



UNIVERSIDAD DE GRANMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TÉCNICAS



Trabajo de Diploma
En opción al título de Ingeniero en Diseño Gráfico
Computarizado

TÍTULO: “Desarrollo de una guía básica de órdenes de autodesk inventor como medio gráfico para la enseñanza en la disciplina dibujo de la Universidad de Granma.”

DIPLOMANTE: HENRY ROLANDO ARBOLEDA QUINCHANA
TUTOR: Ing. ALEXIS ÁLVAREZ CABRALES

Bayamo. M.N.
Julio-2010
“Año 52 de la Revolución”

Agradecimientos

Diplomado, una palabra tan grande en su extensión que necesariamente tiene el valor que se lo debe dar y como no, el valor es todos y cada uno de quienes lo hemos formado, así que el presente trabajo va en honor al agradecimiento que tengo para las personas que han hecho de mí la persona que hoy lo soy.

En especial a mi Dios y la Virgen Santísima de la Caridad, ya que se que día a día están conmigo y a cada instante para llevarme por el sendero de la sabiduría.

A mi Rosita, mi madre la flor que no ha perdido el aroma eterno de su amor y comprensión que lo llevo en mi corazón, a mi mejor y único amigo quien me dio la vida, mi papá Víctor Arboleda, un grande que hizo, hace y hará de sus hijos los mejores, por su ejemplo siempre gracias, a mis hermanos y sobrinos que son geniales, tíos y tías y familia entera quienes en el momento oportuno estuvieron junto a mí, pero sobre todo a uno de los mejores, va por usted negrito mi ñaño del alma Manuelito lo quiero y lo llevo en mi.

Gracias también, a mis amigos y amigas y compañeros por el apoyo moral para que se dé un objetivo que es lo que ahora tengo, gracias su alegría y felicidad están plasmadas, por los buenos y malos momentos que compartimos, lo que hace grade a un ser.

A Alexis Álvarez Cabrales, Un profesional que con su conocimiento profundo, paciencia y dedicación; me ha dado la oportunidad, desde mi estancia de estudios en la Universidad de Granma - Cuba, de compartir su conocimiento e intercambiar ideas, formándome como ingeniero. Para él, su esposa y su familia, mi mayor agradecimiento, ese cariño es inigualable.

A todos, y también porque no, a quienes creyeron que esto no se iba a dar muchas gracias, eso sirvió para sacar más fuerzas y valor para obtener mi título, sentimiento que me obliga a estimar el beneficio o favor que me han hecho o han querido hacer.

Gracias a todos y cada uno, se lo merecen...

Henry Rolando Arboleda Quinchana

Dedicatoria

El presente trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero en Diseño Gráfico Computarizado, va dedicado a:

A mi Padre Víctor Manuel.

A mi madre Rosita.

A mis hermanos y hermanas.

A mis tíos y tías.

A mis sobrinos lindos.

A mis amigos y compañeros.

Así como a mi alma mater la Universidad Técnica de Cotopaxi. En convenio con la Universidad de Granma - Cuba

SÍNTESIS

La disciplina Dibujo Técnico de la Universidad de Granma, constituye un elemento fundamental en la formación de los estudiantes de ingeniería, pues da lugar a una de las vías de comunicación esencial del ingeniero, el lenguaje gráfico. En ella, se desarrolla la capacidad de crear modelos a partir de información frecuentemente incompleta e imprecisa, permitiendo a partir de la síntesis creativa, lograr en el proceso mental, la posibilidad de elaborar y acomodar alternativas gráficas para la solución de problemas, sobre todo en los procesos de diseño. En el presente trabajo se propone la elaboración de una Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor, desarrollada como medio gráfico para el proceso de enseñanza de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD) en la Disciplina Dibujo de la Universidad de Granma.

ABSTRACT

The Technical Drawing Discipline of Granma's University, constitute a fundamental element in the formation of engineering students, because that Disciplines is essential in the engineer graphic language formations. Engineer develops the capacity of creating models from frequently incomplete and imprecise information, allowing as from the creative synthesis, achieving in the mental process, the possibility of elaborating and accommodating graphic alternatives for the solution of problems, most of all in the designing processes. The present work proposes one Autodesk Inventor's Basic Guide of Orders, developed like a graphic material for the Computer-Aided Design (CAD) software teaching process in Technical Drawing Discipline of the University of Granma.

TABLA DE CONTENIDO

Denominación	Pág.
I. Introducción.	1
II. Desarrollo.	6
1. Fundamentación y estado actual del tema.	6
1.1. Desarrollo evolutivo del Dibujo Técnico.	6
1.1.1. Orígenes del lenguaje gráfico.	6
1.1.2. La Geometría descriptiva, el Dibujo Técnico y sus Normas.	8
1.1.3. La formación gráfica en Cuba.	9
1.2. Raíces y surgimiento de los sistemas CAD.	10
1.2.1. Los sistemas CAD y Autodesk.	14
1.2.2. Autodesk Inventor series.	16
1.3. Enseñanza de los sistemas CAD.	18
1.4. Fundamentación de la Disciplina Dibujo en Cuba.	21
1.4.1. Disciplina Dibujo en la Universidad de Granma.	22
1.4.2. Sistema de habilidades de la Disciplina Dibujo.	22
2. Materiales y métodos.	24
2.1. Propuesta de medio gráfico para el proceso de enseñanza de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD).	24
2.2. Herramientas Gráficas utilizadas en la elaboración de la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.	26
2.2.1. El software Adobe Illustrator.	27
2.3. Estructura de la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.	29
3. Análisis y discusión de los resultados.	32
3.1. La Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.	32
3.2. Uso de la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.	33
III – Conclusiones	45
IV – Recomendaciones	46
V – Bibliografía	47
VI – Anexos	49

I – Introducción.

La era informática ha revolucionado todas las áreas del conocimiento humano y el Dibujo no ha escapado a su influjo; la simbiosis Dibujo + Computación trajo al mundo, de las manos de Iván Sutherland en 1962, el primer programa de Gráficos por Computadora u Ordenador; nació así la Informática Gráfica, en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. A su vez, las Ciencias Técnicas en su simbiosis con la Informática, han dado lugar a la joven Ingeniería Gráfica. Desde entonces hasta la fecha, varias generaciones de computadoras y de software cada vez más abarcadores e inteligentes, han ido materializando aquel sueño de Dibujar y Diseñar gráficamente por computadoras [Morciego, 2004].

