenguaje. El resto del texto codificado se compone, como todo lenguaje XML, de etiquetas que encierran objetos o acciones. Así la pareja de etiquetas <Motion> y </Motion> engloban

los objetos que deben mostrarse en secuencia animada (el parámetro speed="10" indica que la animación ha de durar 10 segundos). La etiqueta <Linea> identifica un segmento de línea recta que, en el ejemplo, tiene asignado el colorRGB #FFC6A8 (hexadecimal), estilo de línea continua y un grosor de 5 píxeles. La línea comenzará a dibujarse en las coordenadas (0,0) de la pantalla y terminará en (100,50); entre ambos puntos se dibujará la línea en 10 segundos. Las etiquetas del lenguaje se han definido en inglés para facilitar su normalización.

Para definir un dibujo, el profesor debe escribir todos los pasos que describen los objetos gráficos que se dibujarán así como sus parámetros gráficos de visualización. Obviamente, para escribir un código sintácticamente correcto el profesor debe conocer todas las etiquetas que componen el lenguaje DBDML, a no ser que disponga de un programa que facilite este trabajo por medio de una interfaz gráfica. El equipo que ha desarrollado esta aplicación trabaja actualmente para escribir un programa que cumpla con ese cometido.

Modelos tridimensionales (DWF)

Los modelos tridimensionales interactivos que utiliza PreSDV deben adoptar el formato DWF de la empresa Autodesk. Este es un formato vectorial que comprime los datos que describen el modelo tridimensional en un archivo pequeño, apto para su utilización en una red informática de escaso ancho de banda. En la actualidad el formato DWF está libre del pago de derechos por su utilización, si bien no es un formato de dominio público. PreSDV lo utiliza debido a que resulta sencillo integrar un visualizador de modelos en formato DWF en el programa. La ilustración 2-73 ilustra algunos de los modos de visualización que permite el componente de software (OCX) y el programa independiente de visualización de archivos DWF Viewer de Autodesk.

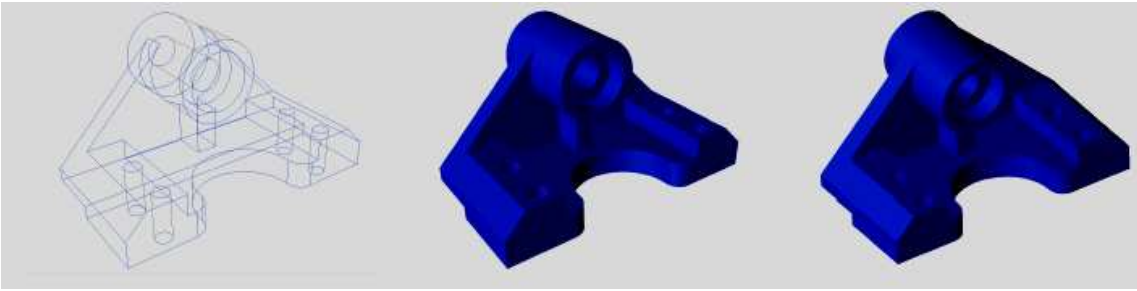


Ilustración 2-73: Piezas en formato DWF (alambre, sólido, sin perspectiva).

Archivos de ejercicios (SDV)

Como se ha dicho, los archivos independientes que contienen el texto de los ejercicios, la definición de los dibujos bidimensionales y los modelos tridimensionales, se integran en un archivo final único de ejercicio. Este archivo se genera mediante el programa GenSDV y comprime, en un formato desarrollado por el equipo investigador, todos los datos necesarios para que PreSDV presente los ejercicios.

Conclusiones y líneas futuras

El sistema SDV pretende constituirse en una mejora de la enseñanza tradicional de la Expresión Gráfica, en su faceta del dibujo manual de vistas normalizadas, sistemas de representación y geometría del espacio. Como sistema de apoyo a la docencia, el programa PreSDV puede ser utilizado por el profesor para complementar el material didáctico en las clases de prácticas, sustituyendo ventajosamente los modelos dibujados en perspectiva por modelos virtuales tridimensionales interactivos. En su faceta de uso como sistema tutorial por parte de los alumnos, PreSDV permite que éstos complementen el uso de las colecciones impresas de ejercicios con un sistema interactivo basado en modelos tridimensionales virtuales y dibujos dinámicos.

Como punto débil, en su fase actual de desarrollo, el sistema presenta la obligación de conocer el lenguaje de marcas DBDML para crear los archivos de descripción de dibujos bidimensionales.

Como se ha adelantado, el equipo investigador trabaja en la actualidad en el desarrollo de un programa que automatice el proceso, empleando una interfaz gráfica sencilla de utilizar. Hasta que dicha herramienta sea una realidad, se ha dotado al sistema de una biblioteca de piezas, de dificultad progresiva, aptas para resolver la mayoría de las tareas docentes que puedan plantearse en el ámbito de aplicación del sistema.

Como línea futura de trabajo, se pretende aplicar el sistema a la resolución de problemas de Sistemas de Representación, en concreto del Sistema Diédrico y del de Planos Acotados. Para ello será necesario establecer una pauta que normalice los modelos tridimensionales, en cuanto a convenciones visuales y nomenclatura, de forma que éstos sean útiles en la comprensión y resolución de este tipo de ejercicios.

Finalmente, sería deseable desligarse de los archivos de modelos tridimensionales en formato DWF que, pese a ser de libre distribución en la actualidad, pueden constituir un problema en el futuro si la empresa Autodesk decide dejar de dar soporte al formato o cobrar derechos por su utilización.

2.3.3 Material de apoyo a la docencia tradicional

En esta sección se ilustran iniciativas que buscan complementar la docencia tradicional, necesitándose para su aprovechamiento la instrucción de un profesor, al igual que en las referencias que se recogen en el primer punto de la clasificación de 2.2.2. En la línea de 2.3, se comentarán solamente trabajos relacionados de una u otra forma con la Geometría Descriptiva y el paso de 2D a 3D.

En las secciones anteriores, los trabajos detallados posibilitan al alumno aprender por sí solo. Evidentemente no pretenden sustituir la figura del profesor, sino ser una fuente más de conocimiento y de enseñanza, al igual que los libros de texto o las propias clases magistrales.

Resulta interesante ver cómo aprovechar recursos que, no estando diseñados para la docencia, pueden ser de gran utilidad en una clase magistral. En esta sección se ven dos formas de hacerlo.

En el primer apartado de la sección, se aprovecha el conocimiento por parte de los alumnos de una determinada herramienta CAD para utilizarlo en la docencia de la asignatura de Expresión Gráfica. Esta herramienta no está diseñada para enseñar Geometría Descriptiva, sino para modelar y dibujar. Sin embargo, como se verá más adelante, puede ayudar enormemente a la comprensión de la materia.

En el segundo apartado se plantea un modo de fabricar maquetas virtuales, las cuales pueden ayudar a aumentar la agudeza de la visión espacial del alumno. También permiten al profesor a obtener multitud de imágenes cuya reproducción en una pizarra sería demasiado tediosa, en muchos casos imposibles de obtener.

2.3.3.1 Aplicación de software CAD en la enseñanza de Geometría del Espacio

En este apartado se destacan las posibilidades en la enseñanza de la geometría del espacio mediante la herramienta de CAD llamada Solidworks. Dicha materia forma parte de la asignatura Expresión Gráfica y DAO en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona, de la Universidad Politécnica de Cataluña. [81]

Se subrayan ventajas de la utilización una herramienta de CAD respecto a la enseñanza tradicional. Uno de los aspectos más importantes reside en la manipulación directa de los elementos principales de la geometría del espacio que realiza el estudiante, de forma que puede interactuar con ellos, asignar relaciones (perpendicularidad, tangencia, paralelismo, etc.) y resolver problemas.

La práctica de la asignatura revela que la capacidad para percibir correctamente el espacio requiere de cierto entrenamiento por parte del estudiante. Aunque la capacidad de razonamiento espacial varía en función del

alumno, este sistema facilita su desarrollo gracias la manipulación geométrica de los elementos. Por otra parte, la resolución de problemas permite al estudiante practicar con los conceptos teóricos de la materia (Poliedros, etc.).

La herramienta utilizada (Solidworks) es la misma que la usada en los contenidos de normalización del dibujo industrial. La ventaja radica en que el estudiante ya ha asimilado el funcionamiento básico de la herramienta y le es posible centrarse directamente en los conceptos de geometría.

Mientras que el objetivo de la geometría en general radica en el estudio de las formas geométricas y en particular de su extensión, la geometría del espacio se ocupa principalmente de la parte relativa a las figuras situadas en cualquier posición del espacio.

Conceptos teóricos

El corpus teórico imprescindible para el aprendizaje de la asignatura se basa en la definición de los conceptos fundamentales de la materia, en el estudio de las posiciones relativas de estos actores de la geometría, las mediciones lineales y angulares de estos objetos, y la generación de superficies El estudiante emprende la materia con el estudio de las posiciones relativas entre las formas geométricas fundamentales: punto, recta y plano:

a) Posiciones relativas de recta y plano (la recta está en el plano, la recta y el plano se cortan, la recta y el plano son paralelos).

b) Posiciones relativas de 2 planos (se cortan o son paralelos).

c) Posiciones relativas de 2 rectas (se cortan, son paralelas o se cruzan).

En este punto el estudiante es capaz de comprobar y asignar relaciones entre los elementos (perpendicularidad, tangencia, paralelismo, etc.) (ilustración 2-74).

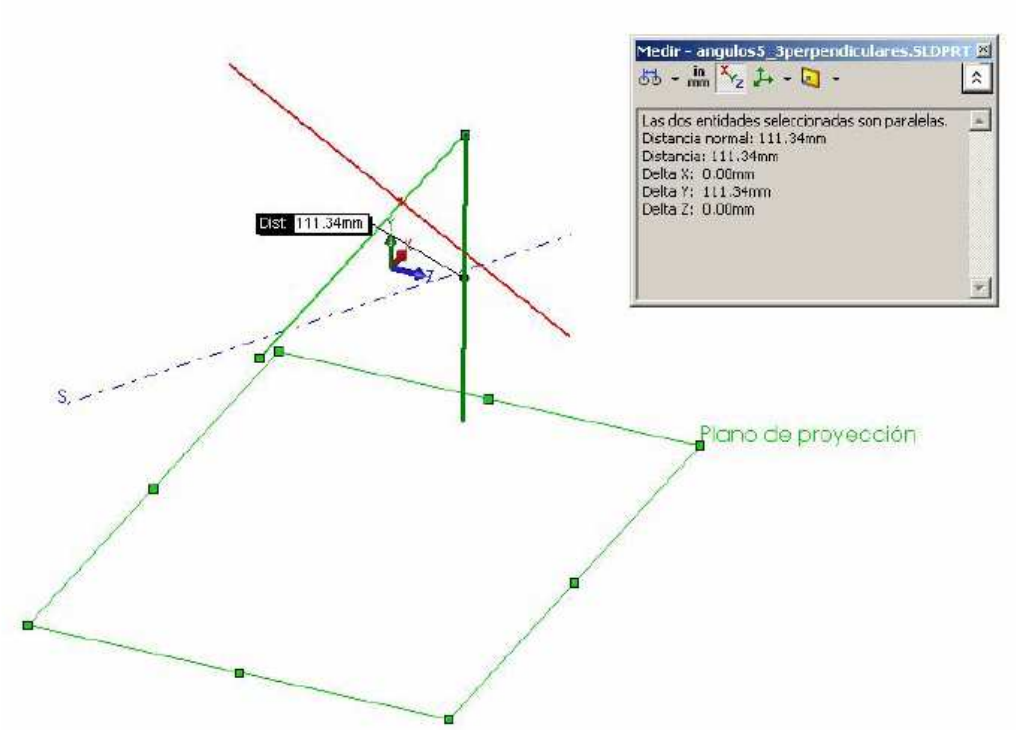


Ilustración 2-74: Asignación de relaciones geométricas.

Seguidamente se estudian las distancias entre elementos geométricos básicos: entre puntos, de punto a recta, de punto a plano, de recta a plano, entre rectas (paralelas o se cruzan) y entre planos (paralelos).

Finalmente se tratan los ángulos que se forman entre rectas, entre planos, entre recta y plano. En este punto, por ejemplo, se comprueba el cálculo entre recta y plano mediante la proyección de la recta sobre el plano. Dicha proyección se realiza con la utilidad "convertir entidades" del programa.

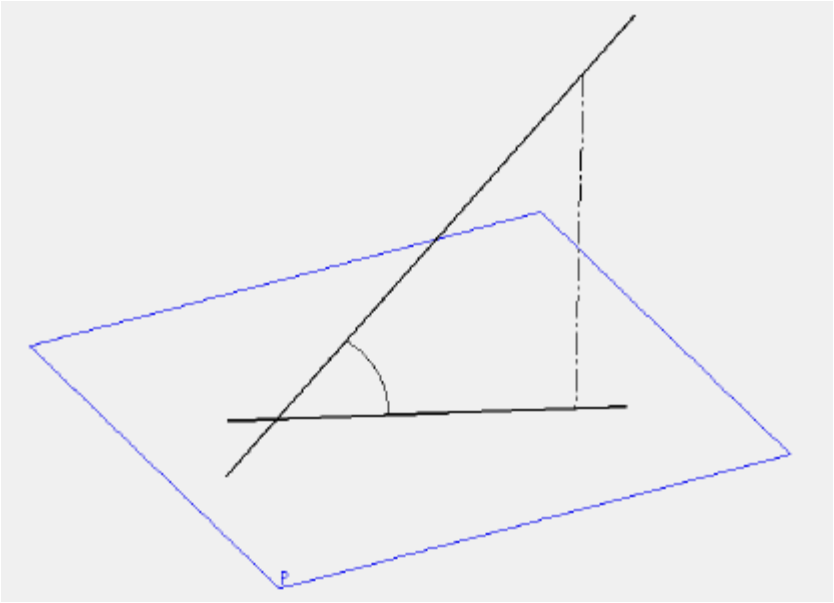


Ilustración 2-75: Cálculo entre recta y plano mediante proyección.

Resolución de problemas

Después de haber trabajado con los conceptos teóricos, el estudiante está preparado para enfrentarse a nuevas situaciones. La resolución de problemas permite al estudiante practicar con los conceptos teóricos de la materia de una forma dinámica, adaptándose a cada circunstancia según las necesidades.

En los problemas iniciales se proporciona al estudiante elementos geométricos posicionados en el espacio. A continuación se aporta información adicional para que completen el escenario. Más adelante, la dificultad de los problemas crece y es el estudiante el que construye por completo el escenario con la información suministrada.

Uno de los ejercicios más utilizados es el de construcción de poliedros. Se proporcionan datos relativos a magnitudes de segmentos, ángulos entre segmentos y la relación con los planos predeterminados.

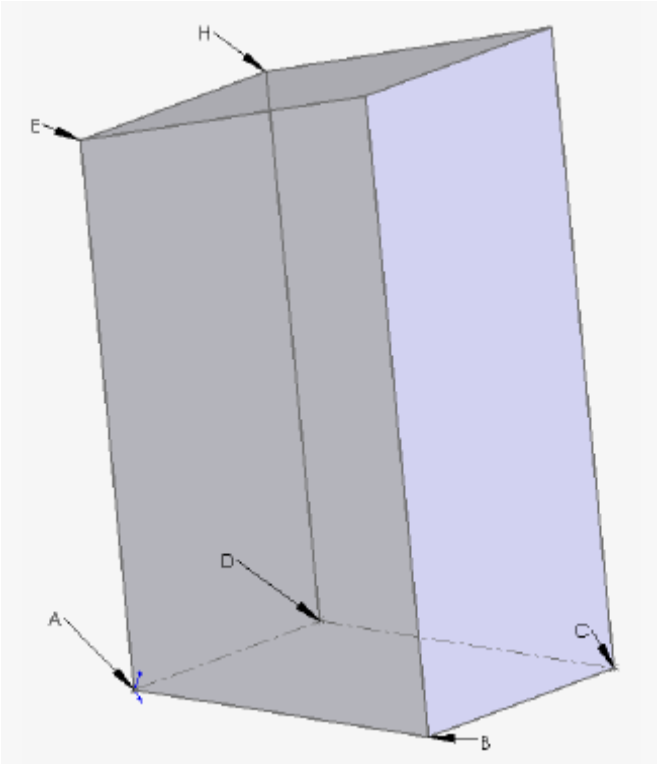


Ilustración 2-76: Ejemplo de ejercicio de construcción de poliedros.

El estudiante debe construir el poliedro con los datos aportados indicando los vértices para facilitar la corrección por parte del profesor. La herramienta Solidworks facilita la edición de croquis 3D que nos permite asignar relaciones a los segmentos con total libertad de movimientos. En algunos casos también se solicita al estudiante que construya el sólido del modelo. La información que se proporciona al estudiante implica los contenidos teóricos tratados y los problemas van incrementando en dificultad a medida que avanza la asignatura.

Manipulación directa e interacción

La práctica de la asignatura revela que la capacidad para percibir correctamente el espacio requiere de cierto entrenamiento por parte del estudiante. Aunque la capacidad de razonamiento espacial varía en función del alumno, este sistema se facilita su desarrollo gracias la manipulación geométrica de los elementos. El estudiante interactúa con los elementos, cambia el punto de vista constantemente, realiza rotaciones, etc. Este hecho

posibilita una asimilación mucho más rápida de los conceptos teóricos y favorece que el aprendizaje se prolongue en el tiempo.

Solidworks dispone de herramientas para la medición de distancias, magnitudes, creación de planos, ejes, y por otra parte nos permite controlar las relaciones geométricas que se establecen entre los elementos. Algunos de los conceptos pueden ser complejos para estudiantes con poca capacidad de razonamiento espacial y el uso de la herramienta nos permite cambiar de perspectiva y apoyarnos en otros puntos de vista. Aunque actúan de forma complementaria, el estudio mediante gráficos impresos tiene ciertas limitaciones respecto al trabajo en tres dimensiones con una herramienta de CAD.

El estudio de la geometría algunas veces puede conducir al estudiante a memorizar los conceptos de una forma mecánica. Este sistema colisiona directamente con la memorización ya que es necesaria la interacción y la comprensión para la resolución de problemas. El estudiante cuando realiza un ejercicio forzosamente debe contrastar los teoremas y conceptos expuestos en la parte teórica. Se trata de alejarse del estudio de la teoría de forma tradicional e interactuar directamente con los actores principales de la materia.

Por ejemplo, en la búsqueda de la intersección entre planos. En la ilustración 2-77 se muestra como se encuentra el punto de intersección entre 3 planos mediante la creación de ejes de intersección plano a plano.

En este caso la construcción de los planos, la búsqueda de las intersecciones y finalmente la resolución del problema, posibilita al estudiante practicar con posiciones relativas, asignar relaciones geométricas y resolver el escenario propuesto.

En este tipo de ejercicios se suele usar una estructura secuencial para facilitar la resolución del problema. Es decir, el estudiante sigue el orden de las restricciones e información geométrica aportada paso a paso y cuando llega al último punto resuelve por completo el problema.

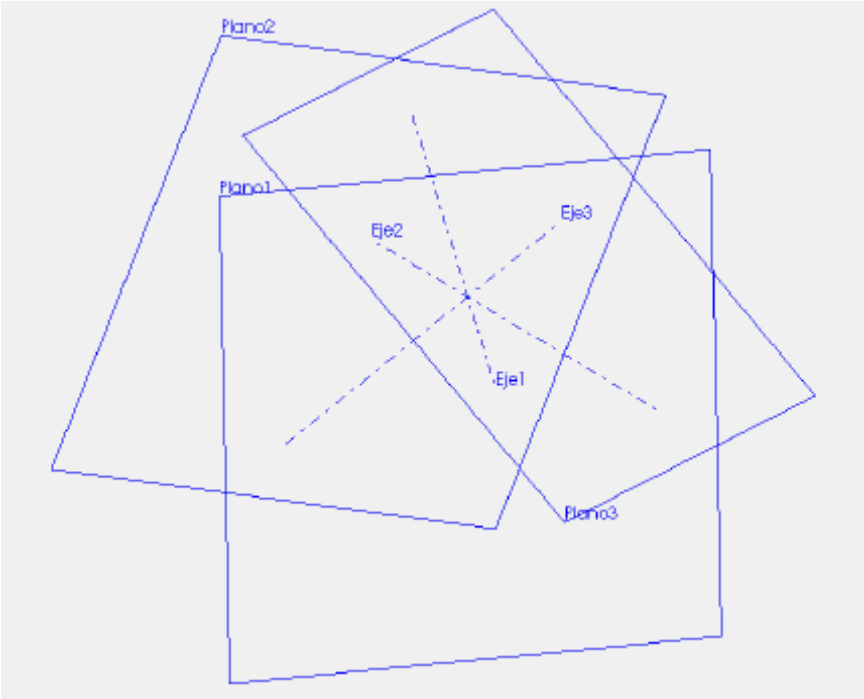


Ilustración 2-77: Intersección entre 3 planos.

Solidworks

Solidworks presenta una interfaz amigable y de fácil aprendizaje, que facilita a los profesores el trabajo docente. El empleo de esta herramienta profesional supone muchas ventajas. De entrada, el esfuerzo en la realización de materiales queda reducido. El coste de producir materiales docentes es muy alto si además se tiene en cuenta la velocidad con que pierden actualidad. Una opción alternativa es el empleo de simuladores pero el coste es aún más elevado.

En cambio, con el uso de Solidworks no se invierte tanto esfuerzo en la producción de materiales didácticos, puesto que accedemos al soporte propio de la empresa fabricante del software (ayuda, tutoriales, ejemplos, etc.), y se incrementa la dedicación docente de los profesores.

Otra ventaja del empleo de Solidworks es que se trata de una solución profesional. Esto posibilita el trabajo con proyectos reales y acerca al alumno al mercado de trabajo.

Conclusiones

El uso de aplicaciones TIC favorece la adquisición y retención de conocimientos por parte de los alumnos. Tal y como se ha tratado en este apartado, el uso de esta herramienta de CAD en la enseñanza de la geometría del espacio supone unas ventajas significativas respecto a la enseñanza tradicional:

- Se consigue una manipulación directa de los elementos geométricos.
- Permite validar y practicar los conceptos teóricos.
- Admite abordar los problemas desde diferentes perspectivas.
- Aprendizaje de una herramienta de diseño profesional.
- Permite el estudio de casos reales de diseño.
- Reduce el coste de la producción de materiales docentes.

Esta iniciativa es una aproximación de la experiencia docente llevada a cabo en la EUETIB en el cuatrimestre de otoño del curso 05-06, trabajo que se esta continuando actualmente mejorando algunos aspectos de funcionamiento.

2.3.3.2 Empleo de maquetas virtuales 3D

El estudio de las asignaturas del Área de Expresión Grafica lleva necesariamente aparejado el análisis y la resolución material de problemas que se le plantean al alumno durante las clases. Sabida es la dificultad que suele tener el alumno tanto para percibir las características del problema que se le plantea como para de arbitrar un procedimiento para su resolución.

Tradicionalmente se han usado maquetas, con las que se materializa el problema, desde las que el alumno ha podido reflexionar de una manera "más palpable" sobre el problema que se le proponía. Este instrumento, que ayuda al estudio de estos temas, presenta también sus limitaciones.

Por un lado la construcción de las maquetas consume una cantidad de tiempo apreciable y además hay que estar haciendo constantemente una reposición de ellas por su natural deterioro con el uso.

Por otro lado la utilidad de su uso solo afecta al alumno que la tiene en sus cercanías por lo que se necesitan muchas copias de la maqueta para abastecer al numeroso grupo de alumnos que tiene cada clase.

Una alternativa a estas maquetas materiales es la confección de maquetas virtuales o modelos 3D diseñados con ordenador. Un equipo formado por componentes de los departamentos de Expresión Gráfica y Matemática Aplicada, de las E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de Arquitectura respectivamente, de la Universidad de Granada, ha desarrollado un método para elaborar estas maquetas virtuales. [84]

Mediante un algoritmo matemático generador y su posterior implementación por ordenador se puede hacer una presentación de la solución de cualquier problema creando un modelo 3D dinámico. La proyección en pantalla durante la clase, o bien facilitando a cada alumno una copia del programa que desarrolla el modelo dinámico se solventan los problemas de accesibilidad al instrumento docente por parte de los alumnos.

Por otro lado este proceso de elaboración de maquetas 3D también es de suma utilidad para el profesor ya que le permite elaborar con mucha facilidad material docente para sus clases y exámenes. El programa a partir del que se elaboran las maquetas permite, con distintos valores de los parámetros de moldeo, ensayar diversas soluciones hasta lograr una que resulte satisfactoria a los deseos del usuario y que quede circunscrita a los límites del formato de papel en el que se trabaja.

Diseño de maquetas poliédricas

Los poliedros están formados por una serie de caras que son polígonos, por tanto su diseño pasa por la creación de algoritmos que generen las aristas y caras que lo forman cada una de las caras.

Diseño de aristas

Si se pretende diseñar una línea recta que pase por dos puntos P0 y P1 (ilustración 2-78)

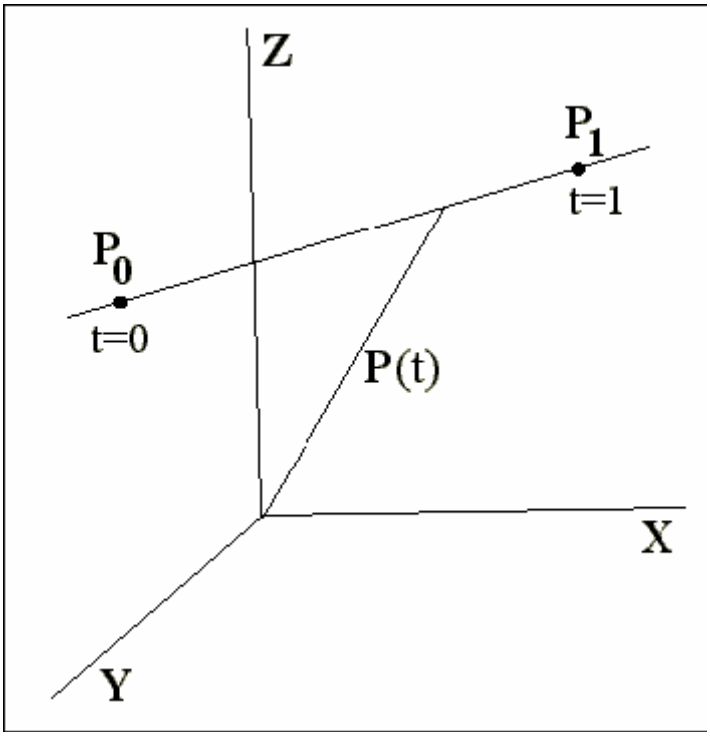


Ilustración 2-78: Curva que pasa por dos puntos dados.

Su ecuación vectorial se puede expresar como:

$$\mathbf{P}(t) = f_0(t)\ \mathbf{P}_0 + f_1(t)\ \mathbf{P}_1 \qquad (1)$$

donde P0 y P1 y son los vectores de posición de los puntos de paso y f0(t) y f1(t) dos funciones que tienen que verificar:

$$f_0(0)=1; \qquad f_0(1)=0; \qquad f_1(0)=0; \qquad f_1(1)=0 \qquad (2)$$

para que la recta diseñada pase por P0 y P1.

Estas funciones son polinomios de Lagrange que calculados serían:

$$f_0(t)=(1-t); \qquad f_1(t)=t \qquad (3)$$

Llevando estos valores a (1) quedaría, que la ecuación de la recta, sería:

$$\mathbf{P}(t) = (1-t)\ \mathbf{P}_0 + t\ \mathbf{P}_1 \qquad (4)$$

que, en efecto, pasa por los puntos P0 y P1 como se pretendía.

La expresión (4) puede ponerse en forma matricial como:

$$\mathbf{P}(t) = (\mathbf{P}_0 \quad \mathbf{P}_1) \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ 1 \end{pmatrix} \qquad (5)$$

Diseño de caras

Si se efectúa el producto tensorial de la expresión (5) por sí misma se llegaría a:

$$\mathbf{P}(t,u) = (t \quad 1)^T \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \mathbf{P}_{00} & \mathbf{P}_{01} \\ \mathbf{P}_{10} & \mathbf{P}_{11} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ 1 \end{pmatrix} \qquad (6)$$

Que es la ecuación vectorial (puesta en forma matricial) de la superficie (ilustración 2-79) que pasa por los puntos P00, P01 , P10 y P11 .

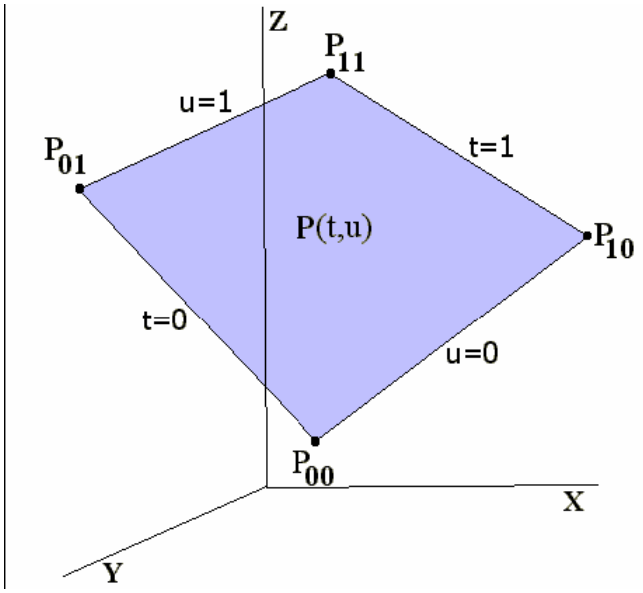


Ilustración 2-79: Superficie poligonal que pasa por cuatro puntos dados.

En efecto, se cumple que:

$$\mathbf{P}\left(t_i,u_j\right)=\mathbf{P}_{ij} \qquad \forall i=\{0,1\}, \qquad \forall j=\{0,1\} \qquad siendo \qquad \begin{cases} t_i=i \\ t_j=j \end{cases} \qquad (7)$$

Luego la superficie P(t,u) pasa por los cuatros puntos P00, P01 , P10 y P11. Si en la expresión (6) se hacen las operaciones allí expresadas y se desglosa en sus componentes los vectores que en ella aparecen, se llega a las ecuaciones paramétricas de la superficie (cuadrilátero plano o alabeado) que pasa por la red de cuatro puntos dados P00, P01 , P10 y P11.

$$\left.\begin{aligned} x &= acx00+bcx10+adx01+bdx11 \\ y &= acy00+bcy10+ady01+bdy11 \\ z &= acz00+bcz10+adz01+bdz11 \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Donde:

$$a=t-1; \qquad b=t; \qquad c=-u+1; \qquad d=u \qquad (9)$$

y los vectores que aparecían se han desglosado en sus componentes según:

$$\left.\begin{aligned} &\mathbf{P}(t,u)=(x,y,z); \\ &\mathbf{P}_{00}=(x00,y00,z00); \\ &\mathbf{P}_{01}=(x01,y01,z01); \\ &\mathbf{P}_{10}=(x10,y10,z10); \\ &\mathbf{P}_{11}=(x11,y11,z11) \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

Tipología de superficies que responden a esta formulación

Si en la superficie a diseñar los cuatro puntos P00, P01, P10 y P11 no son coplanarios la superficie que se obtiene es el cuadrilátero alabeado. Si los puntos son coplanarios se obtiene el cuadrilátero plano que los tiene por vértices. Si en la expresión (6) se contrae un borde del cuadrilátero, por ejemplo, el correspondiente a u=1 o lo que es lo mismo el punto P01= P11, entonces, la expresión (6) quedaría como sigue:

$$\mathbf{P}(t,u) = \begin{pmatrix} t & 1 \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \mathbf{P}_{00} & \mathbf{P}_{01} \\ \mathbf{P}_{10} & \mathbf{P}_{11} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ 1 \end{pmatrix} \qquad (11)$$

que es la ecuación de la superficie triangular (ilustración 2-80) que tiene los puntos P00, P10 y P11 por vértices ya que se cumple:

$$\mathbf{P}(0,0)=\mathbf{P}_{00;} \qquad \mathbf{P}(1,0)=\mathbf{P}_{10}\ ; \quad \mathbf{P}(1,1)=\mathbf{P}_{11}$$

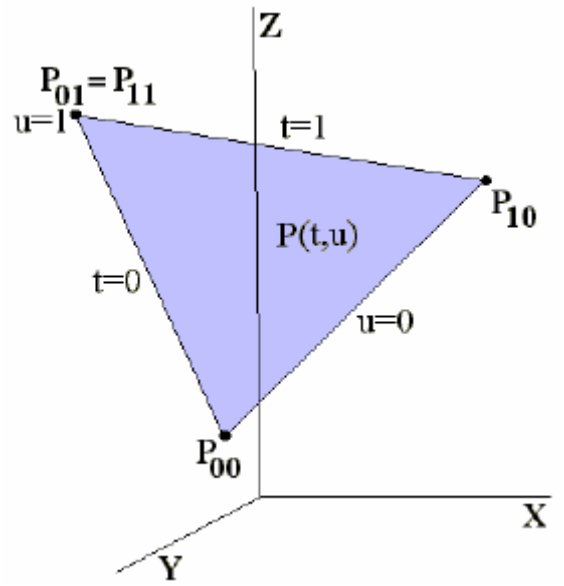


Ilustración 2-80: Superficie triangular que pasa por tres puntos dados.

Por tanto estas tres superficies: cuadrilátero plano, cuadrilátero alabeado y triángulo son casos particulares de estas superficies que responden a una formulación del tipo de la obtenida en (6).

Implementación del algoritmo

El proceso para diseñar este tipo de superficies responde a un organigrama como el que aparece en la ilustración 2-81, en el que partiendo de las funciones previas (a, b, c, d) y de las coordenadas cartesianas de los puntos vértices de la superficie a diseñar, se obtienen las ecuaciones de la superficie (su definición analítica) y su dibujo (definición formal en modelo 3D).

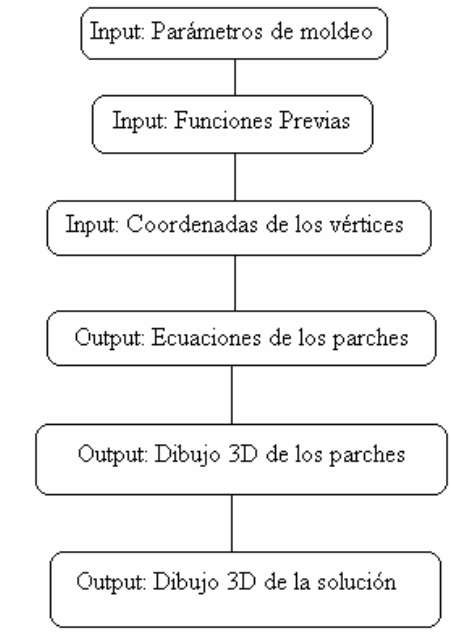


Ilustración 2-81: Organigrama para la generación de superficies poliédricas.

Ejemplos de diseño de maquetas poliédricas

Si se emplea el algoritmo expuesto en los anteriores apartados se puede definir a través de él, cualquier poliedro y hacer con ellos operaciones de sección e intersección como los ejemplos que se verán a continuación. En la ilustración 2-82 se muestra la perspectiva de la intersección de dos tetraedros regulares concéntricos e invertidos uno con respecto al otro.

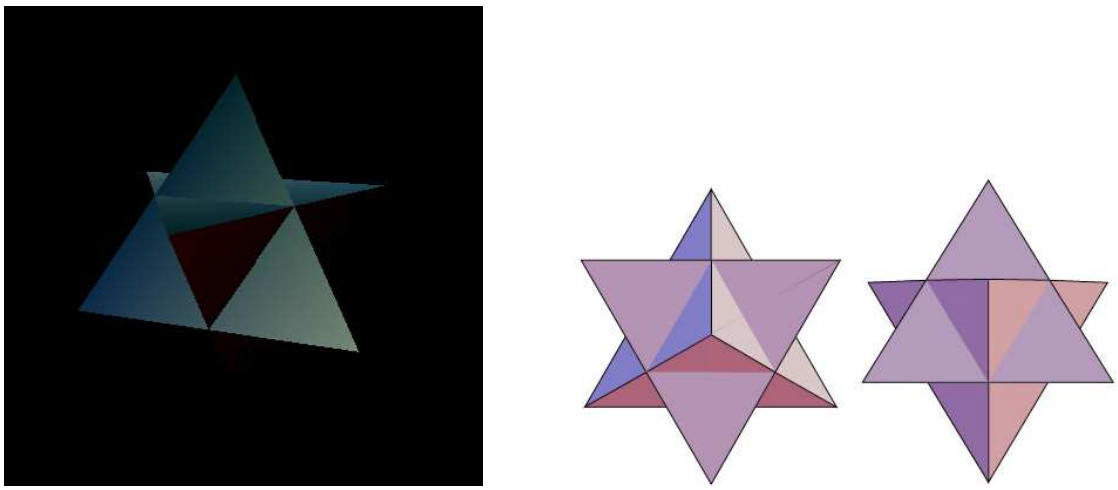


Ilustración 2-82: Intersección de tetraedros (izquierda); planta y alzado del problema (derecha).

En la ilustración siguiente (ilustración 2-83) se presenta la intersección de un prisma triangular con una pirámide triangular, ambas con bases en el plano horizontal, en la que hay una intersección tipo atravesamiento donde una de las poligonales que forman la intersección de los cuerpos es plana y la otra alabeada.

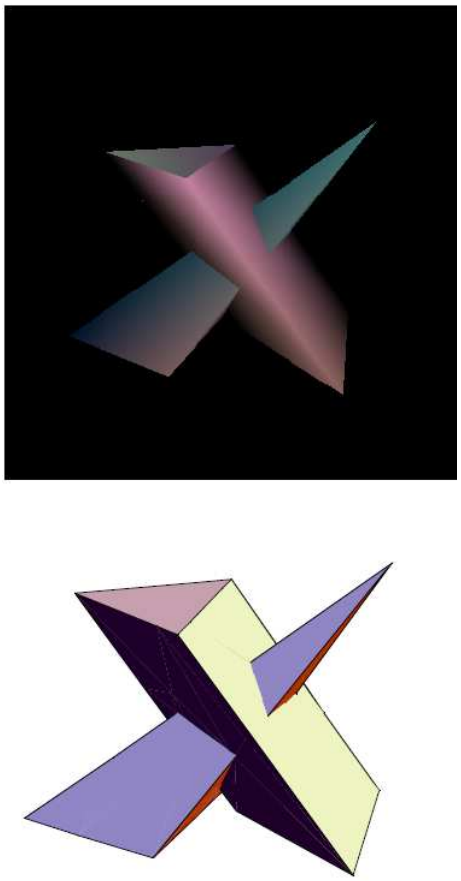


Ilustración 2-83: Perspectiva de intersección de pirámide y prisma.

Ejemplos de diseño de maquetas de cuerpos curvos

Los cuerpos curvos necesitan de su definición analítica, cuya obtención es distinta para cada caso, siendo este proceso conocido por el alumno ya que es analizado en las asignaturas de matemáticas.

Si se pretende determinar la intersección de dos conos de bases circulares y coplanarias como los reflejados en la ilustración 2-84, se tendría que la

solución, tipo atravesamiento, de la intersección de ambas superficies tiene una perspectiva de la ilustración 2-84.

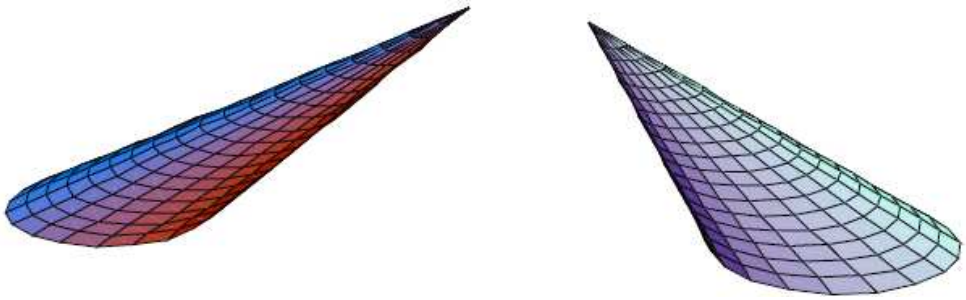


Ilustración 2-84: Superfucies a intersectar.

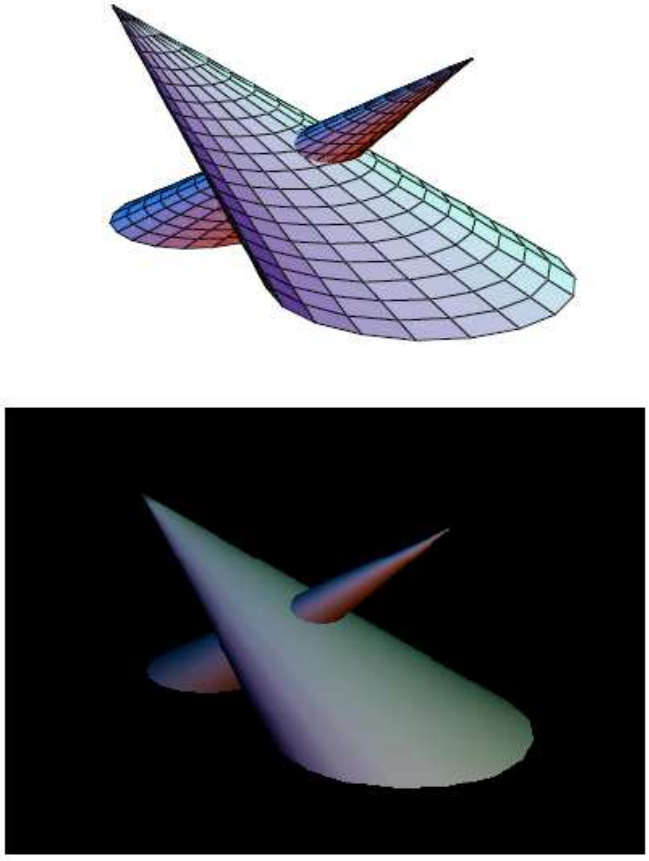


Ilustración 2-85: Perspectiva de la intersección de los cuerpos.

Un caso mixto de intersección de superficie curva (un toro) y una superficie poliédrica (una pirámide) se ha resuelto según el proceso secuenciado en las ilustraciones 2-86 y 2-87.

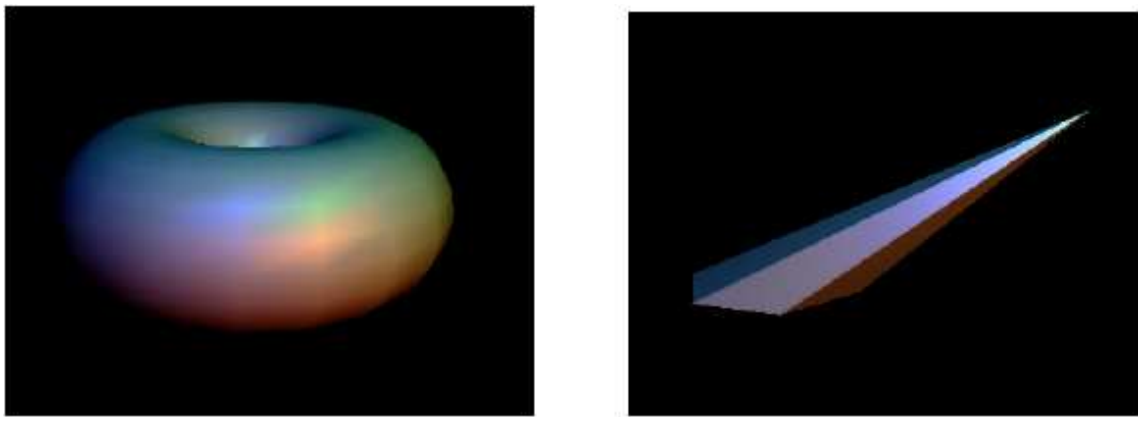


Ilustración 2-86: Perspectiva de los cuerpos a intersectar.

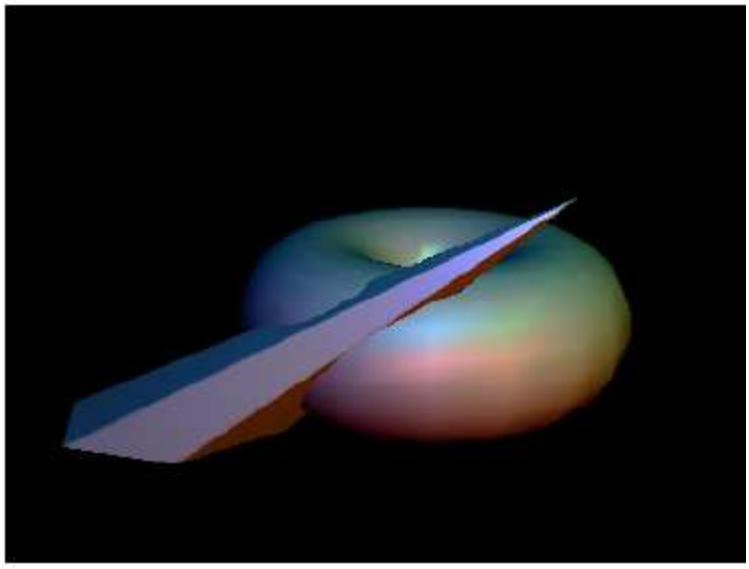


Ilustración 2-87: Perspectiva de la intersección de los dos cuerpos.

