

LABORATORIO VIRTUAL DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

AUTORES: Juan Mato Tamayo¹
Melquiades Mendoza Pérez²
José Eduardo Márquez Delgado³
Carlos Rafael Herrera Márquez⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: juan.mato@utc.edu.ec

Fecha de recepción: 12-12-2015

Fecha de aceptación: 24-02-2016

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo fundamental de contribuir al mejoramiento del proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes, de los conocimientos teóricos y prácticos que se imparten en la asignatura Gráficas por Computadora, en particular en el tema de Introducción a la Geometría Descriptiva. Consiste en una aplicación informática que, a través de la interactividad con el usuario realiza la proyección ortogonal del punto y la línea en los sistemas de dos planos de proyecciones (horizontal y frontal), dando lugar a los cuadrantes y en el sistema de tres planos de proyecciones (horizontal, frontal y lateral) dando lugar a los octantes. Cuenta además con opciones para ejercitar los conocimientos aprendidos y la simulación del método de abatimiento de los planos de forma manual y automatizada, así como la posibilidad de almacenar ejemplos de ejecuciones realizadas. La aplicación utiliza la biblioteca gráfica OpenGL (Open Graphics Library) para la representación gráfica de las diferentes entidades geométricas en el plano (dos dimensiones) y en el espacio (tres dimensiones) y fue empleado el lenguaje de programación C/C++, haciendo uso del paradigma de programación orientado a objetos, basado en el cual fueron creados nuevos tipos abstractos de datos para representar las diferentes entidades geométricas necesarias. Está concebida como una aplicación de escritorio y cuenta con un archivo instalador que permite personalizar este proceso.

PALABRAS CLAVE: proyección; cuadrantes; octantes; abatimiento; entidades.

VIRTUAL LABORATORY PROJECTIVE GEOMETRY

¹ Doctor en Ciencias. Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga. Ecuador. E-mail: juan.mato@utc.edu.ec

² Doctor en Ciencias. Unidad Académica de Ciencias Administrativas y Humanísticas. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga. Ecuador

³ Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba

⁴ Máster en Ciencias. Empresa de Acumuladores “XX Aniversario”. Manzanillo. Granma. Cuba

ABSTRACT

This work was carried out in the University of Granma, the principal objective was to contribute to the betterment of the learning process for the students, of the theoretical and practical knowledge that they gave in the Computer Graphics subject, in particular the introduction to Descriptive Geometry topic. Consist in an informatical application that, trough the interaction with the user realize the ortogonal projection of the point and the line in the system of two (2) planes projections (Horizontal and Frontal), given place to the quadrants and in the three (3) planes projection systems (Horizontal, Frontal and Lateral) given place to the octants. Also has the option to test knowledge learnt and the simulation of the methods of deployment of the planes with manual and automatic mode even the possibility of storage examples executed. The application use the OpenGL (Graphics Library) for the graphical representation of the different geometrics entities on the planes (two dimensions) and in space (three dimensions) and employed the language C/C++ programming, making use of the model of object oriented programming which was based creating new abstract types of data to represent the different and necessary geometrical entities. It's conceived as on desktop application with archive installation that allows personalization in this process.

KEYWORDS: projections; quadrants; octants; deployment; entities.

INTRODUCCIÓN

Actualmente es difícil señalar alguna actividad del hombre, en la cual, en mayor o menor medida, no sea necesario recurrir a la ayuda de los dibujos. Si se considera que el dibujo es el lenguaje de la técnica, la Geometría Descriptiva representa la gramática de este idioma, ya que a través de esta se puede interpretar correctamente las ideas de otras personas y permite expresar las nuestras, utilizando en lugar de palabras, solamente líneas y puntos que son en esencia los elementos de toda imagen y que mejor medio que las gráficas por computadora ya que estamos en la era de la digitalización.

La realización del presente trabajo responde a la actual necesidad de la Universidad de Granma, debido a la carencia de herramientas que hagan uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), para apoyar el proceso docente educativo en las asignaturas de Dibujo Técnico y Gráficas por Computadora en las carreras de Ingeniería Informática, Mecanización Agropecuaria e Ingeniería Industrial, unido a esto las limitaciones económicas del país para obtener software de este tipo que se adecuen a los planes de estudio de dichas carreras y a la influencia que actualmente tiene en la educación superior las TICs.