El CAD¹, desarrollado en la década del 50 por la General Motor Corporation, conjuntamente con IBM, concebía sólo una representación en un tablero activado por un lápiz fotosensible con el que se obtenía una versión bastante aproximada de la pieza, más tarde apareció el CAM, que posibilitó integrar la generación de programas de maquinado dirigido por control numérico. Ambas se unieron de forma gradual y dieron lugar al CAD CAM, sistemas que rápidamente se han situado a la vanguardia de la Industria Computarizada.

En Cuba, no obstante las limitaciones de recursos, se han introducido estos adelantos en diferentes esferas, obteniendo resultados satisfactorios en muchas de ellas, tal es el caso de la rama de perfiles técnicos que por sus características, necesita como forma de expresión

¹ CAD – Siglas en Ingles que significan. Diseño Asistido por Computadora.

el dibujo y dentro de él la representación gráfica, representación que refiere los diferentes elementos que en ella se encuentren o intervengan. Siendo palpable el avance científico técnico en el campo del diseño asistido por computadoras CAD. Estos sistemas se extienden cada vez más por todo el país llegando hoy hasta los departamentos de proyecto de las diferentes empresas demostrando la eficiencia y la calidad de sus resultados. Su campo de acción como sendero inevitable al desarrollo, abarca cada día más las ramas técnicas, aportando soluciones a procesos como: representación, diseño, análisis y fabricación de elementos en sentido general.

La disciplina Dibujo Técnico de la Universidad de Granma, constituye un elemento fundamental en la formación de los estudiantes de ingeniería, pues da lugar a una de las vías de comunicación esencial del ingeniero, el lenguaje gráfico. En ella, se desarrolla la capacidad de crear modelos a partir de información frecuentemente incompleta e imprecisa, permitiendo a partir de la síntesis creativa, lograr en el proceso mental, la posibilidad de elaborar y acomodar alternativas gráficas para la solución de problemas, sobre todo en los procesos de diseño.

En la actualidad, distintos autores manifiestan una preocupación creciente sobre la incidencia que poseen los software de CAD que recibe el estudiante en las carreras de ingeniería que influyen en su formación general e integral. Consultas efectuadas a los informes de investigación realizados por docentes nacionales muestran que la problemática en el empleo de los software de CAD de los estudiantes en carreras de ingeniería ha sido tratada desde diferentes vertientes; tal es el caso de [Pérez, 2002] que abordó la problemática de cómo contribuir al perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje de problemas en la asignatura Geometría Descriptiva, que se imparte en la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba; [Santana, 2002] elaboró una alternativa didáctica para contribuir al desarrollo de la representación de la proyección ortogonal en los dibujos

técnicos; [Estrada, 2003], enfoca las dificultades que existen en la disciplina desde la óptica de insuficiencias en la formación de la cultura gráfica ingenieril y alerta sobre la fragmentación que se ha llevado a cabo en los métodos de representación gráfica al verlos indistintamente en dibujo a mano alzada, con instrumentos y por computadoras; [Morciego, 2001] aborda la formación posgraduada en ingeniería gráfica, partiendo de que en el país no se dispone de un sistema de formación posgraduada en Ingeniería Gráfica dentro del área de Expresión Gráfica en la ingeniería, diseñado sobre bases científicas y que responda a la demanda social, con un adecuado nivel de aseguramiento de la calidad; así como la investigación desarrollada por [Suárez, 2002], que no obstante enmarcarse en la enseñanza media aportó importantes consideraciones relacionadas con el desarrollo de habilidades para la interpretación y la representación en el Dibujo Básico de la Escuela Media cubana.

Pudiéndose sintetizar de sus ideas expresadas que:

- En la introducción de los sistemas de dibujo asistido por computadoras en el proceso docente educativo que desarrollan las asignaturas y disciplinas gráficas, no se han tenido en cuenta las frecuentes y prolongadas sesiones de trabajo a las que deben dedicarse los estudiantes debido al insuficiente estudio sobre la rentabilidad de su aplicación por parte de los docentes.
- Los diseños curriculares de las disciplinas gráficas, identifican a la gráfica por computadoras como un nuevo tipo de Dibujo, lo que favorece la repetición de contenidos, y en muchas ocasiones se extrapola la forma de enseñanza utilizada en los salones de dibujo con instrumentos manuales tradicionales.
- La enseñanza de estos software, en ocasiones, tan solo se limitan a seguir las instrucciones de los tutoriales contenidos en la ayuda de los mismos.

Motivado por estos antecedentes, se decidió realizar éste trabajo de investigación, teniendo como aspectos fundamentales los siguientes:

Problema:

En la Disciplina Dibujo de la Universidad de Granma, el proceso de formación gráfica y los métodos de enseñanza actualmente utilizados, no disponen de medios gráficos adecuados que permitan a los estudiantes un rápido aprendizaje de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), según las exigencias actuales de su profesión.

Objeto:

Utilización de medios gráficos para el proceso de enseñanza de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD).

Campo:

Medios gráficos para el proceso de enseñanza.

Hipótesis:

Si se desarrollan en la Disciplina Dibujo de la Universidad de Granma, medios gráficos adecuados para el proceso de enseñanza de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), se podrá lograr por los estudiantes un rápido aprendizaje de los software según las exigencias actuales de su profesión.

Objetivo:

Desarrollar medios gráficos adecuados para el proceso de enseñanza de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD).

Tareas de investigación:

- Análisis y determinación de las órdenes básicas de Autodesk Inventor.

- Diseño gráfico de las fichas con las órdenes básicas de Autodesk Inventor.
- Elaboración de una Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.
- Desarrollo de piezas en Autodesk Inventor 2010, usando la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.

II - DESARROLLO.

1. Fundamentación y estado actual del tema.

En el presente capítulo se abordan los orígenes del lenguaje gráfico y el desarrollo del Dibujo Técnico, desde las primeras representaciones gráficas hasta los sistemas de Diseño Asistido por Computadora (CAD). Se realiza un análisis del surgimiento y evolución de los sistemas CAD, destacando las principales posibilidades que proporciona el software Autodesk Inventor.

1.1. Desarrollo evolutivo del Dibujo Técnico.

1.1.1. Orígenes del lenguaje gráfico.

El dibujo es el lenguaje universal de la técnica. Es el lenguaje por medio del cual los ingenieros y técnicos expresan y registran sus ideas y la información necesaria para la construcción de piezas, máquinas, estructuras, edificios, etc. [Domenech y Antón, 1976].