Conclusiones

La metodología que se ha expuesto genera maquetas virtuales 3D de cualquier tipo de formas permitiendo además la exposición dinámica de estas mediante la animación correspondiente. Permite por tanto la observación y

análisis de estas desde cualquier punto de vista. Como se puede apreciar en las imágenes se pueden ofrecer distintas calidades de imagen, texturas e iluminaciones en la presentación de las maquetas.

Cuando los cuerpos son de tipo poliédrico se hace necesario su definición analítica según el algoritmo recogido en las líneas anteriores, y en los demás casos esta es conocida o se puede obtener según mediante los postulados de la geometría analítica clásica.

Las limitaciones que impone una presentación impresa en papel, como impone la escritura de este Proyecto Fin de Carrera, dificultan la visión de la funcionalidad que presenta esta maqueta virtual dinámica frente a otro tipo de presentaciones.

La metodología expuesta es un medio muy eficaz para el profesor en aras de diseñar exposiciones sobre las materias objeto de las asignaturas de Expresión Gráfica. También le resulta muy útil para diseñar problemas paras las clases prácticas y exámenes ya que, una vez diseñado un programa, con la mera variación de los datos concretos se tendrán múltiples casos particulares. La observación de la maqueta permitirá analizar múltiples soluciones en pocos minutos e incluso ver si estas entran dentro de los límites del formato de dibujo que se quiera usar.

Al ser proyectables en pantalla y susceptibles de copiarse en medios baratos resultan estas maquetas virtuales dinámicas mucho más operativas y económicas que las maquetas clásicas.

Capítulo 3: Metodología propuesta

3.1 Introducción

A partir de este capítulo se desarrolla la segunda parte de este Proyecto Fin de Carrera, que reside en la aportación de una aplicación multimedia propia para el apoyo a la docencia de Expresión Gráfica. Concretamente, en este capítulo se expone la metodología propuesta, para en el siguiente capítulo describir su desarrollo.

La aplicación consiste en un tutorial que instruye el temario que engloba las transformaciones del Sistema Diédrico: giros, abatimientos y cambios de plano. Para cumplir con sus objetivos docentes el tutorial se sirve de vídeos 3D sincronizados con dibujos planos y explicaciones escritas.

A continuación, en 3.2 se clasifica la aplicación. Posteriormente, en 3.3 se hará una breve descripción de cada herramienta usada para su desarrollo.

3.2 Clasificación de la aplicación

Siguiendo la taxonomía descrita en 2.2, dentro de cada criterio la aplicación elaborada entra en los siguientes bloques:

- Criterio *flexibilidad*: la aplicación no está preparada para crear nuevos contenidos por sí misma, si bien, al estar sustentada por código de programación html, es relativamente sencillo modificarla.

- Criterio *destino*: su destino puede ser tanto el apoyo a una exposición de una clase magistral, como a que el alumno complete su formación por sí solo.

- Criterio *herramientas*: se trata de una aplicación propia realizada con apoyo de herramientas comerciales, concretamente Catia V5, Macromedia Flash 8, Macromedia Dreamweaver 8 y Adobe Photoshop CS2. Se han introducido algunas líneas de código de programación Script y html "artesanalmente", pero salvo estos casos puntuales, para cumplir con el objetivo fundamental,

referente al siguiente criterio, no ha sido necesario un contacto directo con el código de programación.

- Criterio *temario*: el temario que abarca es el correspondiente a las transformaciones dentro del Sistema Diédrico, es decir, giros, abatimientos y cambios de plano.

- Criterio *presencia en Internet*: cabe la posibilidad de ponerlo a disposición del alumno a través de Internet fácilmente al tener formato web, aunque no tiene la envergadura de un portal web, tal y como se ha definido en este Proyecto, y mucho menos la de un curso e-learning.

3.3 Herramientas utilizadas en el desarrollo de la aplicación

El tutorial desarrollado en este Proyecto Fin de Carrera consiste en una serie de páginas web en las que se muestran unas animaciones con los correspondientes textos explicativos.

Las animaciones se dividen en dos. En la parte superior de la película aparece la lección animada en el espacio en tres dimensiones. En la parte inferior se van sucediendo una serie de fotogramas que ilustran la evolución del trazado sobre el plano.

Tanto las animaciones 3D como los dibujos planos se han realizado mediante la herramienta Catia V5. Dentro de esta herramienta, para las animaciones 3D se han utilizado los módulos *Sketcher*, *Part Design* y *Assembly Design* dentro del espacio de trabajo *Mechanical Design*, y el módulo *DMU Fitting* perteneciente al espacio de trabajo *Digital Mockup*. Para los dibujos planos se ha utilizado el módulo *Drafting* dentro del espacio de trabajo *Mechanical Design*.

Para integrar las animaciones 3D con los dibujos planos en un único objeto, sincronizar la aparición de los dibujos planos con la evolución de la animación 3D, y añadir los controles de reproducción, se ha recurrido a la

herramienta Macromedia Flash. Previamente, los dibujos planos y los correspondientes a los botones de reproducción han sido tratados con la aplicación Adobe Photoshop. Una vez se ha completado cada animación, se han exportado a formato *swf* desde Macromedia Flash.

Finalmente, se han creado las páginas web mediante la herramienta Macromedia Dreamweaver. En ellas, se han incluido las animaciones creadas y se han añadido textos explicativos. Cada lección tiene dos versiones. Una muy concisa, que es la que aparece por defecto al presionar el botón de navegación de la lección. La otra versión está dotada de una explicación más extensa. A esta última versión se accede desde un enlace presente en la versión resumida.

A continuación se ofrece una breve descripción general cada herramienta utilizada, justificando a su vez su elección para el diseño de la aplicación.

3.3.1 Catia V5

Catia V5 es una potente herramienta de Diseño Industrial, siendo hoy día una de las más punteras entre los paquetes de programas CAD-CAM-CAE y muy extendida, sobre todo en grandes Industrias.

Para el diseño de las imágenes del tutorial tan sólo ha sido necesaria la utilización de los módulos *Part Design, Sketcher, Assembly Dessign, Digital Mockup Fitting* y *Drafting Design*.

El módulo *Part Design*, del espacio de trabajo *Mechanical Design*, permite diseñar con precisión elementos mecánicos en 3D, permitiendo controlar los requisitos del diseño desde un nivel muy básico hasta uno muy avanzado. Esta aplicación combina la gran capacidad del diseño basado en elementos y la flexibilidad de las operaciones booleanas; permitiendo múltiples métodos distintos para el diseño, pudiendo añadir especificaciones a medida que se crea o una vez ya creado.

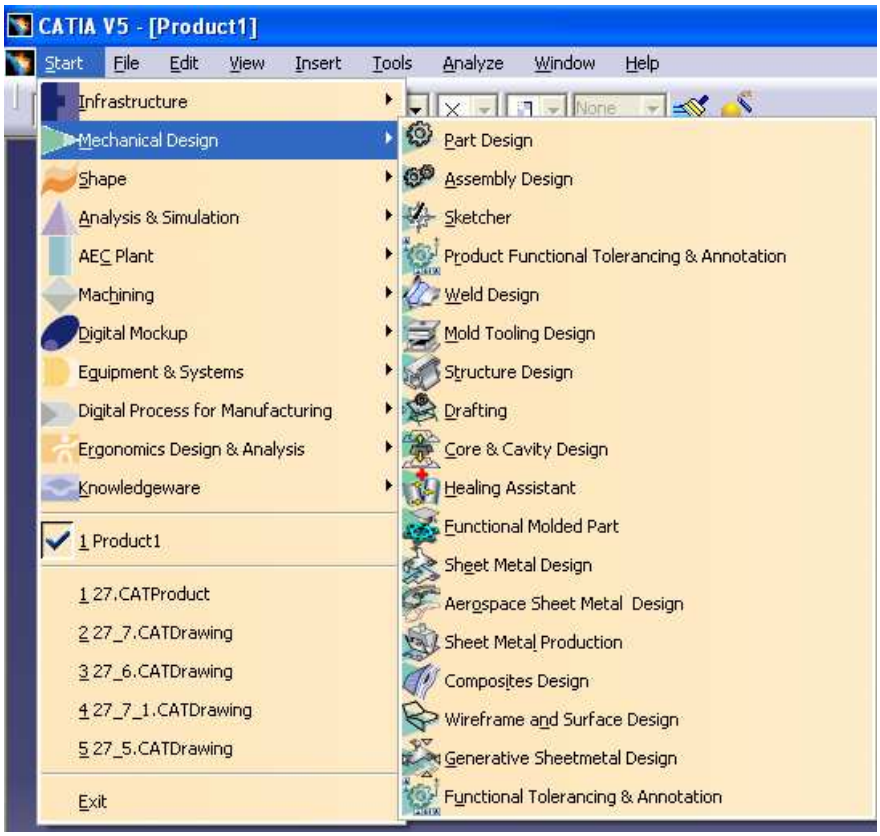


Ilustración 3-1: Conjunto de módulos pertenecientes al espacio de trabajo *Mechanical Design*.

Las funciones están agrupadas en función de su "filosofía", según requieran el uso de perfiles creados previamente, de superficies; se apliquen directamente en las entidades; creen modificaciones o establezcan restricciones. Así, entre los comandos más destacados se tiene: extrusión, cavidad, eje, ranura, agujero, nervio, vaciado de nervio, refuerzo, redondeo, chaflán, desmoldeo, vaciado, simetría especular, crear rosca, darle espesor a una superficie, cerrar una superficie, rotar, escalar, crear simetría, crear una matriz o realizar operaciones booleanas.





Ilustración 3-2: Ejemplos de grupos de funciones de que consta el módulo Part Design.

Una estructura de árbol presenta gráficamente la organización de la jerarquía de características del diseño, que permite una clara compresión del impacto sobre el elemento que tienen los cambios de diseño.

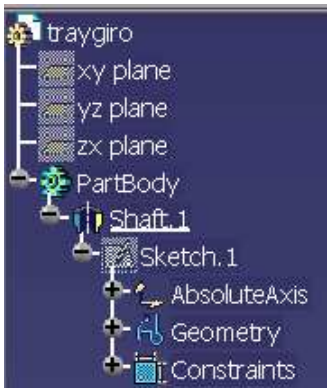


Ilustración 3-3: Árbol de especificaciones.

En cuanto al módulo *Sketcher*, perteneciente al mismo espacio de trabajo, su misión es la creación de forma rápida y precisa de perfiles en 2D. Mediante métodos sencillos se pueden crear y editar geometrías en 2D, así como relaciones entre dichos elementos geométricos. Una vez creados los elementos se le pueden aplicar restricciones, pudiendo generar así perfiles más complejos, y se utilizan como base para la construcción de elementos con el módulo *Part Design*.



Ilustración 3-4: Algunas de las funciones que ofrece el módulo Sketcher.

El módulo *Assembly Design*, del espacio de trabajo *Mechanical Design*, permite el ensamblaje de conjuntos, estableciendo de forma sencilla restricciones entre los elementos mecánicos del montaje, posicionar de forma automática cada parte y comprobar la corrección del montaje. Los elementos se pueden usar varias veces en un solo montaje o en varios distintos sin duplicar

la información. Al establecer restricciones, un "asistente" propone la más correcta según los elementos seleccionados.

Genera perspectivas estalladas y detecta colisiones y holguras entre las piezas. Genera una tabla de materiales que permite un correcto recuento de piezas, independientemente de la complejidad del conjunto.



Ilustración 3-5: Algunos grupos de funciones del módulo *Assembly Design*.

El espacio de trabajo *Digital Mock-Up* (DMU), que viene a significar "maqueta digital", permite verificar la corrección del diseño, gracias a que lo trata como una "maqueta", como si existiese físicamente, permitiendo hacer una gran variedad de simulaciones. La elaboración



Ilustración 3-6: Menú con los módulos del espacio de trabajo *Digital Mockup*.

Dentro de este espacio, el módulo *DMU Fitting* define, simula y analiza el montaje y desmontaje de las DMU de cualquier tamaño. Sirve para validar el diseño de un producto en función de la viabilidad de las operaciones de mantenimiento: operaciones de montaje y desmontaje del conjunto.

Proporciona información muy útil del espacio necesario que se ha de reservar para que sea posible el desmantelamiento del conjunto, debiéndose tener en cuenta en futuras modificaciones del diseño. También ayuda a identificar la trayectoria recomendable de cada pieza que permite el desmontaje del conjunto.

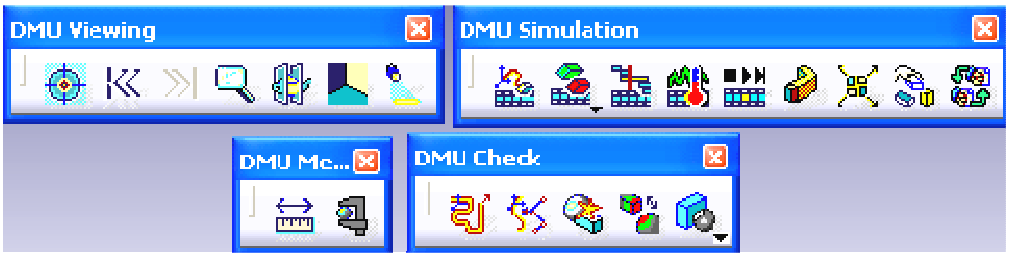


Ilustración 3-7: Grupos de funciones del módulo *DMU Fitting*.

Además de proporcionar información muy importante para los departamentos de diseño, reciclaje, mantenimiento de una empresa, las animaciones y los vídeos del proceso de montaje son muy útiles para los departamentos de ventas y marketing, así como para el de formación. En este sentido es en el que se ha utilizado para el desarrollo del tutorial.

Dentro del espacio de trabajo *Mechanical Design* se encuentra el módulo *Drafting*. Este módulo se encarga de crear planos en 2D, y según el origen del contenido del plano se pueden tener dos sistemas: *Interactive Drafting* o *Generative Drafting*. Los planos son totalmente compatibles con las últimas versiones de la mayoría de los estándares de dibujo 2D.

El sistema *Interactive Drafting* está orientado al diseño en 2D y generación de planos. Constituye un sistema de dibujo muy productivo e intuitivo, que se puede usar como un entorno de CAD 2D de forma aislada. En conjunción con *Generative Drafting* proporciona una suave evolución entre las metodologías de diseño basadas en 2D y 3D. Dispone de variados comandos para la creación y modificación de elementos 2D, amplia capacidad para la acotación, herramientas para la comprobación y análisis de corrección en posibles modificaciones del dibujo.

En cuanto al sistema *Generative Drafting*, éste se encarga de generar de forma automática planos 2D a partir de elementos y conjuntos 3D. Estos dibujos son asociativos con los objetos 3D, por lo que se puede modificar el diseño en 3D que los planos se actualizarán de forma automática. Se pueden añadir acotaciones y anotaciones. Permite realizar de forma rápida y sencilla vistas de cortes, detalles, vistas auxiliares, etc. con múltiples opciones.



Ilustración 3-8: Grupo de menús vinculados al módulo *Drafting*.

La elección de Catia para la parte gráfica de la aplicación se justifica en los siguientes puntos:

- Su capacidad de generación de modelos 3D, ofreciendo la posibilidad de jugar con la apariencia de los mismos asignando colores, texturas, incluso control de luces y sombras, favoreciendo animaciones agradables y pudiendo distinguir los elementos que participan en ella claramente.

- Su capacidad de generación de simulaciones con conjuntos de modelos 3D, así como el gran control que ofrecen sobre estas simulaciones. Este control sobre los movimientos permite indicar trayectorias exactas, realizar cambios de puntos de vista muy útiles para visualizar las proyecciones, hacer zooms, ocultar o descubrir elementos conforme avanza la animación, decidir la velocidad con que se mueven los elementos, y otras utilidades que se comentarán en capítulos sucesivos.

- Su capacidad para realizar dibujos planos.

- La gran versatilidad para exportar documentos en archivos que no necesiten Catia V5 para ser leídos, ofreciendo además la posibilidad de usar cualquier *codec* de vídeo instalado en el sistema para la compresión de las grabaciones. Así, las animaciones se han exportado como archivos *avi*, y los dibujos planos como archivos *pdf*, elegidos entre una gran variedad de formatos que ofrece Catia V5.

- El hecho de que Catia V5 sea una de las aplicaciones más seleccionadas por el departamento de Ingeniería Gráfica de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla para la impartición de proyectos.

No obstante, la máxima eficiencia a la hora de utilizar Catia V5 se consigue en otros ámbitos, como son el modelado, la simulación y el cálculo de la resistencia de piezas en aeronáutica o automoción. La capacidad y potencia de la aplicación supera con creces lo necesario para lo desarrollado en este Proyecto Fin de Carrera, si bien esto no impide su aprovechamiento para conseguir los objetivos planteados.

3.3.2 Macromedia Flash

Flash es una herramienta de edición con la que los diseñadores y desarrolladores pueden crear presentaciones, aplicaciones y otro tipo de contenido que permite la interacción del usuario. Los proyectos de Flash pueden abarcar desde simples animaciones hasta contenido de vídeo, presentaciones complejas, aplicaciones y cualquier otra utilidad relacionada. En general, los fragmentos independientes de contenido creados con Flash se denominan aplicaciones, aunque se trate solamente de una animación básica. Se pueden crear aplicaciones de Flash con una amplia variedad de contenido multimedia que incluye imágenes, sonido, vídeo y efectos especiales.

Dado el tamaño tan pequeño de sus archivos, Flash resulta especialmente ideal para crear contenido que se facilite a través de Internet. Para ello, utiliza en gran medida gráficos vectoriales. Este tipo de gráfico requiere mucha menos memoria y espacio de almacenamiento que las imágenes de mapa de bits, ya que se representan mediante fórmulas matemáticas en lugar de grandes conjuntos de datos. Las imágenes de mapa de bits son de un tamaño superior porque cada píxel requiere un fragmento de datos independiente que lo represente.

Para crear una aplicación en Flash, se crean gráficos con las herramientas de dibujo y se importan elementos multimedia adicionales al documento de Flash. A continuación, se determina cómo y cuándo se utilizarán cada uno de esos elementos para crear la aplicación que se tiene en mente.

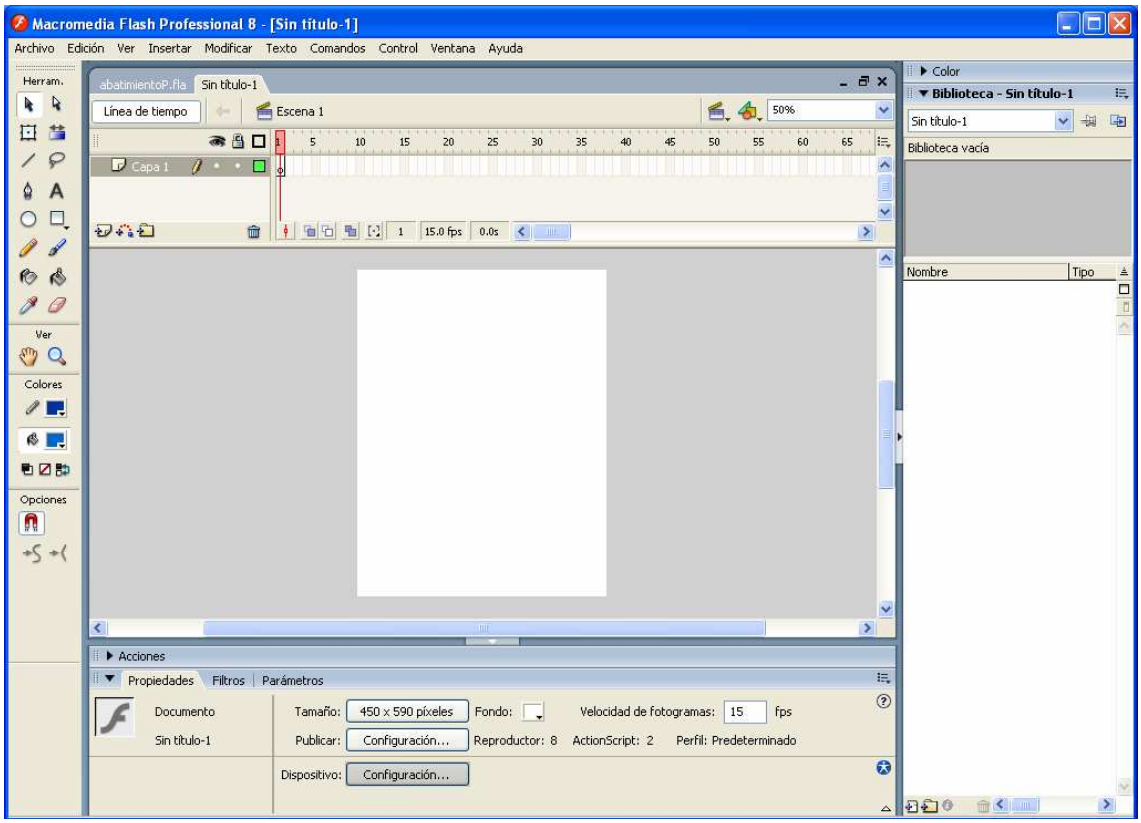


Ilustración 3-9: Interfaz del programa Macromedia Flash 8.

La justificación de la elección de Macromedia Flash se resume en los siguientes puntos:

- El hecho de que las animaciones de Flash se hayan convertido en la mayoría de los casos en ayudantes de enseñanza ya habituales en muchos cursos y universidades, como se pudo comprobar en 2.3 donde gran parte de las iniciativas descritas se apoyaban en este software.

- Los gráficos vectoriales son fáciles de utilizar, pues almacenan su información en los computadores como una serie de datos (en formato texto) relativos a sus propiedades geométricas, lo que origina que los tamaños de los archivos sean menores que las animaciones generadas por superposiciones de imágenes de mapas de bits que se almacenan como datos de los píxeles sin tener en cuenta las entidades o formas geométricas (como ocurre con las películas tradicionales). El pequeño tamaño de sus archivos lo hace especialmente indicado para poner a disposición del alumno el tutorial a través de Internet.

- La interactividad que mediante esta herramienta es posible ofrecer gracias al uso de código ActionScript.

3.3.3 Macromedia Dreamweaver

Macromedia Dreamweaver 8, versión de Dreamweaver usada en este Proyecto Fin de Carrera, es un editor HTML profesional para diseñar, codificar y desarrollar sitios, páginas y aplicaciones Web. Tanto si se desea controlar manualmente el código HTML como si se prefiere trabajar en un entorno de edición visual, Dreamweaver proporciona útiles herramientas para la creación Web.

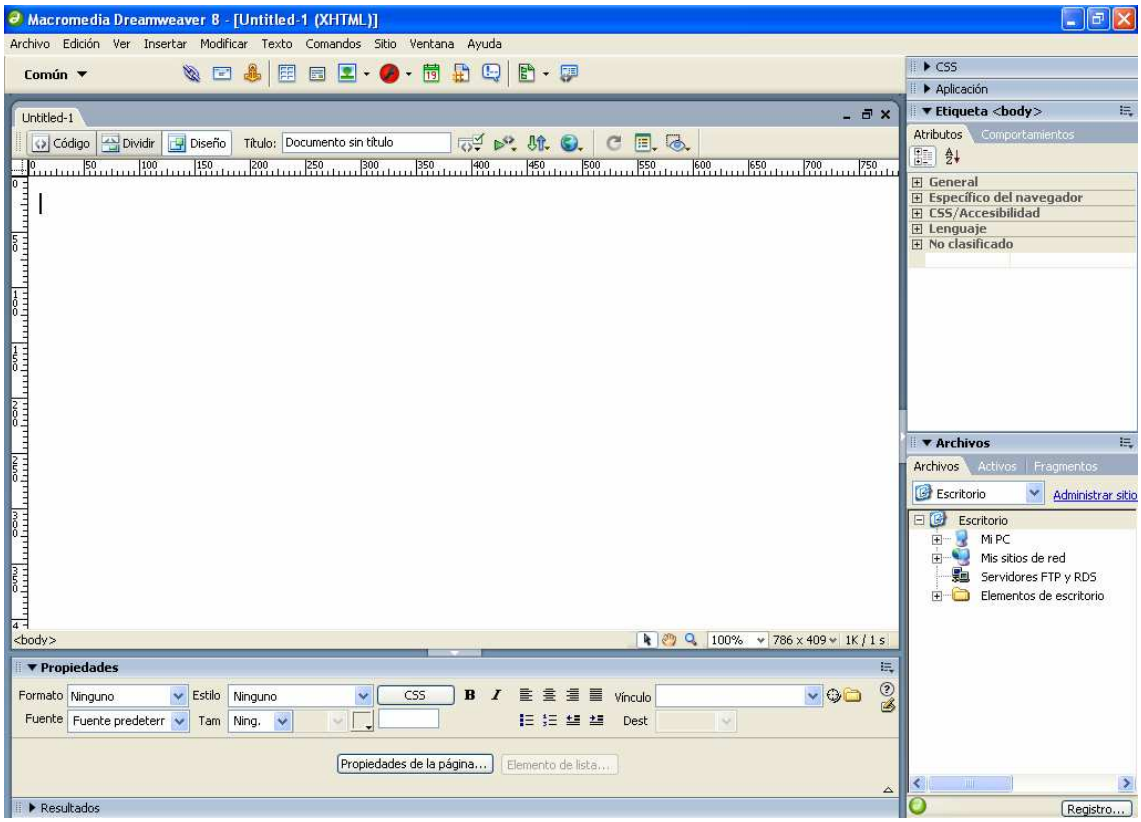


Ilustración 3-10: Interfaz de Macromedia Dreamweaver 8.

Las funciones de edición visual de Dreamweaver permiten crear páginas Web de forma rápida, sin escribir una sola línea de código. Se puede ver todos los elementos o activos del sitio y arrastrarlos desde un panel fácil de usar directamente hasta un documento. Es posible agilizar el flujo de trabajo de desarrollo mediante la creación y edición de imágenes en Macromedia Fireworks o en otra aplicación de gráficos y su posterior importación directa a Dreamweaver. Dreamweaver también contiene herramientas que facilitan la adición de activos de Flash a las páginas web.

Además de las funciones de arrastrar y soltar que le ayudan a crear páginas web, Dreamweaver ofrece un entorno de codificación con todas las funciones, que incluye herramientas para la edición de código (tales como coloreado de código, terminación automática de etiquetas, barra de herramientas para codificación y contracción de código) y material de referencia para lenguajes sobre hojas de estilos en cascada (CSS), JavaScript y ColdFusion

Markup Language (CFML) entre otros. La tecnología Roundtrip HTML de Macromedia importa los documentos con código manual HTML sin modificar el formato del código. Posteriormente, si se desea, se puede formatear el código con el estilo que se prefiera.

Además, Dreamweaver permite crear aplicaciones Web dinámicas basadas en bases de datos empleando tecnologías de servidor como CFML, ASP.NET, ASP, JSP y PHP. Si se prefiere trabajar con datos en XML, Dreamweaver incorpora herramientas que permiten crear fácilmente páginas XSLT, adjuntar archivos XML y mostrar datos XML en las páginas creadas.

Dreamweaver se puede personalizar totalmente. Cada usuario puede crear sus propios objetos y comandos, modificar métodos abreviados de teclado e incluso escribir código JavaScript para ampliar las posibilidades que ofrece Dreamweaver con nuevos comportamientos, inspectores de propiedades e informes de sitios.

El espacio de trabajo de Dreamweaver permite ver las propiedades de los documentos y los objetos. En Windows, que es el sistema operativo en el que s ha desarrollado este Proyecto Fin de Carrera, Dreamweaver proporciona un diseño integrado en una única ventana. En el espacio de trabajo integrado, todas las ventanas y paneles están integrados en una única ventana de la aplicación de mayor tamaño. En la ilustración 3-11 se puede observar el diseño del espacio de trabajo que aparece por defecto en Macromedia Dreamweaver 8, donde además se señalan las principales zonas que se distinguen dentro de este espacio de trabajo: ventana de documentos, barra Insertar, barra de herramientas de documento, grupo de paneles, barra de estado, inspector de propiedades y panel Archivos.

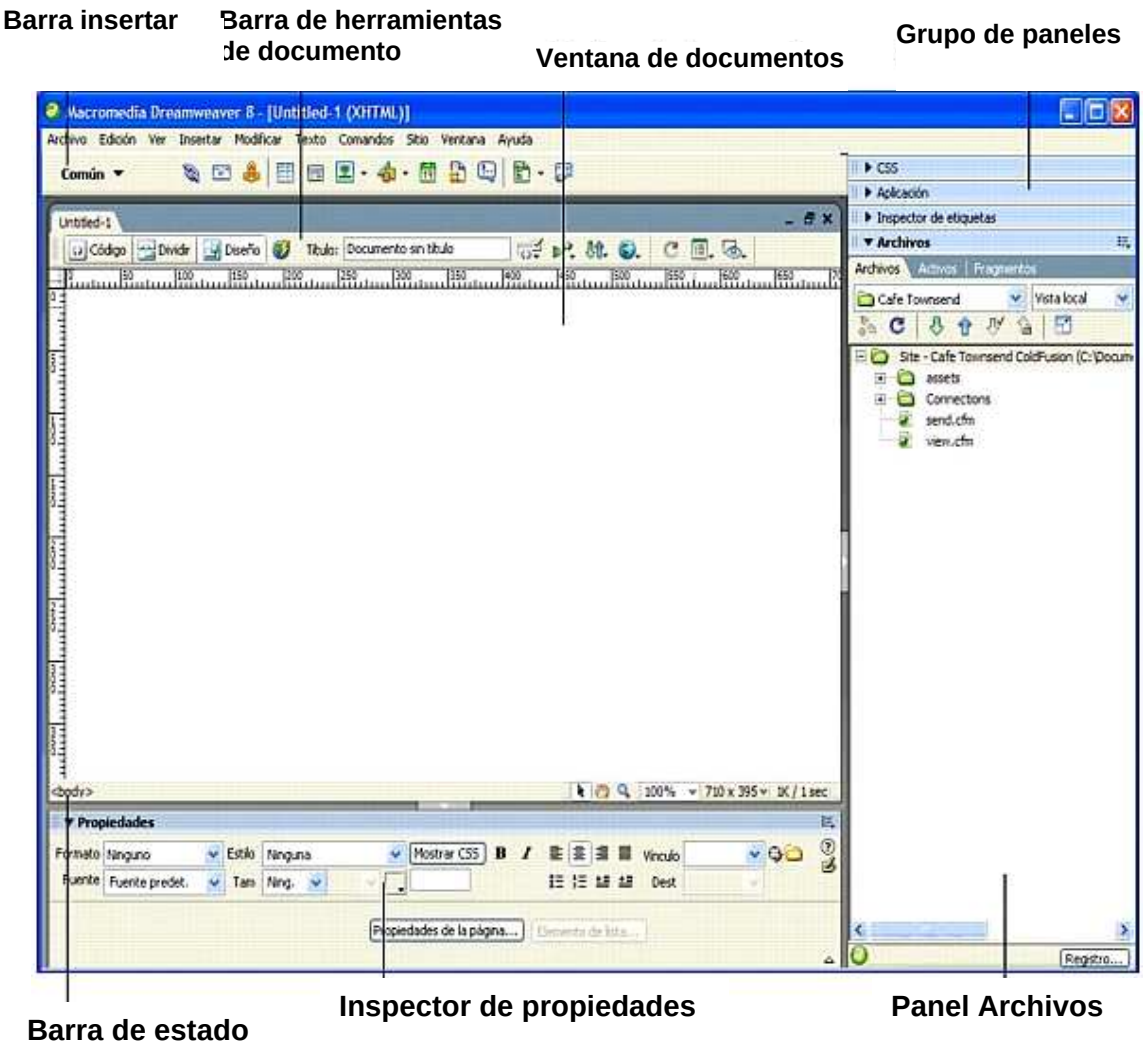


Ilustración 3-11: Diseño del espacio de trabajo de Macromedia Dreamweaver 8.

La ventana de documentos muestra el documento actual, pudiéndose elegir entre una de las vistas siguientes:

- La vista **Diseño** es un entorno de diseño para el diseño visual de la página, la edición visual y el desarrollo rápido de aplicaciones. En esta vista, Dreamweaver muestra una representación visual del documento completamente editable, similar a la que aparecería en un navegador.

- La vista **Código** es un entorno de codificación manual para escribir y editar código HTML, JavaScript, código de lenguaje de

servidor, como por ejemplo PHP o ColdFusion Markup Language (CFML), y otros tipos de código.

- Es posible ver el mismo documento en las dos vistas, **Código y Diseño**, en una sola ventana de documento.

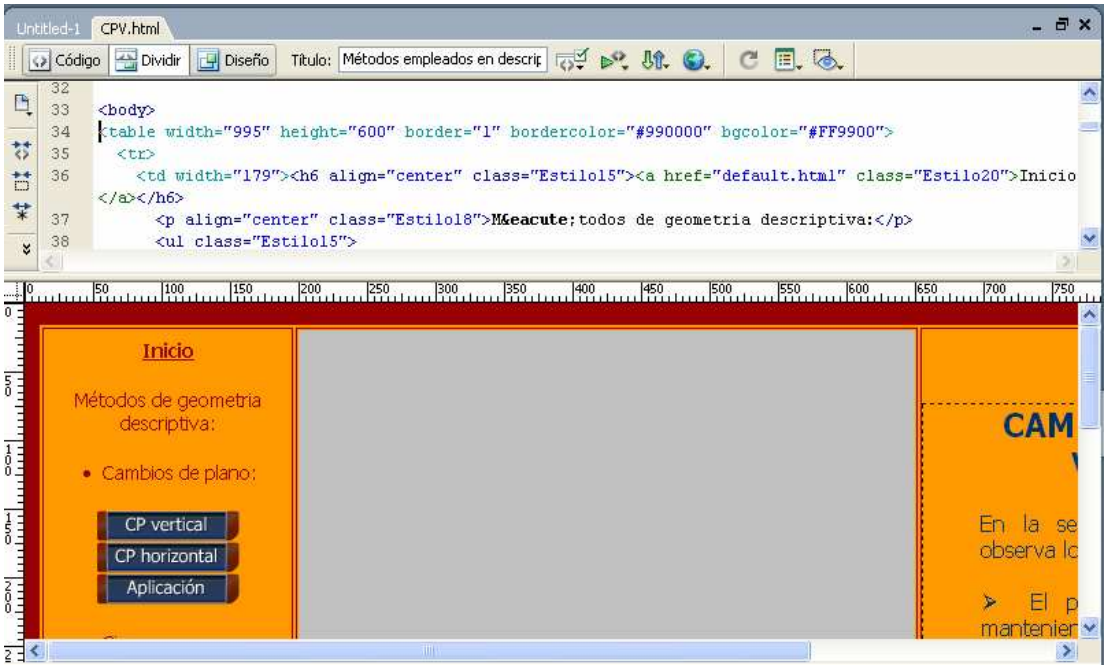


Ilustración 3-12: Vista conjunta de Código y Diseño (lección "Cambio de plano vertical").

La barra de herramientas Documento contiene botones que permiten alternar entre diferentes vistas del documento rápidamente: vista Código, vista Diseño y una vista dividida que muestra las vistas Código y Diseño. Contiene también algunos comandos y opciones relativos a la visualización del documento y a su transferencia entre los sitios local y remoto.

La barra de herramientas Estándar contiene botones para las operaciones más habituales de los menús Archivo y Edición.

La barra de estado proporciona información adicional sobre el documento que está creando, como por ejemplo el tamaño del documento, el tiempo aproximado de descarga o la jerarquía de etiquetas que rodea a la selección actual.

La barra Insertar contiene botones para la creación e inserción de diversos tipos de objetos, como tablas, capas e imágenes. Los botones están organizados en categorías. Así, por ejemplo, la categoría Común permite crear e insertar los objetos que se utilizan con más frecuencia, como las imágenes, las tablas y los hipervínculos.



Ilustración 3-13: Categoría Común de la barra Insertar.

El inspector de propiedades permite ver y cambiar diversas propiedades del objeto o texto seleccionado. Cada tipo de objeto tiene diferentes propiedades. Por ejemplo, si se encuentra seleccionada una celda de una tabla, aparecen propiedades de texto y de la celda en sí, como pueden ser sus dimensiones o el color de fondo.

Los grupos de paneles son conjuntos de paneles relacionados apilados bajo un encabezado común, los cuales se despliegan al pinchar sobre ellos mostrando su contenido.

Dentro del grupo de paneles, el panel de archivos permite gestionar los archivos y las carpetas, tanto si forman parte de un sitio de Dreamweaver como si se encuentran en un servidor remoto. El panel de archivos también proporciona una vista de todos los archivos del disco local, como ocurre en el Explorador de Windows.

La justificación de la elección de Dreamweaver para el diseño de las páginas Web se resume en los siguientes puntos:

- La rapidez y sencillez con la que se elaboran páginas Web gracias a esta herramienta.
- El hecho de que ofrezca medios que facilitan la adicción de contenido Flash a las páginas Web.

Capítulo 4: Desarrollo del tutorial

4.1 Modelado de elementos 3D

Dado que los elementos que intervienen en las animaciones generadas en esta Proyecto Fin de Carrera son muy simples, no ha sido necesario utilizar la mayoría de las funciones que el programa ofrece. Catia es el programa líder de diseño en la industria, siendo muy utilizado en sectores como el aeronáutico, el automovilístico o el naval. Evidentemente, esto es consecuencia de su enorme potencial, y este potencial no ha sido, ni mucho menos, exprimido en este Proyecto Fin de Carrera. Sin embargo, por las razones expuestas en el tercer capítulo se ha considerado conveniente su uso para elaborar las animaciones.

Las dimensiones y las formas de los elementos se han elegido con el único fin de conseguir una animación didáctica, en la que se identifiquen claramente los componentes que entran en juego en cada caso. Para ello, no ha sido preciso obstinarse en mantener una exactitud en las mediciones de los elementos, ya que en la mayoría de las ocasiones la medida de los objetos es irrelevante. Las formas elegidas han sido formas geométricas sencillas, tales como esferas o cilindros.

Objetos diseñados

Los objetos diseñados mediante los módulos Sketcher y Part Design han sido los siguientes:

- Punto: presente en la mayoría de las lecciones, ya sea como protagonista del concepto explicado o señalizando lugares destacados (intersecciones, vértices). Se ha realizado con la función *Shaft*, que genera un sólido girando un perfil alrededor de un eje, en este caso una semicircunferencia.



Ilustración 4-1: Punto.

- Plano: se encuentra en todas las lecciones representando los planos vertical y horizontal de proyección. También se utiliza en lecciones donde un plano genérico es protagonista o bien para recalcar la pertenencia a un plano de otros objetos como puntos o rectas. La función utilizada en su modelado ha sido la función *Pad*, que genera el modelo a partir de un perfil, prolongándolo en la dirección perpendicular al plano que lo contiene. El perfil diseñado con el *Sketcher* en este caso ha sido un rectángulo.

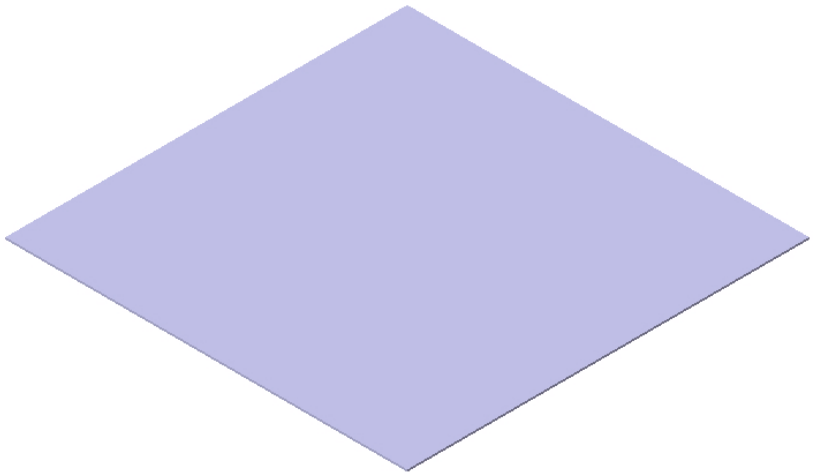


Ilustración 4-2: Plano.

- Recta: objeto que participa como recta, en las lecciones que tratan conceptos relativos a éstas, y como eje de rotación, cuando se han explicado los giros. De nuevo se ha usado la función *Pad*, siendo el perfil una circunferencia.

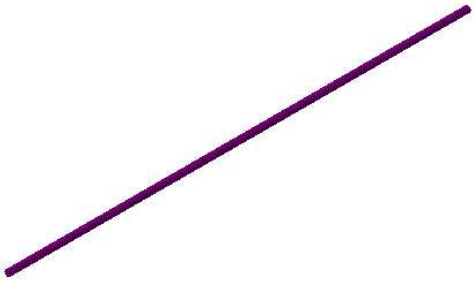


Ilustración 4-3: Recta.

- Proyección: interviene en las lecciones sobre los cambios de plano y en la del abatimiento del punto por el Método Directo, donde se ha creído conveniente resaltar la evolución de las proyecciones. Su diseño es análogo al de la recta.

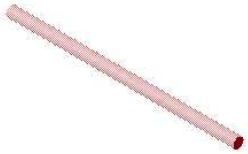


Ilustración 4-4: Proyección.

- Trayectoria del giro: interviene únicamente en las lecciones de giro de un punto. Ilustra la trayectoria que sigue un punto al girar alrededor de un eje. Está generada con la función *Shaft*.

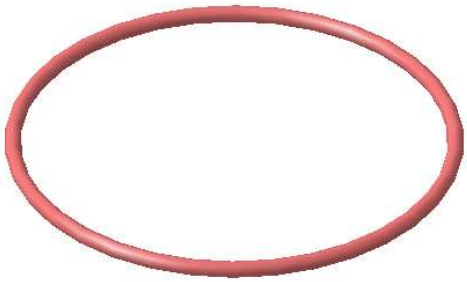


Ilustración 4-5: Trayectoria del giro.

- Plano dado por tres puntos: aparece en la lección correspondiente a la giro de un plano y en la del abatimiento por el Método Directo. En el giro se coloca el plano en posición proyectante vertical, para lo cual se gira hasta situar una recta horizontal del plano de punta respecto a plano vertical de proyección. El plano se ha construido igual que el plano genérico pero con un perfil triangular. Para distinguir la recta horizontal se ha hecho una ranura, con la función Pocket, a la cual se le ha aplicado un color diferente al del resto del plano. Esta recta coincide en la lección

del abatimiento con la intersección con el plano horizontal sobre el que se quiere abatir.

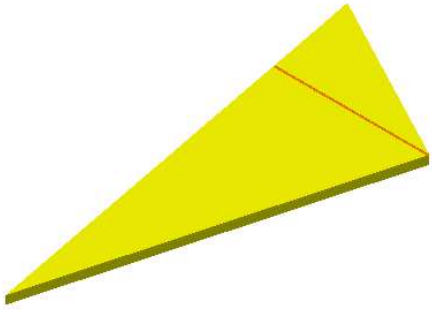


Ilustración 4-6: Plano dado por tres puntos.

- Cota: representa la cota del punto en la lección del abatimiento por el Método Tradicional. Su construcción es similar a la de la recta o la proyección.



Ilustración 4-7: Cota.

- Trayectoria del abatimiento de la cota: interviene en la lección del abatimiento por el Método Tradicional para destacar la trayectoria que sigue el punto al abatir su cota, construcción necesaria para el abatimiento del punto. Su construcción es análoga a la de la trayectoria del giro, pero limitando la revolución a un cuarto de vuelta.



Ilustración 4-8: Trayectoria del abatimiento de la cota.

- Trayectoria del abatimiento: forma parte de la lección del abatimiento por el método tradicional. Indica tanto la trayectoria del punto al ser abatido, como la trayectoria correspondiente a la construcción auxiliar de la que se sirve el trazado sobre el plano del abatimiento. Su elaboración es análoga a la del elemento anterior.

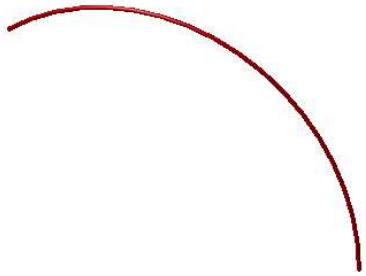


Ilustración 4-9: Trayectoria del abatimiento.

- Pestaña: aparece en la lección correspondiente a la aplicación del giro, en la que se pliega una chapa. Representa la parte de la chapa que se pliega. Su construcción es similar a la del plano.

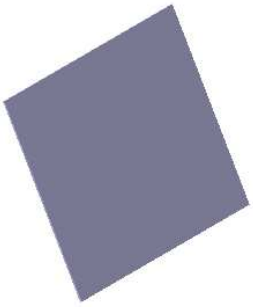


Ilustración 4-10: Pestaña.

- Placa pentagonal: aparece en el ejercicio de recapitulación 1 representando la porción de chapa soldada sobre la base rectangular. Su elaboración es análoga a la de elementos similares comentados anteriormente.

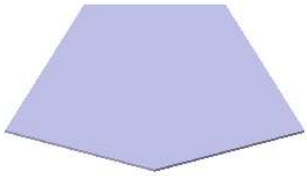


Ilustración 4-11: Placa pentagonal.

- Lado: aparece en el ejercicio de recapitulación 2 de los tres métodos y representa el lado del triángulo equilátero que el enunciado aporta como dato. Se ha hecho igual que elementos similares comentados anteriormente.



Ilustración 4-12: Lado.