La herramienta presentada es un intento para elevar la calidad de la enseñanza en las asignaturas anteriormente mencionadas, mejorar el

rendimiento académico de los estudiantes a través de una mayor fijación de los contenidos impartidos por los profesores implantando un ambiente de aprendizaje más enriquecido, propiciando el desarrollo de las capacidades de pensamiento de los estudiantes. De ahí, que la utilización de la informatización en la enseñanza, constituye uno de los objetivos de la Política Nacional Informática de Cuba. Un resultado palpable de esta política es la masividad de la enseñanza de la computación así como el diseño y creación de aplicaciones informáticas con fines docentes en las universidades del país. Prácticamente, en todas las disciplinas existen experiencias en este sentido, sin embargo, aún está lejos pensar que se haya logrado obtener su máximo aprovechamiento.

DESARROLLO

El perfeccionamiento de la enseñanza de aspectos teóricos de la geometría descriptiva y el dibujo técnico en las carreras de ciencias técnicas tales como: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil, Ingeniería Informática, Mecanización Agropecuaria e Ingeniería Industrial, Arquitectura, entre otras, debe contribuir a la formación de un profesional con un dominio mayor de esta rama de las matemáticas.

En el estudio realizado en este trabajo se realizaron entrevistas a profesores y estudiantes de estas carreras, se realizó la revisión de carpetas docentes de los estudiantes, donde se detectó que existen problemas en la asimilación de los aspectos teóricos de geometría descriptiva y las gráficas por computadora, contribuyendo a que el grado de abstracción que se debe lograr para poder obtener los resultados de aprendizaje necesarios sean insuficientes.

Este problema motivó un análisis de las causas que provocan esta situación llegando a conclusiones tales como:

1. Son asignaturas que necesitan mucho de la posibilidad de entender los aspectos teóricos para llevarlos a la práctica.
2. Los alumnos presentan dificultades en la comprensión de los aspectos teóricos ya que no existe forma de mostrarlos de manera interactiva.
3. Los medios audiovisuales disponibles están limitados a mostrar los efectos sólo en el plano, de manera instantanea y sin interactividad con el estudiante.
4. Los alumnos no logran el nivel de abstracción necesario provocado por la falta de motivación del estudio de los aspectos teóricos fundamentales.

Para resolver la situación planteada se analizaron alternativas de solución, llegándose a la siguiente conclusión:

La computadora facilita las representaciones animadas, permite la interactividad con el usuario (estudiante) que se retroalimenta de conocimientos y evalúa lo aprendido. La computadora incide en el desarrollo de habilidades a través de la ejercitación, permite simular procesos complejos,

reduce el tiempo de que se dispone para impartir gran cantidad de conocimientos facilitando un trabajo diferenciado, introduciendo al estudiante en el trabajo con los medios computarizados, facilita el trabajo independiente y a la vez un tratamiento individual de las diferencias, además da posibilidad al usuario de introducirse en las técnicas más avanzadas.

El problema planteado fue ¿cómo puede un Laboratorio Virtual de Geometría Descriptiva, aumentar la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Gráficas por Computadora en el tema de Geometría Descriptiva?

De esta manera se le dará utilización a la computadora como un medio de enseñanza con el objetivo de aumentar la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Propuesta de tipos (clases) para la implementación del diseño orientado a objetos.

Este análisis comenzó con el diseño de la biblioteca gráfica que serviría de soporte a todos los elementos que se dibujan en pantalla y se puede ilustrar a través de un esquema (figura #2) de las entidades primitivas que están presentes en casi todos los dibujos (puntos, líneas, triángulos, rectángulos, círculos, arcos) y que son muy utilizadas en el producto obtenido; se realizaron las siguientes definiciones de clases (tipos abstractos de datos), de manera que proporcionaran las ventajas buscadas en el enfoque orientado a objetos, principalmente en lo referente a la reusabilidad del código y al polimorfismo, atributos propios de la orientación a objetos.