Como indican los dibujos prehistóricos que aún se conservan en diversas cavernas, el hombre primitivo siempre sintió la necesidad de expresarse a través de gráficos, más o menos artísticos, por lo que trataba de comunicarse con sus semejantes plasmando ideas y objetos, sin recurrir a la abstracción de los lenguajes gráficos actuales (Figura 1). La revolución tecnológica del Neolítico y la aparición de civilizaciones de primera generación, hacia el tercer milenio a.C. coincide con la aparición de una expresión gráfica menos realista, y con un grado de abstracción más alto, llegando a la utilización de signos y símbolos. [Morciego, 2004].



Figura 1. Pinturas Cueva de Altamira (Enciclopedia Microsoft Encarta, 2009)

Hacia el 2000 a.C. aparecen en Egipto las primeras representaciones gráficas de carácter geométrico y un poco más adelante se desarrolla la geometría plana, en la Grecia clásica. En la Edad Media, si bien se realizan construcciones de diversa complejidad, los esquemas técnicos solían ser destruidos por el secreto imperante en los gremios de artesanos. En el Renacimiento, son famosos los dibujos de Leonardo da Vinci, como el de la Figura 2, donde se pone en evidencia la importancia de las representaciones de carácter técnico[Fuertes, et al., 2008].

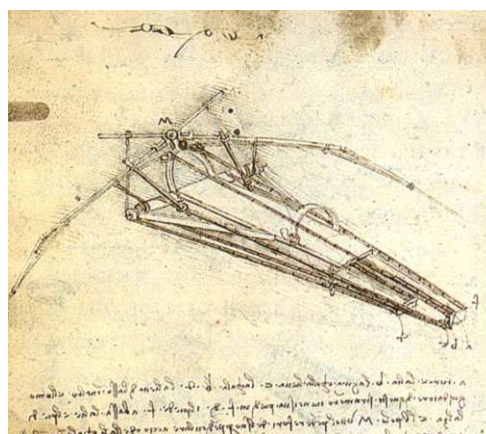


Figura 2. Dibujo de Leonardo da Vinci (Enciclopedia Microsoft Encarta, 2009)

1.1.2. La Geometría descriptiva, el Dibujo Técnico y sus Normas.

El descubrimiento de la máquina de vapor, a principios del XVIII fue el detonante para la revolución Industrial. El dibujo mecánico recibe un fuerte impulso, diferenciándose del arquitectónico. Por entonces, las técnicas de representación de dibujos de máquinas y conjuntos, eran similares a las utilizadas en las edificaciones [Morciego, 2004].

Con el desarrollo de la industria, y ligada a ella la división del trabajo, maduró históricamente la tarea de hacer una generalización científica del material conocido hasta el momento, elaborar una teoría única de representación y realizar una sistematización severa de las reglas para ejecutar los dibujos, para de esta forma proporcionar la transmisión exacta de las ideas de los ingenieros y proyectistas al realizador. Esta tarea fue realizada por el geómetra francés Gaspar Monge (1746-1818). En su libro *Geometrie Descriptive*, que fue publicado en el año 1798, Monge elaboró una teoría geométrica general que da la posibilidad de solucionar, en un dibujo plano, los diferentes problemas referentes a los cuerpos espaciales. Después de la edición de este libro, se comenzó a estudiar la Geometría descriptiva en muchos centros de enseñanza de diferentes países [Marín, et al., 1977].

Durante el siglo XIX el florecimiento de la industrialización hizo necesaria la aplicación de normas a los grafismos de tipo técnico. Hacia la segunda mitad del siglo surge una demanda considerable de dibujantes técnicos, abriéndose escuelas especializadas en geometría descriptiva, dibujo de máquinas y constructivos, elementos de normalización y estudios de mecánica. En 1904 el Congreso Internacional de Dibujo de Berna sienta las bases de la normalización del dibujo en Europa. En ese mismo año se creó la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) para compatibilizar enchufes, tomacorriente, etc. entre países europeos y anglosajones. Más recientemente, en 1947, se forma la Organización

Internacional de Normalización (International Standard Organization, ISO) [Fuentes, et al., 2008].

1.1.3. La formación gráfica en Cuba.

En Cuba, el proceso de formación gráfica ha experimentado avances significativos en las últimas décadas, este proceso antes de 1959, estuvo vinculado fundamentalmente a las carreras de ingenierías Mecánica, Agronomía, Eléctrica e Industrial, las que identifican programas altamente cargados de contenidos teóricos, formas de enseñanzas expositivas-demostrativas y un arraigo a la introducción de normas importadas de los Estados Unidos, no solo las relacionadas con las formas de representación, sino también con el uso de las unidades de medidas. A partir del triunfo de la Revolución en 1959, se comienza la búsqueda de soluciones para la modificación de los planes de estudio a las transformaciones socioeconómicas que se operaban en el país, a partir de los cuales se producen cambios significativos y sustanciales en la Educación Superior cubana [Estrada, 2009].

En sus análisis Estrada (2009) realiza una caracterización de las etapas del desarrollo histórico del proceso de formación gráfica en las carreras de ingeniería, en relación al impacto que ha tenido la introducción de la gráfica por computadoras. A partir de este criterio se delimita las etapas que a continuación se relacionan:

La primera etapa (desde 1976 hasta 1982): de generalización curricular y didáctica a partir del incremento de las carreras de ingeniería; la segunda etapa (1982 hasta 1990): de introducción de la gráfica por computadoras; la tercer etapa (1990 hasta 1999): de masificación de la gráfica por computadoras y la cuarta etapa (1999 hasta la actualidad): de consolidación de los sistemas de gráfica por computadoras.

1.2. Raíces y surgimiento de los sistemas CAD.

En 1955, el Lincoln Laboratory del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) desarrolla el primer sistema gráfico SAGE (Semi Automatic Ground Environment) de las Fuerzas Aéreas Norteamericanas (US Air Forces). Este procesaba datos de radar y otras informaciones de localizaciones de objetos mostrándolos a través de una pantalla CRT (Tubo de rayos catódicos) [Wikipedia, 2010a]. A pesar de su simpleza significó un gran paso para la representación gráfica, y junto la aparición de los primeros ordenadores interactivos TX-O y TX-2, a finales de esta década se sentaron las bases definitivas para el desarrollo del CAD/CAM. [Álvarez, 2001]

En ese mismo lugar, en 1962 Ivan Sutherland desarrolla el sistema Sketchpad basado en su propia tesis doctoral “A Machines Graphics Communications System” (Figura 3). Con ello establece las bases que conocemos hoy en día sobre los gráficos interactivos por ordenador. Sutherland propuso la idea de utilizar un teclado y un lápiz óptico para seleccionar situar y dibujar conjuntamente con una imagen representada en la pantalla [Wikipedia, 2010a]. La estructura de datos utilizada por Sutherland en la computadora TX-2, se basaba en la topología del objeto que iba a representar, describiendo con exactitud la relación entre las partes componentes del mismo, introduciendo los elementos generadores de lo que hoy se conoce como Programación Orientada a Objeto [Morciego, 2004].