- Triángulo: triángulo equilátero que se construye en el ejercicio de recapitulación. De nuevo la función *Pad* con un triángulo como perfil se ha encargado de modelar el objeto.

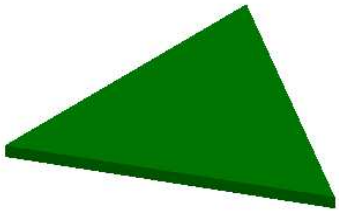


Ilustración 4-13: Triángulo.

- Charnela: tan sólo interviene como eje de giro en la lección de la aplicación del giro y en el abatimiento que se realiza en el ejercicio

de recapitulación 2, en el que representa la charnela del abatimiento. Su construcción es equivalente a la de objetos similares comentados anteriormente.

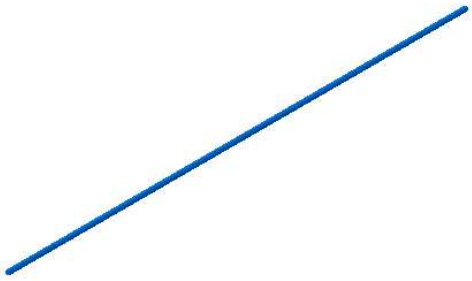


Ilustración 4-14: Charnela.

- Aristas: conjunto de objetos que se muestran en el ejercicio de recapitulación 2 representando las aristas del prisma triangular que se pide. Construcción análoga a la anterior.

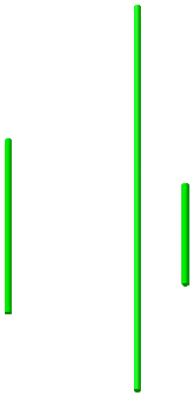


Ilustración 4-15: Aristas.

- Prisma: interviene en el ejercicio de recapitulación 2, siendo uno de los elementos que se pide en el enunciado. Se ha realizado mediante la función *Rib*, ya que la trayectoria de generación del sólido no es la perpendicular al perfil como cuando se usaba la función *Pad*.

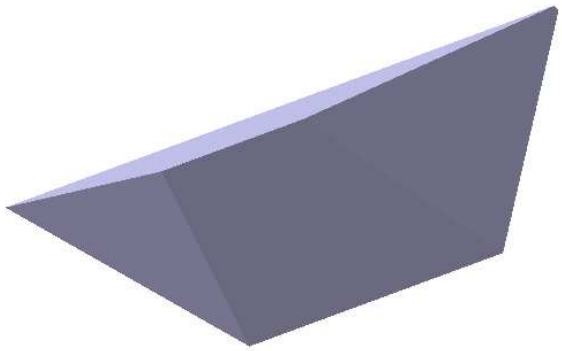


Ilustración 4-16: Prisma.

- Sección: se trata de la sección recta del prisma anterior, que se pide en el segundo apartado del ejercicio de recapitulación 2. Su realización es análoga a la de elementos similares comentados anteriormente.

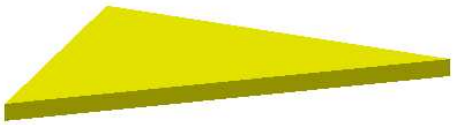


Ilustración 4-17: Sección.

4.2 Montaje de conjuntos 3D

En el desarrollo de las animaciones 3D realizadas para el tutorial, el uso del módulo *Assembly Design* se ha limitado al posicionamiento de los diversos objetos que aparecen en cada lección. Así, se han establecido restricciones que más tarde en la animación no siempre se han respetado, ya que su única misión era ayudar a colocar el elemento en la posición deseada. No son restricciones reales al tratarse de elementos imaginarios que no tienen limitación alguna de movimiento.

Evidentemente, análisis de colisiones o similares no tienen sentido en este trabajo ya que, como se ha comentado, no se trata de un mecanismo real. No

sólo no importa que dos elementos se atraviesen mutuamente, sino que a veces es necesario para definir intersecciones.

Conjuntos creados

Para cada lección del tutorial se ha creado un conjunto mediante el módulo Assembly Design. En todos aparecen los planos de proyección, en los que se ha establecido una restricció junto a otros elementos, como se especifica a continuación:

- Cambio de plano vertical/horizontal: este conjunto es el único que ha servido para dos lecciones; aparece el punto y sus proyecciones. Se han establecido restricciones de perpendicularidad entre los planos de proyección y las proyecciones, y se ha fijado el punto.

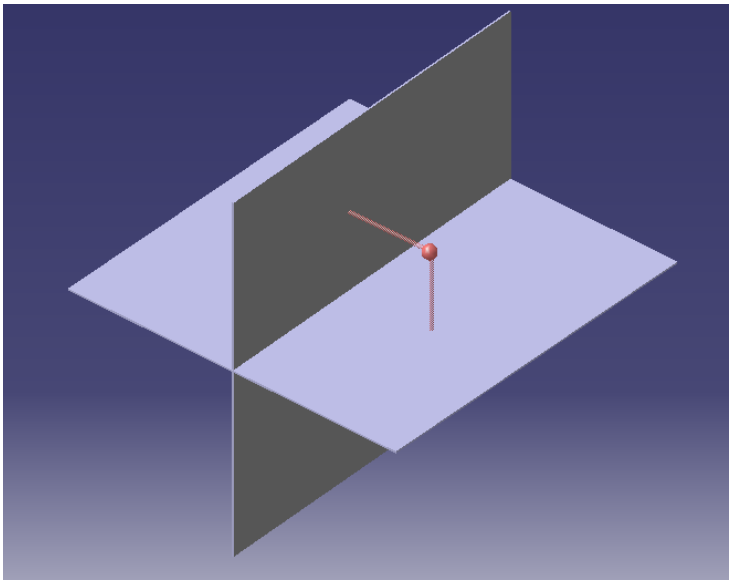


Ilustración 4-18: Con junto correspondiente a las lecciones "Cambio de plano vertical" y "Cambio de plano horizontal".

- Aplicación del cambio de plano: tan sólo contiene una recta, además de los planos de proyección. No se ha utilizado ninguna restricción para su ubicación.

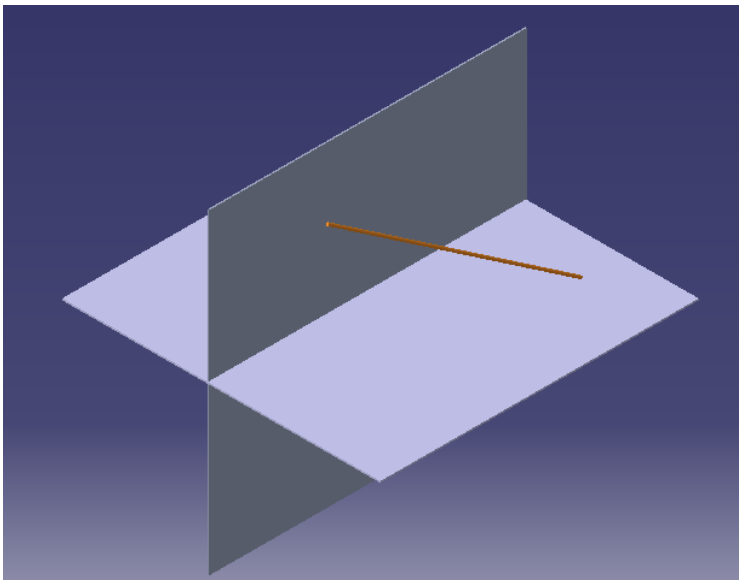


Ilustración 4-19: Conjunto correspondiente a la lección "Aplicación del cambio de plano".

- Giro alrededor de un eje vertical: aparecen el punto, la trayectoria del giro y el eje de giro. Se han implantado restricciones de perpendicularidad, entre el eje y el plano horizontal, y de coincidencia, entre el eje y el centro de la trayectoria del giro.

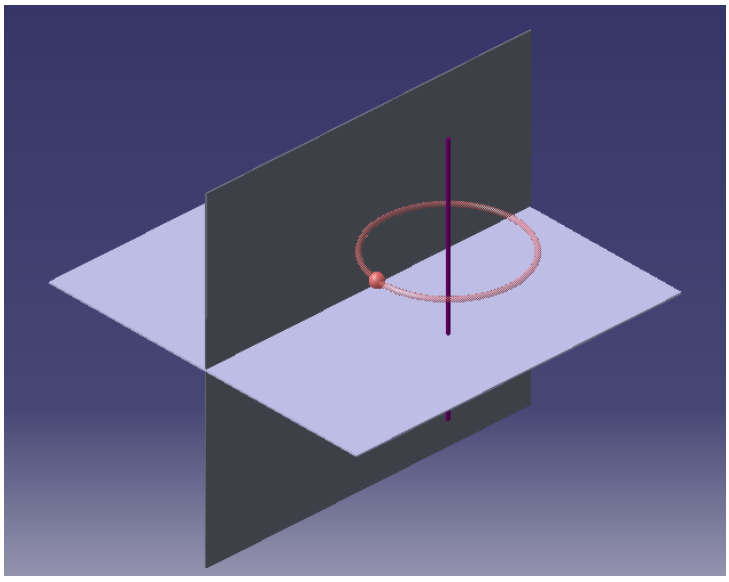


Ilustración 4-20: Conjunto correspondiente a la lección "Giro alrededor de un eje vertical".

- Giro alrededor de un eje de punta: conjunto análogo al anterior pero referido al otro plano de proyección.

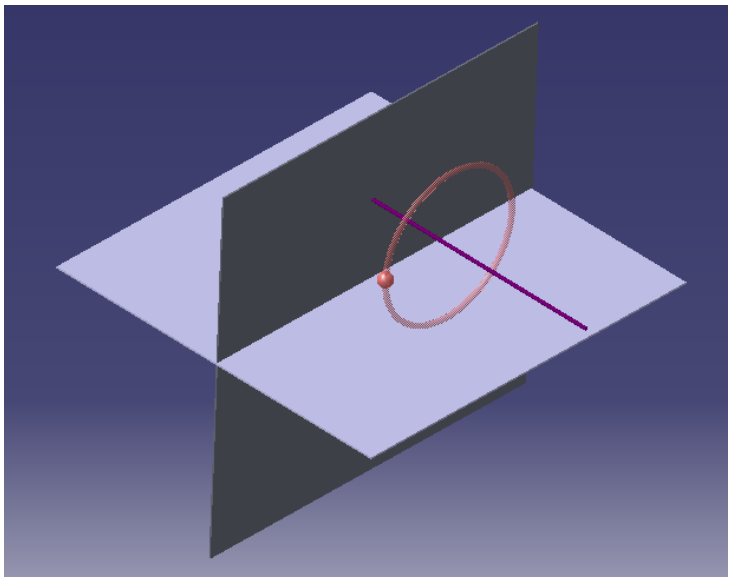


Ilustración 4-21: Conjunto correspondiente a la lección "Giro alrededor deun eje de punta".

- Giro de una recta: intervienen una recta y el eje de giro. La única restricción que se ha añadido es la perpendicularidad del eje con el plano horizontal de proyección.

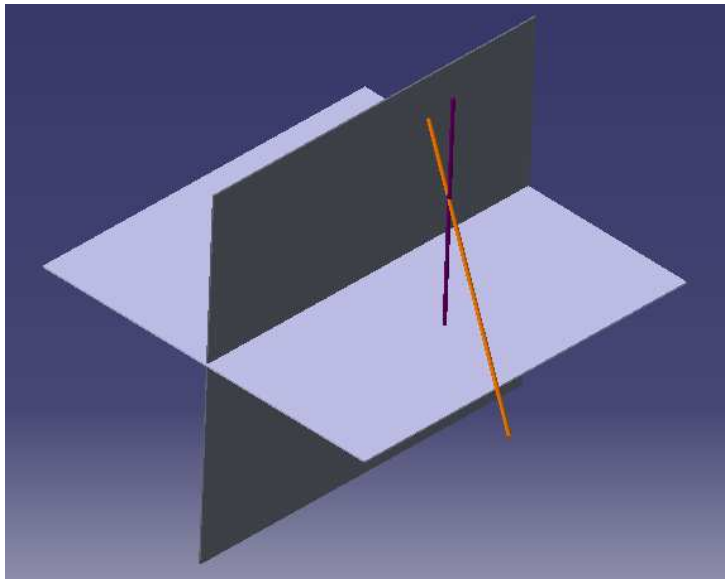


Ilustración 4-22: Conjunto correspondiente a la lección "Giro de una recta".

- Giro de un plano (Método Tradicional): conjunto compuesto por un tercer plano, el eje de giro, un punto para recalcar la intersección entre el eje y el plano, y la trayectoria del giro, que en este caso refleja que la traza horizontal se mantiene tangente a

una circunferencia. La perpendicularidad eje-plano horizontal y la coincidencia del centro de la trayectoria del giro con el eje son las restricciones añadidas.

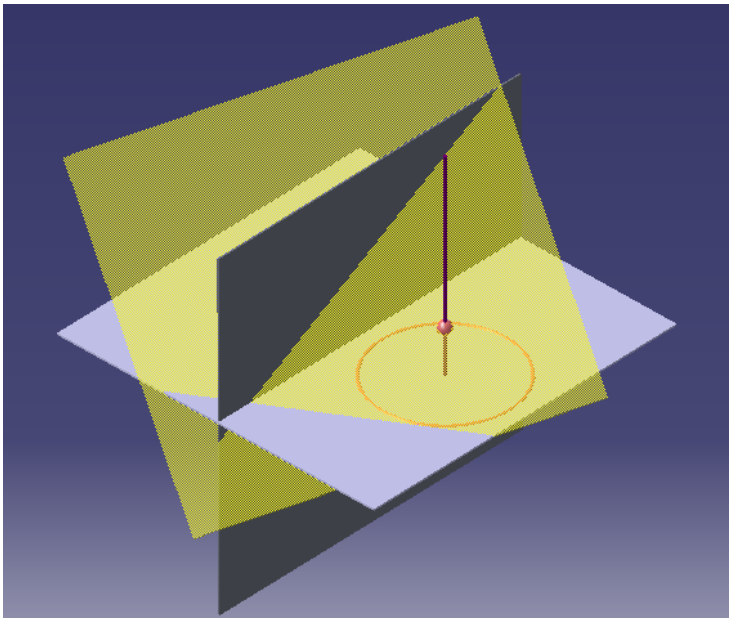


Ilustración 4-23: Conjunto correspondiente a la lección "Giro de un plano (Método Tradicional)".

- Giro de un plano (Método Directo): conjunto al que se suman el plano dado por tres puntos y el eje de giro. Las restricciones impuestas son la perpendicularidad entre el eje y el plano horizontal de proyección y el paralelismo entre este último y la recta horizontal del plano dado por tres puntos.

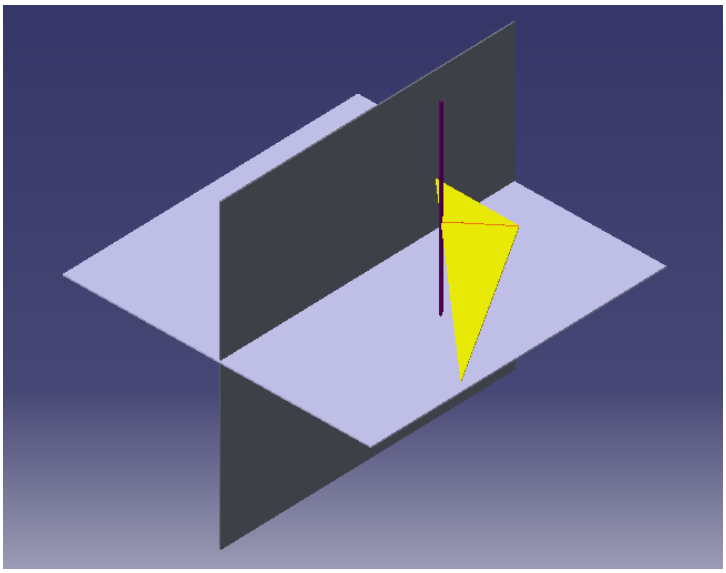


Ilustración 4-24: Conjunto correspondiente a la lección "Giro de un plano (Método Directo)".

- Aplicación del giro: conjunto formado por el plano, la pestaña y la charnela, que en este caso actúa como eje de giro y no como charnela. Los objetos vienen situados desde el diseño de cada uno.

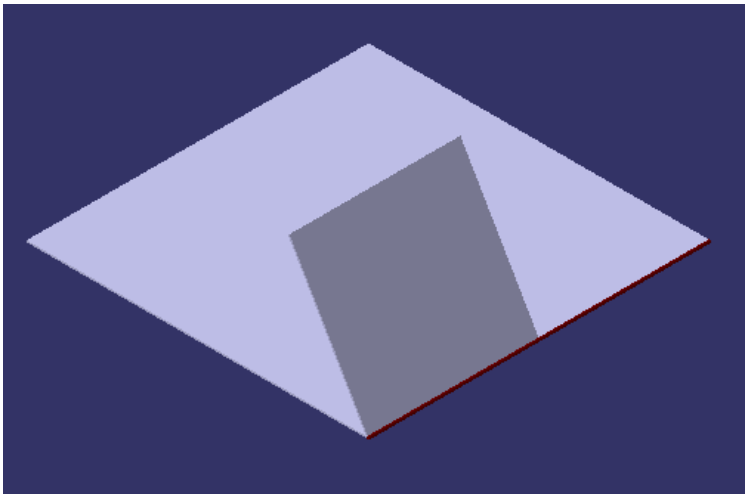


Ilustración 4-25: Conjunto correspondiente a la lección "Aplicación del giro".

- Abatimiento (Método Tradicional): intervienen la cota, dos puntos (uno de ellos recalcando una intersección), la trayectoria de la cota, la trayectoria del abatimiento (dos veces, para representar el abatimiento y la construcción auxiliar), el radio del abatimiento y el plano que se abate. No aparece el plano vertical de proyección

para evitar confusión. No ha sido necesaria ninguna restricción porque la orientación que traían las piezas del diseño era la adecuada.

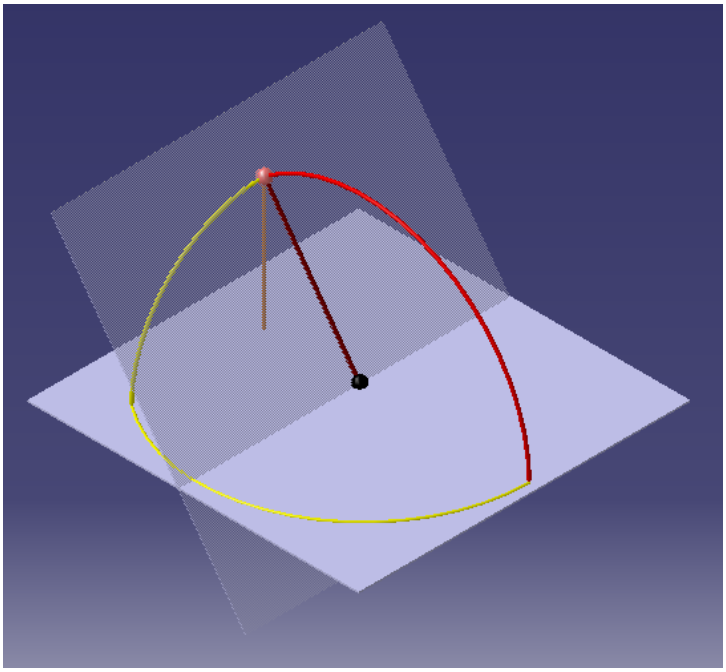


Ilustración 4-26: Conjunto correspondiente a la lección "Abatimiento".

- Abatimiento (Método Directo): aparecen el plano dado por tres puntos, el plano sobre el que se abate, el punto y su proyección, y dos elementos cilíndricos marcando la charnela y la perpendicular a la charnela, los cuales se repetirán como aristas del prisma en el ejercicio de recapitulación 2.

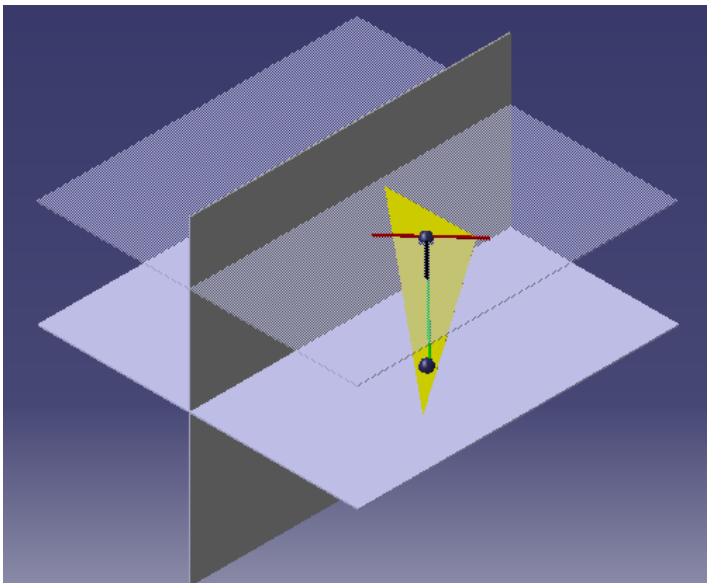


Ilustración 4-27: Conjunto correspondiente a la lección "Abatimiento (Método Directo)".

- Abatimiento de un plano dado por tres puntos: se muestran el plano dado por tres puntos y un plano horizontal adicional. Se ha establecido la restricción de paralelismo entre los dos planos horizontales.

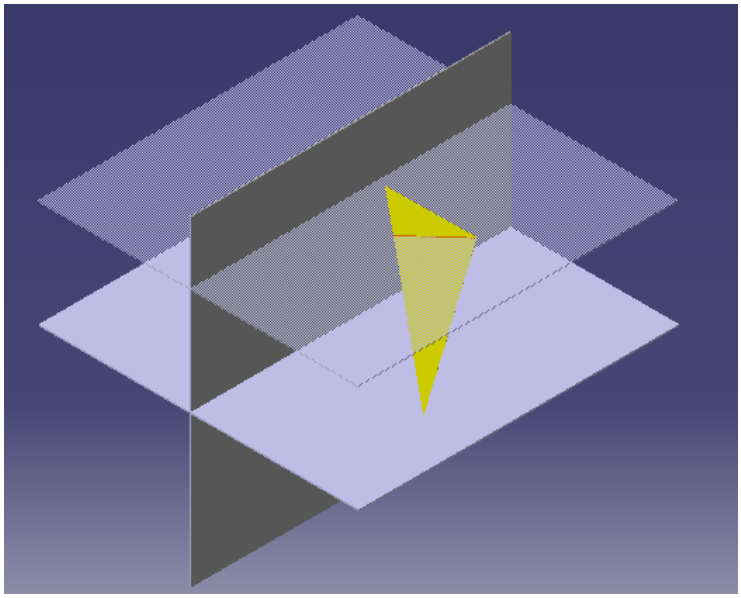


Ilustración 4-28: Conjunto correspondiente a la lección "Abatimiento de un plano dado por tres puntos".

- Aplicación del abatimiento: intervienen dos rectas, tres puntos señalando la intersección de las rectas con el plano horizontal sobre el que se abate y la intersección entre ellas mismas, el plano

en el que se hallan contenidas y un plano horizontal adicional. Se han duplicado todos los elementos móviles (todos excepto los puntos de intersección con el plano, los planos de proyección y el horizontal adicional) para ilustrar la posición antigua y la posición del abatimiento. Se han establecido restricciones de paralelismo entre los planos horizontales y también entre las rectas y el plano que las contiene.

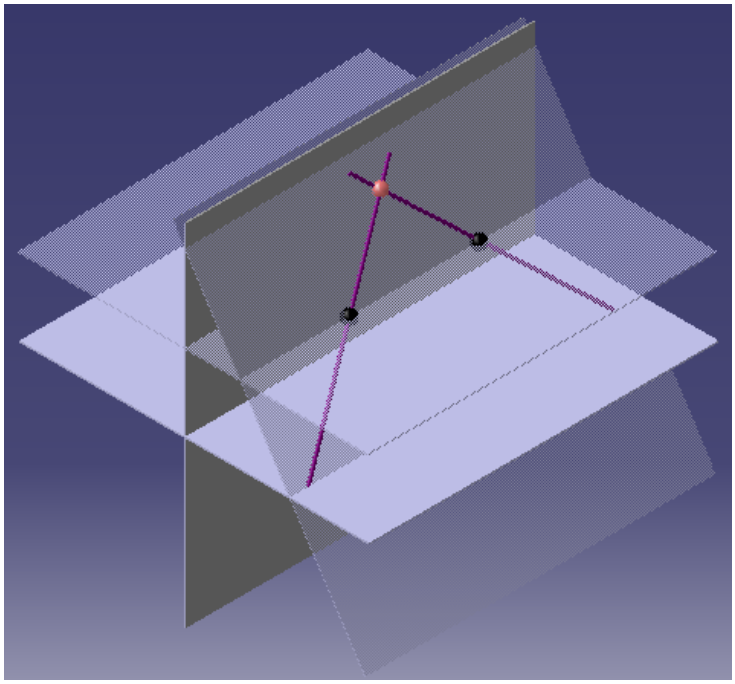


Ilustración 4-29: Conjunto correspondiente a la lección "Aplicación del abatimiento".

- Ejercicio de recapitulación 1: tan sólo aparece, además de los planos horizontal y vertical, la placa pentagonal.

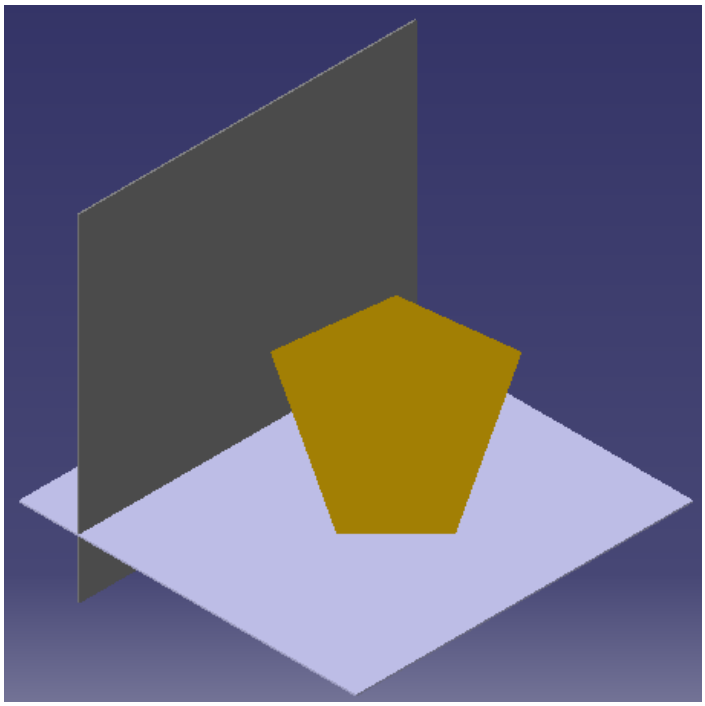


Ilustración 4-30: Conjunto correspondiente al ejercicio de recapitulación 1.

- Ejercicio de recapitulación 2: se trata del conjunto con mayor número de elementos dada la complejidad y lo extenso de la animación, a lo largo de la cual van apareciendo y desapareciendo objetos. Intervienen dos puntos (datos), tres triángulos (dos abatidos y uno sin abatir), el lado del triángulo, el prisma, las aristas del prisma, la sección del prima, el eje de giro, un plano que contiene los puntos y otro que secciona el prisma, y la charnela. Se han establecido como restricciones el paralelismo entre el triángulo al que pertenecen los puntos y el plano que los contiene y el paralelismo entre este plano y la charnela. El resto de elementos venían bien situados desde el diseño.

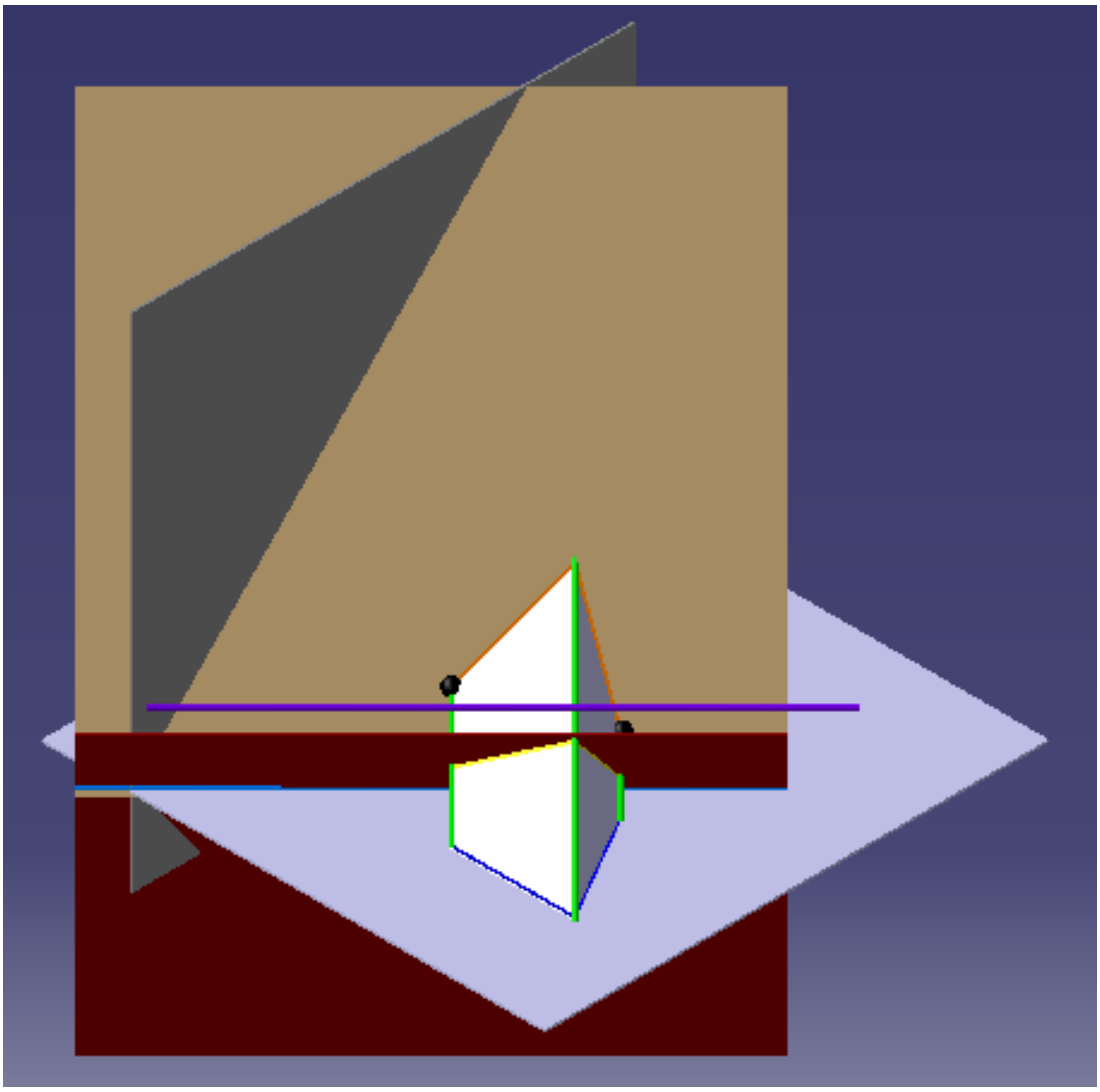


Ilustración 4-31: Conjunto correspondiente al ejercicio de recapitulación 2.

El siguiente paso después de formar el conjunto es animarlo para luego crear la película. En el siguiente apartado se comenta la realización de las animaciones mediante el módulo *DMU Fitting*, y su posterior grabación con la herramienta *Video*.

4.3 Elaboración de animaciones 3D

Con objeto de no ser reiterativo, y dado el elevado número de ilustraciones que son necesarias para dar una idea de la secuencia completa de una animación, en este apartado no se muestran las imágenes correspondientes a cada lección, sólo las necesarias para apoyar a la descripción del trabajo. El mismo criterio se ha seguido en el apartado dedicado

al módulo de dibujo. Tanto las animaciones 3D como los dibujos planos, aparecen conjuntamente al integrarlos mediante la herramienta Macromedia Flash. Será en el apartado que desarrolla este paso donde se muestren las imágenes correspondientes a cada lección.

El proceso de creación de las animaciones ha sido siempre el mismo. En primer lugar se han definido lanzaderas con la función *shuttle*, es decir, grupos de objetos que se van a mover conjuntamente. En la ilustración 4-32 se puede ver un ejemplo de *shuttle* sacado de la lección "Aplicación del abatimiento". En él, se han incluido cuatro objetos, ya que se pretende que el conjunto de todos ellos realice un mismo movimiento. Concretamente se han seleccionado un punto, dos rectas que se atraviesan en dicho punto, y el plano que contiene a todos los elementos anteriores.

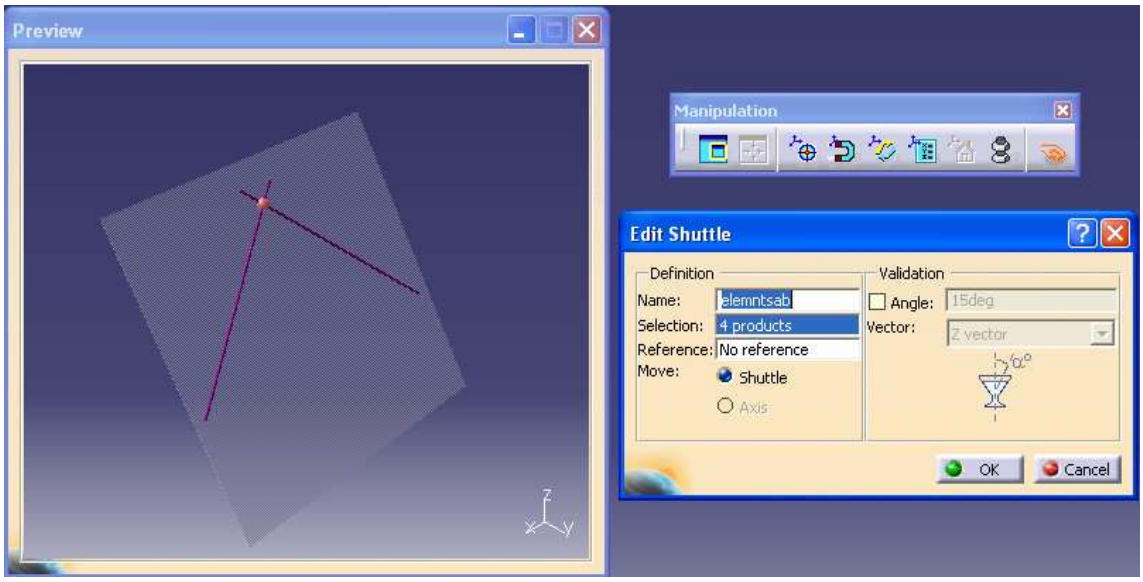


Ilustración 4-32: Definición de una lanzadera en la lección "Aplicación del abatimiento".

Posteriormente se han detallado las trayectorias que van a seguir esas lanzaderas mediante la función track, que se sirve de las posiciones inicial y final indicadas para crear la trayectoria. En la ilustración 4-33 se ve como ejemplo la definición del *track* correspondiente al *shuttle* comentado anteriormente. En este caso la trayectoria consiste en un giro en torno a la recta intersección entre dos planos: el que contiene las rectas y el horizontal sobre el que se abate.

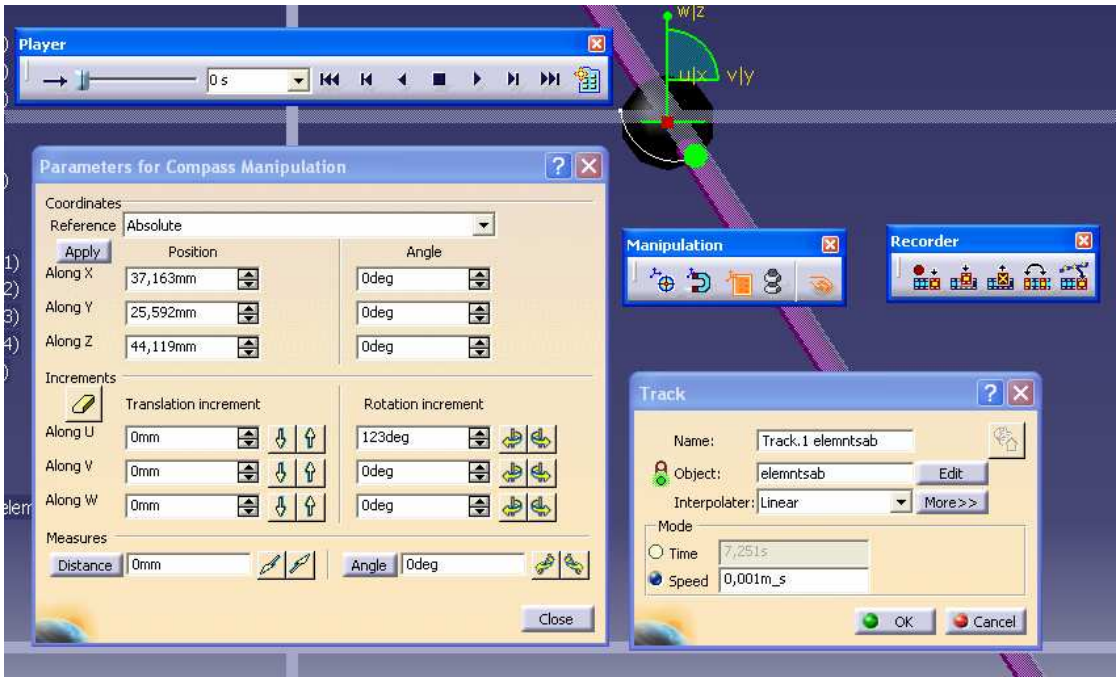


Ilustración 4-33: Cuadros de diálogo para la definición de una trayectoria.

A continuación, se ha montado la "película" con ayuda de la función Edit Sequence, mediante la cual se van acoplando las trayectorias definidas. Esta función permite la acción conjunta de más de una trayectoria, introducir tiempos muertos entre una trayectoria y la siguiente, variar el tiempo en que se ejecuta cada trayectoria, en definitiva crear una película con las trayectorias definidas anteriormente.

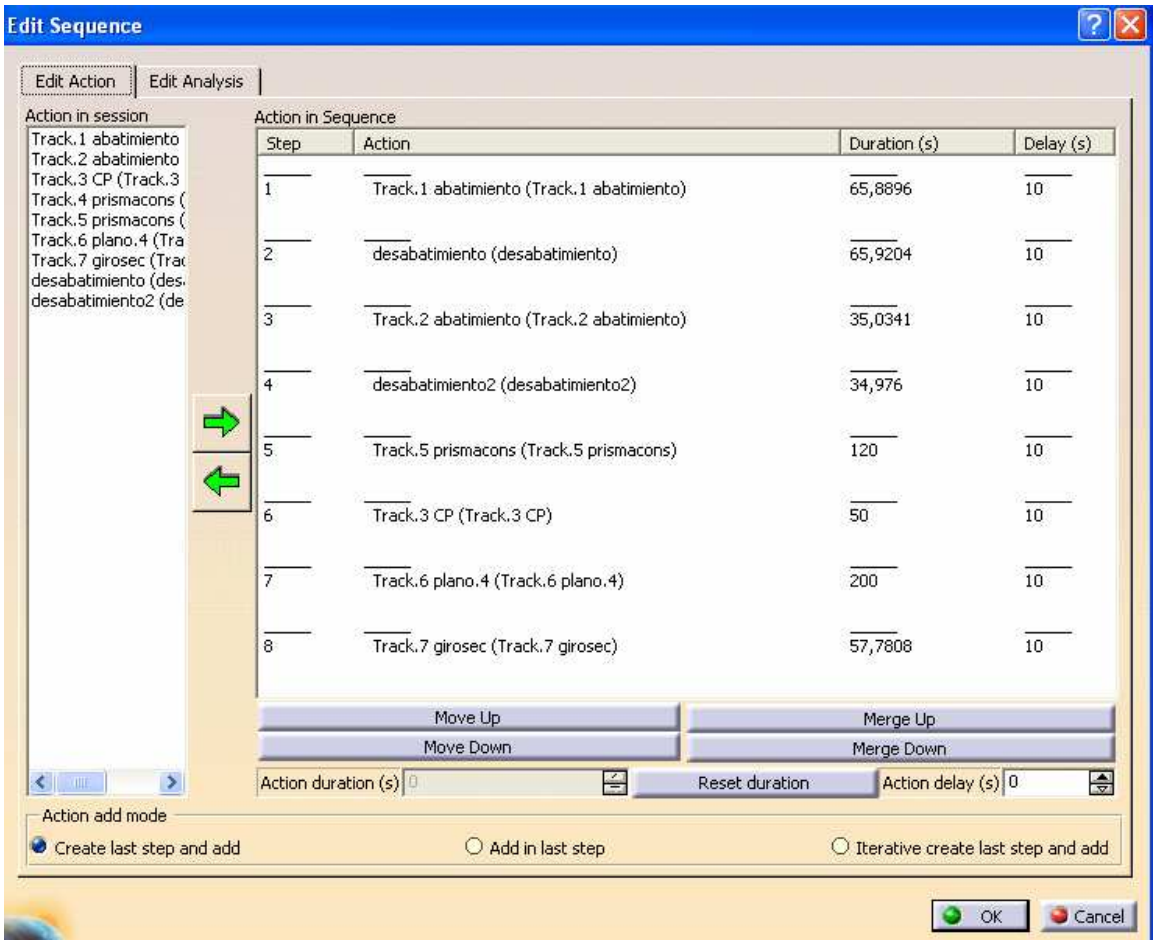


Ilustración 4-34: Secuencia creada para la animación del ejercicio de recapitulación 2.

Llegado este punto, se tiene una secuencia que ejecuta las órdenes de desplazamiento introducidas, pudiéndose ya generar el vídeo. Sin embargo, para una mayor comodidad y coherencia, es preferible crear una animación con la herramienta *Generate Replay*. Esta animación consiste en una visualización de la secuencia, sin ejecutar los desplazamientos de los elementos. Además, permite controlar fácilmente la reproducción y la velocidad de la misma.

Finalmente, se ha generado un vídeo en un formato ajeno a CATIA, concretamente Microsoft AVI, formato de vídeo estándar y autóctono de Microsoft Windows.

Catia V5 ofrece además la posibilidad de usar cualquier codec de vídeo instalado en el sistema para la compresión de las grabaciones. Así, se ha utilizado el codec x-viD MPEG-4, el cual proporciona una relación calidad/nivel

de compresión bastante alta en comparación con otros como Div-x MPEG-4 o Microsoft MPEG-4.

Durante la grabación del vídeo se ha completado la edición de la animación. Se han realizado cambios de puntos de vista de perspectiva isométrica a las proyecciones y viceversa, con objeto de ilustrar el paso del espacio al plano. Asimismo, se ha acercado o alejado la imagen según se ha estimado conveniente en cada momento. También se ha jugado con la aparición y desaparición de objetos durante el avance de la animación. Para todo ello se ha recurrido al grupo de funciones del menú *View*, muy usado en el manejo general del programa, no sólo para este cometido.



Ilustración 4-35: Menú de comandos *View*.

4.4 Dibujo de imágenes planas

La elaboración de los dibujos se ha materializado con el sistema *Interactive Drafting* del módulo *Drafting* de Catia V5. Esto quiere decir que se ha partido de cero, sin utilizarse los conjuntos creados para las animaciones 3D. Lo que se quiere conseguir eliminando esta dependencia es dotar los dibujos de mayor rigor. En los conjuntos se han realizado simplificaciones que no son necesarias hacer en el dibujo, tales como representar un punto con una esfera, una recta con un cilindro relativamente esbelto, o un plano con un prisma de base cuadrada y altura despreciable.

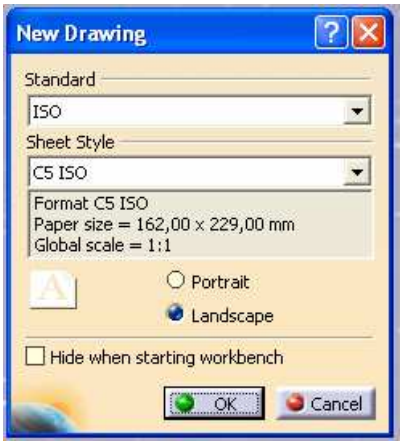


Ilustración 4-36: Cuadro de diálogo para seleccionar normativa, escala y formato de papel utilizados en el dibujo.

El formato de papel elegido ha sido C5 ISO, de dimensiones 162 x 229 mm. La razón de esta elección es ganar comodidad en el posterior tratamiento de la imagen con la aplicación Adobe Photoshop.

La escala establecida ha sido siempre 1:1, aunque posteriormente al tratar cada imagen se ha variado el tamaño de la imagen para una correcta ubicación dentro del conjunto de la animación. No obstante, la escala aquí resulta irrelevante, ya que no se representa ningún objeto real sino elementos teóricos donde lo importante no es la dimensión sino el concepto que representa. Menos importancia aún tiene la normativa de representación adoptada.

El procedimiento seguido en la elaboración de los planos ha sido el mismo para todas las lecciones. Se ha dibujado una posición inicial, y a partir de ésta se han ido añadiendo los trazos del ejercicio en cuestión hasta llegar a una posición final.