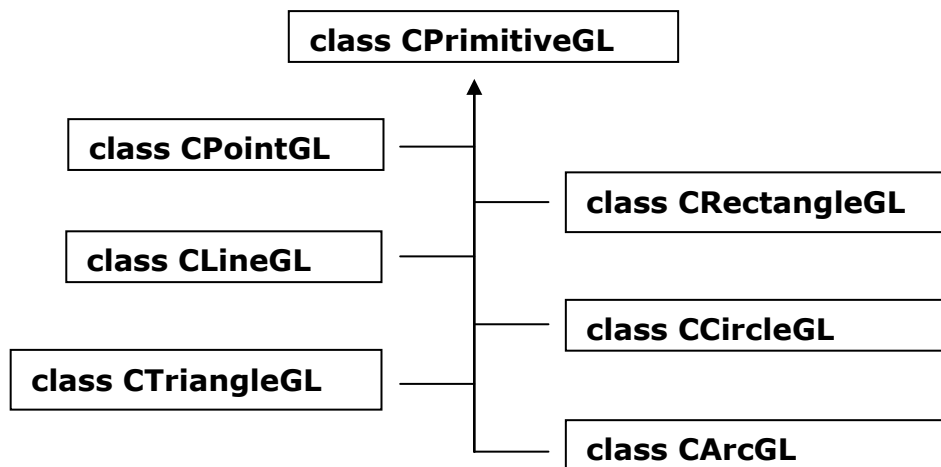


Figura #2. Jerarquía de clases de la librería gráfica creada para representación de las entidades primitivas en 2D.

Marco teórico de algunos aspectos de la geometría descriptiva

Abatimiento de los sistemas de proyecciones de dos planos (cuadrantes) y tres planos (octantes).

El abatimiento de cuadrantes y octantes pretende transformar la representación del dibujo llevándola del modelo espacial en 3D a su equivalente representación en el plano (2D).

Al realizar el abatimiento se pierde la forma espacial de la representación y la nueva representación que se obtiene tiene una representación realista menor que la anterior, pero a su vez proporciona una mayor exactitud y facilidad de medición en las representaciones, así como una significativa simplicidad en su construcción.

En la práctica los planos no se representan en su forma espacial, sino en abatimiento. Para obtener el abatimiento del sistema de 2 planos de coordenadas (cuadrantes) se hace girar el plano horizontal (H) alrededor del eje X, así el semiplano anterior baja y el posterior sube. En el caso del sistema de 3 planos de coordenadas u octantes el abatimiento se realiza de manera siguiente: el plano frontal (F) se mantiene inmóvil, el plano horizontal (H) gira alrededor del eje X hasta coincidir con el plano F como sucede en el abatimiento de cuadrantes y el plano lateral (L) gira alrededor del eje Z hasta coincidir con el plano F, así el semiplano anterior de L gira hacia la derecha y el semiplano posterior gira hacia la izquierda.

Una vez obtenido el abatimiento de cuadrantes y octantes la forma espacial de estos queda de la siguiente manera:

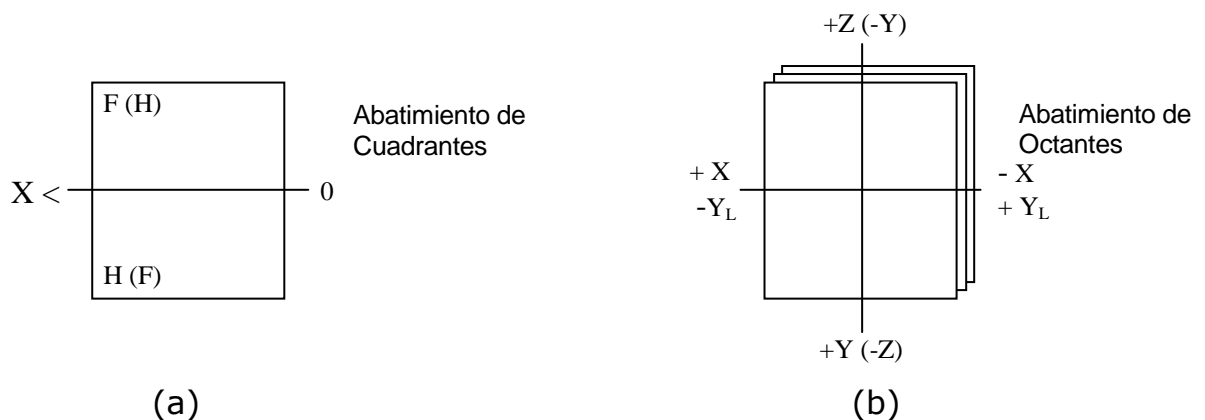


Figura # 3. Representación esquemática del abatimiento. a) Sistema de dos planos de proyecciones. b) Sistemas de tres planos.