La enciclopedia libre Wikipedia (2010) comenta en su Web que al mismo tiempo, se desarrollaron en ITEK y General Motors proyectos paralelos al Sketchpad. El proyecto de ITEK (conocido como "The Electronic Drafting Machine") utilizaba: una pantalla vectorial con memoria de refresco en disco duro, un ordenador PDP-1 de Digital Equipment Corp. y una tableta y lápiz electrónico para introducir los datos Basado en ITEK Control Data Corp., en 1965 se comercializa el primer CAD con un precio de 500.000 US\$. En ese año, el profesor J. F. Baker, jefe del Departamento de Ingeniería de la Universidad de

Cambridge, inicia en Europa las investigaciones trabajando con un ordenador gráfico PDP11. A. R. Forrest realiza el primer estudio de investigación con un CAD, realizando intersección de dos cilindros. Cuatro años después, Computervision desarrolla el primer plotter (trazador) y un año más tarde empresas del mundo aeroespacial y del automóvil (General Motors, Lockheed, Chrysler, Ford) comienzan a utilizar sistemas CAD.

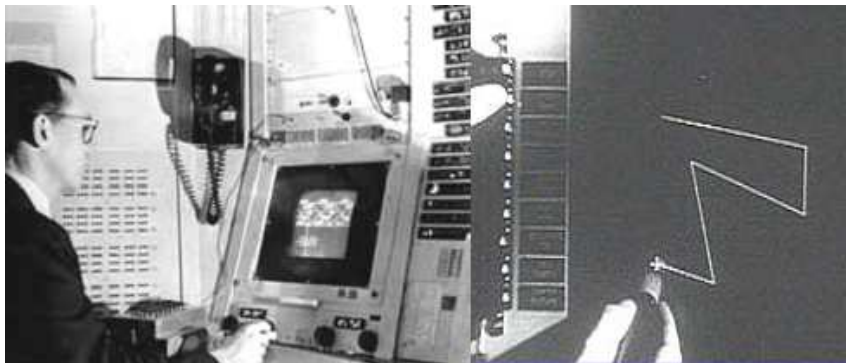


Figura 3. Ivan Sutherland en la computadora TX 2. [Morciego, 2004]

En 1975 Textronic desarrolla la primera pantalla de 19 pulgadas, así como también el primer sistema CAD/CAM de la mano de AMD (Avión Marcel Dassault), siendo Lockheed la primera empresa en adquirirlo. A los dos años se crea en la Universidad de Cambridge el Delta Technical Services y un año después se desarrolla el primer terminal gráfico mediante tecnología raster de la mano de Computervision. El precio de los sistemas CAD en estos años finales de los 70 rondaba los 125.000 US\$. En el año 1979, Boeing, General Electric y NIST desarrollan un formato neutral de intercambio de datos IGES (Initial Graphics Exchange Standard) y en 1980 se crea Matra Datadivision. En ese mismo año, nace Investrónica, empresa española con desarrollos CAD y CAM orientados al sector textil-confección. Finalmente, en 1981 se crea Dassault System, así como también la empresa 3D/Eye Inc. se convierte en la pionera en 3D y tecnología de gráficos, basados en desarrollos de la Universidad de Cornell. Unigraphics presenta Unisolid, el primer sistema de modelado sólido sobre un ordenador PADL-2. En los años 80, John Walker funda

Autodesk (1982) junto a otros 12 fundadores. Compuesto por 70 personas, querían producir un programa CAD para PC con un costo inferior a los 1000 US\$. En el Comdex de Noviembre de Las Vegas se presenta el primer AutoCAD [Wikipedia, 2010a].

Al comentar el desarrollo alcanzado por los sistemas CAD, Estrada (2001) señala que, importantes compañías han adquirido el sistema CAD-CAM en sus industrias, pudiéndose citar entre ellas la Rolls-Royce Motor Cars del Reino Unido, las líneas aéreas KLM de Holanda y Aermacchi de Italia, la Cagiva líder mundial en la producción de equipos de motociclismo deportivo, etc. Las necesidades de la ingeniería naval norteamericana permitió firmar el contrato NAVSEA el mayor acordado hasta ahora por CAD-CAM; estos sistemas se extienden cada vez más por todos los países del mundo. Su campo de acción se extiende a ramas como la Mecánica, aportando soluciones a los procesos de diseño, análisis y fabricación.

La Industria del Automóvil lo ha acogido con especial agrado, pretendiendo alcanzar con ello el automóvil "perfecto", con prestaciones y precios inmejorables, sus líneas actuales hablan por sí sólo de sus ventajas; también ha sido introducido como antes mencionamos en la Industria Aeronáutica, cuyo desarrollo actual hubiera sido imposible de alcanzar; en la Arquitectura aporta una mayor libertad en las fases creativas de los proyectos; en la Ingeniería Civil se aplica en la Ingeniería Ambiental, Hidráulica, Sistemas Energéticos, Redes de Tráfico y en trazado de carreteras y vías férreas. La Industria Textil recibe también sus beneficios recibiendo con agrado los procesos de diseño, fabricación, planificación y automatización del corte. La Cartografía ha sido casi transformada con los aportes brindados por el CAD-CAM, mejorando sus métodos de análisis de los territorios, de la recogida de datos para su digitalización, etc.; en la Electricidad, además de ser una herramienta vital para el diseño se utiliza con eficacia en el control y mantenimiento de las instalaciones[Estrada, 2001].

En 1983 se inicia el sistema universal de transferencia de datos STEP (Standard for the Exchange of Product model data). Dos años más tarde se presenta MicroStation, desarrollo CAD para PC, basado en PseudoStation de Bentley System, que permitía ver dibujos en formato IGDS. Ya en la década de los 90, McDonnell Douglas (Boeing) selecciona el sistema Unigraphics para su empresa. En el año 1992, nace el primer AutoCAD sobre plataforma Sun, y 3 años más tarde sale al mercado la primera versión para Microsoft Windows (versión 12). Unigraphics da el salto a Windows en 1995, consiguiendo que un año después General Motors firme el mayor contrato de la historia CAD/CAM con ellos. [Wikipedia, 2010a].