En el transcurso del dibujo, se han ido almacenando planos con posiciones intermedias. Entre una posición y la siguiente aparecen unos trazos y desaparecen otros, buscando siempre la mayor claridad posible y evitando en todo momento que trazos antiguos entorpezcan la visión de trazos nuevos. Además, se han añadido comentarios con el objetivo de ayudar al seguimiento de la lección. También se ha aprovechado el juego de colores para recalcar asociaciones entre elementos, distinguir los nuevos trazos que van apareciendo, en definitiva para ayudar a la comprensión de lo que se está viendo. Un ejemplo de todo esto se puede observar en la ilustración 4-37, donde se ven tres dibujos correspondientes a la lección "Aplicación del cambio de plano", la cual contiene un total de siete dibujos planos. En ellos se ha utilizado el color azul para la nueva línea de intersección entre planos vertical y horizontal, recalcando el paralelismo con la proyección horizontal de la recta mediante el símbolo correspondiente del mismo color. Con las anotaciones en color rojo se pretende ilustrar el procedimiento seguido en el trazado. El marrón ha sido el color elegido para identificar el segundo cambio de plano.

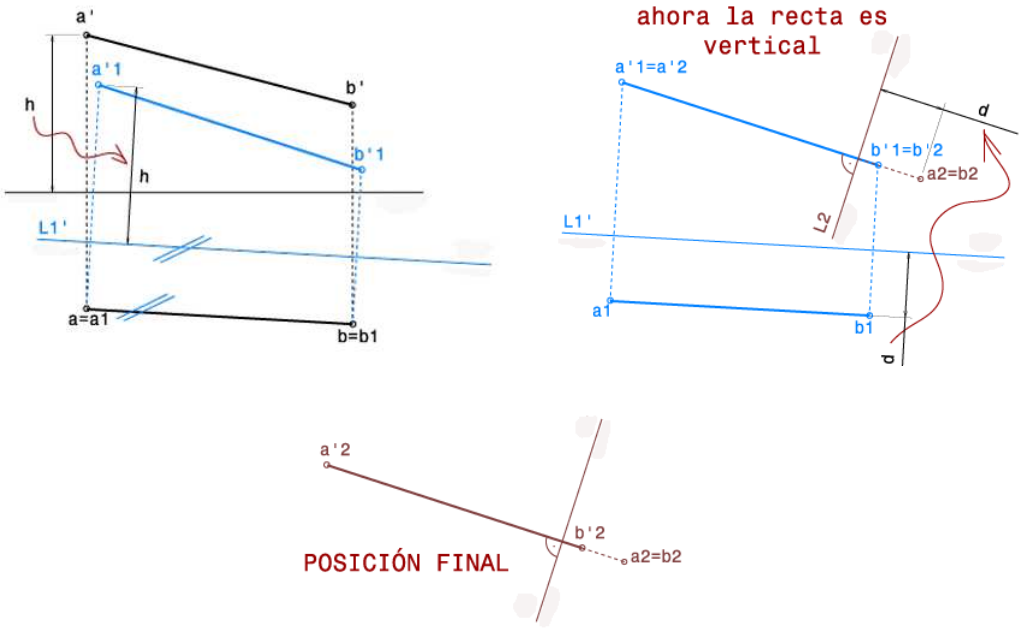


Ilustración 4-37: Extracto de imágenes procedentes de la lección "Aplicación del cambio de plano".

Tras la construcción de los dibujos en Catia, todos ellos se han exportado a formato *pdf* para ser tratados mediante la herramienta Adobe Photoshop. Este tratamiento se ha limitado al recorte de las imágenes hasta obtener un tamaño de 450 x 308 píxeles. Finalmente se ha exportado como imágenes *gif*, también desde Adobe Photoshop. Estas imágenes, ya con el tamaño apropiado y en formato *gif*, son las que han sido utilizadas para el montaje final de la animación con Macromedia Flash. Sobre esto último versa el siguiente apartado.

4.5 Obtención de los vídeos definitivos

4.5.1 Integración de las animaciones 3D y los dibujos planos

Como se comentó en el capítulo 3, la integración en una única animación de los vídeos 3D y los dibujos planos se ha realizado mediante la herramienta Macromedia Flash. Cuando se edita contenido en Flash, se trabaja en un archivo de documento de Flash. Estos documentos tienen la extensión de

archivo .fla (FLA) y se componen de cuatro partes principales: escenario, línea de tiempo, panel de biblioteca y el código Action Script.

El **escenario** es donde se muestran los gráficos, vídeos, botones y demás objetos que aparecerán en la reproducción. En el caso del tutorial, aquí es donde se han situado el vídeo 3D, los dibujos y los botones de reproducción, parada, pausa y reproducción imagen por imagen, colocados tal y como se pretende que aparezcan en el navegador web. La ilustración 4-38 muestra la interfaz de Macromedia Flash para un documento nuevo. La parte central de la pantalla constituye el escenario, y el recuadro blanco representa lo que se ve en la reproducción, el cual tiene el tamaño y el color de fondo que se especifique. Concretamente, a las animaciones creadas para el tutorial se les ha dado un color de fondo rojo oscuro, acorde con el resto de la página web donde estarán incrustadas, y un tamaño de 450 x 590 píxeles, que es el máximo que se puede dar para que se vean completamente en la pantalla sin tener que usar las barras de desplazamiento del navegador.

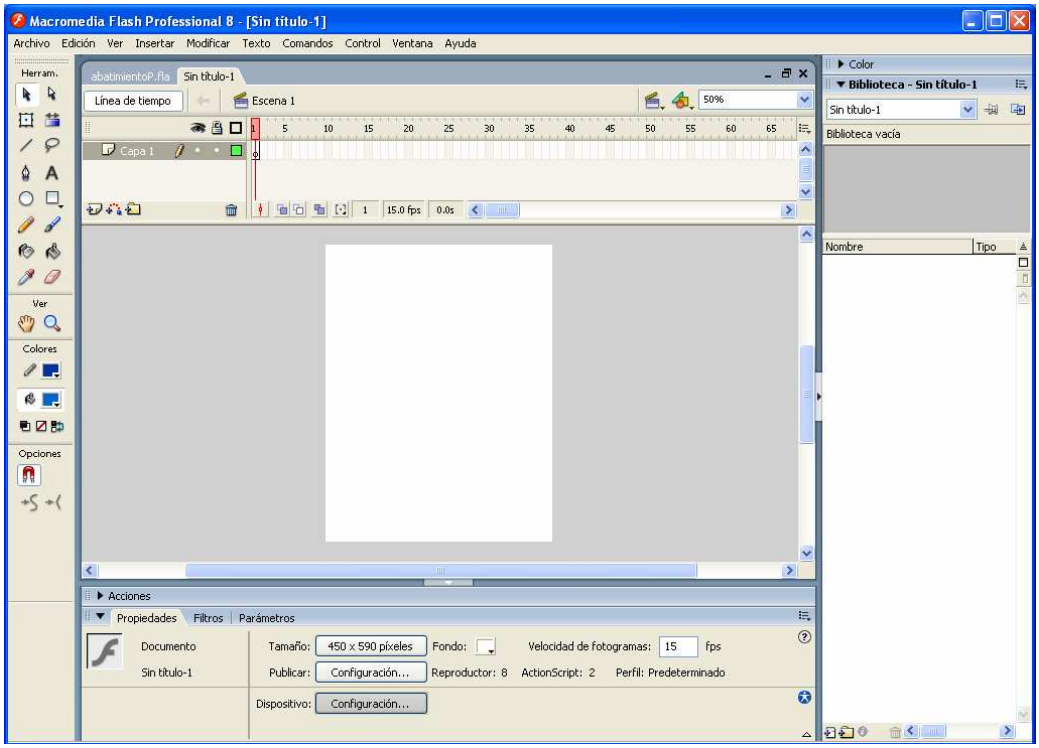


Ilustración 4-38: Interfaz del programa Macromedia Flash.

La **línea de tiempo** es donde el usuario indica a Flash cuándo desea que se muestren los gráficos y otros elementos del proyecto. También se utiliza para especificar el orden de capas de los gráficos en el escenario. Los gráficos de las capas superiores aparecen por encima de los gráficos de las capas inferiores. En la ilustración 4-34 aparece parte de la línea de tiempo de la lección "Abatimiento de un plano dado por tres puntos". Como puede observarse, han sido utilizadas dos capas. En la capa denominada *acciones* se ha incluido tanto los botones de acción, con el correspondiente código que los gobierna, como el vídeo 3D. La capa denominada *dibujos* está dedicada a los dibujos planos. Al igual que en un largometraje, los documentos de Flash dividen el tiempo en fotogramas. Las capas son como varias bandas de película apiladas unas sobre otras, cada una de las cuales contiene una imagen diferente que aparece en el escenario. Los componentes principales de la línea de tiempo son, por tanto, las capas, los fotogramas y la cabeza lectora, la cual indica el fotograma actual que se muestra en el escenario.

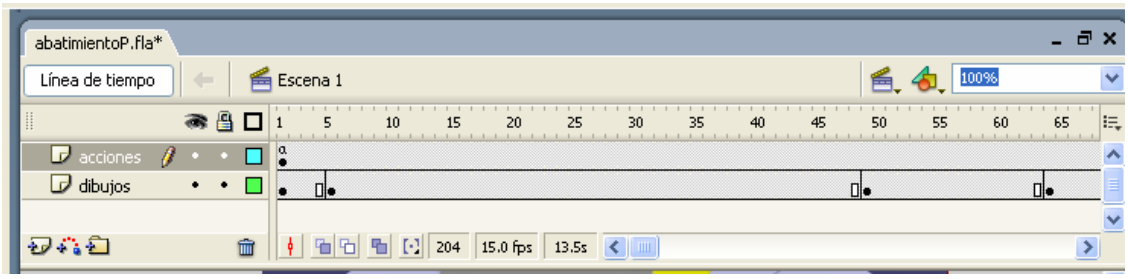


Ilustración 4-39: Línea de tiempo de la animación correspondiente a la lección "Abatimiento de un plano dado por tres puntos".

Se puede insertar, eliminar, seleccionar y mover fotogramas y fotogramas claves en la línea de tiempo. Un fotograma clave es un fotograma en el que se define un cambio en las propiedades de un objeto de una animación o se incluye código ActionScript para controlar determinado aspecto del documento.

En las animaciones realizadas para el tutorial, los fotogramas clave que se encuentran en la capa *dibujos* son los encargados de introducir nuevas imágenes planas, de manera que mediante el manejo de estos fotogramas clave se ha sincronizado la animación 3D con la animación plana. En la capa

acciones existe un único fotograma clave que marca el comienzo de la animación 3D y contiene el código ActionScript correspondiente a los botones destinados al control de la reproducción.

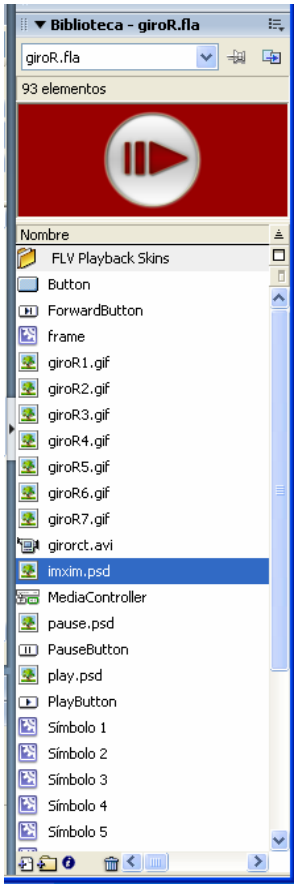


Ilustración 4-40: Panel de biblioteca de la lección "Giro de una recta".

El panel de **biblioteca** es donde Flash muestra una lista de los elementos multimedia del documento de Flash. El panel Biblioteca es donde se guardan y organizan los símbolos creados en Flash, además de archivos importados tales como gráficos de imágenes de mapa de bits, archivos de sonido y clips de vídeo.

En la ilustración 4-41 está plasmado el panel biblioteca de la lección "Giro de una recta". En él aparece seleccionado el aspecto del botón que realiza la función de reproducción imagen por imagen. El aspecto de los botones destinados al control de la reproducción se ha creado con la aplicación Adobe Photoshop, y posteriormente se ha importado a la biblioteca de Macromedia Flash para vincularlo al botón correspondiente.

ActionScript es el código que permite añadir interactividad a los elementos multimedia del documento. Por ejemplo, se puede añadir código para que un botón muestre una nueva imagen cuando el usuario haga clic en el mismo. También se puede utilizar ActionScript para añadir lógica a las aplicaciones. Gracias a la lógica, la aplicación se comporta de distintas formas dependiendo de las acciones del usuario u otras condiciones. Flash incluye dos versiones de ActionScript, cada una adaptada a las necesidades específicas del editor. En este trabajo se ha optado por la versión 2.0 de ActionScript.

En el desarrollo de las animaciones del tutorial se ha empleado el código ActionScript para definir las funciones de los botones que aparecen en ellas. En la ilustración 4-41 se puede ver un ejemplo, concretamente el que se corresponde con el botón de parada y reinicio, el "stop" de los clásicos controles de reproducción.

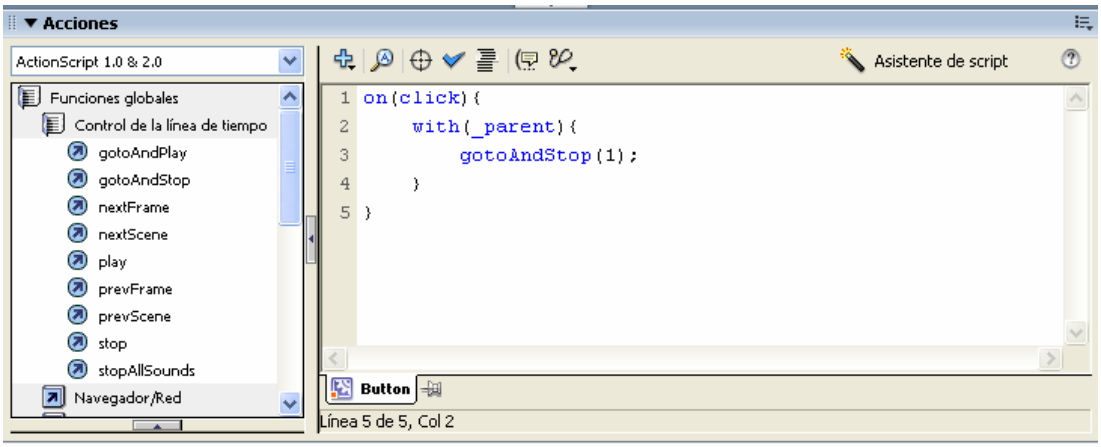


Ilustración 4-41: Panel de acciones que contiene el código ActionScript del botón "stop".

Flash incluye muchas funciones que la convierten en una herramienta con numerosas prestaciones sin perder por ello la facilidad de uso. Entre dichas funciones destacan la posibilidad de arrastrar y soltar componentes de la interfaz de usuario creados previamente, comportamientos integrados que permiten añadir fácilmente código ActionScript al documento y varios efectos especiales que pueden incorporarse a los objetos multimedia.

Una vez que se ha terminado de editar el documento de Flash, se ha publicado cada animación a través del comando Archivo > Publicar. De este modo, se crea una versión comprimida del archivo con la extensión .swf (SWF). A continuación, se puede utilizar Flash Player para reproducir el archivo SWF en un navegador Web o como una aplicación independiente. Estos archivos SWF han sido los que se han introducido posteriormente al elaborar las páginas web. A la hora de configurar la publicación, se ha optado por utilizar la versión Macromedia Flash Player 7 como reproductor necesario para visionar el documento, y no la última que ofrece la versión de Flash utilizada en este Proyecto Fin de Carrera (Macromedia Flash Professional 8), que es Macromedia

Flash Player 8. La razón es posibilitar a un mayor número de usuarios el acceso al tutorial, al exigirse una versión más antigua. Para ello, en algunos momentos se han hecho pequeños sacrificios. Concretamente el vídeo 3D se ha importado codificándose con el códec de vídeo Sorenson Spark, de menor calidad que el otro códec que ofrece Macromedia Flash 8, On2 VP6. También ha estado restringido el uso de algunas funciones de dibujo, razón por la cual se han creado los botones con Adobe Photoshop. Las aplicaciones realizadas con Flash se pueden ejecutar en la Web, en Windows, Macintosh y Unix, en PDA y hasta en teléfonos móviles. Es posible, por tanto, llegar a un enorme número de personas a través de Flash Player, ya que se encuentra instalado en el 98% de los escritorios de todo el mundo. Se tiene así la posibilidad entregar contenido de alta fidelidad sin importar el sistema operativo ni las especificaciones de hardware del cliente, gracias a la canalización de pantalla basada en vectores y ajustable a escala, así como al motor de tiempo de ejecución constante de Flash.

4.5.2 Vídeos definitivos en imágenes

A continuación se muestran algunos de los fotogramas procedentes de los vídeos definitivos de cada lección. La numeración de los fotogramas a la que hacen referencia los títulos de las ilustraciones está vinculada a la aparición de nuevos dibujos planos. Así, por ejemplo, el fotograma 2 es uno de los que muestran el 2º dibujo plano que aparece, no el 2º fotograma del vídeo.

4.5.2.1 Lección 1: "Cambio de plano vertical"

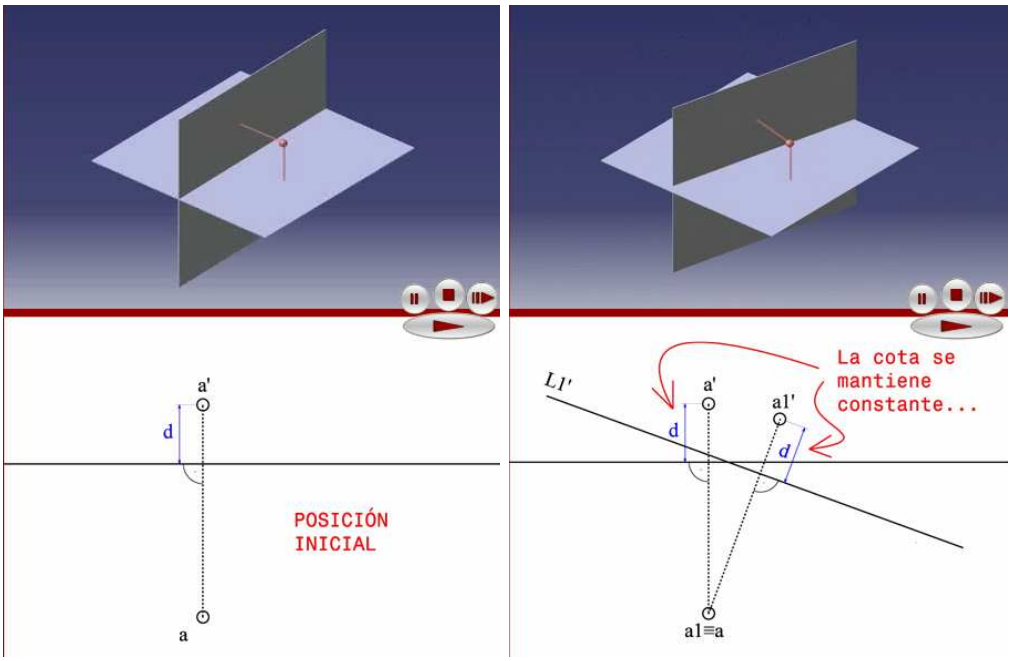


Ilustración 4-42: Vídeo de la lección 1 (fotogramas 1 y 2).

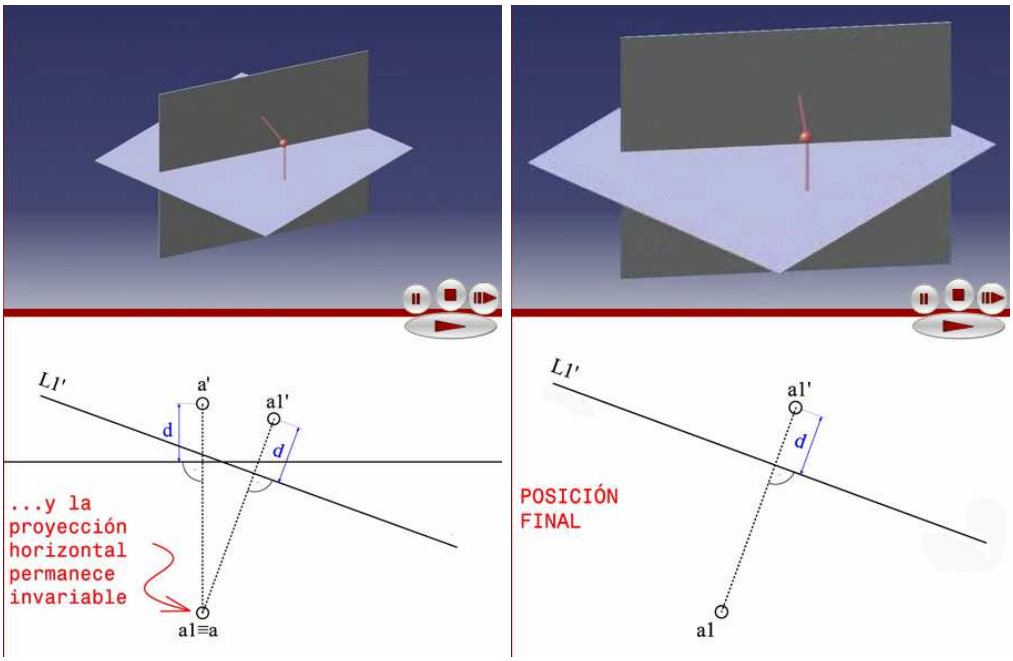


Ilustración 4-43: Vídeo de la lección 1 (fotogramas 3 y 4).

4.5.2.2 Lección 2: "Cambio de plano horizontal"

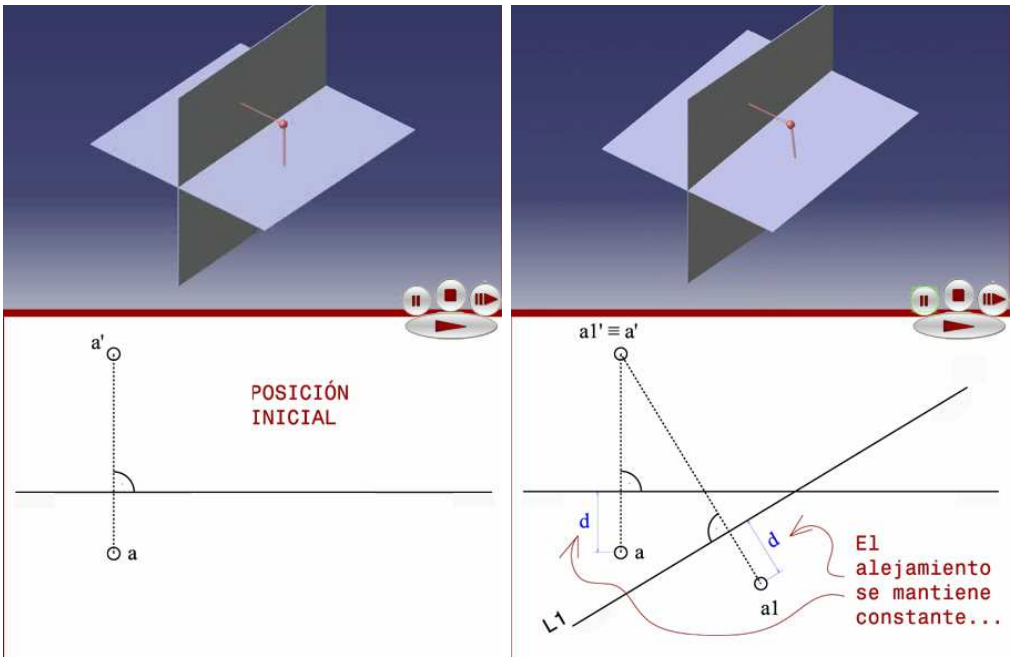


Ilustración 4-44: Vídeo de la lección 2 (fotogramas 1 y 2).

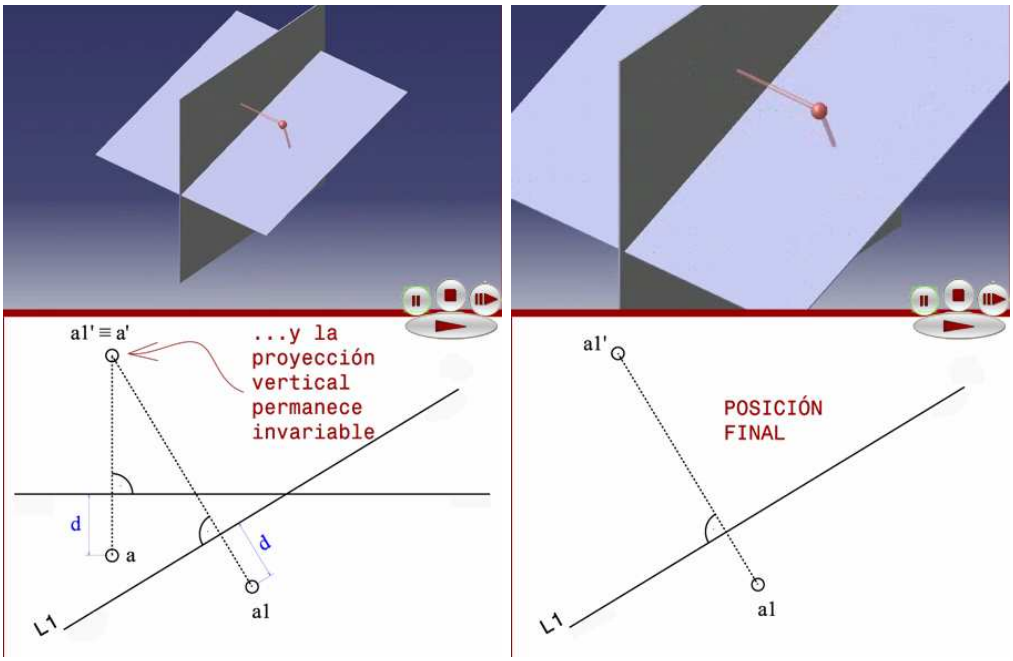


Ilustración 4-45: Vídeo de la lección 2 (fotogramas 3 y 4).

4.5.2.3 Lección 3: "Aplicación del cambio de plano"

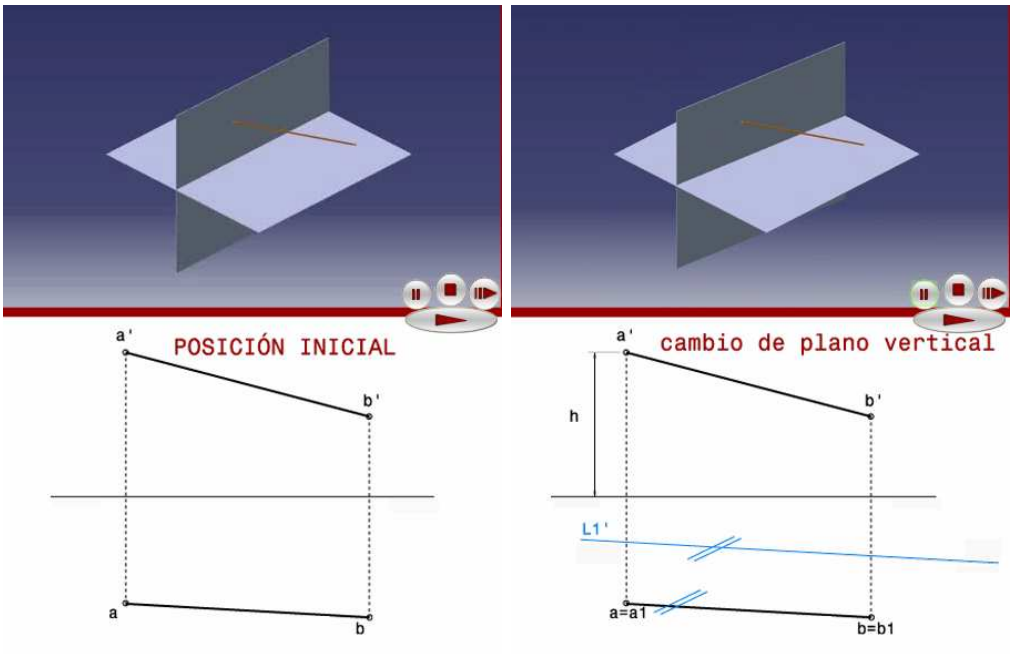


Ilustración 4-46: Vídeo de la lección 3 (fotogramas 1 y 2).

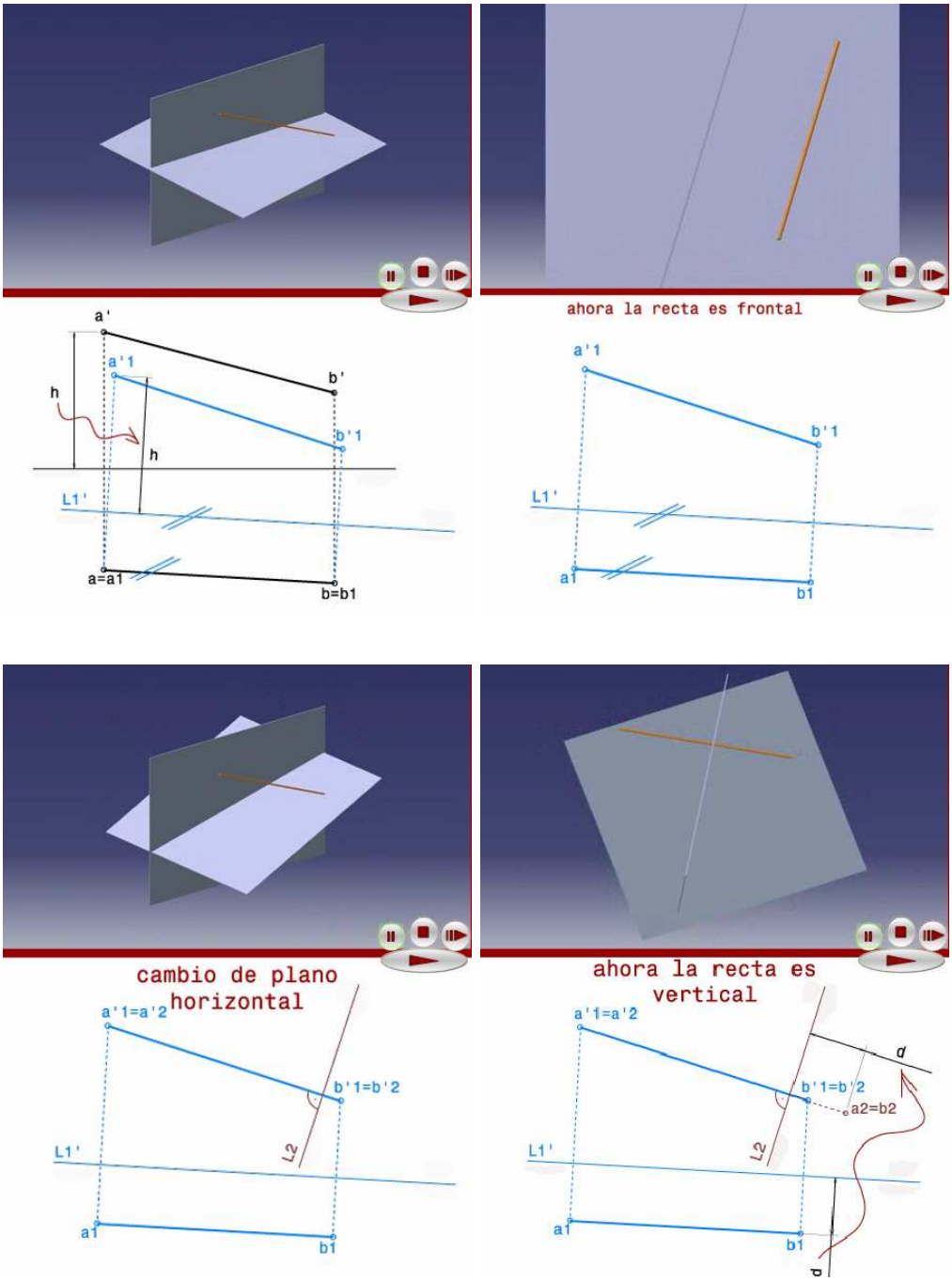


Ilustración 4-47: Vídeo de la lección 3 (fotogrmas 3, 4, 5 y 6).

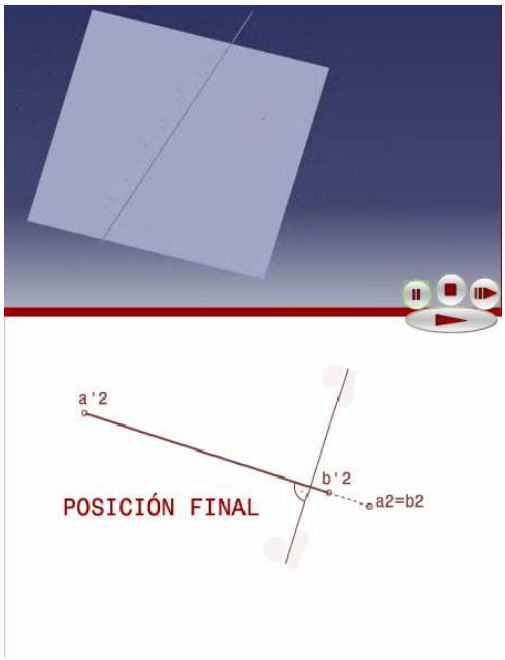


Ilustración 4-48: Vídeo de la lección 3 (fotograma 7).

4.5.2.4 Lección 4: "Giro en torno a un eje vertical"

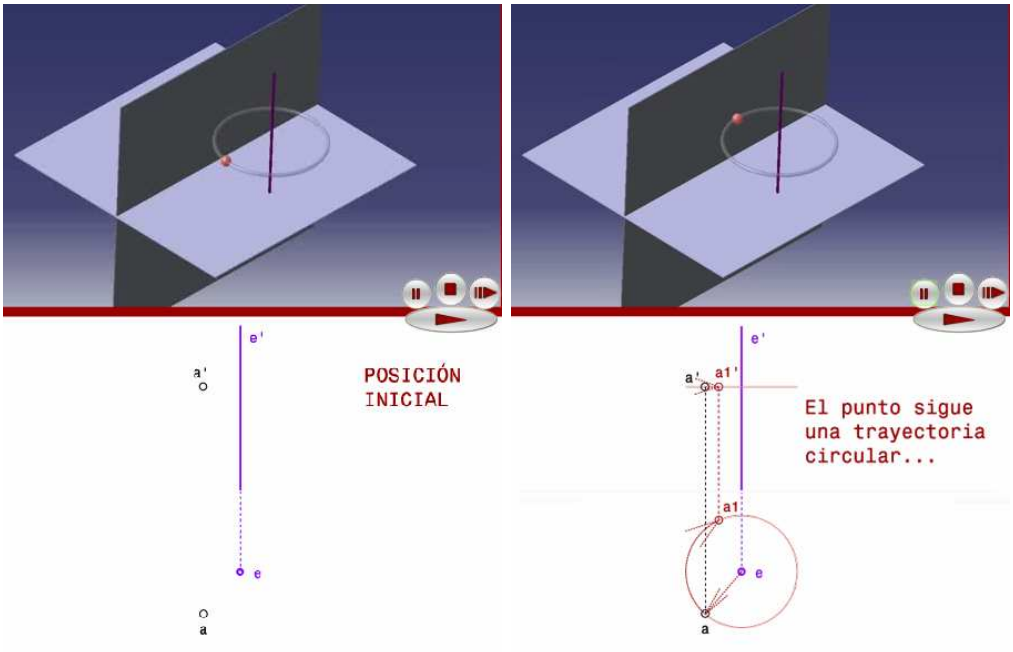


Ilustración 4-49: Vídeo de la lección 4 (fotogramas 1 y 2).

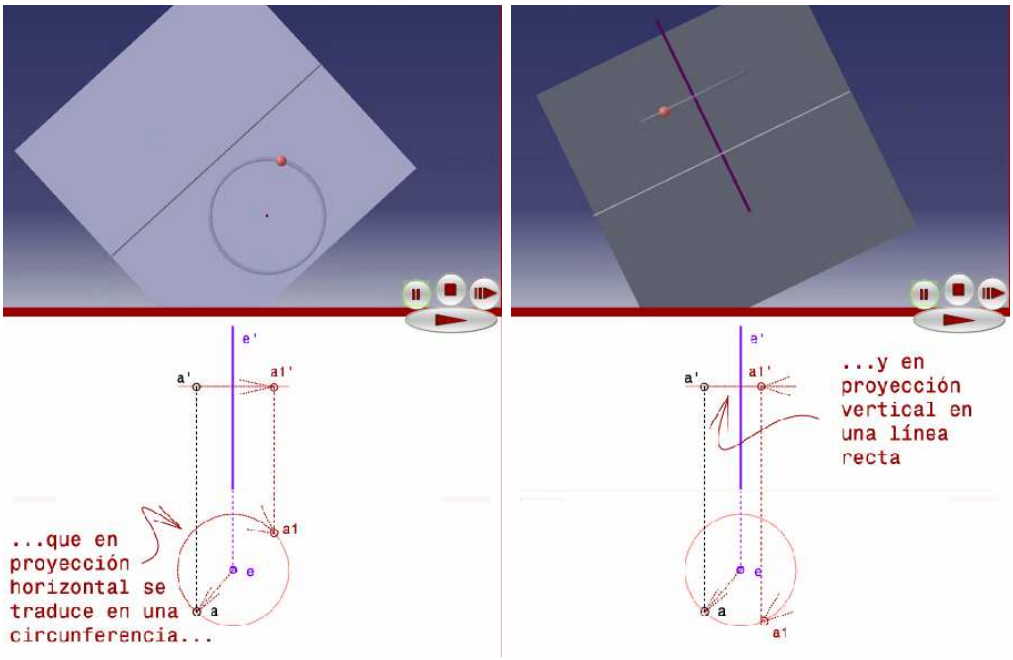


Ilustración 4-50: Vídeo de la lección 4 (fotogramas 3 y 4).

4.5.2.5 Lección 5: "Giro en torno a un eje de punta"

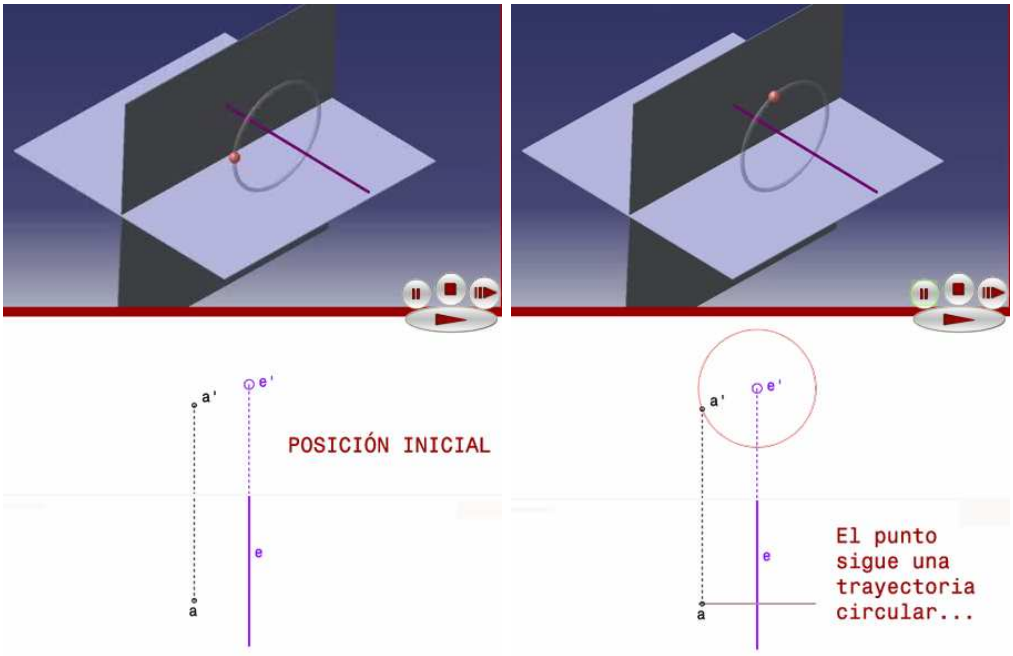


Ilustración 4-51: Vídeo de la lección 5 (fotogramas 1 y 2).

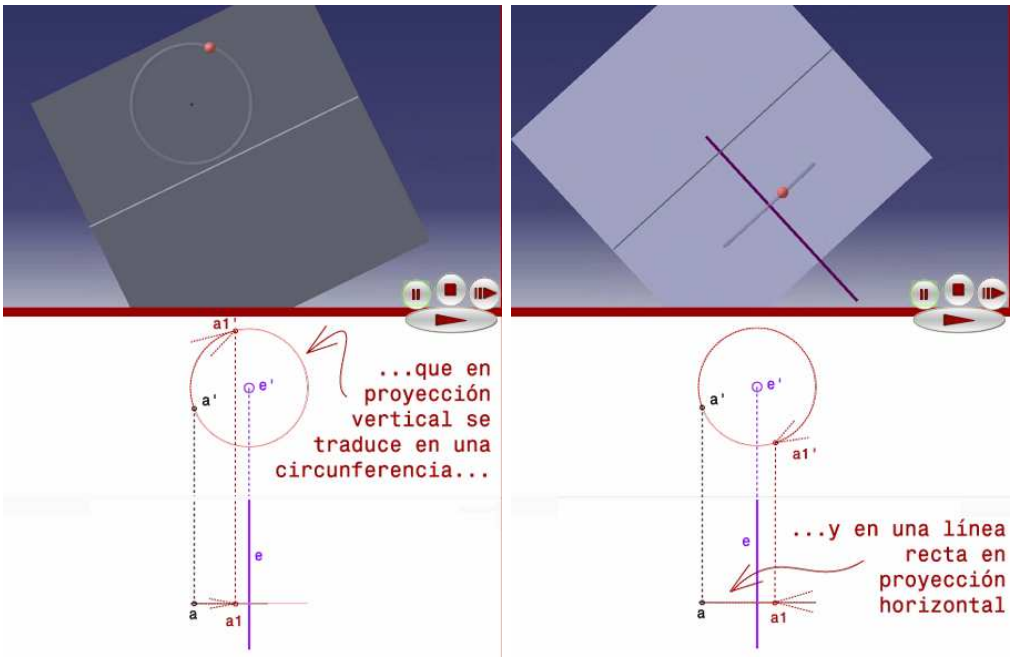


Ilustración 4-52: Vídeo de la lección 5 (fotogramas 4 y 5).

4.5.2.6 Lección 6: "Giro de una recta"

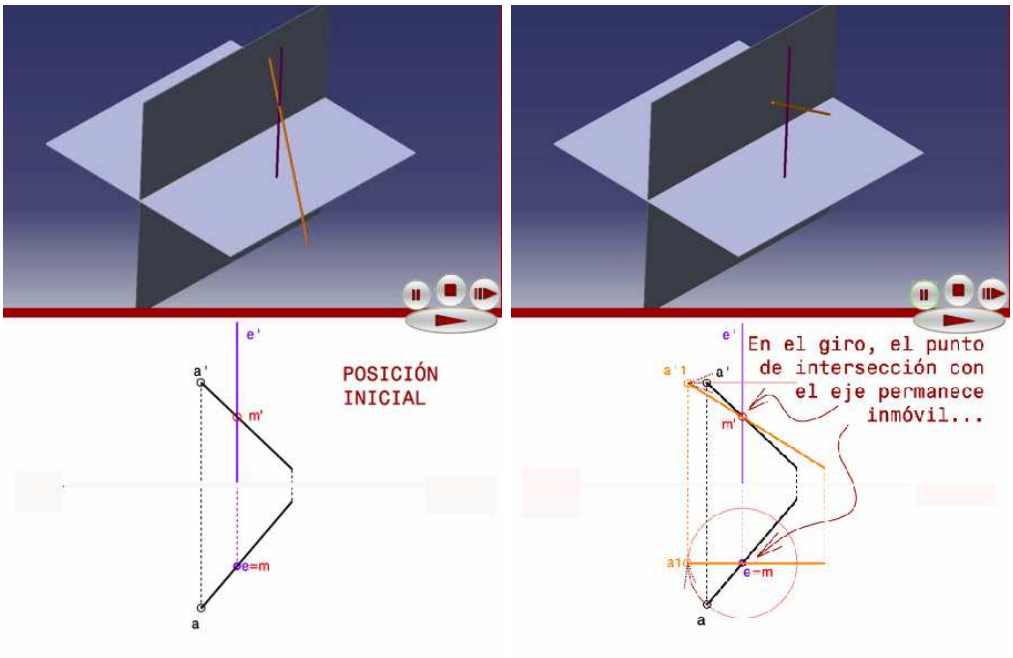


Ilustración 4-53: Vídeo de la lección 6 (fotogramas 1 y 2).