La representación del abatimiento del punto en el sistema de 2 planos depende del cuadrante donde se encuentre el punto dado, en este sentido se tiene que:

- Si el punto se encuentra en el cuadrante I, su proyección frontal se encontrará en la parte superior del eje X y la horizontal en la parte inferior de este eje.
- Si el punto se encuentra en el cuadrante II, sus proyecciones frontal y horizontal se encontrarán en la parte superior del eje X.

- Si el punto se encuentra en el cuadrante III, su proyección frontal se encontrará en la parte inferior del eje X, y la proyección horizontal en la parte superior.
- Si el punto se encuentra en el cuadrante IV, sus proyecciones frontal y horizontal se encontrarán en la parte inferior del eje X.

En el caso de la representación del abatimiento de puntos y líneas en el sistema de 3 planos de coordenadas, este depende del octante donde se encuentra el punto atendiendo a los signos de sus coordenadas, así se puede obtener una tabla de signos para las coordenadas del punto en los distintos octantes.

Octante	X	Y	Z	Octante	X	Y	Z
I	+	+	+	V	-	+	+
II	+	-	+	VI	-	-	+
III	+	-	-	VII	-	-	-
IV	+	+	-	VIII	-	+	-

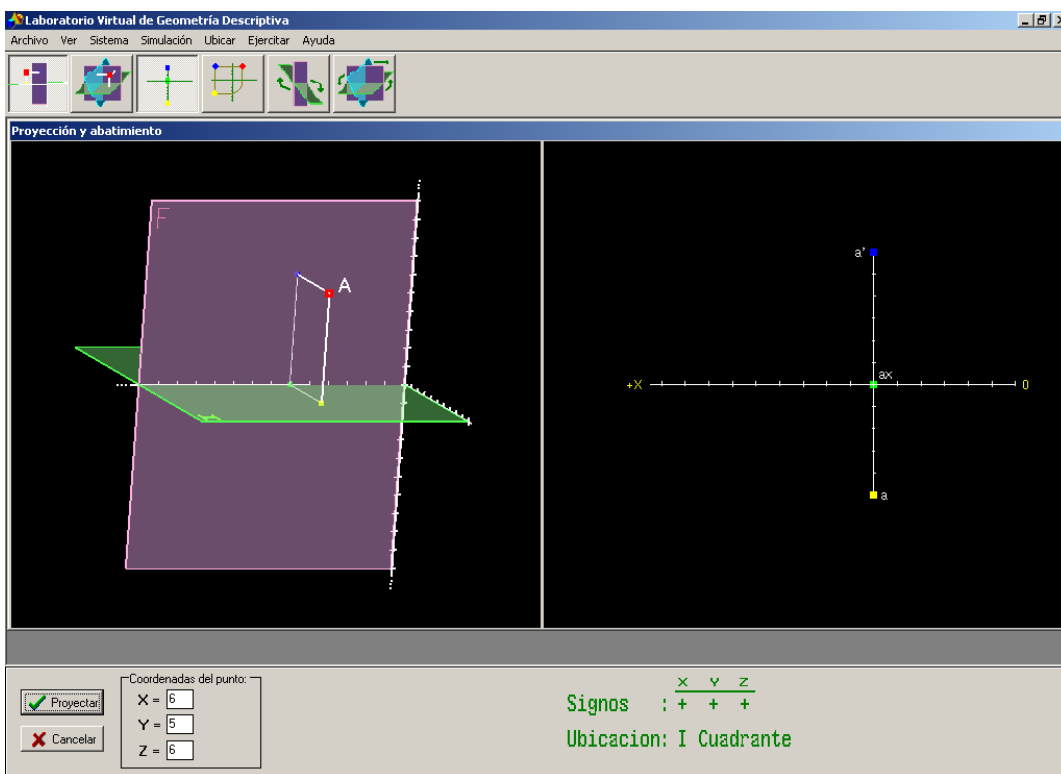


Figura #4. Vista de la proyección ortogonal de un punto en el sistema de dos planos de proyecciones. A la izquierda en el espacio y a la derecha en el abatimiento.