En Cuba, la introducción del CAD, ha sido bien recibida, organizándose varios grupos de trabajo, que se encargan de promover la extensión y utilización de los sistemas en las salas de proyectos y fabricación; liderados por la Industria Sideromecánica, que cuenta con empresas constructivas que poseen máquinas de control numérico, tales como las empresas del Ministerio de la Industria Básica, la Planta Mecánica de Villa Clara, la Fábrica de Combinadas KTP "LV Aniversario de la Revolución de Octubre", la de Ómnibus Urbanos "Claudio Arguelles", y otras [Estrada, et al., 2005].

El Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, la Universidad Central de Las Villas y la Universidad de Holguín, marchan también a la vanguardia, han creado sus propios departamentos y confeccionan programas utilizados en nuestras industrias y han exportado a países desarrollados. El Diseño Asistido por Computadoras para Ingenieros, forma parte del sistema de estudio de varias de las carreras técnicas del país. En la Universidad de Granma se introdujo a partir de 1995 y el trabajo realizado por sus profesores permitió extenderlo a diferentes departamentos de proyectos de la provincia tales como: Empresa Mecánica de Bayamo, La ECTA 26 de Julio, TEXORO, Empresa de Productos Lácteos y otros [Peña, 2004].

El empleo de las tecnologías CAD permite a ingenieros, arquitectos, diseñadores, proyectistas, estudiantes, etcétera, disponer de una herramienta informática capaz de visualizar, gestionar y manipular un prototipo virtual de un producto, desarrollándolo instantáneamente, tal como se les vaya ocurriendo las nuevas ideas, conceptos y posibilidades de mejorar un proyecto [Estrada, et al., 2005].

El software CAD está en continua evolución, adaptándose cada vez más a los nuevos tiempos. El uso de las tres dimensiones es cada vez más frecuente, y por ello ese es un aspecto que se mejora en cada versión de los programas, ganando en estabilidad, velocidad y prestaciones [Wikipedia, 2010a].

1.2.1. Los sistemas CAD y Autodesk.

El uso de las tecnologías CAD permite a ingenieros, arquitectos, diseñadores, proyectistas, estudiantes, etcétera, disponer de una herramienta informática capaz de visualizar, gestionar y manipular un prototipo virtual de un producto, desarrollándolo instantáneamente, tal como se les vaya ocurriendo las nuevas ideas, conceptos y posibilidades de mejorar un proyecto [Estrada, et al., 2005].

Históricamente se puede situar el surgimiento del CAD como herramienta de alta demanda con el nacimiento de la empresa Autodesk en el año 1982, cuyo objetivo se centró en desarrollar CAD a un precio competitivo, teniendo en cuenta que las propuestas que hasta esas fechas se manejaban, eran poco viables para la mayoría de las empresas debido a sus costos. Para el año 1997 se identifican cinco grandes empresas desarrolladoras de este tipo de software: Autodesk Inc., Product Development Cia., Dassault Systems, SDRC y EDS/Intergraph; con un volumen de mercado que rondaba los 100 mil millones de dólares en Estados Unidos y 25 mil millones de euros en Europa [Argote, 2001].

Autodesk, Inc. sigue siendo la empresa más conocida a nivel mundial en software CAD para PC's. Actualmente ofrece un abanico de productos bastante amplio que va desde el programa de referencia AutoCAD hasta programas especializados en diferentes ramas de la técnica [Chaur, 2004].

El desarrollador Autodesk Inc. plantea varias razones importantes para usar un sistema de diseño asistido por computadora que apoye las funciones de diseño de ingeniería [Autodesk, 2010a]:

- Para aumentar la productividad del diseñador: Esto es logrado ayudando al diseñador a conceptualizar el producto y sus componentes. A su vez esto ayuda a reducir el tiempo requerido por el diseñador para sintetizar, analizar, y documentar el diseño.
- Para mejorar la calidad del diseño: El uso de un sistema CAD con un hardware apropiado y un software con buena capacidad permite al diseñador hacer un análisis de ingeniería más completo y considerar un mayor número y variedad de alternativas de diseño. Por esto la calidad del diseño resultante es mejorada.
- Para mejorar la documentación del diseño: El resultado gráfico de un sistema CAD produce una mejor documentación del diseño que cuando es practicado con dibujo manual. Los dibujos de ingeniería son superiores, y hay más estandarización entre los dibujos, menos errores en los dibujos, y mayor legibilidad.

1.2.2. Autodesk Inventor series.

Autodesk Inventor es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk. Compite con otros software de CAD como SolidWorks, Pro/ENGINEER, CATIA y Solid Edge. Entró en el mercado en 1999, muchos años después que los antes mencionados y se agregó a las Series de Diseño Mecánico de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de Diseño Mecánico en 2D hacia la competencia, permitiendo que los ordenadores personales ordinarios puedan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos [Wikipedia, 2010b].

La línea de productos Autodesk® Inventor® proporciona una gama completa y flexible de software para diseño mecánico 3D, simulación de productos, mecanizado y comunicación de diseños, que le ayuda a rentabilizar un flujo de trabajo de diseño de prototipos digitales (Digital Prototyping) para diseñar y fabricar mejores productos en menos tiempo. Autodesk® Inventor® le permite integrar con seguridad los datos de AutoCAD® y 3D en un modelo digital único para crear un prototipo digital del producto final. Como el modelo de Inventor es un prototipo digital 3D exacto, puede optimizar y validar los diseños digitalmente antes de fabricar un prototipo físico [Autodesk, 2010b].

Autodesk Inventor (Figura 4) se basa en las más nuevas y avanzadas técnicas de modelado paramétrico. Los usuarios comienzan diseñando piezas que se pueden combinar en ensamblajes. Corrigiendo piezas y ensamblajes pueden obtenerse diversas variantes. Como modelador paramétrico, no debe ser confundido con los programas tradicionales de CAD. Inventor se utiliza en diseño de ingeniería para producir y perfeccionar productos nuevos, mientras que en programas como Autocad se conducen solo las dimensiones. Un modelador paramétrico permite modelar la geometría, dimensión y material de manera que si se alteran las dimensiones, la geometría se pone al día automáticamente basándose en las

nuevas dimensiones. Esto permite que el diseñador almacene sus conocimientos de cálculo dentro del modelo, a diferencia del modelado no paramétrico, que está más relacionado con un “tablero de bocetos digitales”. Inventor también tiene herramientas para la creación de piezas metálicas [Wikipedia, 2010b].