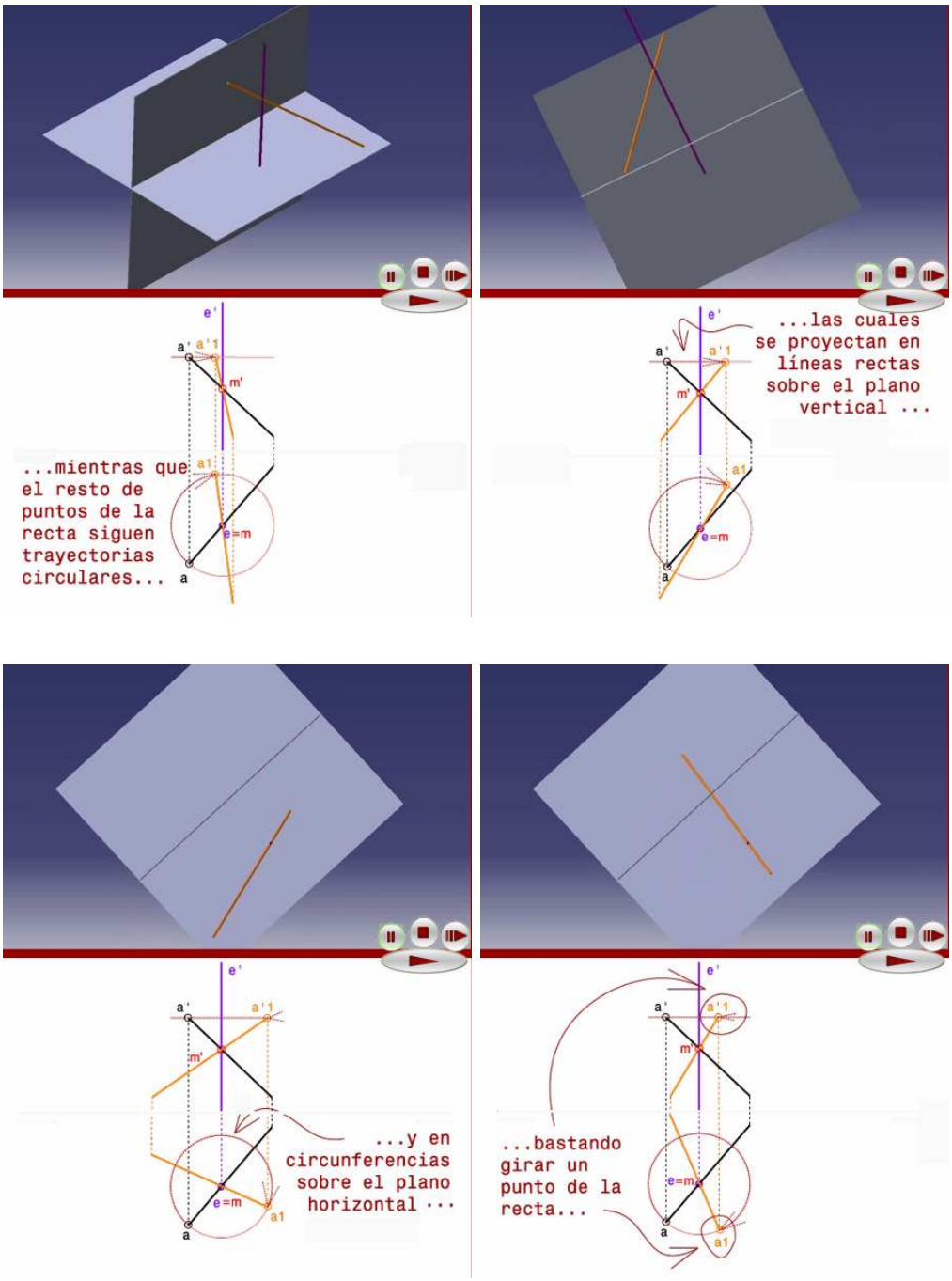


Ilustración 4-54: Vídeo de la lección 6 (fotogramas 3, 4, 5 y 6).

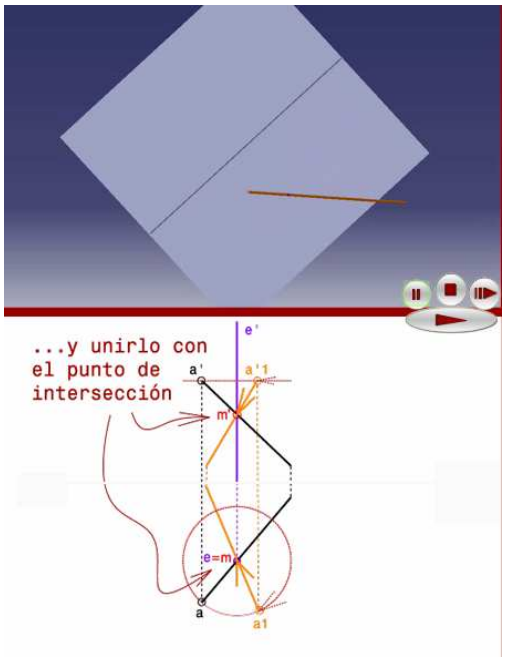


Ilustración 4-55: Vídeo de la lección 6 (fotograma 7).

4.5.2.7 Lección 7: "Giro de un plano (Método Tradicional)"

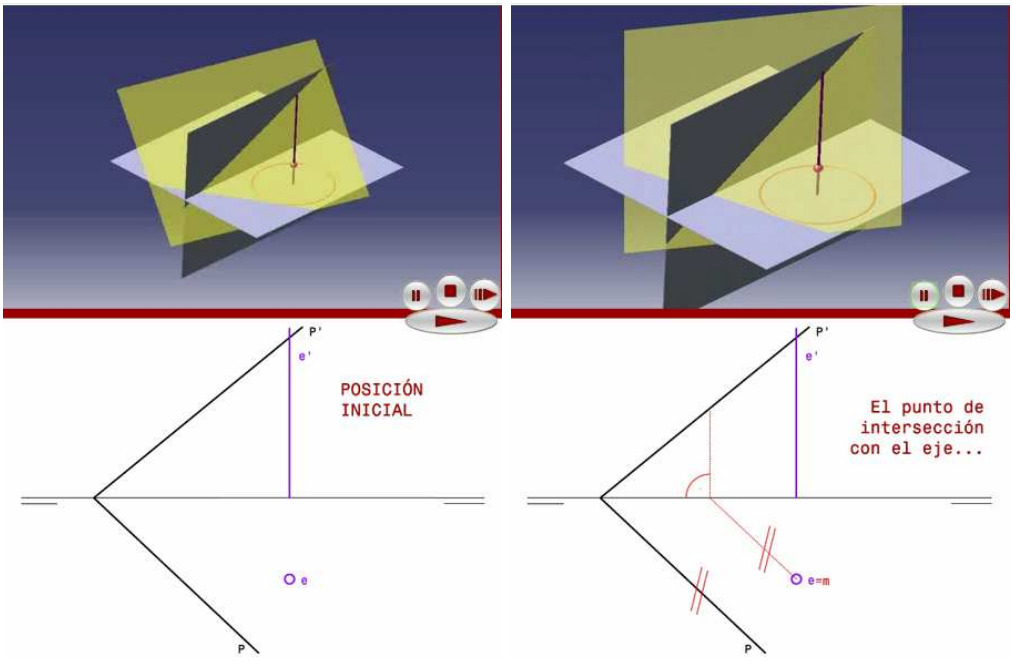


Ilustración 4-56: Vídeo de la lección 7 (fotogramas 1 y 2).

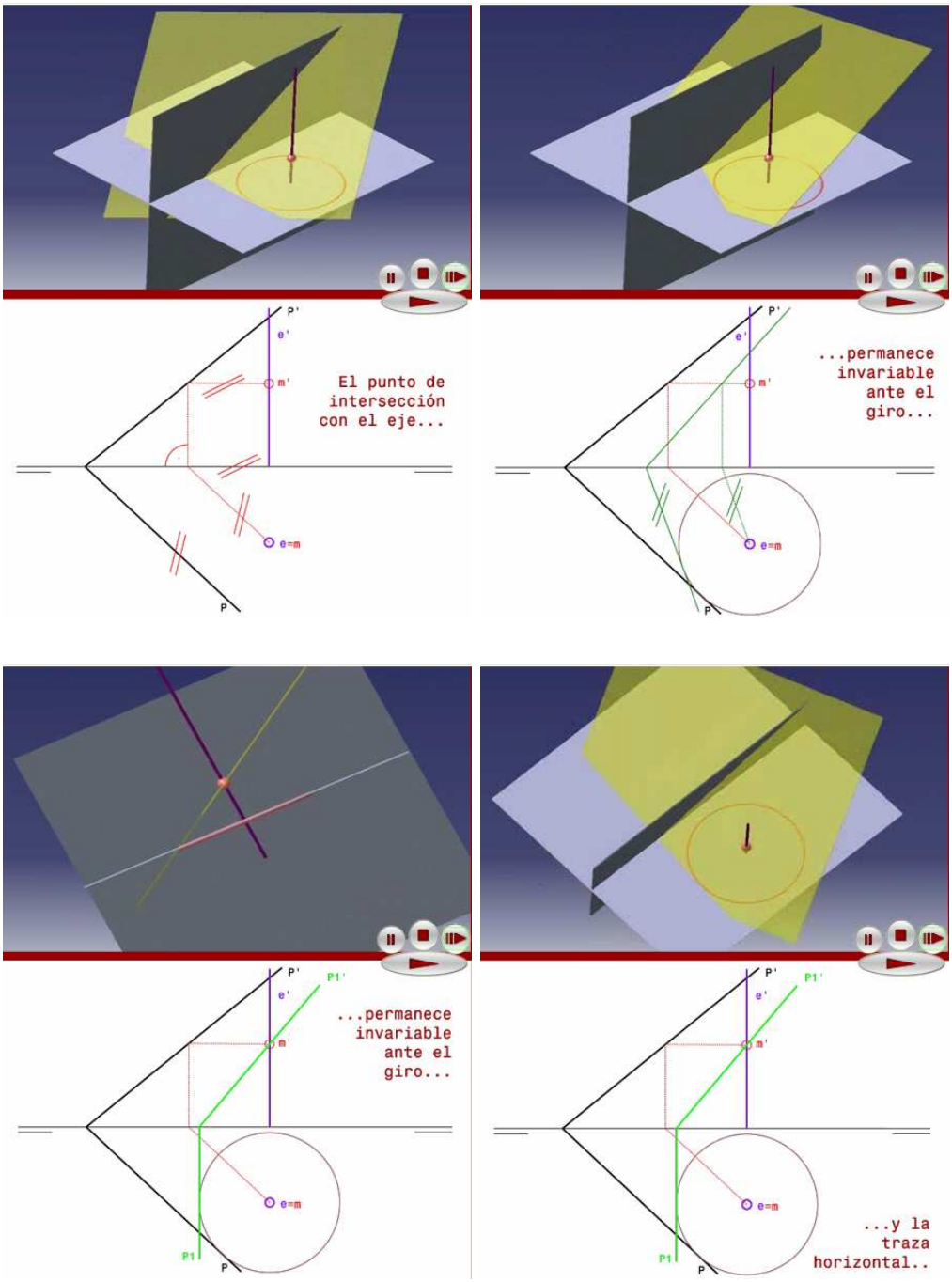


Ilustración 4-57: Vídeo de la lección 7 (fotogramas 3, 4, 5 y 6).

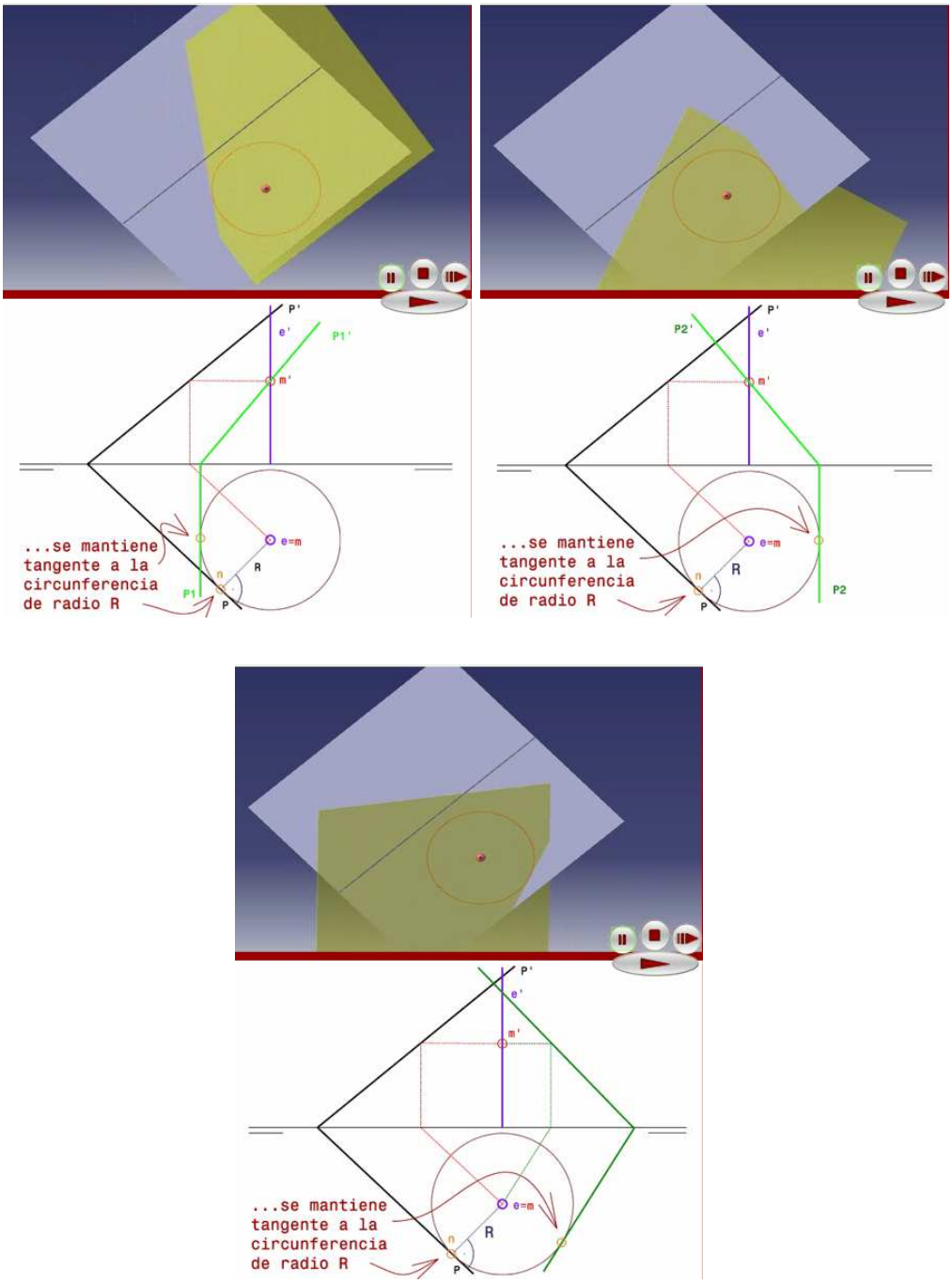


Ilustración 4-58: Vídeo de la lección 7 (fotogramas 7, 8 y 9).

4.5.2.8 Lección 8: "Giro de un plano (Método Directo)"

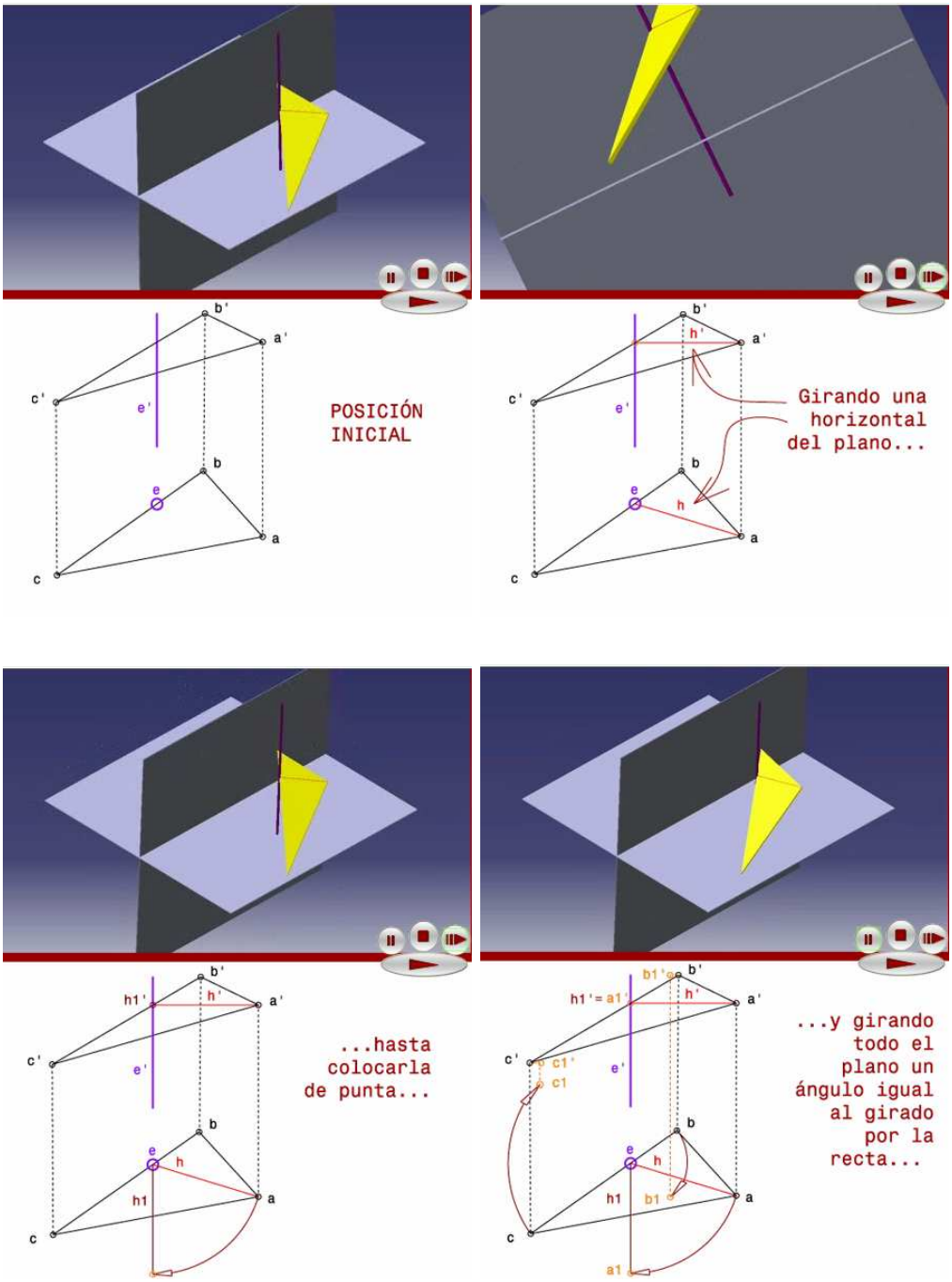


Ilustración 4-59: Vídeo de la lección 8 (fotogramas 1, 2, 3 y 4).

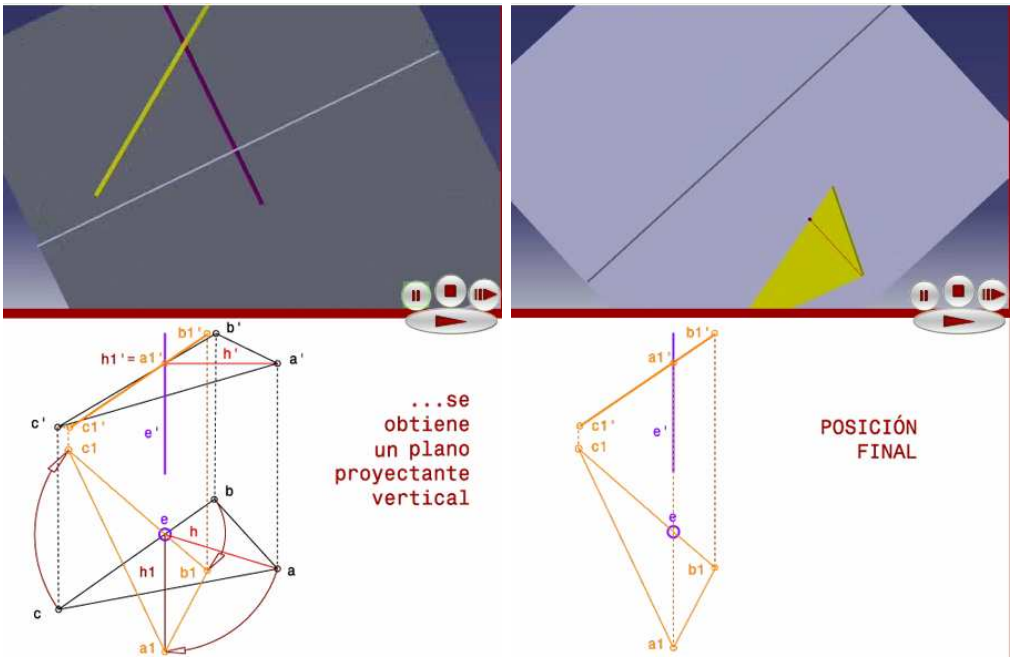


Ilustración 4-60: Vídeo de la lección 8 (fotogramas 5 y 6).

4.5.2.9 Lección 9: "Aplicación del giro"

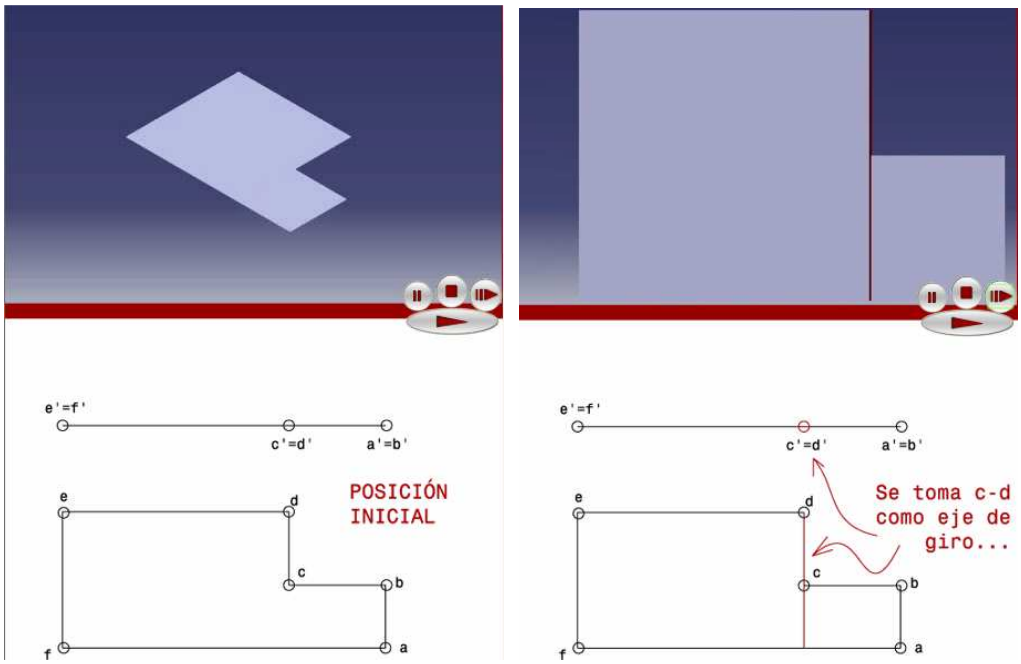


Ilustración 4-61: Vídeo de la lección 9 (fotogramas 1 y 2).

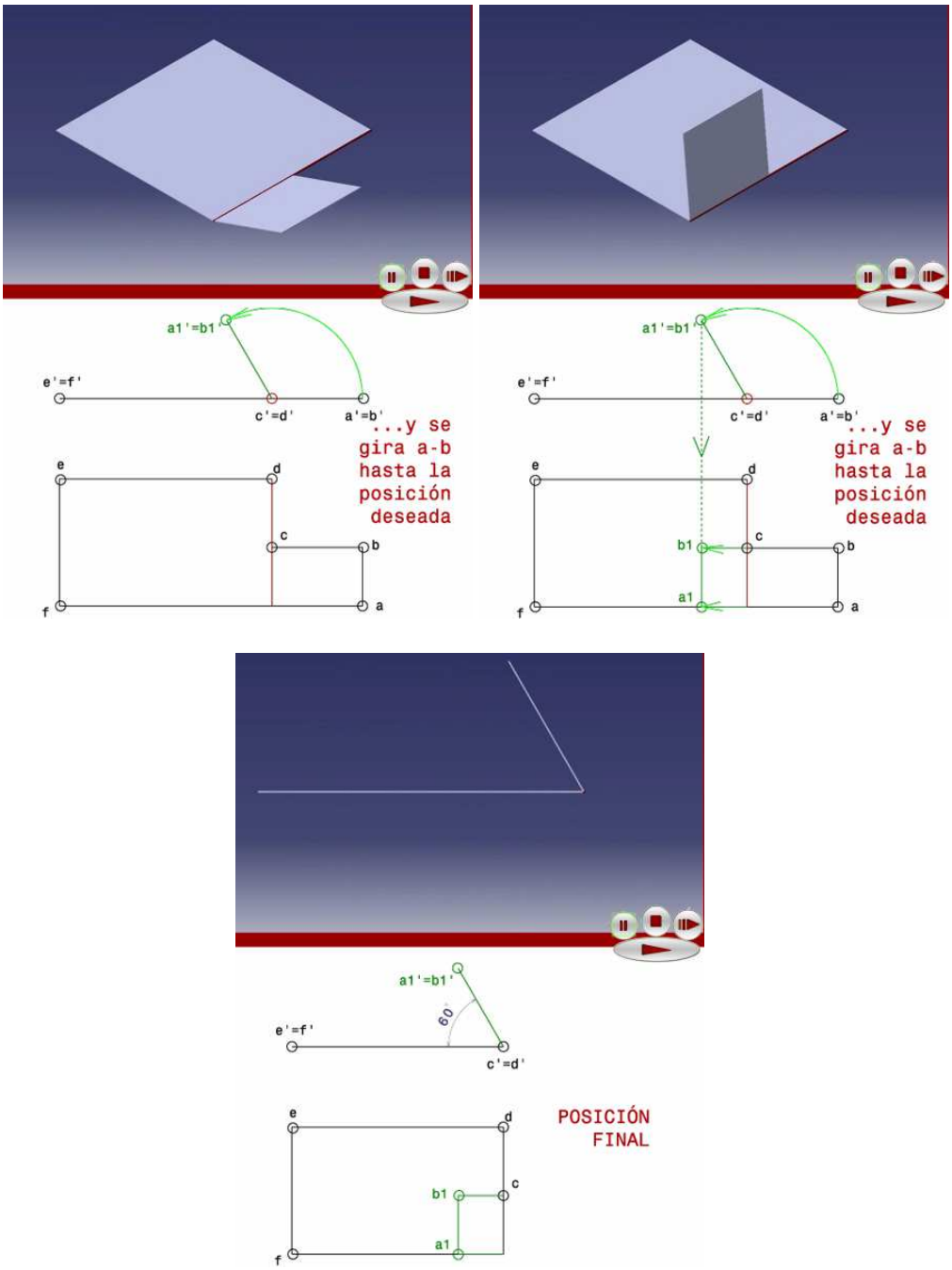


Ilustración 4-62: Vídeo de la lección 9 (fotogramas 3, 4 y 5).

4.5.2.10 Lección 10: "Abatimiento (Método Tradicional)"

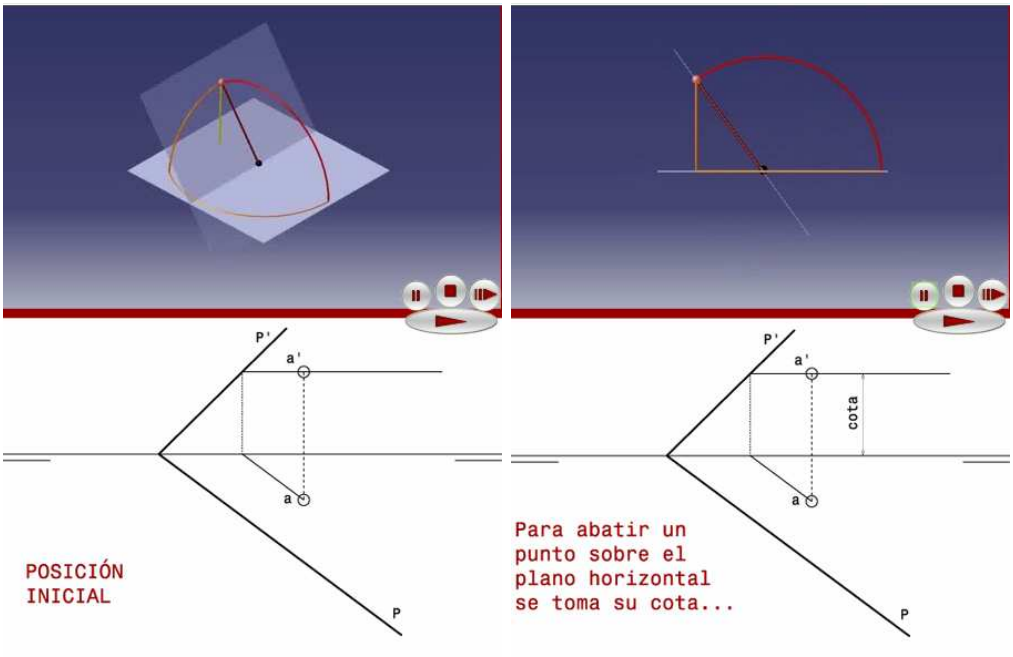


Ilustración 4-63: Vídeo de la lección 10 (fotogramas 1 y 2).

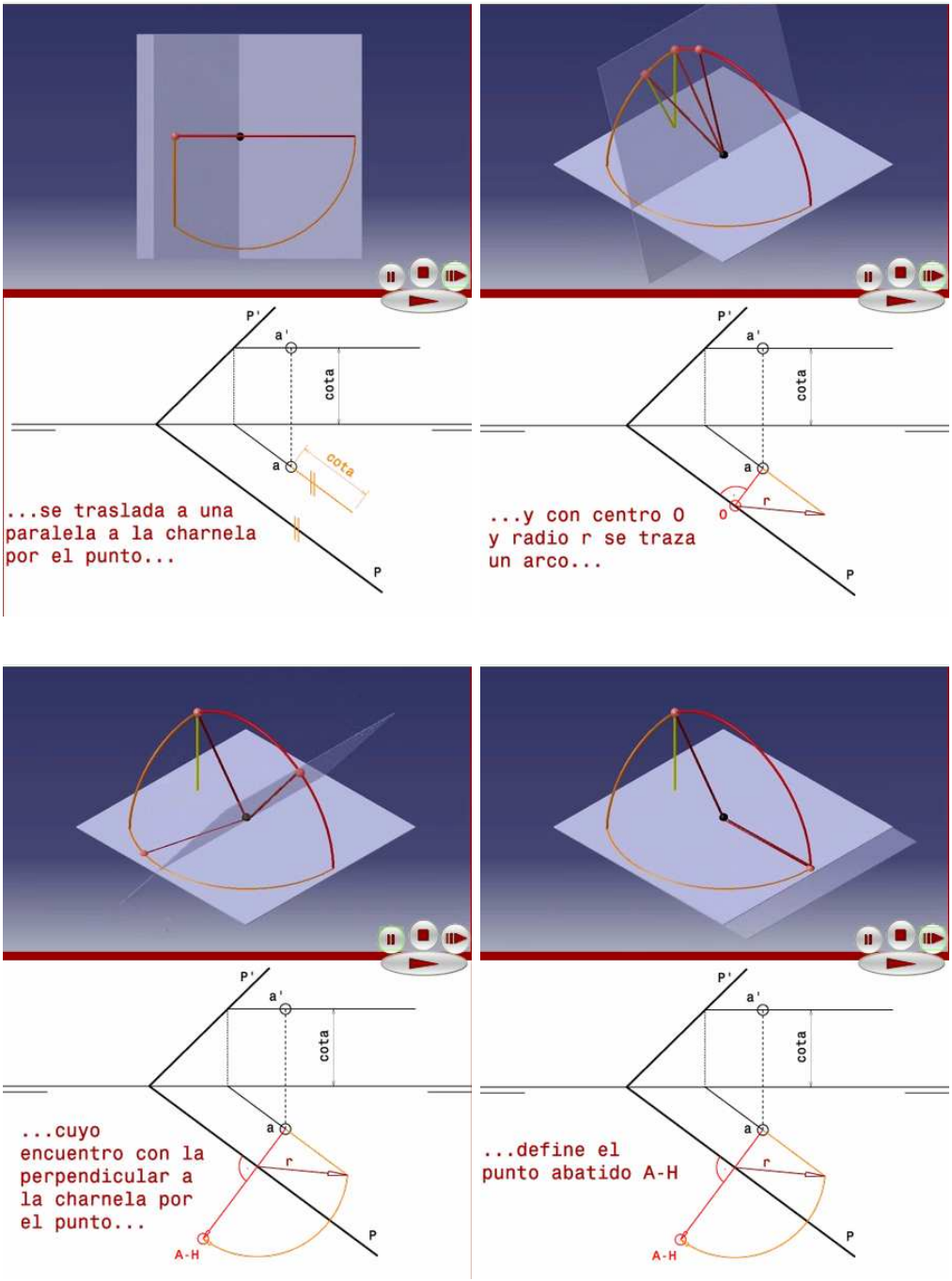


Ilustración 4-64: Vídeo de la lección 10 (fotogramas 3, 4, 5 y 6).

4.5.2.11 Lección 11: "Abatimiento (Método Directo)"

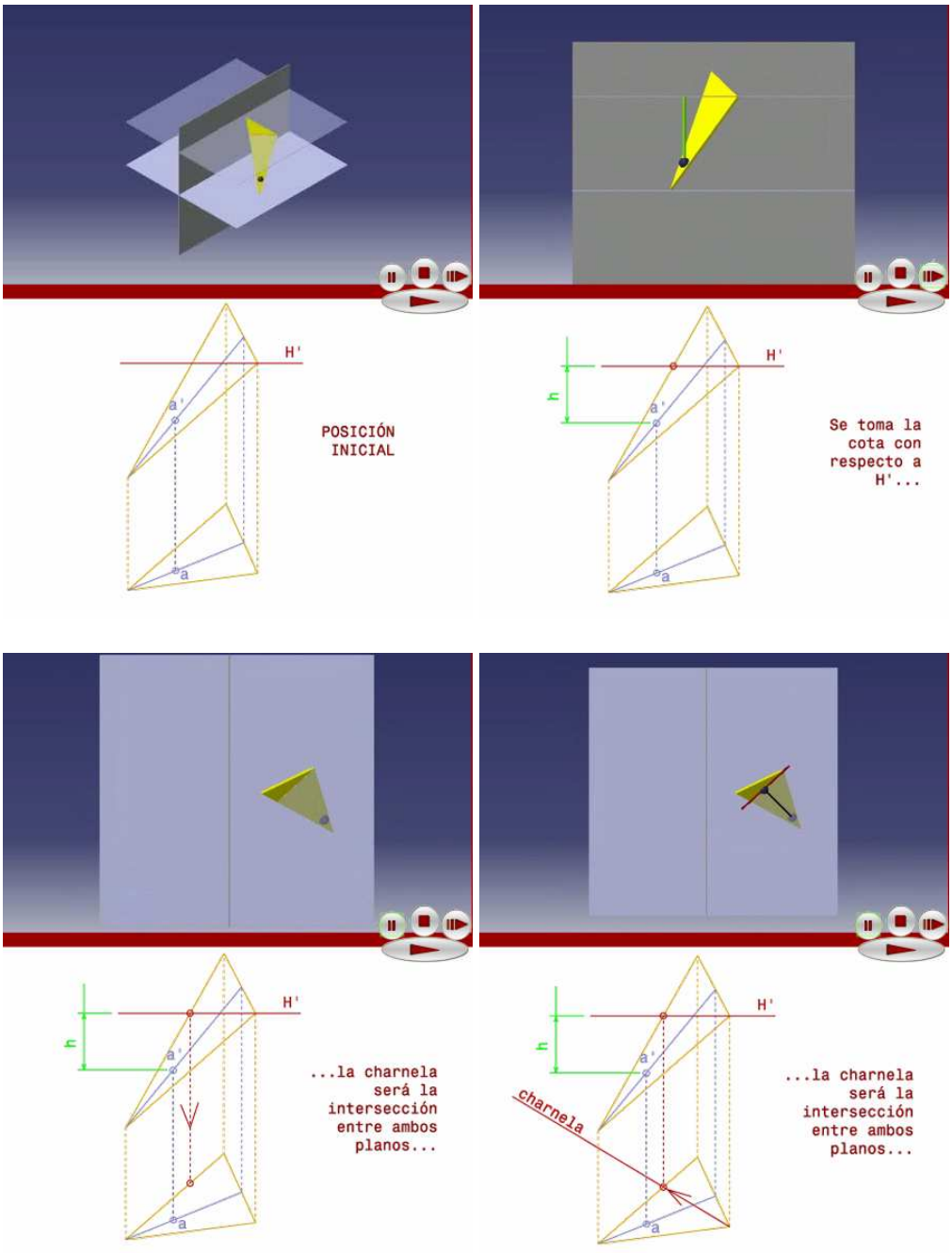


Ilustración 4-65: Vídeo de la lección 11 (fotogramas 1, 2, 3 y 4).

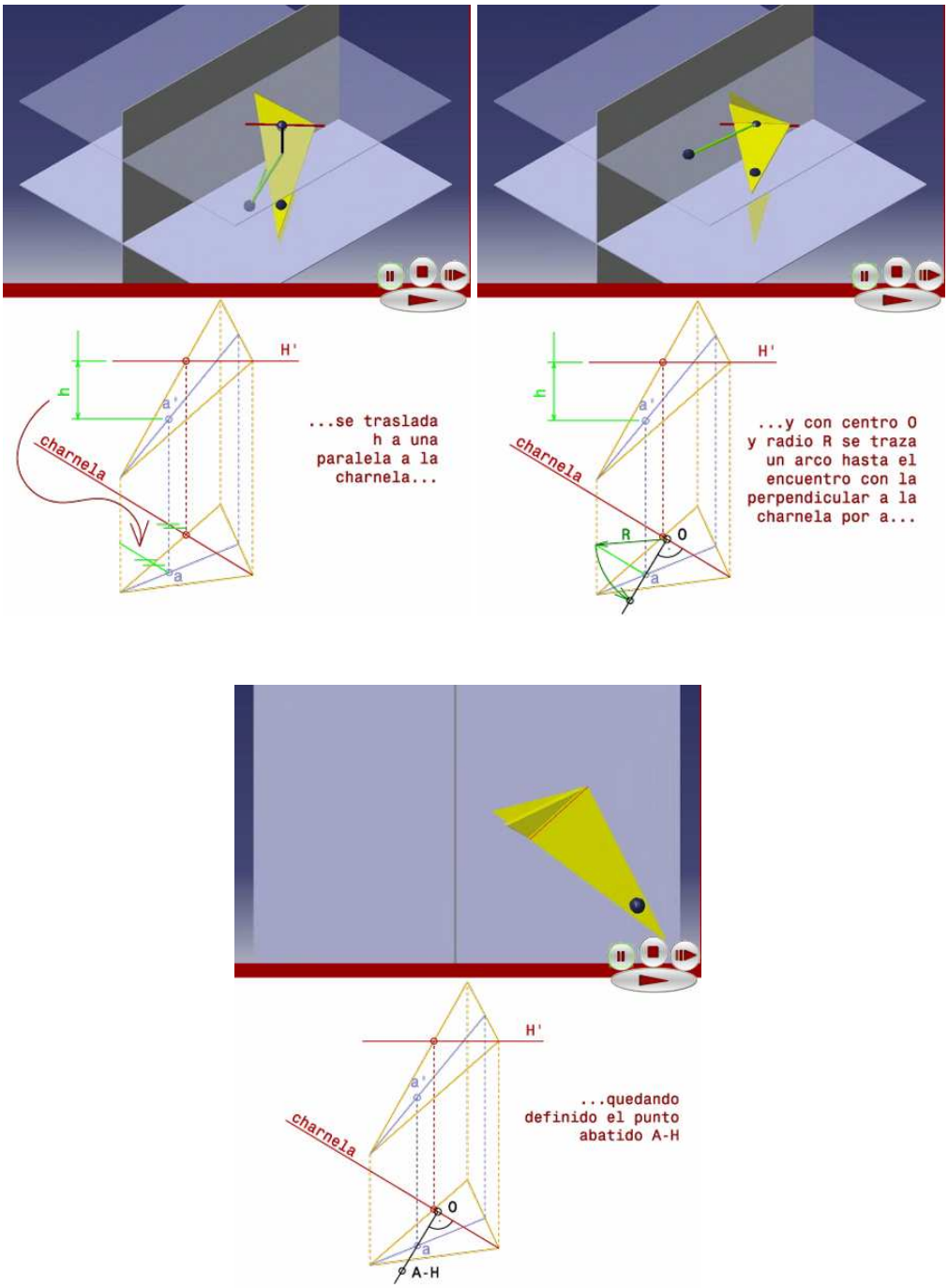


Ilustración 4-66: Vídeo de la lección 11 (fotogramas 5, 6 y 7).

4.5.2.12 Lección 12: "Abatimiento de un plano dado por tres puntos"

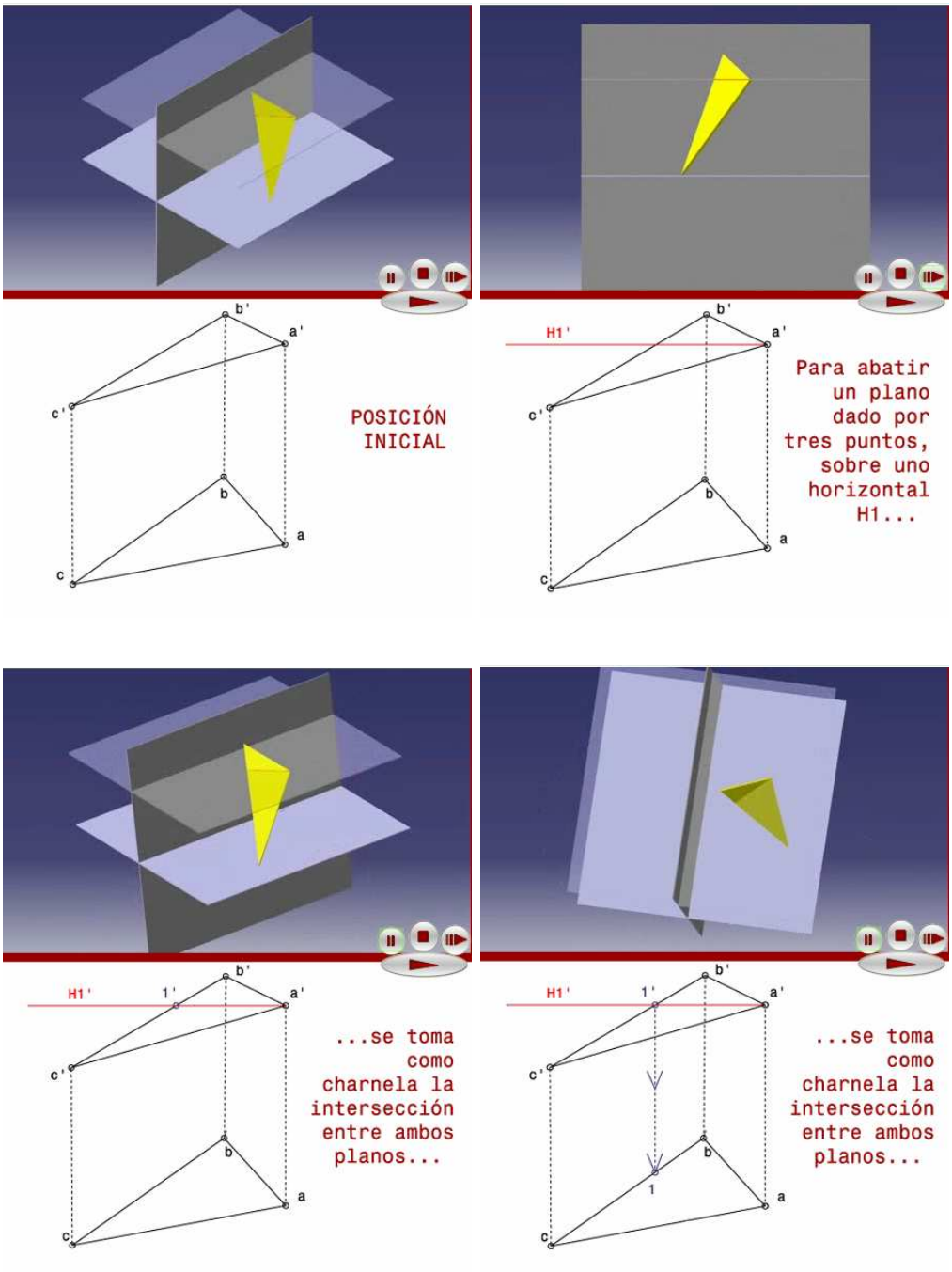


Ilustración 4-67: Vídeo de la lección 12 (fotogramas 1, 2, 3 y 4).