Proyección de puntos y líneas en el sistema de 2 planos y 3 planos de proyecciones.

La proyección de puntos y líneas tiene como objetivo obtener la representación de estos elementos en el plano. La situación del centro de proyecciones con respecto al plano determina la forma en que las rectas proyectantes inciden sobre él. El contenido objeto de estudio de la geometría descriptiva, incluye dos tipos fundamentales de proyecciones:

1. *Proyección central o cónica*: tiene lugar cuando el centro de proyecciones se sitúa a poca distancia del plano de proyección.
2. *Proyección paralela o cilíndrica*: cuando el centro de proyecciones se supone situado en el infinito. A este tipo de proyección pertenecen la *ortogonal* y la *oblicua*.

Precisamente proyección ortogonal es un tipo de proyección paralela, en el cual las líneas proyectantes que pasan por el punto inciden de manera perpendicular sobre el plano. Según esta definición de proyección ortogonal, la misma se obtiene al hacer pasar por el punto una recta proyectante perpendicular al plano, en la intersección de esta con el plano se obtiene la proyección ortogonal con el punto.

En la realización de este trabajo la proyección que se utilizó fue la ortogonal teniendo en cuenta que es la que cumple la propiedad de conservar la disposición de los puntos y líneas lo cual no ocurre así con los restantes tipos de proyección además porque según la bibliografía utilizada en la práctica es la que ha obtenido más difusión.

Selección de las herramientas computacionales.

Como soporte o plataforma gráfica se utilizó OpenGL, biblioteca gráfica de libre distribución que permite un control total del hardware gráfico de la computadora mediante el cual se logran todas las representaciones necesarias en el plano, las diferentes vistas, ambientes y simulaciones requeridas en el proyecto.

El lenguaje de programación utilizado fue el C++, el cual soporta el paradigma de programación orientado a objetos y en particular se utilizó el compilador C++ Builder 6.0. Además cuenta con bibliotecas de funciones matemáticas, bibliotecas para la manipulación de excepciones, funciones para la manipulación de la memoria de la máquina, entre otras, que permiten una interface entre éste y OpenGL, capaz de permitir la realización de proyectos de este tipo.