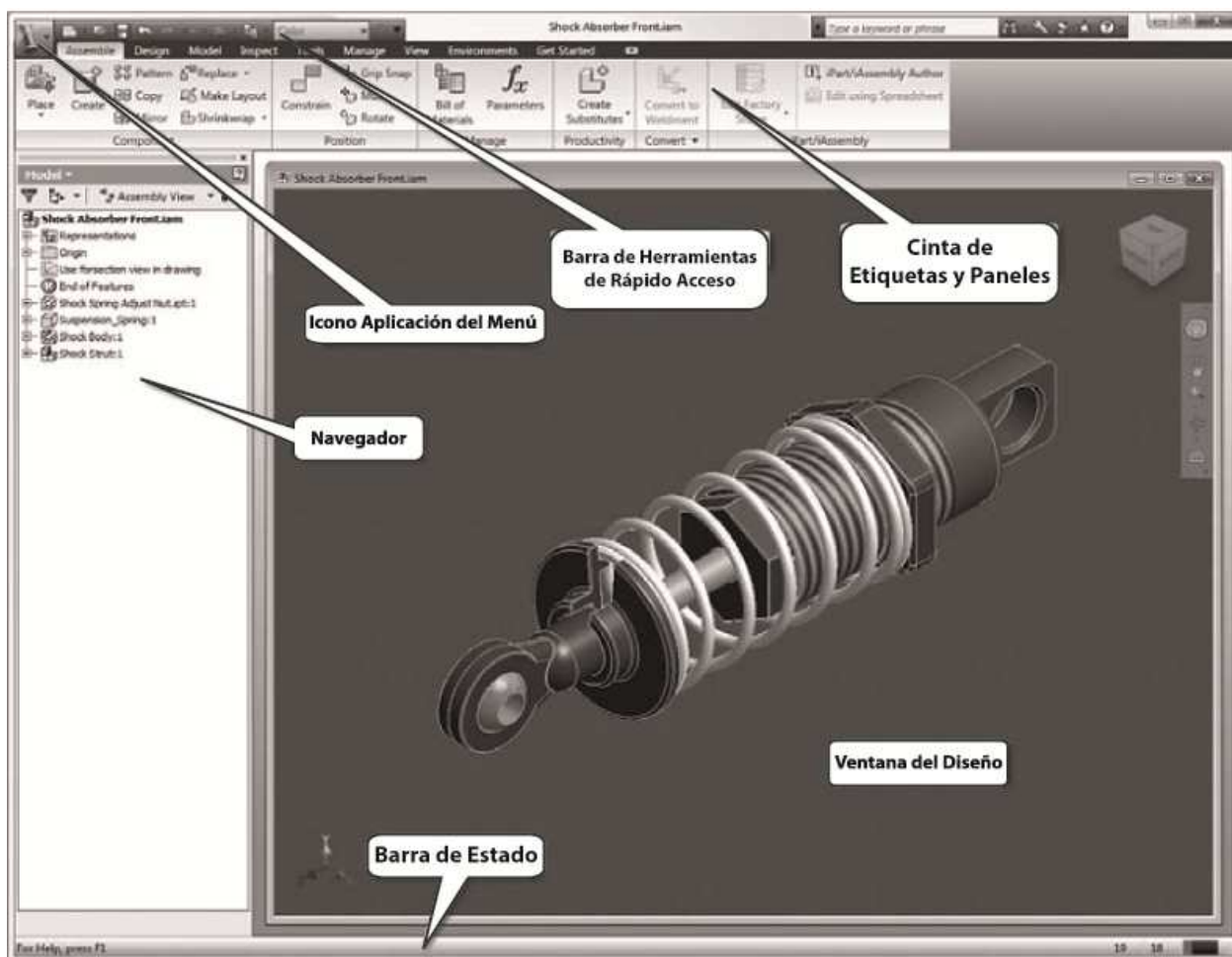


Figura 4. Entorno de trabajo Autodesk Inventor 2010, traducido de [Tremblay, 2009].

Durante sus primeros lanzamientos, Autodesk Inventor fue desarrollado con un nombre código tomado de un vehículo popular. Comenzando con R11, todos los lanzamientos poseen un nombre código relacionado con algún inventor o científico famoso [Wikipedia, 2010b]. En la Tabla 1 se muestra la historia del lanzamiento (con los nombres códigos) del Inventor:

Tabla 1. Lanzamientos de Autodesk Inventor.

Versión del Software	Nombres códigos	Fecha de lanzamiento
Inventor 1	"Mustang"	20/9/99
Inventor 2	"Thunderbird"	1/3/00
Inventor 3	"Camaro"	1/8/00
Inventor 4	"Corvette"	12/1/00
Inventor 5	"Durango"	17/9/00
Inventor 5.3	"Prowler"	30/1/02
Inventor 6	"Viper"	15/10/02
Inventor 7	"Wrangler"	18/4/03
Inventor 8	"Cherokee"	15/10/03
Inventor 9	"Crossfire"	15/7/04
Inventor 10	"Freestyle"	6/4/05
Inventor 11	"Faraday"	6/4/06
Inventor 2008	"Goddard"	11/4/07
Inventor 2009	"Tesla"	16/4/08
Inventor 2010	"Hopper"	27/2/09

1.3. Enseñanza de los sistemas CAD.

Manejar un sistema CAD no es tan sólo dominar un conjunto de instrucciones de un programa informático, sino que exige también un conocimiento del proceso de diseño y de todos los procesos que conlleva el mismo. No podemos olvidar que el técnico seguirá siendo el proyectista o el diseñador, el cual dispone de una herramienta muy valiosa que le ofrecerá una ayuda de valor inestimable, pero que si la concepción del diseño es mala, la utilización de CAD no contribuirá a mejorarlo, aunque sí es posible que se detecten antes los errores [Sánchez, et al., 1998].

Un elemento que ha caracterizado el proceso de perfeccionamiento de los Planes de Estudio de las diferentes carreras universitarias de la República de Cuba ha sido la drástica reducción del fondo de tiempo asignado a las asignaturas relacionadas con la Gráfica de Ingeniería, desarrollándose estos planes con diferentes características en cada una de las carreras de ingeniería, a la vez que ha surgido la necesidad de incorporar nuevos contenidos relacionados con el uso de herramientas informáticas, tales como los Editores Gráficos. Por otra parte, se ha venido produciendo una drástica reducción de las horas

lectivas en las asignaturas relacionadas con el Dibujo Técnico en la enseñanza precedente, lo que motiva que los alumnos arriban con una menor preparación para nuestras asignaturas [Pérez, et al., 2008].

En Cuba la Expresión Gráfica en las distintas universidades, abarca convencionalmente un conjunto de asignaturas y materias, extendidos en los nuevos planes de estudio, al uso de la Computación o Informática, como herramienta de trabajo, pero según nuestro criterio esto va mucho más allá pues la computación es una ciencia muy amplia que permite un grado de interactividad, que la convierte en un medio para el Autoaprendizaje y la solución inteligente de problemas complejos [Morciago, 2004].