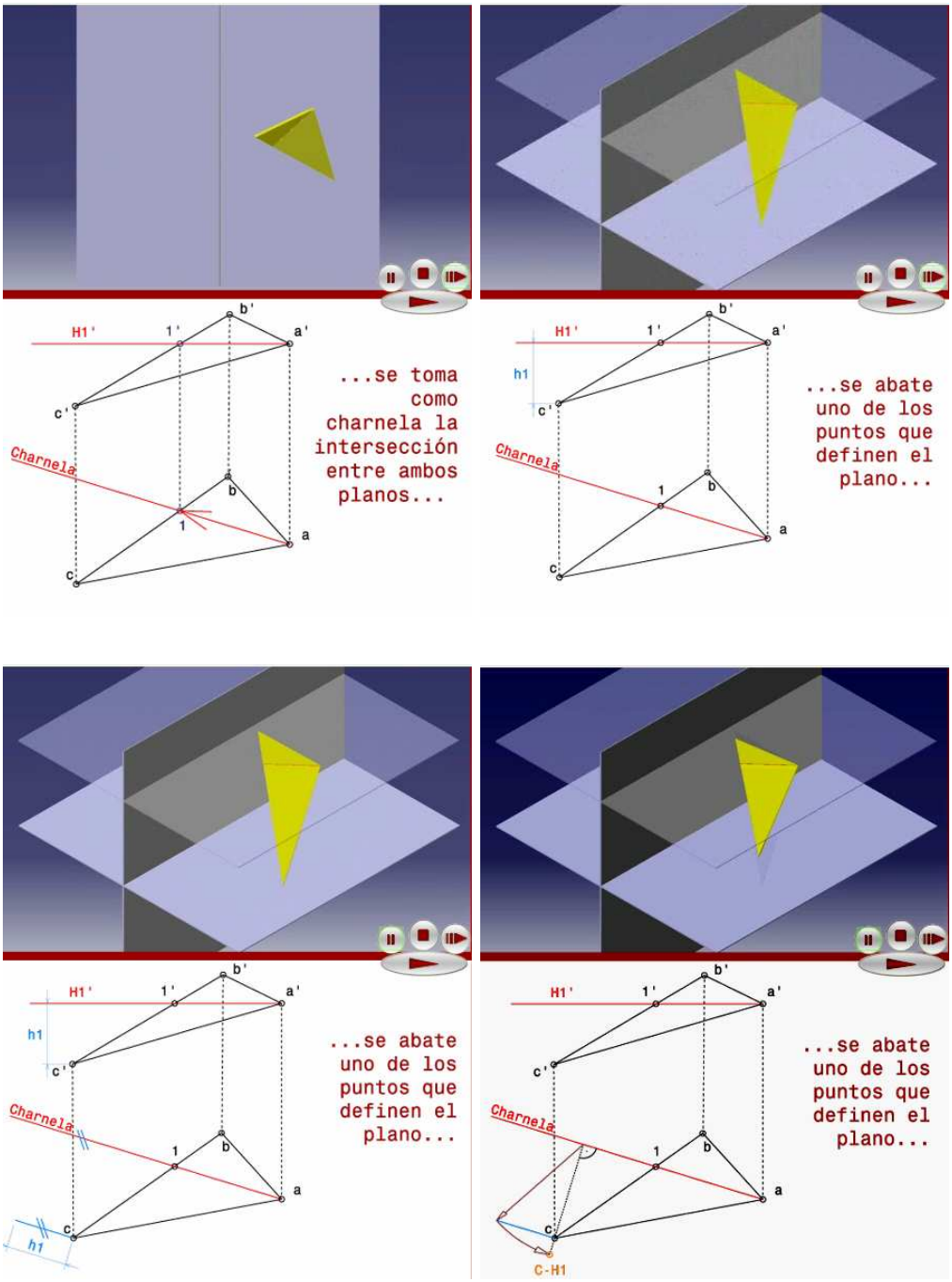


Ilustración 4-68: Vídeo de la lección 12 (fotogramas 5, 6, 7 y 8).

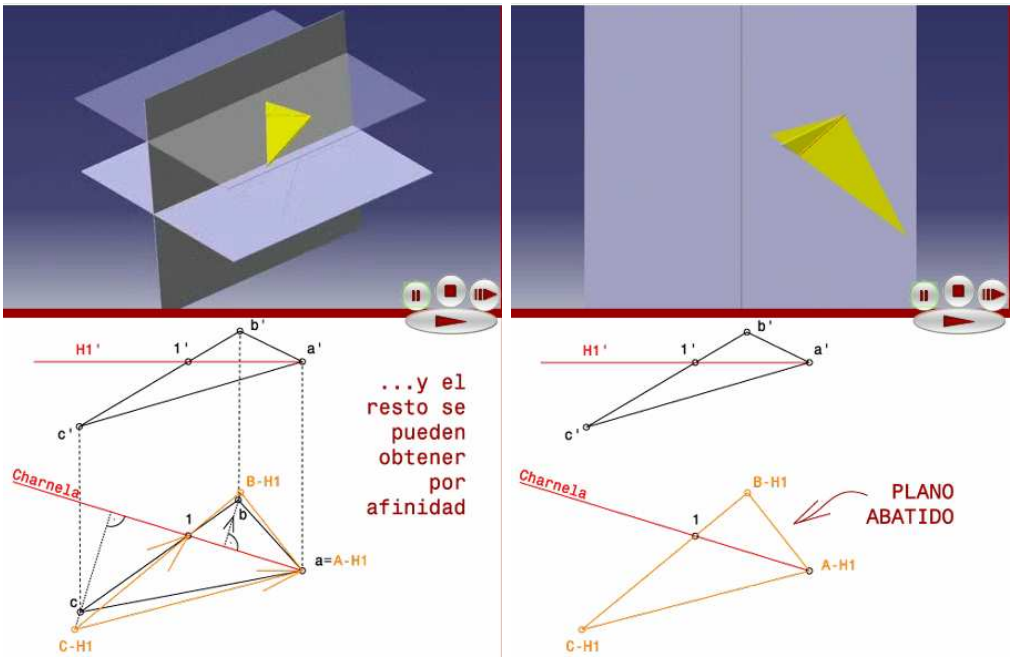


Ilustración 4-69: Vídeo de la lección 12 (fotogramas 9 y 10).

4.5.2.13 Lección 13: "Aplicación del abatimiento"

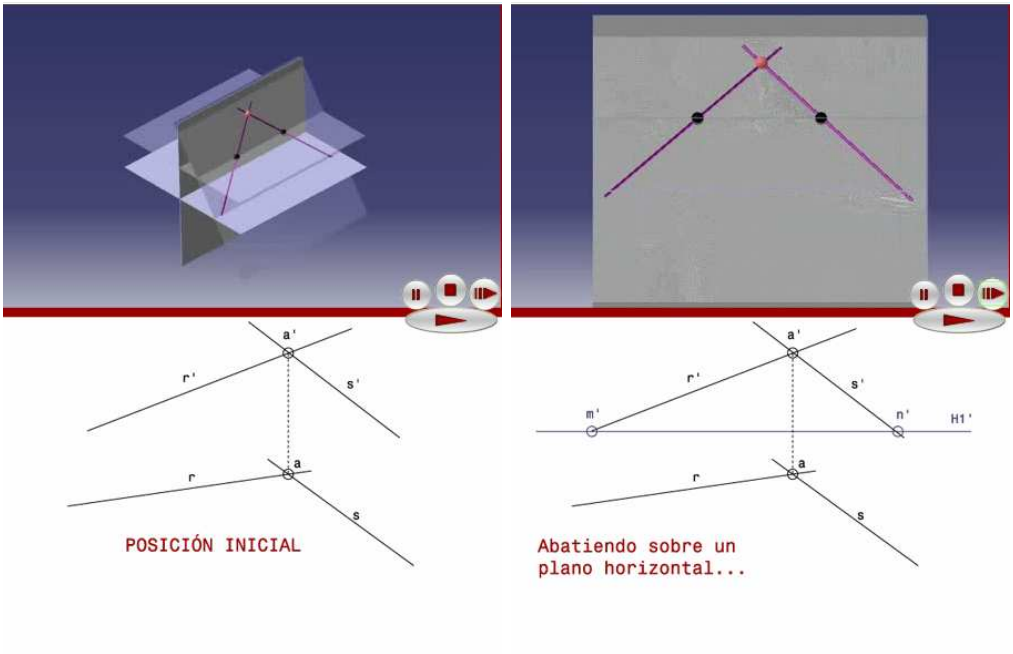


Ilustración 4-70: Vídeo de la lección 13 (fotogramas 1 y 2).

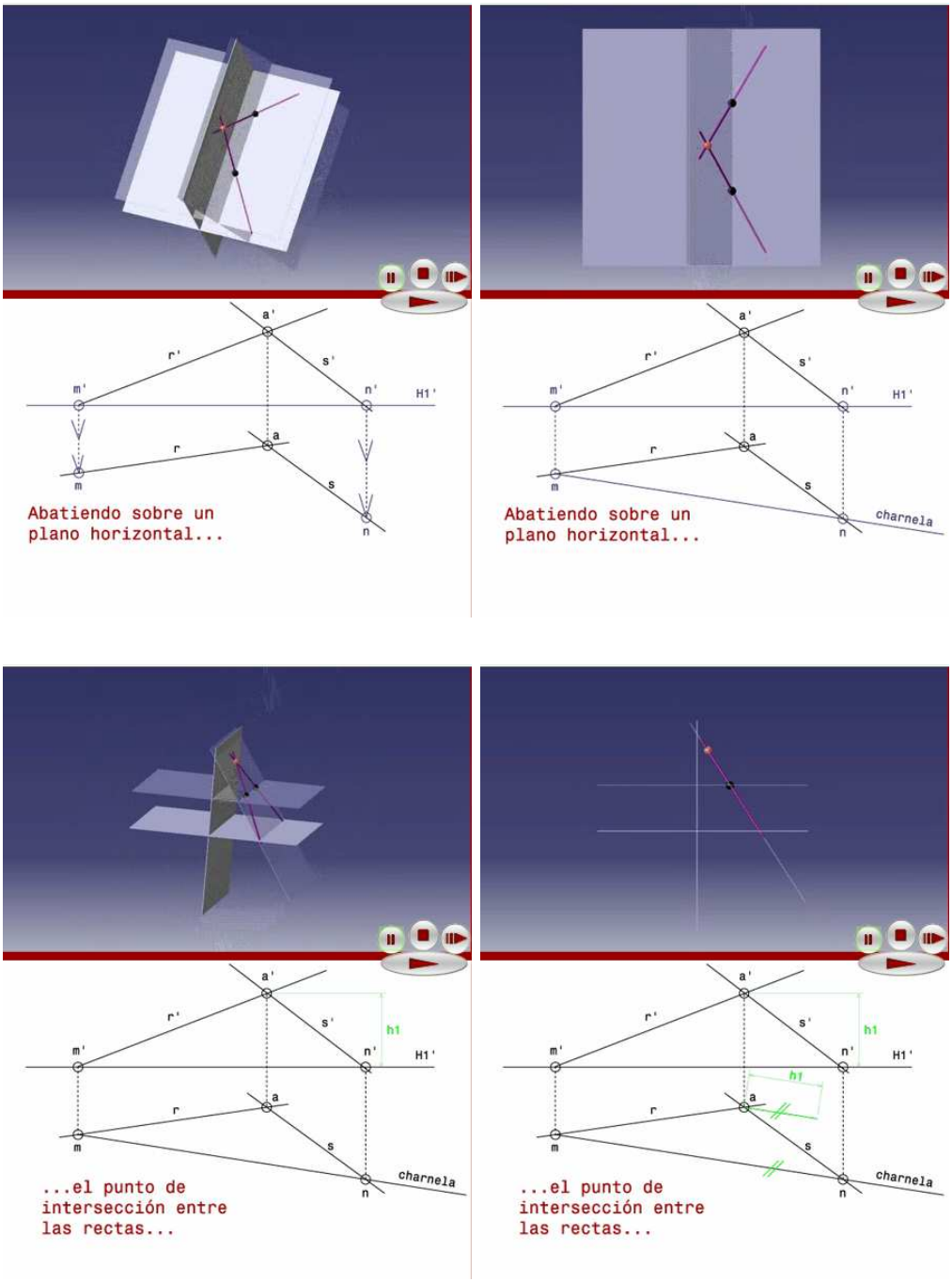


Ilustración 4-71: Vídeo de la lección 13 (fotogramas 3, 4, 5 y 6).

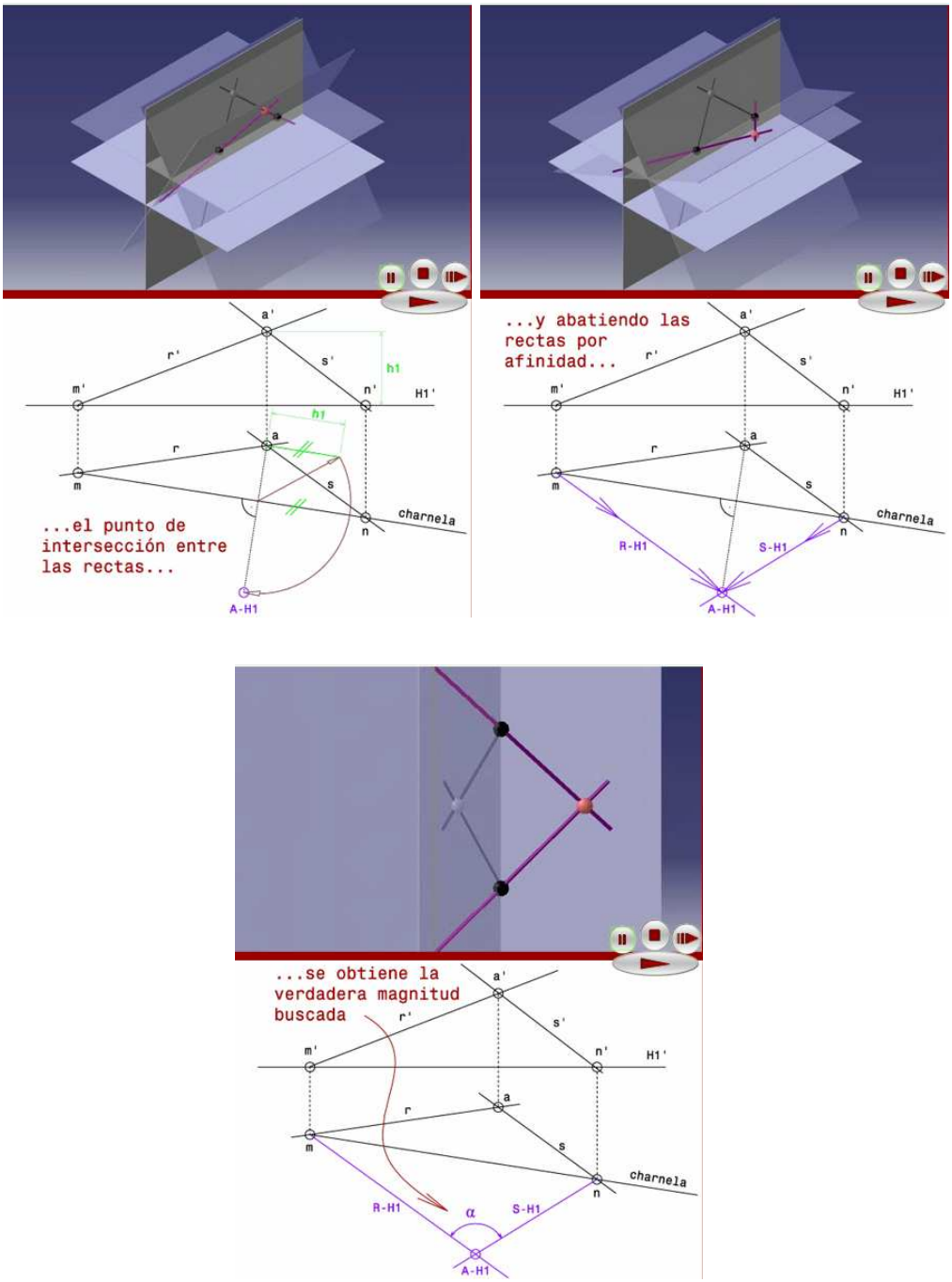


Ilustración 4-72: Vídeo de la lección 13 (fotogramas 7, 8 y 9).

4.5.2.14 Lección 14: "Ejercicio de recapitulación 1"

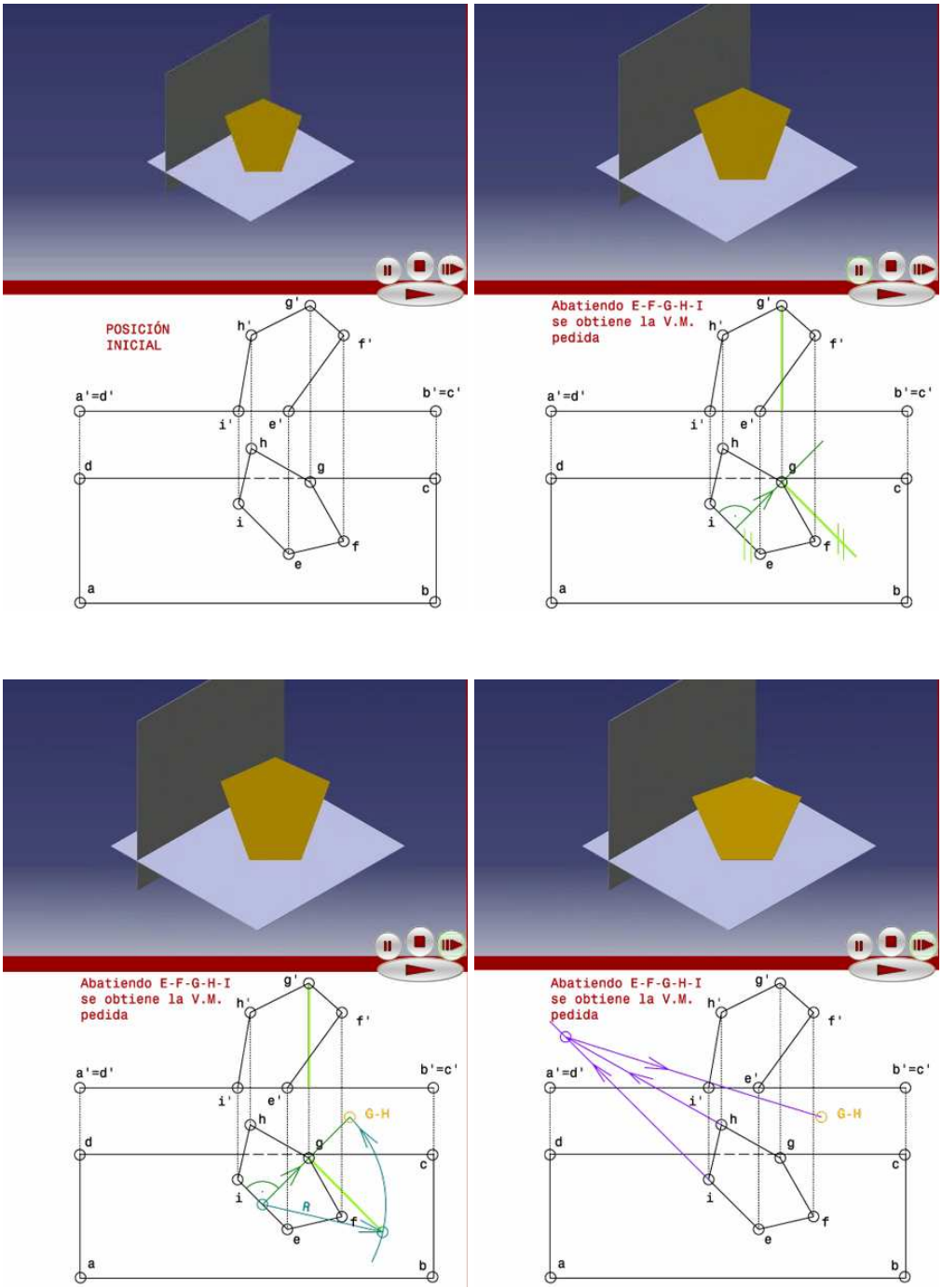


Ilustración 4-73: Vídeo de la lección 14 (fotogramas 1, 2, 3 y 4).

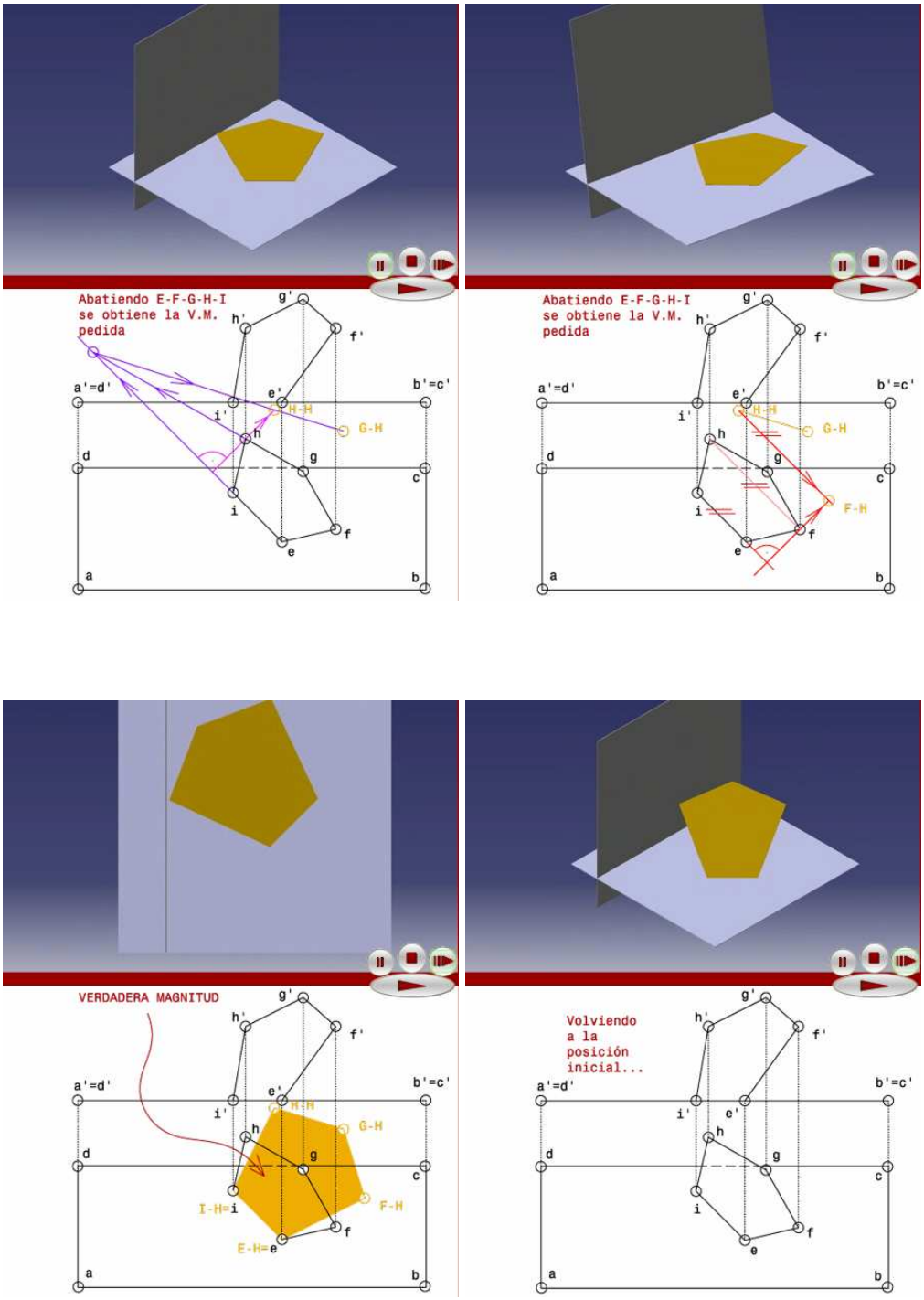


Ilustración 4-74: Vídeo de la lección 14 (fotogramas 5, 6, 7 y 8).

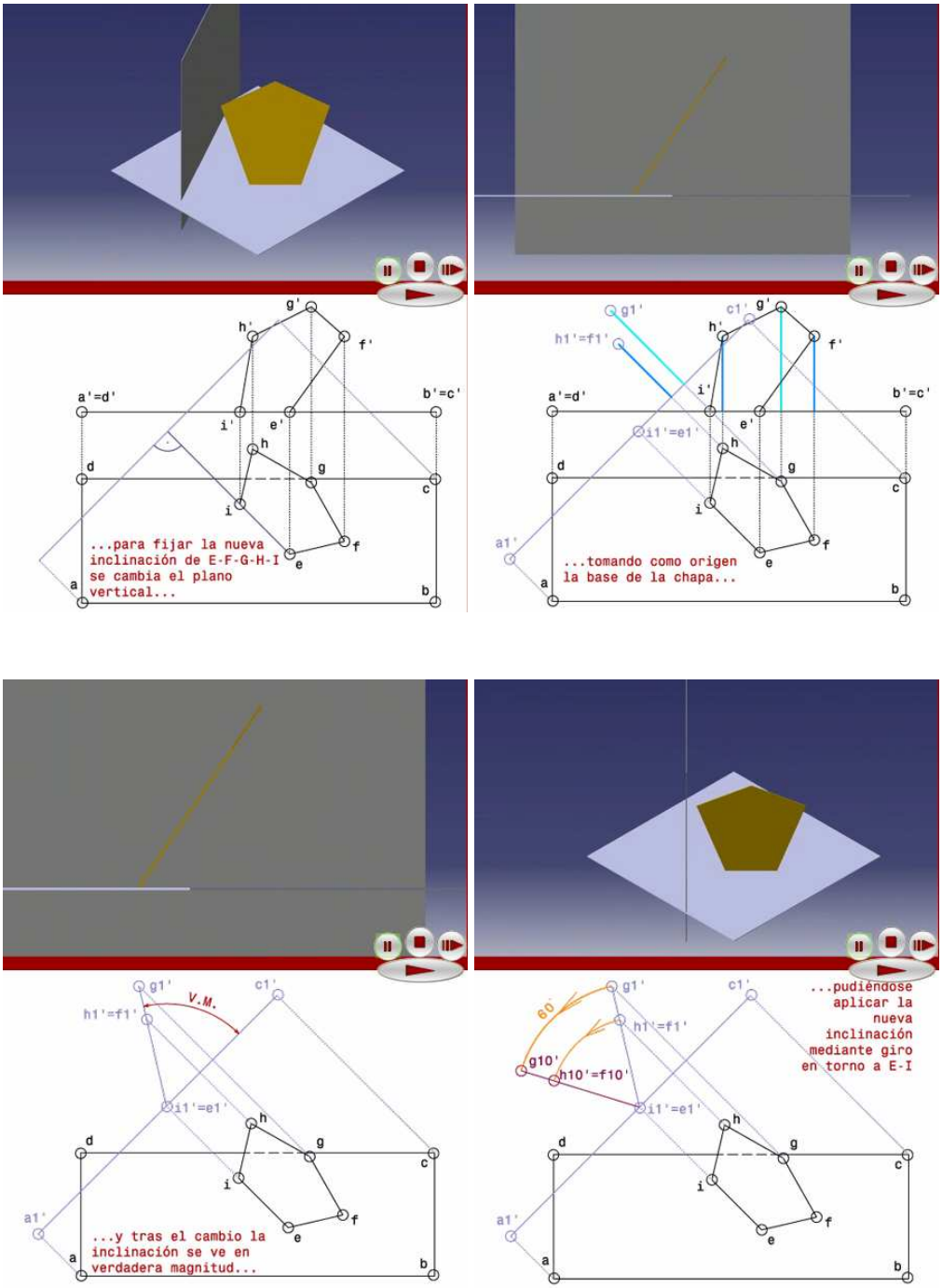


Ilustración 4-75: Vídeo de la lección 14 (fotogramas 9, 10, 11 y 12).

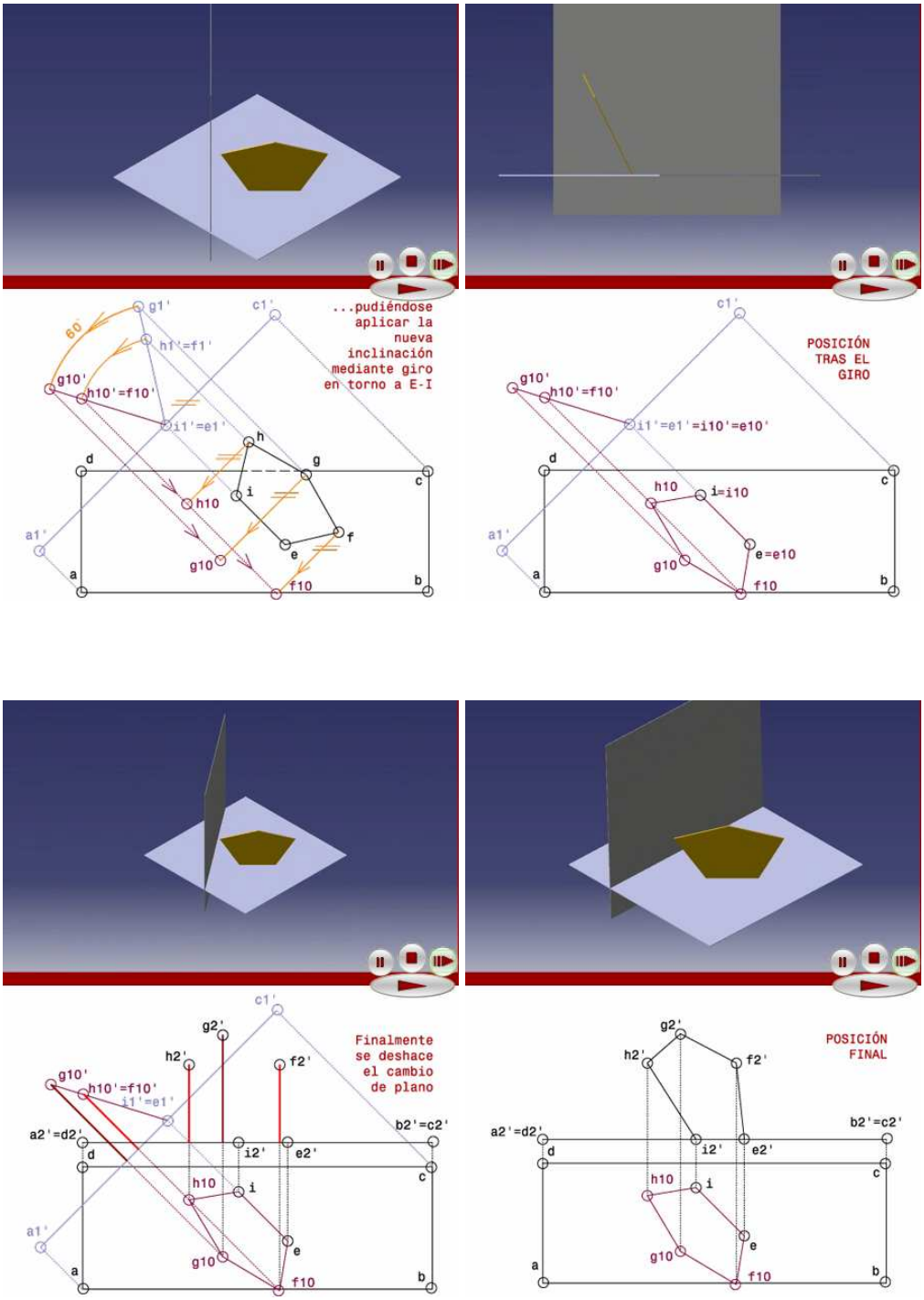


Ilustración 4-76: Vídeo de la lección 14 (fotogramas 13, 14, 15 y 16).

4.5.2.15 Lección 15: "Ejercicio de recapitulación 2"

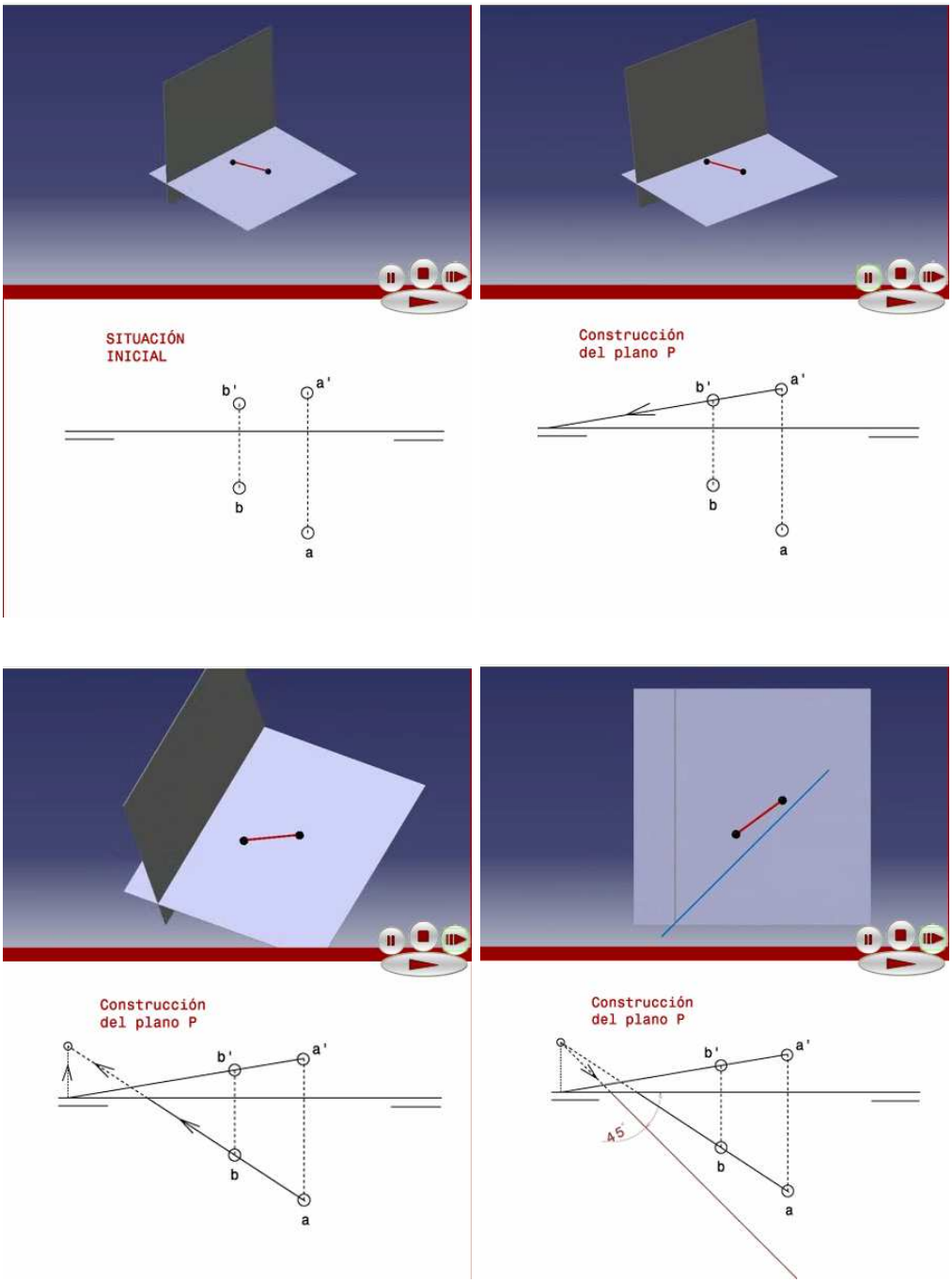


Ilustración 4-77: Vídeo de la lección 15 (fotogramas 1, 2, 3 y 4).

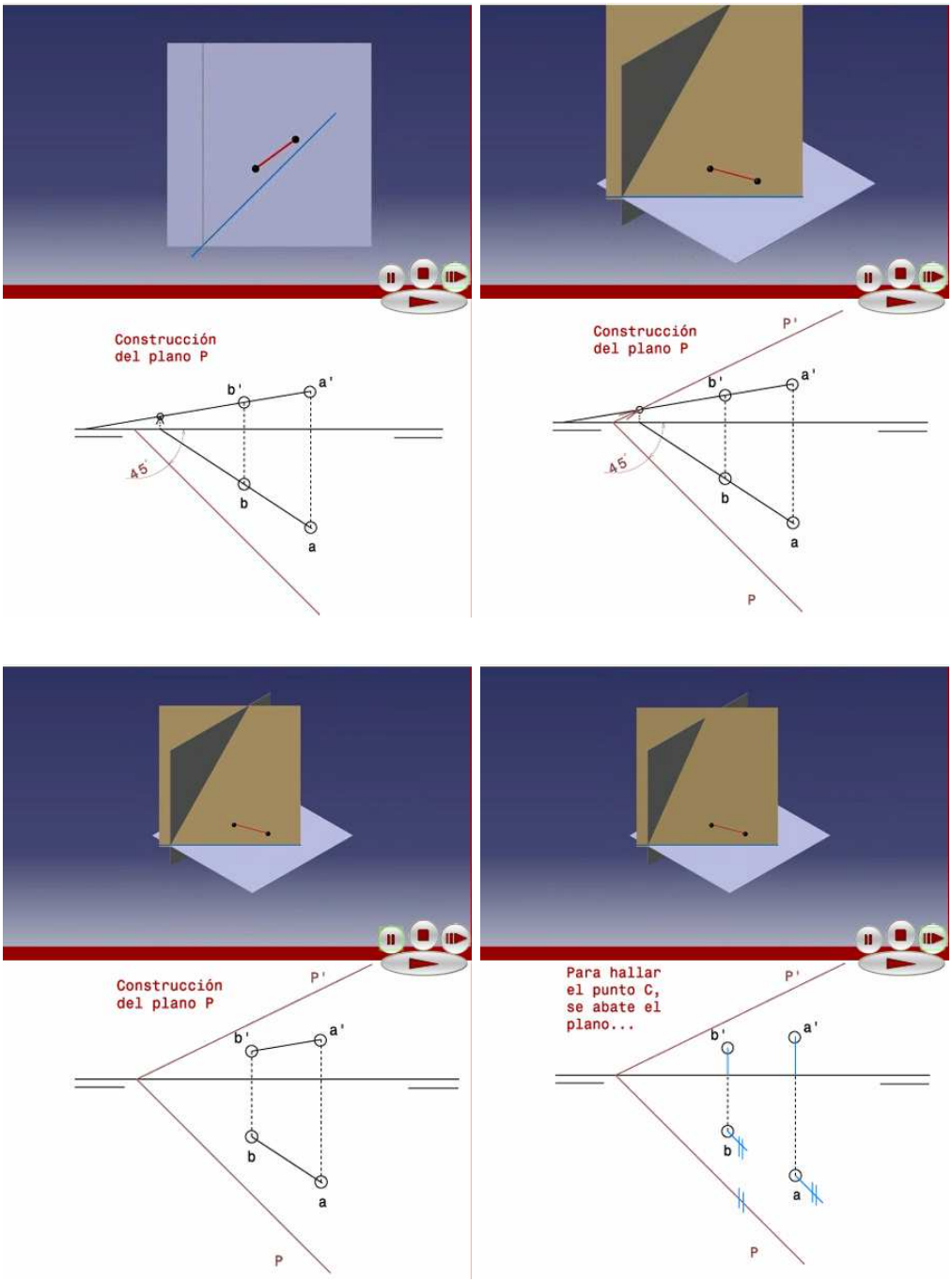


Ilustración 4-78: Vídeo de la lección 15 (fotogramas 5, 6, 7 y 8).

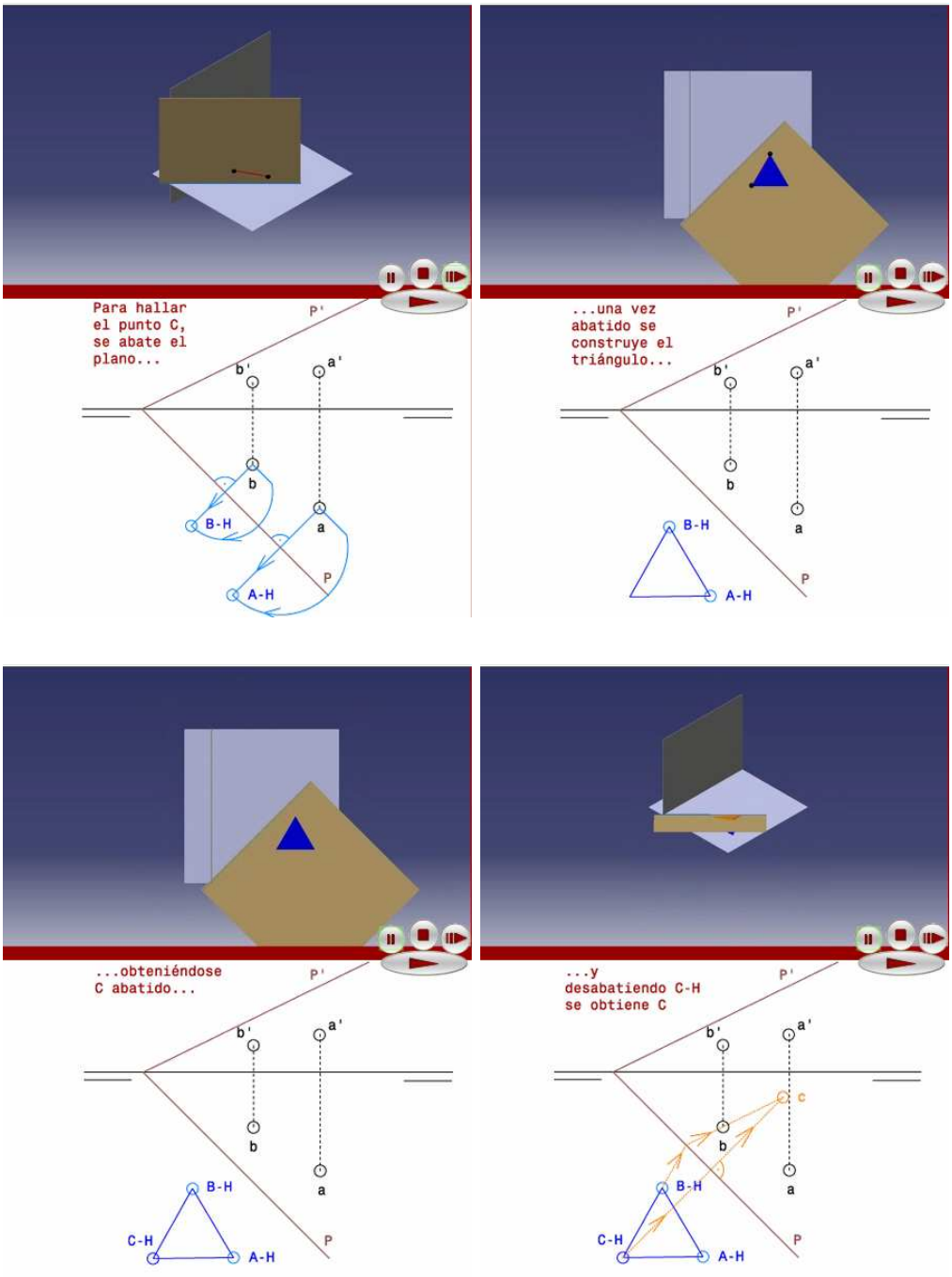


Ilustración 4-79: Vídeo de la lección 15 (fotogramas 9, 10, 11 y 12).

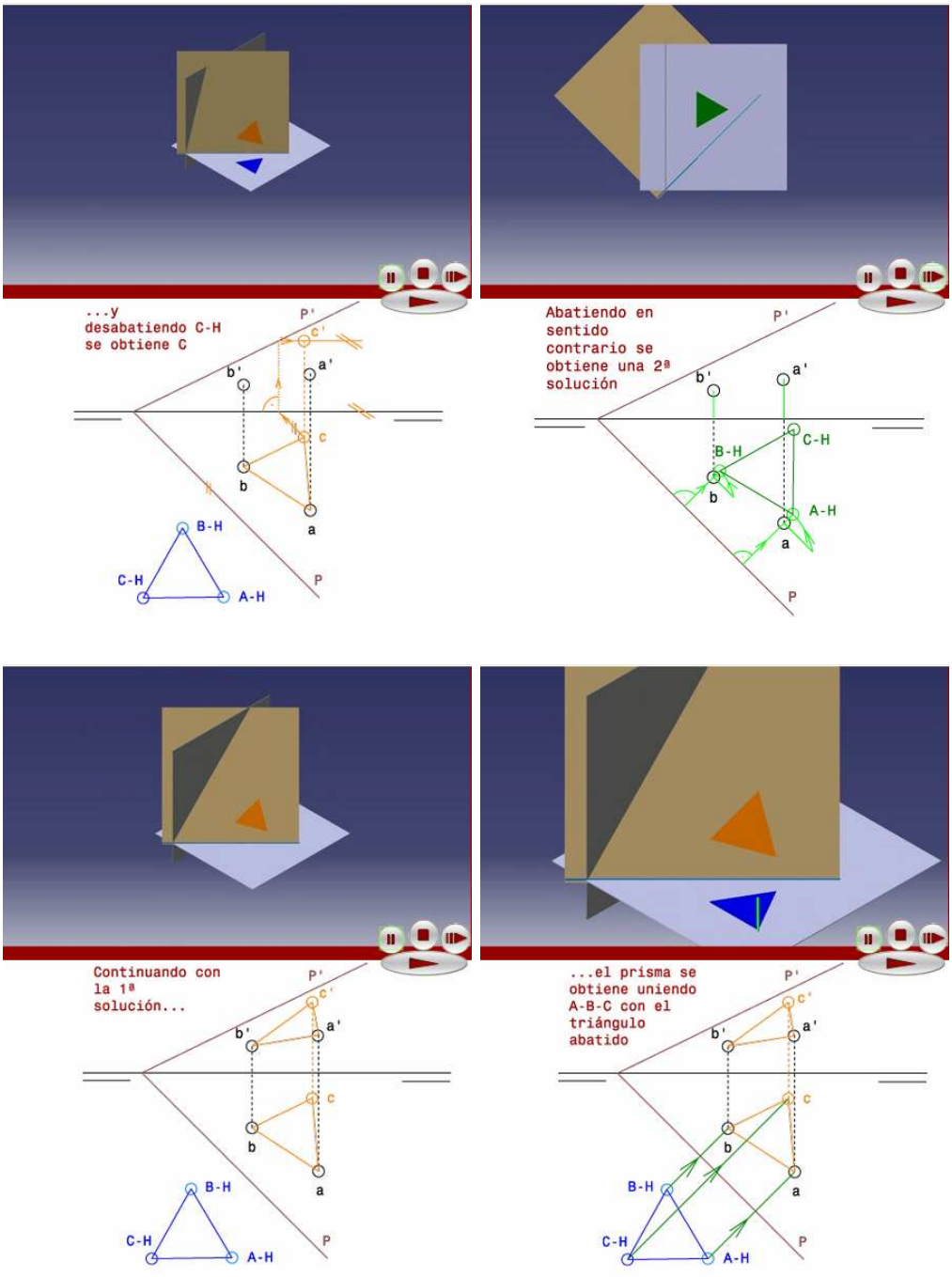


Ilustración 4-80: Vídeo de la lección 15 (fotogramas 13, 14, 15 y 16).