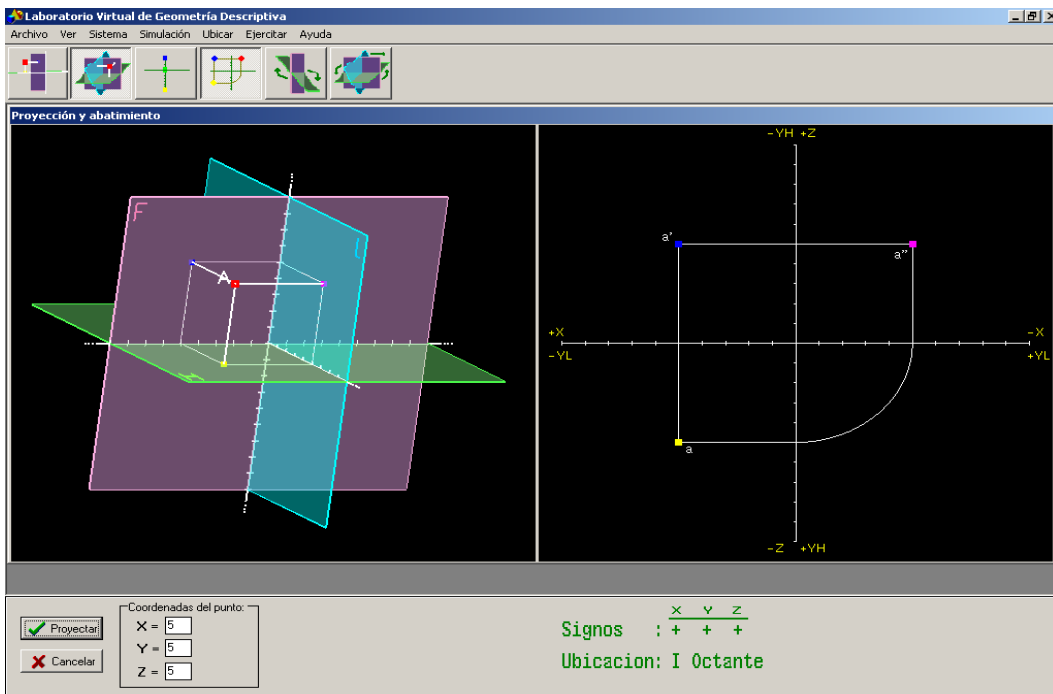


Figura #5. Vista del software para el tratamiento de la proyección y el abatimiento del punto en el sistema de 3 planos de proyecciones.

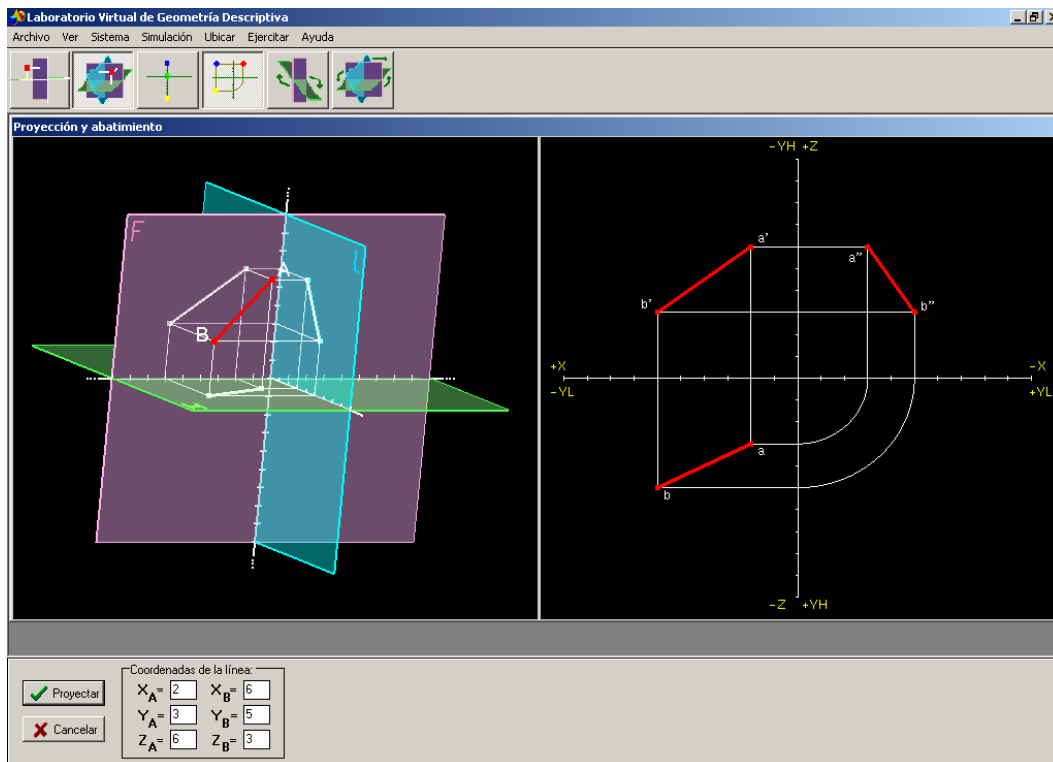


Figura #6. Vista del software para el tratamiento de la proyección y el abatimiento de la línea en el sistema de 3 planos de proyecciones.