Numerosos autores citados por [Conesa, et al., 1998], plantean distintos puntos de vista relacionados con las habilidades que requieren la utilización de sistemas CAD y su interrelación con asignaturas necesarias para el aprendizaje de estos sistemas. Autores como [Gómez-Elvira, et al., 1996], manifestaban que el CAD no es sino una forma de plasmar los conocimientos que adquirimos mediante la enseñanza tradicional, y que de ningún modo podría sustituir a la Expresión Gráfica, porque el estudiante debe manejarse en los distintos sistemas de representación más usuales en ingeniería (Diédrico, Planos Acotados y Axonométrico), garantizando un mínimo de visión espacial y de destreza operativa realizando sus ejercicios mediante las herramientas clásicas.

En un enfoque distinto, [Dominguez, et al., 1995] presentan la utilización del CAD como un nexo de unión entre distintas disciplinas técnicas o no. Por tanto, según este planteamiento, el CAD no aparece como único contenido de una asignatura concreta sino como una herramienta de trabajo al igual que un procesador de texto o una hoja de cálculo. Manifiestan la importancia del croquis como medio inmediato de comunicación y toma de datos, siendo el CAD una posterior herramienta para archivado y precisión de los planos. De las asignaturas de Expresión Gráfica impartidas en las carreras técnicas el 50% del

tiempo total está dedicado al CAD que comienza por representaciones en el plano (2D) para posteriormente representar cuerpos en el espacio.

Por otra parte autores como [Sánchez, et al., 1998] dan una valoración de las ventajas e inconvenientes que presenta el uso de los sistemas CAD en la enseñanza. En este sentido plantean que el uso de estas herramientas de Diseño Asistido por Ordenador hace posible introducir, procesar, representar y almacenar información gráfica por medio de un ordenador. Para sacar el máximo rendimiento a estas técnicas, los programas de CAD llevan incorporados una serie de utilidades, accesorios, etc., que facilitan enormemente las anteriores tareas. De esta forma, las técnicas de CAD presentan ciertas ventajas debido a la introducción de opciones que no son posibles realizar mediante el dibujo “tradicional”.

Entre ellas, cabe destacar:

- Incremento de la productividad.
- Aumento de la rapidez.
- Mejor intercambio de datos.
- Más preciso.
- Fácil de usar, no se exigen grandes esfuerzos.
- Económico, rápido retorno de la inversión.
- Aumenta la automatización.
- Reutilización de la información.

Sin embargo, podemos enumerar algunos inconvenientes que presenta la incorporación de estas técnicas y que hay que tener en cuenta:

- Tiempo de aprendizaje. Son necesarios unos conocimientos básicos de informática y hay que conocer un programa informático de CAD y familiarizarse con su entorno.
- Costo inicial. Se requiere un soporte físico potente (Hardware) y un programa de CAD (Software) adecuado a las necesidades del diseñador y de la empresa en donde se realice el diseño.
- Resistencia al cambio. Se debe disponer de un potencial humano dispuesto a sumir estas aplicaciones, ya que la reconversión de proyectistas para su aprendizaje es en ocasiones larga y costosa.

Necesidad de una explicación teórica básica orientada a usuario, que debe realizarse enfocando a un determinado programa comercial que dote al alumno de un mínimo conocimiento de los comandos a ejecutar. Si hubiera tiempo, dicha explicación podría verse completada por temarios teóricos propios de CAD que permitan el conocimiento de los fundamentos básicos de dichas técnicas, o bien, mediante el conocimiento de la programación de pequeñas tareas comunes a diversos programas comerciales. Es decir, se considera necesaria una explicación teórica de la parte práctica de la asignatura, pero se considera superfluo que el alumno conozca los fundamentos “informáticos” de los sistemas CAD [Conesa, et al., 1998].

1.4. Fundamentación de la Disciplina Dibujo en Cuba.

La disciplina tiene sus antecedentes en nuestro país desde la creación de las carreras de ingeniería, a través de los diferentes planes de estudio y con la creación del Ministerio de Educación Superior (MES), se ha llevado a cabo un proceso de perfeccionamiento sistemático de la disciplina, fundamentalmente en el trabajo metodológico. La misma ha estado integrada por las asignaturas de: Geometría Descriptiva, Dibujo Básico, Dibujo

Aplicado y Gráfica de Ingeniería, en una gran parte de las carreras de las Ciencias Técnicas. Esta disciplina representa el lenguaje universal de los profesionales de las Ciencias Técnicas en tanto establece los fundamentos teóricos metodológicos y normativos que posibilitan la comunicación entre dichos profesionales con independencia de su lengua materna, por lo cual debe aparecer en los currículos de estas especialidades [Mes, 2007].

1.4.1. Disciplina Dibujo en la Universidad de Granma.

En la Universidad de Granma el colectivo de profesores de la Disciplina Dibujo, imparte las asignaturas de la disciplina a los estudiantes de las carreras de perfil técnico y otras en las que sus planes de estudio incorporan asignaturas vinculadas a la Disciplina Dibujo.

Entre las carreras estudiadas en la Universidad de Granma, y que son atendidas por los profesores de la Disciplina dibujo se encuentran las de:

- Ingeniería Mecánica.
- Ingeniería Agrícola.
- Ingeniería Industrial.
- Ingeniería Forestal.
- Ingeniería Agroindustrial.

1.4.2. Sistema de habilidades de la Disciplina Dibujo.

- Utilizar los instrumentos, administrículos de dibujo y aplicaciones CAD.
- Identificar posiciones relativas entre entidades geométricas elementales.
- Interpretar las proyecciones ortogonales y axonométricas de entidades geométricas y productos.
- Representar las proyecciones ortogonales y axonométricas de entidades geométricas y productos.

- Resolver problemas geométricos de ingeniería donde se interrelacionen el punto, la recta, el plano y los cuerpos geométricos elementales.
- Interpretar las normas vigentes para la representación de productos.
- Utilizar las normas vigentes para la representación de productos.
- Aplicar el CAD en la representación de proyecciones ortogonales y axonométricas de cuerpos geométricos y productos.
- Modelar soluciones geométricas.
- Procesar información y utilizar estrategias de aprendizaje.

2. Materiales y métodos.

El proceso de enseñanza y aprendizaje de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), requiere por parte del estudiante una integración y aplicación de conocimientos relativos al diseño ingenieril.