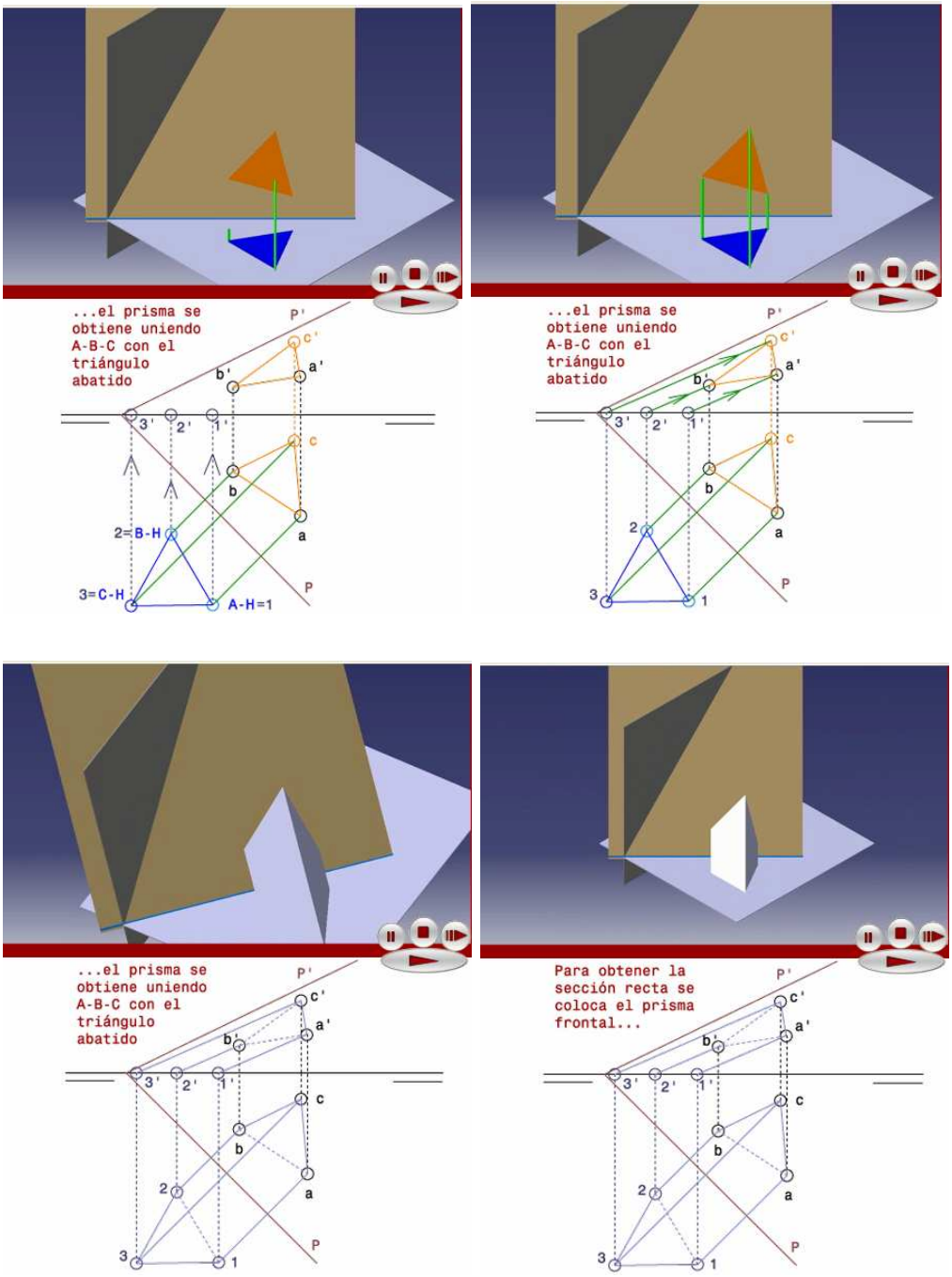


Ilustración 4-81: Vídeo de la lección 15 (fotogramas 17, 18, 19 y 20).

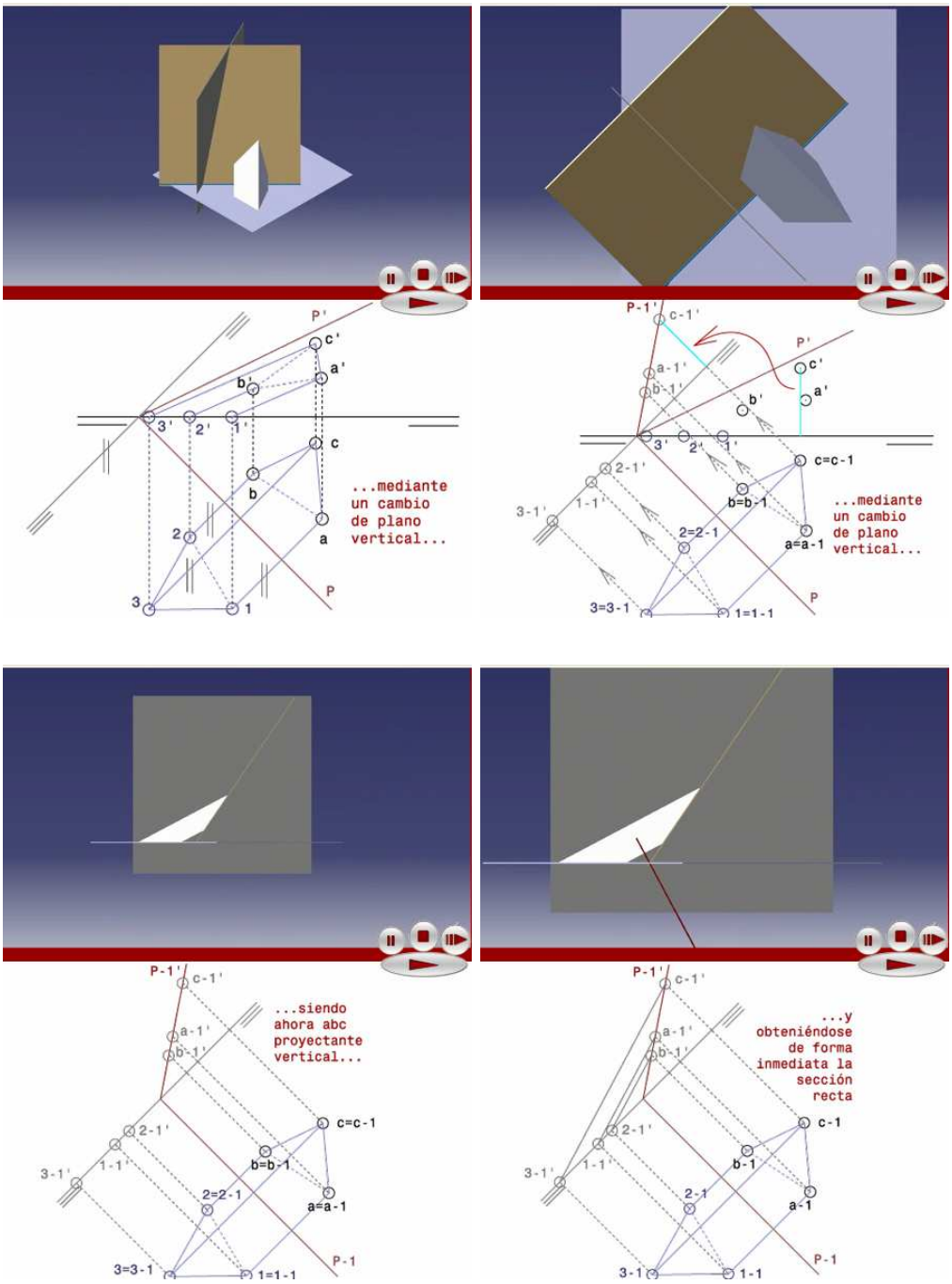


Ilustración 4-82: Vídeo de la lección 15 (fotogramas 21, 22, 23 y 24).

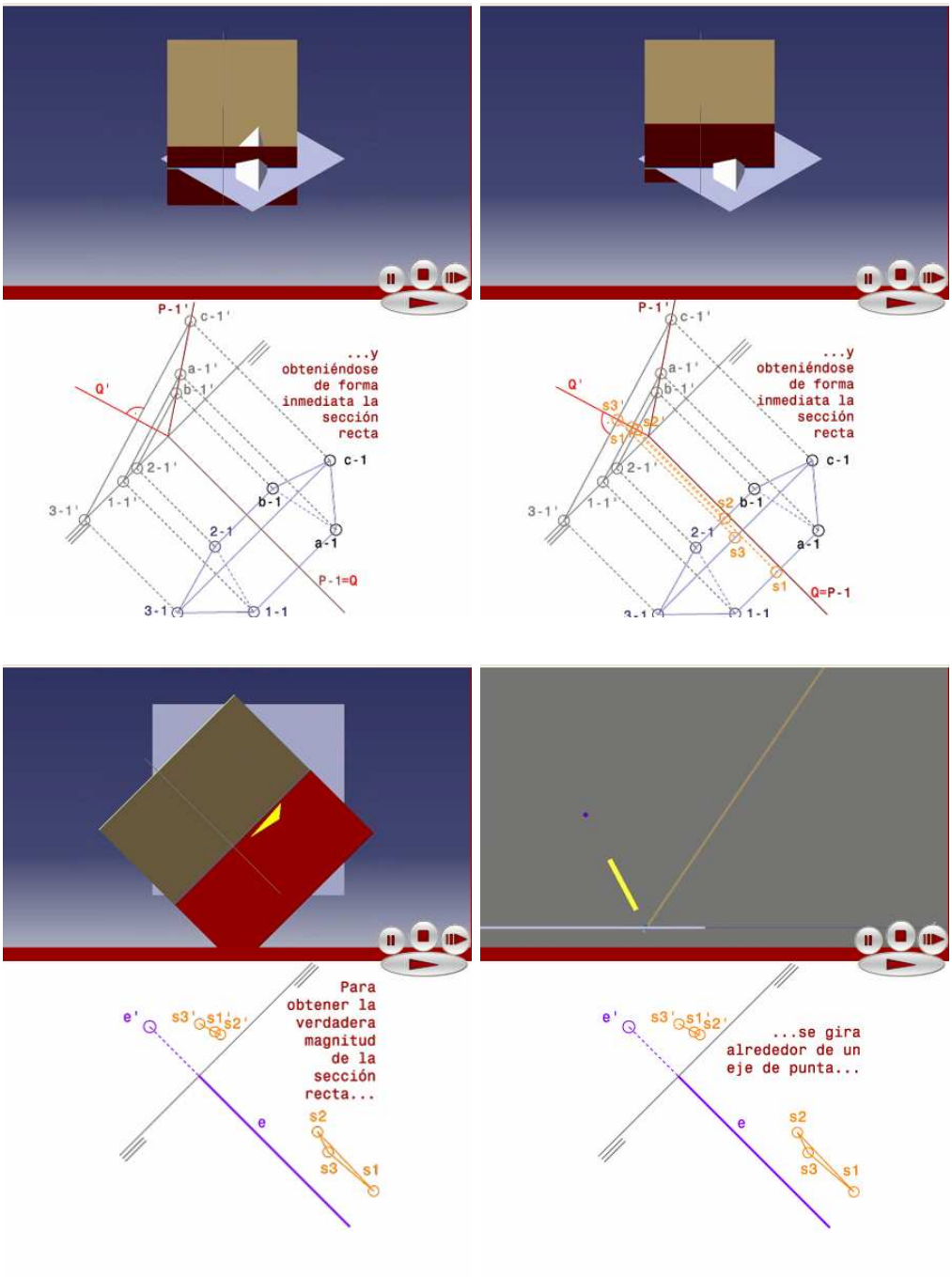


Ilustración 4-83: Vídeo de la lección 15 (fotogramas 25, 26, 27 y 28).

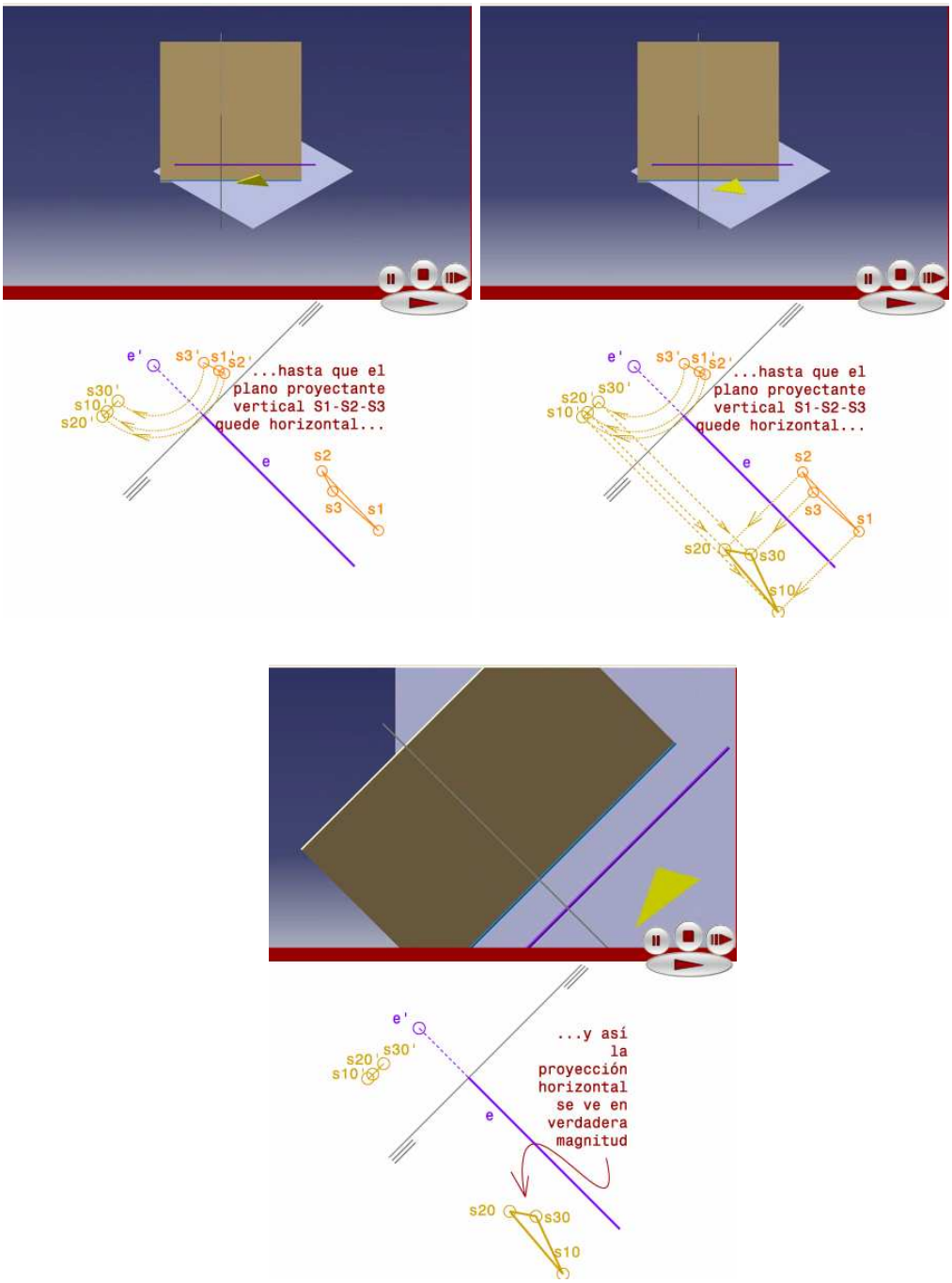


Ilustración 4-84: Vídeo de la lección 15 (fotogramas 29, 30 y 31).

4.6 Construcción final páginas Web

El patrón de página web que se ha creado para la elaboración del tutorial es bastante sencillo, y en su diseño se ha buscado dos objetivos fundamentales: por un lado comodidad de navegación y de manejo en general, y por otro que la información en pantalla sea lo más clara y concisa posible.

Básicamente consiste en una tabla con tres celdas distribuidas por columnas, como se puede ver en la ilustración 4-85.

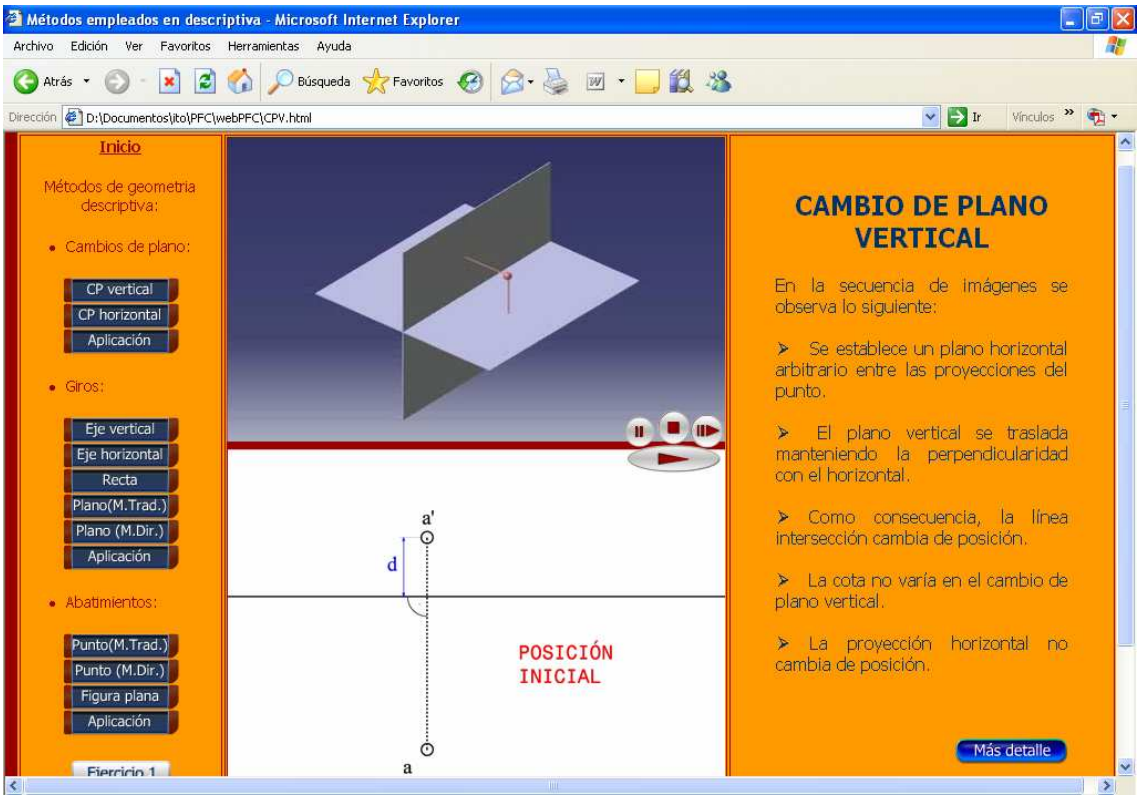


Ilustración 4-85: Página web de la lección "Cambio de plano vertical".



Ilustración 4-86: Menú de navegación del tutorial.

En la primera columna se encuentra el menú de navegación del tutorial, que consta de una serie de enlaces con vínculos hacia las respectivas lecciones. Este menú se divide en tres bloques: inicio, métodos empleados en Geometría Descriptiva y ejercicios de recapitulación.

Inicio es un hipervínculo con la apariencia normal (título del enlace subrayado), el cual enlaza con la página de presentación del tutorial. Esta página es diferente al resto, ya que no contiene animaciones ni lecciones concretas. Se trata de una explicación general de los métodos de Geometría Descriptiva que se ven en el tutorial, introduciendo el Método Directo, así como una explicación del funcionamiento general

del tutorial, indicando el esquema seguido en las distintas lecciones.

El bloque dedicado a los métodos empleados en Geometría Descriptiva se divide a su vez en tres grupos, uno por método: cambio de plano, giro y abatimiento. Contienen los enlaces a las lecciones. Estos enlaces se han hecho con botones flash.

Por último, el ejercicio de recapitulación consiste de nuevo en un botón flash que enlaza con la página del ejercicio que se ha puesto como ejemplo de utilización de los tres métodos de forma combinada. El diseño de esta página varía ligeramente del que tienen el resto de lecciones. Este cambio consiste en que se ha añadido una celda más a la tabla para introducir en ella el enunciado del ejercicio.

En segunda columna de la página se ha introducido la animación Flash. La animación aparece parada en por defecto, controlándose la reproducción con los botones destinados a tal efecto, que son parte del objeto Flash, como se comentó en el apartado anterior.

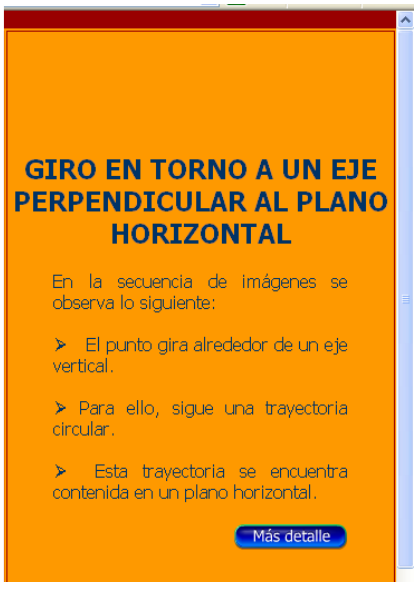


Ilustración 4-87: Explicación de una de las lecciones sobre giro.

La tercera columna tiene el espacio reservado para las explicaciones de la lección correspondiente. Por defecto aparece la explicación resumida, que consta de pocas líneas con una información muy concisa. En la parte inferior se ha encajado un botón Flash que vincula con una página que tiene una explicación más extensa y redactada. La versión resumida da pequeños detalles sobre los que el alumno deberá prestar atención durante la reproducción de la animación, y se ha realizado con la intención de que sea leída previamente, ya que la animación está

dotada de sus propias explicaciones. La versión extendida pretende aclarar aspectos que no hayan quedado claros con las explicaciones de la animación y de la propia versión resumida.

Todos los archivos que han sido creados con Dreamweaver tienen formato html. El archivo de la página de inicio del tutorial es *default.html* . Abriendo este archivo se entra en el tutorial, navegándose a través de él como se hace con cualquier página web.

Con lo desarrollado en este apartado queda finalizada la elaboración del tutorial que se ha aportado en este Proyecto Fin de Carrera.

Capítulo 5: Conclusiones

Dado que este Proyecto Fin de Carrera se compone de dos bloques claramente diferenciados, concretamente uno dedicado al Estado del Arte y otro al desarrollo de una aplicación propia, las conclusiones se dividen también en estos dos bloques. A continuación se desarrollan las conclusiones referidas a cada bloque por separado: conclusiones sobre el Estado del Arte y conclusiones sobre la aplicación.

5.1 Conclusiones sobre el Estado del Arte

El capítulo 2 ha tratado sobre el Estado del Arte del material multimedia para la docencia de Expresión Gráfica.

Sobre el conjunto del capítulo se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- Los balances en cuanto al número de presentados, aprobados y suspensos en la asignatura de Expresión Gráfica en Ingeniería ponen de manifiesto su dificultad.

- A pesar de ello, en los últimos años en la ESI de Sevilla se observa que tanto el número de presentados como el de aprobados tiende a subir, quedando patente una mejora de la calidad docente. Este Proyecto Fin de Carrera es un claro ejemplo de búsqueda de la mejora de la calidad docente.

- Los malos resultados académicos lleva al gremio docente a buscar multitud de alternativas. Gran parte de estas alternativas se concretan en material multimedia para el apoyo o complemento de la docencia de la Expresión Gráfica.

- Los cambios de planes de 1998 provocaron una especial preocupación por sacar adelante iniciativas docentes centradas en el uso de material multimedia. Posteriormente esta preocupación se ha atenuado.

- Tras revisar y comparar diverso material multimedia desde 1992 hasta la actualidad, se ha confeccionado una taxonomía compuesta de cinco criterios de clasificación: flexibilidad, destino, herramientas, temario y presencia en Internet.

Las conclusiones sobre la taxonomía que se fueron sacando durante el desarrollo de la misma se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Criterio *flexibilidad*: la complejidad inherente a la elaboración de aplicaciones concebidas para ser modificadas se ve reflejada en su escaso porcentaje, apenas un 11%.

- Criterio *destino*: predomina el enfoque del autoaprendizaje. La disminución de horas lectivas fomenta la búsqueda de alternativas de formación fuera del aula. La mejora de equipos en las aulas repercute en una mayor apuesta por el apoyo de clases magistrales mediante material multimedia.

- Criterio *herramientas*: la opción preferida por los autores es la del uso de lenguajes de programación, herramienta que otorga mayor libertad a la hora de diseñar programas educativos. El uso de software no destinado a la docencia, como AutoCAD, no cobra protagonismo hasta los años siguientes al 2000. La falta de equipos en los centros docentes en fechas anteriores justifica el empleo tardío de estas herramientas.

- Criterio *temario*: la mayoría de los autores se centran en un área de la Expresión Gráfica, en contraposición a una visión general. Los esfuerzos se centran en buscar la asimilación del paso de 3D a 2D y viceversa. Dentro de los Sistemas de Representación, el Sistema Diédrico goza de mayor protagonismo. Esto es lógico, ya que es el que se suele dar en profundidad en las carreras de Ingeniería y, por tanto, el que más dificultades plantea al alumno.

- Criterio *presencia en Internet*: el porcentaje es más pobre conforme aumenta el esfuerzo necesario para la creación y mantenimiento de la aplicación. Así, los cursos e-learning quedan relegados al último puesto de la clasificación en cuanto a número de iniciativas. Por encima se encuentran los portales Web, y en lo más alto los recursos sin hilazón o relación de contenidos, los cuales pueden llegar a funcionar sin mantenimiento alguno.

En el capítulo 2.3 se desarrollaron algunas de las iniciativas más actuales y centradas en la asimilación del paso del espacio al plano, para lo cual se siguió un esquema que mezclaba distintos criterios de la taxonomía expuesta. Este esquema se dividía en tres grandes ramas: portales Web, material de autoaprendizaje y material de apoyo a clases magistrales. Centrando la atención en esta clasificación se pueden establecer comparaciones que lleven a nuevas conclusiones, ya que si bien todas las iniciativas vistas suponen una aportación a la docencia, cada una posee características distintas que la hacen más o menos convenientes según la situación que se presente. Concretando:

- Un portal Web está dotado de una gran difusión. La cantidad de información que se puede extraer es enorme gracias a la comunicación entre usuarios. Además esta comunicación provoca una adaptación de la información a las necesidades concretas de cada usuario. Sin embargo, no todos los alumnos disponen de Internet en su lugar habitual de estudio, y no todas las aulas tienen conexión a Internet, con lo cual en estos casos el aprovechamiento de los portales Web está muy limitado.

- Los tutoriales y animaciones, por lo general, están dotados de un gran carácter didáctico, ya que están diseñados para y por la enseñanza. Tienen como objetivo que el alumno, tras su uso, asimile completamente los conceptos tratados sin necesidad de nadie ni de nada más. Se pueden colgar de Internet o almacenar en cualquier soporte informático, siendo fácil su distribución a los

alumnos. Como inconveniente, si el alumno no entiende algo la única opción que tiene es repetir lo mismo o acudir a otro medio educativo.

- En cuanto al material destinado al apoyo de las clases magistrales, al estar ligados directamente al desarrollo de una clase magistral, aumentan notablemente el rendimiento de ésta. Sin embargo, el uso de este material no tiene sentido sin la correspondiente explicación del profesor, de manera que no existe la posibilidad de que el alumno aprenda por sí mismo la materia.

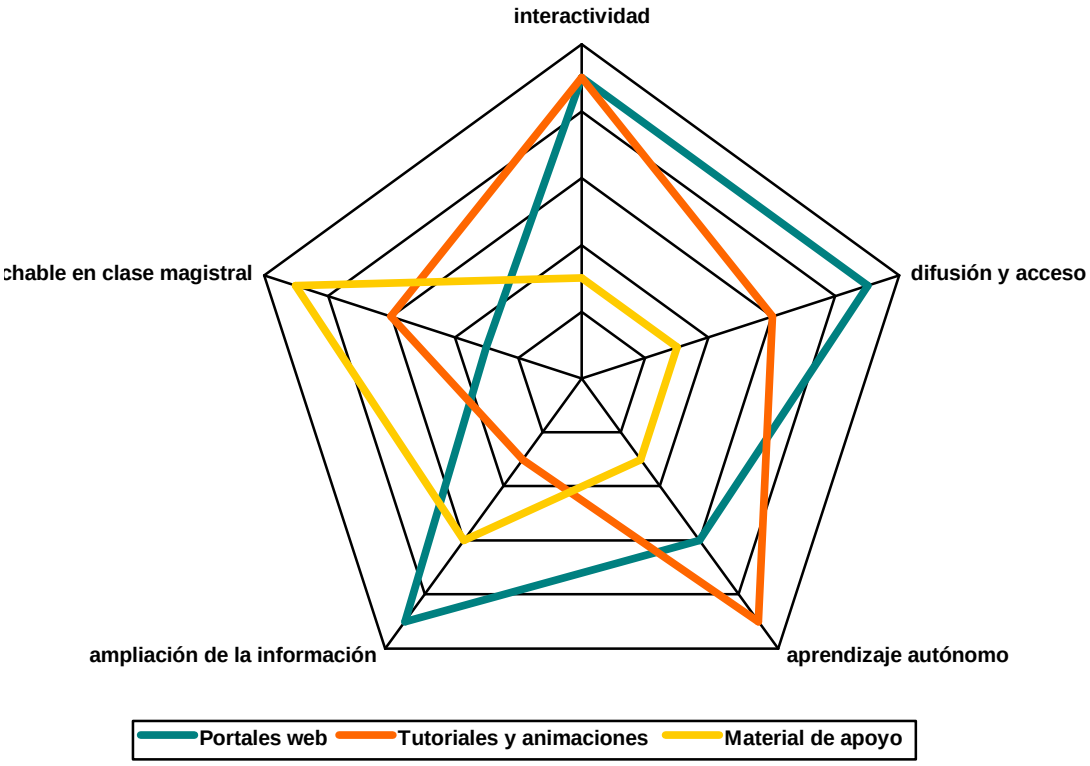


Ilustración 5-1: Comparación entre iniciativas.

Es difícil comparar unos métodos con otros, ya que no se trata de comparar un programa con otro de similares características, sino que se trata de distintos enfoques sobre la manera de sacar partido a las Nuevas Tecnologías. No obstante, en la ilustración 5-1 se ha intentado enfrentar las ventajas de unos y de otros en base a los siguientes criterios: interactividad, facilidad de difusión y acceso, aprendizaje autónomo, ampliación de la

información, y aprovechamiento en clase magistral. No se pretende insinuar qué método es el mejor en base a datos rigurosos, simplemente se quiere ilustrar grosso modo donde destacan unos y otros. Todas las iniciativas son igualmente válidas, aunque cada una destaque en un ámbito determinado.

5.2 Conclusiones sobre la aplicación

El segundo bloque que se ha desarrollado en este Proyecto Fin de Carrera ha consistido en la realización de un tutorial en formato *html*, en el cual se visualizan las transformaciones del Sistema Diédrico, abatimiento, giro y cambio de plano. De la aplicación propia desarrollada destaca:

- Desde el punto de vista de la compatibilidad, se ha logrado que el tutorial sea poco exigente al usar el formato estándar *html* y también por ser el formato final de las imágenes *swf*, necesitándose para su utilización tan sólo un navegador y el plug-in de Macromedia Flash Player 7, disponible gratuitamente en Internet.

- La interfaz es bastante amigable y las imágenes tridimensionales muestran claramente lo que sucede en el espacio en cada caso de estudio.

- La sincronización con las correspondientes imágenes planas consigue el objetivo de ilustrar el paso de tres a dos dimensiones.

- El control que se permite sobre las imágenes otorga además la oportunidad de adecuar la reproducción a las necesidades del alumno.

- La información escrita es clara y concisa, buscando que la atención se centre fundamentalmente en la secuencia de imágenes. Se ofrece además una versión de cada caso de estudio con una explicación más extensa y redactada.

- Otra ventaja del código html es la sencillez con la que se podrían añadir futuras ampliaciones. Por supuesto, el tutorial podría colgarse de Internet con las consecuentes ventajas de difusión al alumnado.

Posibilidades futuras

Se habría dado un salto de calidad si el tutorial ofreciese ejercicios interactivos a resolver por el alumno. Sin embargo, aunque Macromedia Flash tiene un gran potencial en este sentido, el control de reproducción es la única la intervención posible en animaciones importadas. Esto significa que para realizar ejercicios en los que el usuario interactúe con las imágenes, no se habría podido usar Catia. Hay que recordar que uno de los activos de este Proyecto Fin de Carrera es precisamente aprovechar la calidad gráfica de que están dotadas las animaciones desarrolladas con Catia.

Otro punto que se podría desarrollar es la adaptación del tutorial a personas con discapacidades, en el caso de situarlo en Internet. La accesibilidad de que carecen las animaciones Flash cuando se encuentran insertadas en Internet conforma el obstáculo a salvar.

Por último, siempre se puede ampliar el temario que abarca el tutorial con más ejercicios o incluso entrando en otros Sistemas de Representación, como por ejemplo el Sistema Axonométrico o el Sistema de Planos Acotados.

Anexo: Referencias

IV Congreso de Expresión Gráfica "Ingeniería Gráfica" (Madrid 1992)

[1] **Título:** SISTEMA DE APRENDIZAJE DE DIBUJO GEOMÉTRICO BASADO EN UN PROGRAMA DE CAD NO COMERCIAL (pp. 29.1-29.14).
Autor: Pedro I. Álvarez Peñín, Universidad de Gijón.
Descripción: programa que permite plantear ejercicios de Dibujo Geométrico y resolverlos por medio del computador, con corrección automática y registro de resultados
Herramientas: software propio desarrollado en entorno MS-DOS.
Requisitos: procesador 386.
Aspectos destacables: interactividad; aceptación por parte de los alumnos según encuestas de los autores.

[2] **Título:** APLICACIÓN INFORMÁTICA BAJO AUTOCAD 10 PARA LA DOCENCIA DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA EN ENTORNOS MULTIMEDIA (pp. 30.1-30.19).
Autor: F. Aguayo González, Universidad de Sevilla
Descripción: proyecto estructurado en varias fases en búsqueda de la integración de una aplicación informática en un entorno multimedia, con el fin de elaborar un sistema tutorial inteligente para la enseñanza de la Geometría Descriptiva.
Herramientas: software propio.
Requisitos: a nivel computacional, procesador 386. Además son necesarios diversos tipos de hardware multimedia.
Aspectos destacables: explotación de los recursos multimedia del momento; no llega a realizarse un tutorial, sólo se marcan las pautas para su futuro desarrollo.

[3] **Título:** AYUDA DINÁMICA EN LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS GRÁFICOS (pp. 31.1-31.6).
Autor: P. Portillo, Universidad de Málaga.
Descripción: ayuda dinámica en la resolución de ejercicios personalizando el programa AutoCAD para la utilización de una base de datos sobre problemas gráficos de Dibujo Técnico y Sistemas de Representación.
Herramientas: lenguaje de programación AutoLISP.
Requisitos: programa AutoCAD configurado para trabajar con AutoLISP
Aspectos destacables: metodología útil en la actualidad.

VII Congreso Internacional Ingeniería Gráfica "Historia Gráfica" (Vigo 1995)

[4] **Título:** PROGRAMA DE E.A.O. PARA ENGRANAJES EN ASIGNATURA DE EXPRESIÓN GRÁFICA (tomo I, pp. 493-508).
Autor: J. Mª Gurruchaga Vázquez, Universidad de Navarra.
Descripción: programa interactivo para la enseñanza sobre engranajes con ejemplos gráficos y animaciones.
Herramientas: Visual Basic; 3D Studio.
Requisitos: procesador 386DX33, 4 Mb RAM, 120 Mb disco duro.
Aspectos destacables: posibilita autoaprendizaje; facilita la asimilación del paso de 2 a 3 dimensiones y viceversa.

[5] **Título:** ENSEÑANZA PRÁCTICA DEL CAD ASISTIDA POR ORDENADOR (tomo II, pp. 33).
Autor: R. Álvarez Cuervo.
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[6] **Título:** APLICACIONES DEL DIBUJO ASISTIDO POR ORDENADOR A LA DOCENCIA TRADICIONAL DEL SISTEMA DIÉDRICO (tomo II).
Autor: J. L. Canito Lobo
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[7] **Título:** APLICACIONES DIDÁCTICAS INTERACTIVAS (ADI). UTILIZACIÓN EN UN MARCO DE ENSEÑANZA RENOVADO (tomo II, pp. 217).
Autor: M. D. Guillén Valbuena.
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

VIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Devenir Gráfico" (Jaén 1996)

[8] **Título:** LA APLICACIÓN DEL MODELADO TRIDIMENSIONAL Y DE LA ANIMACIÓN A LA ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR (tomo II, pp. 43-50).
Autor: J. A. Oriozabala Brit, Universidad del País Vasco.
Descripción: programa que crea aplicaciones de EAO a partir de animaciones, fotos, textos y dibujos realizados unas herramientas determinadas.
Herramientas: desarrollado con lenguaje C.
Requisitos: los requeridos por los programas AutoCAD y 3D Studio, los cuales son necesarios para la elaboración del material que contenga la aplicación que se quiera crear.
Aspectos destacables: facilita la creación de tutoriales para la enseñanza de la Geometría Descriptiva.

[9] **Título:** DIBUJO TRADICIONAL Y DIBUJO ASISTIDO POR ORDENADOR, ¿INCOMPATIBLES O COMPLEMENTARIOS? (tomo II, pp. 109-126).
Autor: M. A. Gómez-Elvira González, Universidad Politécnica de Madrid.
Descripción: reflexión sobre la necesidad de aunar los saberes tradicionales con los nuevos recursos informáticos.
Herramientas: se pone en práctica una experiencia docente con AutoCAD.
Requisitos: -
Aspectos destacables: la experiencia docente puesta en práctica muestra ventajas de la utilización del DAO en la docencia de Expresión Gráfica.

[10] **Título:** EVOLUCIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA HIPERMEDIA DE APLICACIÓN EN EL ÁREA DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA (tomo II, pp. 389-404).
Autor: J. L. Caro Rodríguez.
Descripción: aplicación de Enseñanza Asistida por Ordenador Hipermedia en la que se mezclan animaciones 2D y 3D, vídeo, sonido, gráficos, fotografías y texto.
Herramientas: software Authorware de Macromedia.
Requisitos: procesador 486 a 33 Mhz con 4 Mb de RAM; Windows 3.0 .
Aspectos destacables: se centra en la enseñanza de la determinación de vistas y de la normalización.

[11] **Título:** EL ORDENADOR ASISTE EN CLASE (tomo I, pp. 635-646).
Autor: J. J. Correa Moreno, Universidad de Huelva.
Descripción: realización de programas que presentan en pantalla los trazados que se realizarían durante una clase, paso a paso.
Herramientas: software SPC Harvard Graphics.
Requisitos: procesador 486; software SPC Harvard Graphics.
Aspectos destacables: utilización de programas de presentaciones para la docencia del dibujo técnico.

IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Geometría y Diseño en la era Internet" (Bilbao 1997)

[12] **Título:** UNA PROPUESTA PARA LA INTEGRACIÓN DE APLICACIONES TELEMÁTICAS EN LA ENSÑANZA DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA (volumen I, pp. 571-579).
Autor: J. Bustinza Esparta, Universidad de Navarra.
Descripción: propuesta de una Escuela Virtual de Arquitectura compuesta de los siguientes módulos: libro electrónico, autoevaluación, prácticas, guía de estudio y módulo de comunicación alumno-profesor.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: se trata de una propuesta metodológica que emplea la enseñanza de la Geometría Descriptiva como ejemplo.

[13] **Título:** DOCENCIA DE LOS SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA HACIENDO USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS (volumen I, pp. 581-592).
Autor: M. A. Contreras López, Universidad de Málaga.
Descripción: desarrollo de animaciones asistidas por ordenador para la docencia de la Geometría Descriptiva y descripción de las pautas para su realización.
Herramientas: AutoCAD 13, 3D Studio 4, Animador Studio y Adobe Premiere.
Requisitos: -
Aspectos destacables: se detiene en la descripción de un "guión técnico" para la elaboración de las animaciones; centrado en la Geometría Descriptiva.

[14] **Título:** LA ESPECIFICACIÓN VRML 2.0 Y SU APLICACIÓN EN LA DOCENCIA DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA (volumen II, pp. 451-460).
Autor: M. Contero González, Universidad Jaume I.
Descripción: definición de los elementos necesarios para la creación de mundos virtuales 3D, accesibles vía Internet, mediante el Lenguaje de

Modelado de Realidad Virtual VRML. Aplicación para la creación de piezas y conjuntos 3D animados, con objetivos pedagógicos.
Herramientas: lenguaje VRML.
Requisitos: navegador de Internet.
Aspectos destacables: posibilidad de interactuar con los conjuntos para facilitar la visualización de los mismos; visualización de su funcionamiento gracias a las animaciones.

[15] **Título:** BASES PARA LA APLICACIÓN DE INTERNET A LA ENSEÑANZA TUTORIAL (volumen II, pp. 477-480).
Autor: J. A. Oriozabala Brit, Universidad del País Vasco.
Descripción: exposición de las posibilidades de Internet en educación; ejemplo de aplicación de Internet para la enseñanza de Dibujo Técnico; pautas para la creación de aplicaciones.
Herramientas: conjunto de herramientas dirigidas al diseño de páginas web.
Requisitos: navegador de Internet.
Aspectos destacables: se presentan un par de ejemplos de páginas web para la enseñanza de dibujos de conjunto.

X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "La Expresión Gráfica: Nuevas Dimensiones" (Málaga 1998)

[16] **Título:** TUTORIAL DE DIBUJO TÉCNICO Y SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN (tomo I, pp. 435-444).
Autor: E. Gutiérrez-Rave, Universidad de Córdoba.
Descripción: tutorial multimedia compuesto de cuatro bloques: herramientas de dibujo, explicación teórica, prácticas y ejercicios, y autoevaluación.
Herramientas: lenguaje Object Pascal, compilador Delphi.
Requisitos: Windows 95, 2 Gb disco duro, 32 Mb RAM.
Aspectos destacables: resolución paso a paso, interactividad, autoaprendizaje; centrado en dibujo geométrico.

[17] **Título:** APLICACIÓN DE LA ANIMACIÓN POR ORDENADOR A LA DOCENCIA DEL DIBUJO INDUSTRIAL (tomo I, pp. 445-452).
Autor: E. Gutiérrez-Rave, Universidad de Córdoba.
Descripción: programa que ofrece una serie de piezas definidas por sus vistas 2D, junto con el dibujo 3D y una animación del acoplamiento entre las vistas hasta formar la pieza 3D.
Herramientas: AutoCAD 14, 3D Studio Max, Neobook Profesional, Adobe Photoshop, Adobe Premiere.
Requisitos: procesador Pentium, 16 Mb RAM, Windows 95.

Aspectos destacables: centrado en vistas de piezas; ayuda a la asimilación del paso de 2D a 3D y viceversa; destinado tanto al apoyo de las clases magistrales como al aprendizaje autónomo del alumno.

[18] **Título:** UTILIZACIÓN DE NUEVAS HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS, APLICADAS A LA DOCENCIA EN LAS MATERIAS DEL ÁREA, EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA (tomo I, pp. 583-592).
Autor: A. Arias Sánchez, Universidad de León.
Descripción: propuesta de metodología de enseñanza compuesta de tres pasos: definición temática, dibujo con AutoCAD, y exposición con PowerPoint.
Herramientas: AutoCAD, PowerPoint.
Requisitos: los que precisan las herramientas anteriores.
Aspectos destacables: se aplica la propuesta en la docencia del Sistema Diédrico; se recalca la resolución paso a paso; destinada al apoyo de clases magistrales.