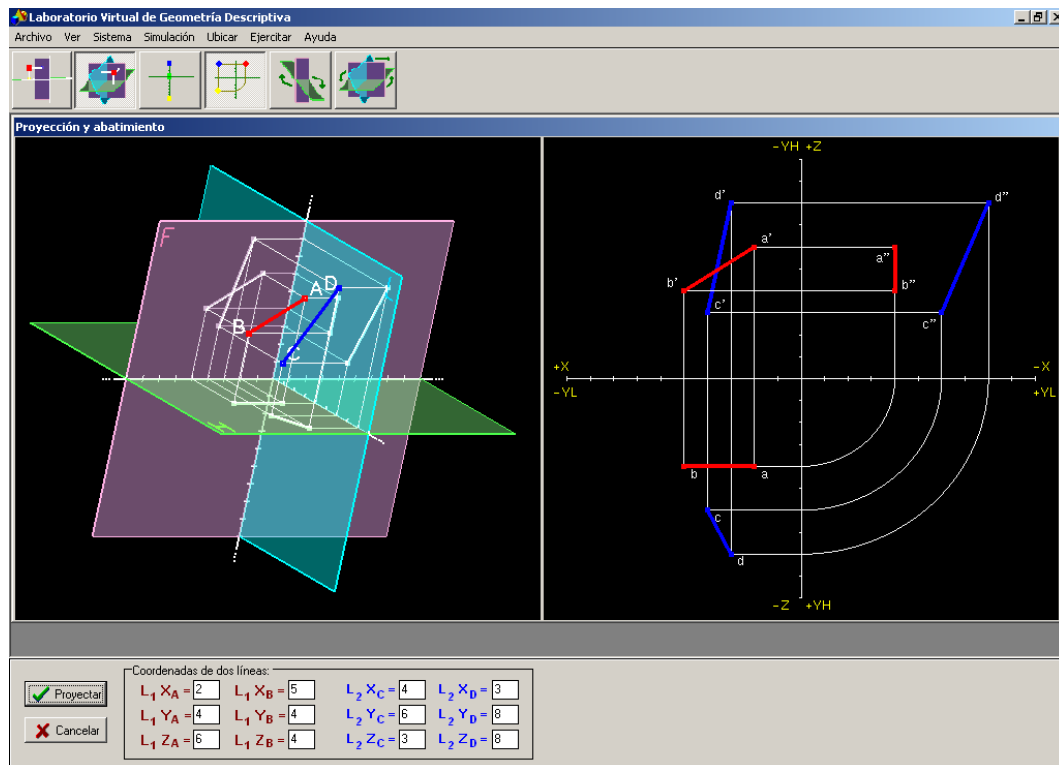


Figura #7. Vista del software para el tratamiento de la situación relativa entre dos líneas.

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el presente trabajo hasta el nivel que se encuentra se presentan las siguientes conclusiones:

1. Se logra dotar a las carreras de perfil de ciencias técnicas, en particular a las de Ingeniería Informática, Mecanización Agropecuaria e Ingeniería Industrial que se estudian en la Universidad de Granma, de una herramienta para el apoyo del proceso docente educativo en las asignaturas de Gráficas por Computadora y Dibujo Técnico.
2. Se logra también una mejor representación de algunos de los procesos y técnicas que se imparten en estas asignaturas permitiendo con esto una mejor asimilación de los conocimientos por parte de los estudiantes.
3. El software constituye un auxiliar de suma importancia para lograr elevar el nivel de independencia necesario en los estudiantes durante el proceso de adquisición de este tipo de conocimiento.
4. Además, una vez que se esté utilizando este producto será posible realizar prácticas de laboratorios para estas asignaturas que permitirán sustituir en alguna medida los métodos tradicionales.

BIBLIOGRAFÍA

Brumbugh, D. (1994). *Object Oriented Development. Building CASE tools with C++*. New York. USA: John & Ritcie.

Ceballos, F. J. (1997). *Programación Orientada a Objetos con C++*. Madrid. España: RA-MA.

Foley, J., & Van Dam, A. (2012). *Computers Graphics. Principles and Practice* (Segunda ed.). USA: Addison Wesley.

Fosner, R. (1996). *OpenGL Programming for Windows 95 and Windows NT*. USA: Addison Wesley Developers Press.

Iznaga, A., & Pérez, I. (2006). *Fundamentos de la Gráfica por Computadoras*. La Habana: Félix Varela.

Kernigan, J., & Ritcie, H. (1978). *The C Programming Language*. New York. USA: Prince Hall.

Marín, A. (1980). *Geometría Descriptiva*. La Habana: Pueblo y Educación.

Ritcie, K. &. (1978). *The C Programming Language*. USA: Prince Hall.

Rogers, J. (1985). *Procedural elements for computer graphics*. USA: Mc Graw Hill.