[19] **Título:** DOCENCIA DE DIBUJO TÉCNICO A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS DE ANIMACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR (tomo II, pp. 452-470).
Autor: A. Fernández de la Puente, Universidad de Sevilla.
Descripción: adecuación de herramientas de animación asistidas por ordenador en el campo de la docencia del dibujo técnico.
Herramientas: 3D-Studio MAX, AutoCAD.
Requisitos: microprocesador de 200 Mhz, 64 Mb RAM.
Aspectos destacables: el temario abarca Trazado Geométrico, Sistemas de Representación, y dentro de estos profundiza en el Sistema Diédrico.

[20] **Título:** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO TUTORIAL PARA EL ESTUDIO-APRENDIZAJE DE LAS CURVAS CÓNICAS (tomo II, pp. 655-672).
Autor: J. I. Rojas Solas, Universidad de Jaén.
Descripción: aplicación que instruye y explica paso a paso la construcción de las curvas cónicas y sus tangentes, constituyendo un estudio métrico de las curvas cónicas.
Herramientas: software para la programación orientada a objetos DELPHI 3.0.
Requisitos: Windows 95.
Aspectos destacables: centrado en curvas cónicas; la interactividad se limita al control del paso de las imágenes que constituyen las lecciones.

[21] **Título:** CURVAS TÉCNICAS Y CÍCLICAS: UNA APLICACIÓN DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR (tomo II, pp. 679-696).
Autor: J. I. Rojas Solas, Universidad de Jaén.

Descripción: tutorial que explica paso a paso la construcción de curvas técnicas como el óvalo y el ovoide, y arcos de enlaces entre rectas y arcos; se muestran arcos empleados en dibujos arquitectónicos como las escocias; se estudian curvas cíclicas como las espirales y las hélices.
Herramientas: software para la programación orientada a objetos DELPHI 3.0.
Requisitos: Windows 95.
Aspectos destacables: la interactividad se limita al control del paso de las imágenes que constituyen las lecciones.

[22] **Título:** SISTEMA DE AUTOEVALUACIÓN PARA SISTEMA DIÉDRICO (tomo III, pp. 412-428).
Autor: A. Carretero Díaz, Universidad Politécnica de Madrid.
Descripción: programa de autoaprendizaje de Sistema Diédrico, posibilitando la generación de enunciados de problemas y la supervisión del profesor del trabajo realizado por el alumno.
Herramientas: -
Requisitos: Windows 95, procesador 486.
Aspectos destacables: el profesor interviene directamente en el contenido didáctico del programa; centrado en Sistema Diédrico.

[23] **Título:** SISTEMA LEED, "LIBRO ELECTRÓNICO PARA LA ENSEÑANZA DEL DIBUJO" (tomo III, pp. 452-499).
Autor: F. M. Espinosa Pruna, Instituto Superior Politécnico *José Antonio Echeverría,* La Habana, Cuba.
Descripción: sistema que vincula conocimientos teóricos así como gráficos y simulaciones de procesos que le suministran al alumno la instrucción necesaria en la asignatura de Dibujo Técnico.
Herramientas: lenguaje Visual Basic 3.0.
Requisitos: Windows, 8 Mb RAM, 9 Mb disco duro.
Aspectos destacables: contiene animaciones planas de las distintas lecciones.

XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Sin perder la perspectiva, hacia la representación virtual" (Logroño-Pamplona 1999)

[24] **Título:** ENSEÑANZA DE INGENIERÍA GRÁFICA ASISTIDA POR INTERNET (volumen I, pp. 259-268).
Autor: A. Carretero Díaz, Universidad Politécnica de Madrid.
Descripción: material didáctico consistente en libros multimedia interactivos, materiales docentes complementarios para prácticas y aplicaciones de gestión que permiten controlar la evolución del aprendizaje del alumno.

Herramientas: lenguaje VRML, Macromedia Director, AutoCAD, Photoshop, Illustrator, Premier y 3D Studio.
Requisitos: Windows 95, 98 o NT; procesador 486 a 66 Mhz.
Aspectos destacables: ejemplo de e-learning; abarca Geometría Plana, Geometría Descriptiva y Normalización; orientado al autoaprendizaje del alumno, guiado desde Internet (o Intranet) por el profesorado.

[25] **Título:** INTEGRACIÓN Y EFICACIA DE UN PROGRAMA EAO-HIPERMEDIA EN LA ENSEÑANZA DEL DIBUJO TÉCNICO INDUSTRIAL (volumen I, pp. 279-294).
Autor: J. L. Caro Rodríguez, Universidad del País Vasco.
Descripción: muestra los resultados de un trabajo de investigación en el que se comprueba la eficacia de un programa de EAO-Hipermedia de Dibujo Industrial utilizado en la enseñanza y aprendizaje de dicha materia.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: investigación rigurosa que muestra las ventajas del uso de material multimedia en la docencia del Dibujo Industrial.

[26] **Título:** PROYECTO DE INFORMATIZACIÓN DE LA DOCENCIA DE TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA (TRG) EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA (ETSEIB) (volumen I, pp. 340-346).
Autor: I. García Almirall, Universidad Politécnica de Cataluña.
Descripción: presentación del proyecto de innovación educativa *Informatización de Técnicas de Representación Gráfica*.
Herramientas: diversos lenguajes de programación y paquetes informáticos comerciales.
Requisitos: -
Aspectos destacables: abarca tanto Geometría Descriptiva, concretamente Sistema Diédrico, como representación de vistas normalizadas. Algunos recursos se encuentran en Internet, aunque en el momento de este desarrollo no se encuentra todo integrado en una web. Orientado al apoyo de clases magistrales, aunque mediante un profundo cambio respecto a la docencia tradicional.

[27] **Título:** REFLEXIONES ACERCA DEL DESARROLLO Y UTILIZACIÓN DE UN PROGRAMA DE CAD PROPIO FRENTE A PROGRAMAS COMERCIALES (volumen I, pp. 347-354).
Autor: P. I. Álvarez Peñín, Universidad de Oviedo.
Descripción: valoración del interés que puede presentar el desarrollo y posterior uso de un programa de CAD propio.
Herramientas: lenguajes de programación.
Requisitos: -

Aspectos destacables: una de las ideas que se propone es incorporarlo como módulo "a medida" dentro de un programa de enseñanza para su empleo en la resolución de problemas de Geometría Plana.

[28] **Título:** AXONOMETRIC MAGISTER: UNA APLICACIÓN INTERACTIVA DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR PARA EL ESTUDIO-APRENDIZAJE DE LAS AXONOMETRÍAS (volumen II, pp. 855-865).
Autor: J. I. Rojas Sola, Universidad de Jaén.
Descripción: tutorial gráfico descargable a través de Internet para la docencia del Sistema Axonométrico.
Herramientas: programación orientada a objetos con Delphi 3.0.
Requisitos:
Aspectos destacables: abarca el Sistema Axonométrico de Representación; destinado al aprendizaje autónomo del alumno. El entorno gráfico no es interactivo.

[29] **Título:** CURVAS CÍCLICAS: UNA APLICACIÓN DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR PARA EL ESTUDIO-APRENDIZAJE DE LAS CURVAS CÍCLICAS (volumen II, pp. 866-873).
Autor: J. I. Rojas Sola, Universidad de Jaén.
Descripción: tutorial gráfico descargable a través de Internet para la docencia de las curvas cíclicas.
Herramientas: programación orientada a objetos con Delphi 3.0.
Requisitos:
Aspectos destacables: abarca los conceptos necesarios para la construcción de curvas cíclicas; destinado al aprendizaje autónomo del alumno. El entorno gráfico no es interactivo.

[30] **Título:** DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DIDÁCTICA INTERACTIVA (ADI) EN INGENIERÍA (volumen II, pp. 874-881).
Autor: F. Hernandez Abad, ETSII de Terrasa.
Descripción: generación de una ADI utilizando técnicas multimedia con el objetivo docente de explicar los conceptos relativos al análisis, funcionamiento, representación normalizada y simulación de movimiento de los engranajes.
Herramientas: lenguaje de autor Authorware, 3D Studio, AutoCAD, CorelDraw, Excel, PhotoPaint, Photoshop, PowerPoint, Premiere, Word.
Requisitos: -
Aspectos destacables: orientado al apoyo de clases magistrales; centrado en conceptos relativos a engranajes, como su funcionamiento y su normalización.

[31] **Título:** DISEÑO Y EXPERIMENTACIÓN DE MATERIAL CURRICULAR INTERACTIVO APLICADO A LA VISUALIZACIÓN DE PIEZAS (volumen II, pp. 896-900).
Autor: F. F. Durán Mozo, Universidad de Málaga.
Descripción: desarrollo de una unidad de trabajo interactivo para la visualización de piezas, accesible desde Internet.
Herramientas: lenguaje html.
Requisitos: navegador de Internet.
Aspectos destacables: situado en portal Web; orientado a la enseñanza de representación de vistas; destinado al autoaprendizaje del alumno.

[32] **Título:**EL PROGRAMA D.A.C. UNA APORTACIÓN A UN NUEVO MODELO DE ENSEÑANZA DE DIBUJO TÉCNICO (volumen II, pp. 901-908).
Autor: R. Ladero Ordóñez, Universidad de Vigo.
Descripción: herramienta de ayuda a profesorado y alumnado para la docencia de Dibujo Técnico.
Herramientas: lenguaje de programación.
Requisitos: MS-DOS o Windows 95/98, 4 Mb libres de disco duro.
Aspectos destacables: abarca Geometría Plana y Sistemas de Representación; destinado tanto al apoyo de clases magistrales como al aprendizaje autónomo del alumno.

[33] **Título:** EXPERIENCIAS DE EAO EN EL AULA (volumen II, pp.920-929).
Autor: J. A. Oriozabala Brit, Universidad del País Vasco.
Descripción: desarrollo de aplicaciones utilizadas para impartir visualización de piezas y conjuntos mecánicos mediante un sistema multimedia.
Herramientas: lenguaje Visual Basic, Microstation 95, AutoCAD 14.
Requisitos: -
Aspectos destacables: temática referente a visualización de piezas; se realiza una encuesta que pone de manifiesto la aceptación de los alumnos de esta herramienta.

[34] **Título:** APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA (volumen III, pp. 1269-1274).
Autor: F. Bermúdez Rodríguez, Universidad Politécnica de Cataluña.
Descripción: tutorial de Normalización.
Herramientas: AutoCAD, 3D Studio, Animador Pro.
Requisitos: -
Aspectos destacables: permite al profesor introducir nuevos ejercicios y evaluar al alumno; centrado en Normalización y visión espacial; destinado al autoaprendizaje del alumnado, aunque guiado por el profesor.

[35] **Título:** MULTIMEDIA E INTERNET COMO APOYO A LA DOCENCIA DEL DIBUJO TÉCNICO (volumen III, pp. 1337-1342).
Autor: F. Agüera Vega, Universidad de Almería.
Descripción: desarrollo de una serie de ficheros compuestos de una parte de texto, una gráfica y otra de animación para la docencia del Dibujo Técnico, puesto a disposición del alumnado a través de Internet.
Herramientas: lenguaje html, AutoCAD, 3D Studio.
Requisitos: Internet Explorer de Microsoft.
Aspectos destacables: formato Web con presencia en Internet; centrado en Sistema Diédrico.

XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Desde la historia hacia el milenio del lenguaje gráfico" (Valladolid 2000)

[36] **Título:** DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA COMO APOYO A LA DOCENCIA DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LAS TITULACIONES DE INGENIERÍA AGRÍCOLA (CD "crónica del congreso").
Autor: F. J. Aguilar Torres
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[37] **Título:** EFICACIA DE UNA HERRAMIENTA HIPERMEDIA A LA INNOVACIÓN DOCENTE. DIBUJO Y DISEÑO NEUMÁTICO EN INGENIERÍA (CD "crónica del congreso").
Autor: B. Ramos Barbero.
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[38] **Título:** UTILIZACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y DE LAS COMUNICACIONES EN LAS ASIGNATURAS DE CARÁCTER SEMIPRESENCIAL (CD "crónica del congreso").
Autor: -
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[39] **Título:** SISTEMA AUTOMÁTICO DE GENERACIÓN Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ENTORNOS ACADÉMICOS GEOMÉTRICOS (CD "crónica del congreso").
Autor: A. Carretero Díaz.
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[40] **Título:** NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN EL ÁMBITO DOCENTE DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA: EL CAD COMO PUNTO DE PARTIDA Y NO COMO DISCIPLINA COMPLEMENTARIA (CD "crónica del congreso").
Autor: R. Moreno Cazorla.
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[41] **Título:** DESARROLLO, ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DE UN CURSO EXPERIMENTAL DE DIBUJO Y DISEÑO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (CD "crónica del congreso").
Autor: J. J. Guirado Fernández.
Descripción: -
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

XIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Eliminando fronteras entre lo real y lo virtual: nuevas formas" (Badajoz 2001)

[42] **Título:** EL ORDENADOR COMO HERRAMIENTA DOCENTE EN EL DIBUJO INDUSTRIAL (CD "Actas del Congreso", sección docencia).
Autor: J. Pastor Beltrán, Universidad Politécnica de Cartagena.
Descripción: se pone se manifiesto el dinamismo que supone la interactividad entre representaciones normalizadas y la normativa vigente, entre los diversos tipos de planos de la ingeniería (animación de conjuntos explosionados, planos de conjunto y planos de despiece) y la mayor comprensión de una representación normalizada dada la capacidad de representación 3D de los ordenadores y la posibilidad de animar la función de cada uno de los elementos que componen el conjunto representado.
Herramientas: sistema CAD.

Requisitos: -
Aspectos destacables: destinado al apoyo de clases magistrales; busca ayudar al alumnado a aumentar su visión espacial.

[43] **Título:** MATERIAL DOCENTE DE ÚLTIMA GENERACIÓN (CD "Actas del Congreso", sección docencia).
Autor: F. Hernández Abad, Universidad Politécnica de Cataluña.
Descripción: desarrollo de una aplicación didáctica interactiva como propuesta de material docente. El tema elegido corresponde a una unidad didáctica que se imparte en la asignatura Expresión Gráfica II del tercer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial que se desarrolla en la ETSII de Tarrasa, y su contenido hace referencia a los elementos mecánicos básicos de transmisión: excéntricas y levas.
Herramientas: algoritmos de programación, lenguajes de autor. Realizado sobre plataforma Windows.
Requisitos: -
Aspectos destacables: material muy elaborado que busca el perfecto entendimiento de la materia por parte del alumno; centrado en excéntricas y levas.

[44] **Título:** PROPUESTA DE UN SISTEMA MULTIMEDIA PARA MINIMIZAR EL EFECTO DE LA REDUCCIÓN DE DOCENCIA TRADICIONAL EN EXPRESIÓN GRÁFICA (CD "Actas del Congreso", sección docencia).
Autor: P. I. Álvarez Peñín, Universidad de Oviedo.
Descripción: exposición de un programa que plantea ejercicios de geometría, Sistema Diédrico y normativa de representación de piezas, de manera que al resolverlos el programa le indica si el resultado es o no correcto. Además dispone de un módulo para la introducción a los sistemas de CAD. Todo ello dentro de un entorno multimedia sencillo e interactivo.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: interactividad y posibilidad de autoevaluación.

[45] **Título:** SISTEMA DE APOYO AL DESARROLLO DE LA PERCEPCIÓN ESPACIAL BASADO EN VRML (CD "Actas del Congreso", sección docencia).
Autor: A. J. Flórez Pérez, Universidad de Oviedo.
Descripción: creación de un sistema interactivo dedicado a facilitar el desarrollo de la percepción espacial mediante el ejercicio de las capacidades necesarias para la resolución de los dos problemas que, habitualmente, se presentan en el aprendizaje del dibujo técnico: dibujar las vistas normalizadas a partir de una perspectiva y dibujar la perspectiva a partir de las vistas normalizadas.
Herramientas: lenguaje VRML; AutoCAD; 3D Studio.

Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en vistas; integrado en un grupo de páginas de un servidor web.

[46] **Título:** TUTORIAL DE DIBUJO MECÁNICO Y EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA (CD "Actas del Congreso", sección docencia).
Autor: E. Gutiérrez-Ravé Agüera, Universidad de Córdoba.
Descripción: Se ha realizado un tutorial de Dibujo Mecánico en formato libro electrónico, donde se exponen animaciones del funcionamiento de una serie de piezas industriales y su ensamblaje mediante una representación fotorrealista. Se estudian entre otros los temas de cortes, secciones , vistas Auxiliares y Acotación, fundamentales en el estudio del Dibujo Técnico Mecánico.
Herramientas: AutoCAD, 3D Studio, Adobe Photoshop, Director de Macromedia.
Requisitos: procesador Pentium II con 128 Mb de RAM. Windows 32 bit.
Aspectos destacables: centrado en vistas y normalización.

[47] **Título:** LA INTEGRACIÓN GRÁFICA EN LA ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR (CD "Actas del Congreso", sección docencia).
Autor: M. D. Marín Granados, Universidad de Málaga.
Descripción: se diseña una aplicación adaptada a los conocimientos del tema considerado, movimientos de tierra en Topografía, y que además permite el aprendizaje personal del alumno mediante la resolución, corrección y análisis de ejercicios programados mediante integración gráfica de las curvas de superficies (desmonte y terraplén).
Herramientas: AutoCAD; lenguaje AutoLisp.
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en el cálculo gráfico de volúmenes en Topografía para movimientos de tierra.

[48] **Título:** MÓDULO DE AUTOCAD ORIENTADO A LA ENSEÑANZA DE PIEZAS (CD "Actas del Congreso", sección docencia).
Autor: P. Mora Segado, Universidad de Málaga.
Descripción: se ha diseñado un menú de AutoCAD en el que se pueden distinguir tres apartados, Vistas S.E. y S.A., Cortes y Secciones y Dibujos de Conjunto. Dentro de cada una de ellas están disponibles dos opciones, la primera denominada Fototeca, la cuál ejecuta una demostración de las piezas a base de fotos, y la segunda Piezas o bien Conjuntos.
Herramientas: AutoCAD; lenguaje AutoLisp.
Requisitos: AutoCAD.
Aspectos destacables: centrado en vistas y normalización.

[49] **Título:** INFLUENCIA DE LA INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA MULTIMEDIA EN LA MEJORA DE LA DOCENCIA EN EXPRESIÓN GRÁFICA (CD "Actas del Congreso", sección multimedia).
Autor: M. Garmendia Mújica, Universidad del País Vasco.
Descripción: integración de un sistema multimedia en la asignatura de expresión gráfica como herramienta de apoyo en el aula.
Herramientas: lenguaje VRML.
Requisitos: explorador de Internet.
Aspectos destacables: sistema multimedia centrado en vistas y normalización; posibilidad de incorporación a Internet; destinado al apoyo de las clases magistrales y, mediante una versión reducida, como complemento docente para el alumno.

XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Geometría y Cartografía: Las más viejas ciencias…Las más nuevas tecnologías" (Santander 2002)

[50] **Título:** AIMEC-DT: EXPERIENCIAS DE SU APLICACIÓN EN LA DOCENCIA DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA (pp. 808).
Autor: P. I. Álvarez Peñin, Universidad de Oviedo.
Descripción: exposición del producto denominado Aplicación Integrada en entorno Multimedia para la Enseñanza Asistida por Computador de Dibujo Técnico; experiencia docente de su puesta en práctica.
Herramientas: lenguaje de programación.
Requisitos: -
Aspectos destacables: material orientado a la autopreparación del alumnado; permite al profesor crear su propia batería de ejercicios.

[51] **Título:** ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA ORIENTADA A LA COMPARACIÓN DE ARCHIVOS DE DIBUJO (pp. 814).
Autor: R. Rubio García, Universidad de Oviedo.
Descripción: presentación de una aplicación informática que permite comparar archivos CAD, de manera que se puede usar como herramienta de evaluación de ejercicios y prácticas al comparar con un ejercicio patrón.
Herramientas: lenguaje de programación.
Requisitos: -
Aspectos destacables: orientado al autoaprendizaje del alumno.

[52] **Título:** APLICACIÓN DIDÁCTICA INTERACTIVA PARA EL APRENDIZAJE DE LOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL SISTEMA DIÉDRICO (pp. 818).
Autor: J. I. Rojas Sola, Universidad de Jaén.

Descripción: herramienta que permite aprender con el apoyo del ordenador los fundamentos teóricos del Sistema Diédrico.
Herramientas: lenguaje de programación Borland Delphi.
Requisitos: -
Aspectos destacables: aplicación centrada en el Sistema Diédrico, concretamente en el alfabeto, las intersecciones, el paralelismo, la perpendicularidad, las distancias, los giros y los abatimientos.

[53] **Título:** ELABORACIÓN DE UN SOFTWARE DE APOYO A LA DOCENCIA DE LOS PROBLEMAS DE TANGENCIAS, UTILIZANDO UN PROGRAMA DE "AUTHORING" (pp. 851).
Autor: J. Voltas Aguilar, Universidad Politécnica de Cataluña.
Descripción: aplicación multimedia en entorno de autor para la docencia de tangencias, ampliable a otros campos de la geometría, de funcionamiento simple y dotada de una total interactividad con el usuario.
Herramientas: desarrollado en entorno de autor.
Requisitos: -
Aspectos destacables: orientado a la docencia de la geometría plana.

[54] **Título:** ENTRENADOR MULTIMEDIA EN LAS METODOLOGÍAS DE RESOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS TÍPICOS DEL TEMA "PROYECCIONES DE CUERPOS GEOMÉTRICOS" (pp. 856).
Autor: P. I. Álvarez Peñín, Universidad de Oviedo.
Descripción: exposición de los resultados obtenidos mediante el Entrenador multimedia en las metodologías de resolución de problemas típicos del tema "Proyecciones de Cuerpos Geométricos".
Herramientas: lenguaje de programación.
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en la docencia de representación de vistas.

[55] **Título:** ESTRUCTURAS DE DATOS EN LA ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA (pp. 857).
Autor: J. J. Martín Cabrera, Universidad de Jaén.
Descripción: análisis de las distintas estructuras de datos empleadas para la enseñanza asistida por ordenador de Geometría Descriptiva.; diseño de un sistema haciendo uso intensivo de la abstracción de datos para facilitar su transportabilidad, reusabilidad y ampliación de la base de conocimientos.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: orientada a la Geometría Descriptiva, y dentro de ésta al sistema de Planos Acotados.

[56] **Título:** ESTUDIO SOBRE UN PROCEDIMIENTO DE AUTOEVALUACIÓN PARA PRÁCTICAS DE NORMALIZACIÓN (pp. 861).
Autor: I. J. Díaz Blanco, Universidad de La Coruña.
Descripción: proceso de implementación de un procedimiento para prácticas de normalización.
Herramientas: Microsoft Excel, AutoCAD.
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en normalización; apoya tanto a la docencia de clases prácticas como a la autoevaluación del alumnado.

[57] **Título:** PÁGINA WEB INTERACTIVA DE DIBUJO INDUSTRIAL Y NORMALIZACIÓN (pp. 915).
Autor: J. L. Canito Lobo, Universidad de Extremadura.
Descripción: página Web de contenido sumamente intuitivo, de fácil manejo y atractivo para el alumno, referente a temas de normalización.
Herramientas: lenguaje html.
Requisitos: explorador de Internet.
Aspectos destacables: recurso ofrecido a través de Internet; centrado en normalización.

[58] **Título:** RESOLUCIÓN DE CURVAS CÓNICAS, CÍCLICAS Y TÉCNICAS MEDIANTE APLICACIÓN DIDÁCTICA INTERACTIVA EN ENTORNO AUTOCAD (pp. 931).
Autor: J. I. Rojas Sola, Universidad de Jaén.
Descripción: desarrollo de una aplicación didáctica interactiva para la resolución de las curvas cónicas, técnicas y cíclicas dados unos datos.
Herramientas: AutoCAD; lenguaje de programación AutoLisp.
Requisitos: AutoCAD.
Aspectos destacables: dirigido al autoaprendizaje; centrado en Geometría Plana.

[59] **Título:** S.A.D. (SISTEMA DE APOYO AL DIBUJO): UNA HERRAMIENTA INTEGRADA EN LA ENSEÑANZA DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA (pp. 933).
Autor: M. García Domínguez, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Descripción: herramienta basada en Web diseñada para servir de apoyo a la enseñanza del Dibujo Técnico, haciendo hincapié en el desarrollo de la capacidad de visualización espacial.
Herramientas: lenguaje VRML y programación de scripts.
Requisitos:
Aspectos destacables: se trata de un ejemplo de e-learning.

[60] **Título:** TUTORIAL INTERACTIVO PARA LA RESOLUCIÓN GRÁFICA DE CURVAS CÓNICAS, CÍCLICAS Y TÉCNICAS IMPLEMENTADO CON VISUAL BASIC (pp. 941).
Autor: J. I. Rojas Sola, Universidad de Jaén.
Descripción: herramienta interactiva elaborada para la docencia referente a curvas cónicas, cíclicas y técnicas.
Herramientas: lenguaje Visual Basic.
Requisitos:
Aspectos destacables: dirigido al autoaprendizaje; centrado en Geometría Plana.

XIII ADM - XV INGEGRAF Internacional Conference on Tools and Methods Evolution in Engineering Design (Cassino, Napoli, Salerno 2003)

[61] **Título:** EL ESTUDIO-APRENDIZAJE DE LAS TANGENCIAS A TRAVÉS DE AUTOCAD (CD del congreso, sección "Drafting and design methods engineering education").
Autor: J. I. Rojas Sola, Universidad de Jaén.
Descripción: desarrollo de una aplicación didáctica interactiva para la resolución de las tangencias conocidos diversos datos.
Herramientas: AutoCAD; lenguaje AutoLisp.
Requisitos: AutoCAD.
Aspectos destacables: ofrece al alumno la posibilidad de intentar una solución con los mecanismos que ofrece AutoCAD, pudiendo en todo momento consultar la solución paso a paso.

[62] **Título:** APRENDIZAJE INNOVADOR EN LA VISUALIZACIÓN DE PIEZAS Y DISPOSITIVOS, EN LA FORMACIÓN DE DIBUJO TÉCNICO MEDIANTE APLICACIÓN HIPERMEDIA (CD del congreso, sección "Drafting and design methods engineering education").
Autor: B. Ramos Barbero, Universidad de Burgos.
Descripción: material didáctico multimedia interactivo que facilita a los alumnos el aprendizaje de la visualización espacial. En primer lugar, se explican los conceptos de visualización por medio de animaciones, con narración incorporada, en ficheros del tipo *.avi. A continuación se plantean ejercicios interactivos de dificultad creciente.
Herramientas: lenguaje VRML.
Requisitos: procesador Pentium 166 Mhz; 16 Mb RAM; Internet Explorer 5.0; Visualizador VRML Cosmo Player 2.0.
Aspectos destacables: centrado en vistas; puesto a disposición del alumno a través de Internet y en CD-ROM.

[63] **Título:** NUEVA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA PROYECCIÓN ACOTADA (CD del congreso, sección "Drafting and design methods engineering education").
Autor: J. J. Martín Cabrera, Universidad de Jaén
Descripción: mediante la aplicación que se presenta, denominada "Sistema Experto para el Aprendizaje de la Proyección Acotada" se ha pretendido agilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Sistema de Representación de Planos Acotados.
Herramientas: programación en Visual Basic 6.
Requisitos: microprocesador Pentium a 90 Mhz; 24 Mb RAM; Windows 95.
Aspectos destacables: incluye módulo experto para crear, resolver y evaluar ejercicios propios del Sistema de Representación tratado, facilitando el control del proceso de aprendizaje.

[64] **Título:** MECHANICAL DRAWING TRAINING BY MULTIMEDIA MEANS (CD del congreso, sección "Drafting and design methods engineering education").
Autor: M. Vezzani, Academia Naval de Livorno (Italia).
Descripción: material multimedia compuesto de dos CD´s que buscan facilitar el proceso de aprendizaje del alumno en lo referente a visualización de vistas y normalización.
Herramientas: lenguaje VRML.
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en vistas y normalización.

[65] **Título:** MATERIAL DE APOYO A LA DOCENCIA DEL SISTEMA DE REPRESENTACIÓN DE PLANOS ACOTADOS EN INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA (CD del congreso, sección "Drafting and design methods engineering education").
Autor: F. Carvajal Ramírez, Universidad de Almería.
Descripción: en esta presentación se hace un repaso de la situación actual del Área de Conocimiento en los estudios de Ingeniería Técnica Agrícola en España, y se muestra el material docente empleado para la docencia en la asignatura troncal denominada "Dibujo en la Ingeniería", implantada en las cuatro titulaciones de Ingeniería Técnica Agrícola impartidas en la Universidad de Almería.
Herramientas: programa de presentaciones.
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en el Sistema de Representación de Planos Acotados.

[66] **Título:** APLICACIÓN DOCENTE DE UN PROGRAMA DE MODELADO 3D MEDIANTE BOCETOS AXONOMÉTRICOS (CD del congreso, sección "Drafting and design methods engineering education").

Autor: P. Company, Universidad Jaume I de Castellón.
Descripción: el trabajo presenta una aplicación informática orientada a la enseñanza, que dispone de un *papel virtual* sobre el que el usuario dibuja a mano alzada con un *lápiz virtual*. El boceto que introduce el usuario es una representación pictórica de una forma poliédrica. Es decir, una representación pseudo-axonométrica del modelo. La aplicación incluye un analizador que reconoce y reconstruye automáticamente el modelo tridimensional bocetado, y se lo muestra al usuario. El proceso es interactivo, por lo que el usuario puede modificar el boceto y ver los efectos de dicha modificación sobre el modelo.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: forma innovadora de potenciar la visión espacial.

[67] **Título:** SOFTWARE EDUCATIVO BASADO EN COMPONENTES REUSABLES APLICADO A SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN (CD del congreso, sección "Drafting and design methods engineering education").
Autor: Z. B. Rosanigo, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Chubut, Argentina
Descripción: software interactivo que, a partir de componentes desarrollados para el dominio de aplicación (Representación Gráfica), el docente construye sus propios tutoriales del tipo enseñanza-paso a paso, y el alumno practica tanto como lo necesite.
Herramientas: lenguaje Java.
Requisitos: -
Aspectos destacables: permite la elaboración de tutoriales al profesor.

[68] **Título:** METODI CAD PER LA DIDATTICA DEL DISEGNO TECNICO (CD del congreso, sección "Drafting and design methods engineering education").
Autor: C. Culla, Universidad de Pisa (Italia).
Descripción: experiencia didáctica consistente en la utilización de software CAD 3D para la docencia del diseño técnico, concretamente en la parte de visualización de vistas y normalización.
Herramientas: software CAD 3D.
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en la representación de vistas y en la normalización.

XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "La proyección de la idea" (Zaragoza 2004)

[69] **Título:** UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA (pp. 1033-1036).
Autor: R. Cárdenas Cárdenas, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.
Descripción: se muestra una propuesta para la enseñanza de la expresión gráfica a partir de la realización de consultas de bases de datos externas, que son visualizadas desde la interfase de AutoCAD, permitiendo al usuario su acceso e incluso su modificación.
Herramientas: AutoCAD; Microsoft Access.
Requisitos: -
Aspectos destacables: su aplicación en la docencia de la normalización.

[70] **Título:** ENSEÑANZA DE LA VISUALIZACIÓN DE PIEZAS COMO RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS (pp. 1208-1217).
Autor: M. Garmendia Mújica, Universidad del País Vasco.
Descripción: se presenta una metodología de enseñanza de la visualización de piezas, utilizándose, entre otros recursos, una aplicación multimedia para interactuar con piezas.
Herramientas: lenguaje VRML.
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en la visualización de vistas.

[71] **Título:** WEB-3D TECHNOLOGIES IN E-LEARNING APLICATION FOR ENGINEERING DRAWING (pp. 1234-1243).
Autor: S. Rizzuti, Universidad de Calabria, Italia
Descripción: herramienta Web para la docencia en el campo de la representación de vistas.
Herramientas: lenguaje VRML.
Requisitos: -
Aspectos destacables: posibilidad de situar la herramienta en Internet para ser aprovechada en un curso de e-learning; orientado a la docencia de representación de vistas.

[72] **Título:** EXPERIENCIAS SOBRE LA IMPLANTACIÓN EN RED DE UN PROCEDIMIENTO PARA PRÁCTICAS DE NORMALIZACIÓN (pp. 1244-1251).
Autor: I. J. Díaz Blanco, Universidad de La Coruña.
Descripción: proceso de implementación de un procedimiento para prácticas de normalización.
Herramientas: Microsoft Excel, AutoCAD.
Requisitos: -

Aspectos destacables: centrado en normalización; apoya tanto a la docencia de clases prácticas como a la autoevaluación del alumnado.

[73] **Título:** EL MEDIO COMPUTACIONAL COMO MATERIAL DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA GRÁFICO-VISUAL (pp. 1252-1262).
Autor: R. López, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.
Descripción: investigación sobre situaciones en las que el alumno, sin apelar a razones didácticas y en ausencia de toda indicación intencional, pasa a ser el gestor del conocimiento como consecuencia de la interacción entre "conocimiento geométrico", "alumno", "docente" y "medio computacional".
Herramientas: Maple V.
Requisitos: -
Aspectos destacables: aprovechamiento en clase magistral de un software de matemáticas para potenciar la visión espacial del alumnado.

Congreso Internacional XVII INGEGRAF – XV ADM "De la tradición al futuro" (Sevilla 2005)

[74] **Título:** ANIMACIÓN MULTIMEDIA INTERACTIVA CON MACROMEDIA FLASH EN LA ENSEÑANZA DE EXPRESIÓN GRÁFICA (CD del congreso, sección docencia).
Autor: R. Rubio García, Universidad de Oviedo.
Descripción: véase capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[75] **Título:** INTEGRACIÓN DE VÍDEO INTERACTIVO EN APLICACIONES MULTIMEDIA CON MODELOS CAD 3D (CD del congreso, sección docencia).
Autor: E. García Maté, Universidad de Burgos.
Descripción: procedimiento de utilización del vídeo interactivo para la navegación por espacios tridimensionales, permitiendo la visualización del espacio tridimensional pudiendo, a golpe de ratón, interactuar en dicho entorno, e incluirlo como otro recurso de apoyo a la docencia.
Herramientas: software CAD, programas de autor.
Requisitos: -
Aspectos destacables: destinado tanto al apoyo de clases magistrales como al aprovechamiento particular por parte del alumno.

[76] **Título:** ESTUDIO DEL SISTEMA DIÉDRICO MEDIANTE UN TUTORIAL MULTIMEDIA (CD del congreso, sección docencia).
Autor: M. Blanco Caballero, Universidad de Valladolid.
Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[77] **Título:** SUSTITUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TRADICIONALES DE DIBUJO POR EL CAD EN LAS ASIGNATURAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA. EXPERIENCIA DOCENTE (CD del congreso, sección docencia).
Autor: P. J. Lorca Hernando, Universidad Politécnica de Madrid.
Descripción: conclusiones de una experiencia en el empleo de una herramienta CAD en la enseñanza de la asignatura Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador.
Herramientas: AutoCAD.
Requisitos: -
Aspectos destacables: aplicado a toda la asignatura de Expresión Gráfica; destinado al apoyo de clases magistrales.

[78] **Título:** EXPERIENCIAS EN LA UTILIZACIÓN DE UN PAQUETE DE PROGRAMAS QUE INTEGRA LA ENSEÑANZA Y EL DIBUJO ASISTIDOS POR COMPUTADOR CON ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS, CUBA (CD del congreso, sección docencia).
Autor: P. I. Álvarez Peñín, Universidad de Oviedo.
Descripción: paquete de programas en un entorno multimedia que integra la EAC y el CAD. Con él se pueden resolver problemas gráficos seleccionados de una base de datos y verificar si la respuesta dada es la correcta, utilizando para ello un Editor Gráfico (GIcad) que permite al estudiante desarrollar habilidades en las estrategias de trabajo con dicho editor, sin tener que enfrentarse a las complicaciones que se presentan al tener que utilizar un programa profesional como AutoCAD
Herramientas: lenguaje de programación.
Requisitos: -
Aspectos destacables: permite la modificación de contenidos por parte del profesor; orientado al autoaprendizaje guiado por el profesor; abarca Sistema Diédrico y Geometría Plana.

XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Diseño e innovación" (Barcelona 2006)

[79] **Título:** APLICACIÓN DE LAS TIC A LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRIA CURVAS HELICOIDALES CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA GRÁFICA (CD del congreso, sección "Innovación y calidad en la educación superior").
Autor: F. Hernández Abad, Universidad Politécnica de Cataluña.
Descripción: método para la transmisión del conocimiento sobre la geometría de las curvas helicoidales empleando recursos multimedia y mediante la asociación de problemas reales.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en curvas helicoidales; orientado al apoyo de clases magistrales.

[80] **Título:** APLICACIÓN DE LAS TIC A LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA. PARTE III. CURVAS CÍCLICAS (CD del congreso, sección "Innovación y calidad en la educación superior").
Autor: R. Villar Ribera, Universidad Politécnica de Cataluña.
Descripción: método para la transmisión del conocimiento sobre la geometría de las curvas cíclicas empleando recursos multimedia y mediante la asociación de problemas reales.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: centrado en curvas cíclicas; orientado al apoyo de clases magistrales.

[81] **Título:** APLICACIÓN DE SOFTWARE CAD EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA DEL ESPACIO PARA INGENIEROS (CD del congreso, sección "Innovación y calidad en la educación superior").
Autor: J. Torner Ribé, Universidad Politécnica de Cataluña.
Descripción: véase capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[82] **Título:** CAMPUS VIRTUAL EN LA DOCENCIA DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA EN LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (CD del congreso, sección "Innovación y calidad en la educación superior").
Autor: J. Martín Gutiérrez, Universidad de La Laguna.
Descripción: desarrollo de una plataforma virtual para la docencia por Internet de asignaturas del área de Expresión Gráfica en Ingeniería.
Herramientas: paquete de software Moodle.

Requisitos: explorador de Internet.
Aspectos destacables: ejemplo de e-learning; abarca todo el temario referente a Expresión Gráfica en Ingeniería; aprendizaje autónomo del alumnado con un estricto seguimiento del profesor.

[83] **Título:** EL E-LEARNING EN EL ÁREA DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA. DESCRIPCIÓN DE UNA EXPERIENCIA PILOTO (CD del congreso, sección "Innovación y calidad en la educación superior").
Autor: M. G. Del Río Cidoncha, Universidad de Sevilla.
Descripción: experiencia piloto de la docencia por Internet de la asignatura "Geometría Plana y Dibujo Asistido por Ordenador", perteneciente al área de Expresión Gráfica en la Ingeniería, de la E.S.I. de Sevilla.
Herramientas: paquete de software Macromedia Studio MX 2004 com puesto de cuatro herramientas: Dreamweaver, Fireworks, Flash y Frenad; Photoshop 8.0.
Requisitos: explorador de Internet.
Aspectos destacables: ejemplo de e-learning; centrado en Geometría Plana; orientado al autoaprendizaje del alumno con un seguimiento exhaustivo del profesor.

[84] **Título:** PRESENTACIÓN DINÁMICA DE PROBLEMAS DE GEOMETRÍA GRÁFICA (CD del congreso, sección "Innovación y calidad en la educación superior").
Autor: A. H. Delgado Olmos, Universidad de Granada.
Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[85] **Título:** SISTEMA TUTORADO INTERACTIVO PARA EL DIBUJO DE VISTAS SDV (CD del congreso, sección "Innovación y calidad en la educación superior").
Autor: R. Álvarez Cuervo, Universidad de Oviedo.
Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

Iniciativas extraídas recientemente de la web

[86] **Título:** PORTAL WEB DIBUJOTECNICO.COM (www.dibujotecnico.com).
Autor: B. López Lucas.
Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[87] **Título:** PORTAL WEB MIAJAS.COM (www.miajas.com).
Autor: T. Mendoza.
Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[88] **Título:** PORTAL WEB TODODIBUJO.COM (www.dibujotecnico.com).
Autor: I. García Quincoces.
Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[89] **Título:** ANIMACIONES REALIZADAS CON POWERPOINT (http://almez.cnice.mecd.es).
Autor: P. A. Gómez López.
Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[90] **Título:** TUTORIAL "VISTAS. GEOMETRÍA DESCRIPTIVA" (www.educaguia.com).
Autor: J. A. Cuadrado Vicente.
Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[91] **Título:** TUTORIAL "CURSO DE INTERPRETACIÓN DE PLANOS" (www.cnice.mec.es).
Autor: P. Romanos Muñoz.

Descripción: véase el capítulo 2.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[92] **Título:** PORTAL DE INTERNET OFRECIDO DESDE EL CNICE DEL MEC (www.cnice.mec.es).
Autor: M. J. Prieto Martín.
Descripción: portal Web educativo con contenidos de Dibujo Técnico ofrecido desde el Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa del Ministerio de Educación y Ciencia.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[93] **Título:** PORTAL DE INTERNET AEDITEC (www.aeditec.com).
Autor: centro especializado en la enseñanza del dibujo técnico AEDITEC.
Descripción: portal Web educativo sobre Dibujo Técnico.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[94] **Título:** PORTAL WEB SITUADO EN WWW.BOJ.PNTIC.ES (WWW.BOJ.PNTIC.ES).
Autor: A. L. Martín.
Descripción: portal Web educativo sobre Dibujo Técnico ofrecido desde el CNICE.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

[95] **Título:** PORTAL WEB REDIS (www.redis.com).
Autor: REDIS.
Descripción: portal Web educativo sobre Dibujo Técnico y Diseño Industrial.
Herramientas: -
Requisitos: -
Aspectos destacables: -

Bibliografía

- González Monsalve, M. y Palencia Cortés, J., **"Dibujo Técnico II. Geometría Descriptiva"**, Edición de los autores, Sevilla 1988.
- Bermejo Herrero, M., **"Geometría Descriptiva Aplicada"**, Ed. Tébar Flores, Madrid, 1996.
- Cobos Gutiérrez, C. y Del Río Cidoncha, M. G., **"Ejercicios de Dibujo Técnico I resueltos y comentados"**, Ed. Tébar Flores, Madrid, 1996.
- Díaz Reynard, J. L., **"Diseño 3D y animación con CATIA V5. Aplicación a una caja de cambios de 5 velocidades para un automóvil"**, Proyecto Fin de Carrera de la ETSI de Sevilla, 2002.
- Morales Duarte, R., **"Desarrollos de calderería bajo Solid Edge V11"**, Proyecto Fin de Carrera de la ETSI de Sevilla, 2004.
- González García, V., López Poza R. y Nieto Oñate, M., **"Sistemas de Representación. Sistema Diédrico"**, Ed. Texgraf, Valladolid, 1977.
- López Poza, R. y Jiménez Peris, **"Problemas Geometría Descriptiva. Ejercicios resueltos de Sistema Diédrico (Método Directo)"**, Ed. De los autores, Algeciras, 1993.
- Actas del **IV Congreso de Expresión Gráfica "Ingeniería Gráfica"**, Ed. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1992.
- Actas del **VII Congreso Internacional Ingeniería Gráfica "Historia Gráfica"**, Ed. Diputación de Pontevedra, Vigo, 1995.
- Actas del **VIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Devenir Gráfico"**, Ed. Publicaciones de la Universidad de Jaén, Jaén, 1996.
- Actas del **IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Geometría y Diseño en la era Internet"**, Ed. Dpto. de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería UPV/EHU, Bilbao, 1997.
- Actas del **X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "La Expresión Gráfica: Nuevas Dimensiones"**, Ed. Dpto. de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos de la Universidad de Málaga, Málaga, 1998.
- Actas del **XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Sin perder la perspectiva, hacia la representación virtual"**, Ed. Secretaría del XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Logroño-Pamplona, 1999.

- Actas del **XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Desde la historia hacia el milenio del lenguaje gráfico"**, Ed. Zoom, Valladolid, 2000.
- Actas del **XIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Eliminando fronteras entre lo real y lo virtual: nuevas formas"**, Ed. Universidad de Extremadura, Dpto. de Expresión Gráfica, Badajoz, 2001.
- Actas del **XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Geometría y Cartografía: Las más viejas ciencias...Las más nuevas tecnologías"**, Ed. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Santander, 2002.
- Actas del **XIII ADM - XV INGEGRAF Internacional Conference on Tools and Methods Evolution in Engineering Design**, Cassino-Napoli-Salerno, 2003.
- Actas del **XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "La proyección de la idea"**, Ed. Comité Organizador del XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Zaragoza, 2004.
- Actas del **Congreso Internacional XVII INGEGRAF – XV ADM "De la tradición al futuro"**, Ed. Universidad de Sevilla, Sevilla, 2005.
- Actas del **XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica "Diseño e innovación"**, Ed. Dpto. de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2006.
- Dassault Systems. CATIA V5. www-306.ibm.com.
- Macromedia. Macromedia Flash Professional 8. www.macromedia.com.
- Macromedia. Macromedia Dreamweaver 8. www.macromedia.com
- Adobe Systems Incorporated. Adobe Photoshop CS2. www.adobe.es.

Páginas de Internet

- Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa, Ministerio de Educación y Ciencia. www.cnice.mec.es.
- Página personal del profesor J. A. Cuadrado Vicente. www.terra.es/personal8/jcuadr2.
- Portal educativo Educaguía. www.educaguia.com.
- Portal educativo Dibujotécnico. www.dibujotecnico.com.
- Portal educativo Tododibujo. www.tododibujo.com.
- Portal educativo del departamento de Dibujo y Artes Plásticas del I.E.S. Monte Miravete de Torreagüera (Murcia). http://almez.cnice.mecd.es
- Portal educativo elaborado por profesorado del Colegio Claret de Don Benito (Badajoz). www.miajas.com.
- Portal educativo AEDITEC. www.aeditec.com.
- Portal educativo REDIS. www.redis.com.