El diseño ingenieril, es el proceso mediante el cual el estudiante determina la configuración geométrica de las piezas, elementos de máquinas, equipos e instalaciones o la secuencia de interacción de los procesos tecnológicos, implicando la realización de cálculos, dibujos y modelos, prescribiendo la elaboración en muchas ocasiones con carácter creativo. El diseño ingenieril requiere desde sus primeros pasos del uso del lenguaje gráfico, partiendo de que su principal función es la elaboración de la documentación técnica que incluye a los planos, las notas de cálculo, las memorias descriptivas, entre otros, que son necesarios para la fabricación, el montaje, explotación y mantenimiento de la maquinaria. [Estrada, 2009].

2.1. Propuesta de medio gráfico para el proceso de enseñanza de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD).

En la Universidad de Granma el colectivo de profesores de la Disciplina Dibujo, hacen uso del software Autodesk Inventor; en el proceso de enseñanza de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), a los estudiantes de las carreras vinculadas a la Disciplina.

En este trabajo se propone la elaboración de una Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor, como medio gráfico y material de consulta para los estudiantes de las carreras de ingeniería y los profesores de la Disciplina Dibujo de la Universidad de Granma. La misma constituye un material de ayuda para el proceso de enseñanza de los software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), y propicia a los estudiantes un rápido aprendizaje del software según las exigencias actuales de su profesión.

Para su elaboración fue necesaria la utilización de los siguientes métodos de investigación:

El **histórico-lógico**, para conocer el objeto de estudio de la investigación y realizar el estudio tendencial del proceso de enseñanza aprendizaje de los software CAD, como parte de la formación gráfica de los estudiantes en las carreras de ingeniería en Cuba y el mundo, revelando las etapas principales y las tendencias básicas de su desenvolvimiento, lo cual contribuyó a la fundamentación del problema.

El de **análisis y síntesis**, en el análisis de la bibliografía y tutoriales, para separar los contenidos generales y esenciales, así como para la síntesis de todas las teorías y opiniones recogidas o estudiadas, tomadas de sesiones y eventos científicos metodológicos, los resultados de las investigaciones relacionadas con el objeto de estudio y el campo de acción, las fuentes bibliográficas relativas a las tendencias actuales en los Métodos de enseñanza de los software CAD.

La **observación**, contribuyó a la delimitación del problema, dando a conocer la forma en que se manifiesta la actual situación de la aplicación de los sistemas de Diseño Asistido por Computadora como parte del proceso de enseñanza – aprendizaje del Dibujo Técnico en la Disciplina Dibujo de la Universidad de Granma.

Las **entrevistas**, propiciaron recoger las opiniones que sobre el problema de investigación poseen los profesores vinculados a la disciplina, y conocer sus criterios sobre los aspectos positivos y deficiencias que poseen en la actualidad la aplicación de los software CAD.

La **modelación holística**, para la reproducción simplificada del objeto, el cual permitió la determinación de sus componentes, diseño, color, texto, iconos e imágenes a mostrar, relacionados con el uso de los software CAD.

2.2. Herramientas Gráficas utilizadas en la elaboración de la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.

El diseño gráfico es una profesión cuya actividad es la acción de concebir, programar, proyectar y realizar comunicaciones visuales, producidas en general por medios industriales y destinadas a transmitir mensajes específicos a grupos sociales determinados. Esta es la actividad que posibilita comunicar gráficamente ideas, hechos y valores procesados y sintetizados en términos de forma y comunicación, factores sociales, culturales, económicos, estéticos y tecnológicos. También se conoce con el nombre de “diseño en comunicación visual”, debido a que algunos asocian la palabra gráfico únicamente a la industria gráfica, y entienden que los mensajes visuales se canalizan a través de muchos medios de comunicación, y no solo los impresos [Wikipedia, 2010c].

La elaboración de materiales gráficos demanda necesariamente la selección y uso de herramientas informáticas adecuadas a estos fines. Teniendo en cuenta que la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor, propuesta como medio gráfico, incorpora una cantidad elevada de imágenes y textos, y su presentación final es en formato digital, era necesario poder contar con un software que permitiera en su funcionamiento, la captura de imágenes para su posterior tratamiento digital. Estas imágenes debían ser trabajadas en forma de vectores, con el objetivo de poder ser escaladas y mantener su nitidez al ser exportadas a distintos formatos afines al diseño gráfico digital.

Además de los requerimientos de tratamientos de imágenes, antes mencionados, era necesario trabajar con los diferentes textos que serían incorporados a la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.

En el mercado de las soluciones gráficas, existen numerosos softwares adecuados a estos fines, pero sin duda alguna el más indicado para realizar el trabajo propuesto es el Adobe Illustrator.

2.2.1. El software Adobe Illustrator.

Adobe Illustrator (Figura 5), es una aplicación en forma de taller de arte que trabaja sobre un tablero de dibujo, conocido como "mesa de trabajo" y está destinado a la creación artística de dibujo y pintura para Ilustración (Ilustración como rama del Arte digital aplicado a la Ilustración técnica o el diseño gráfico, entre otros). Es desarrollado y comercializado por Adobe Systems Incorporated y ha definido en cierta manera el lenguaje gráfico contemporáneo mediante el dibujo vectorial. Adobe Illustrator contiene opciones creativas, un acceso más sencillo a las herramientas y una gran versatilidad para producir rápidamente gráficos flexibles cuyos usos se dan en (Maquetación-Publicación) impresión, vídeo, publicación en la Web y dispositivos móviles [Wikipedia, 2010d].

El sitio web Wikipedia (2010) comenta que Adobe Illustrator, actualmente forma parte de la Familia Adobe Creative Suite y tiene como función única y primordial la creación de utillaje (Material) Gráfico-Ilustrativo profesional basándose para ello en la producción de objetos matemáticos denominados vectores. La extensión de sus archivos es .AI (Adobe Illustrator). Su distribución viene en diferentes presentaciones, que van desde su forma individual hasta como parte de un paquete siendo estos: Adobe Creative Suite Design Premium y Versión Standard, Adobe Creative Suite Web Premium, Adobe Creative Suite Production Studio Premium y Adobe Creative Suite Master Collection.

Esta aplicación es más reconocida por la impresionante calidad y nivel artístico de las ilustraciones allí creadas más que por cualquier otra cosa, siendo frecuentemente utilizado por artistas muy experimentados. Además, también requiere de cierta cantidad de tiempo y esfuerzo para poder entenderla, si algo se le es reconocido a Adobe Illustrator es el hecho

de que no suele ser muy intuitivo. Adobe Illustrator fue uno de los primeros en hacer uso de la tecnología Display PostScript un tipo de lenguaje WYSIWYG creado por la compañía Adobe Systems en convenio con la compañía NeXT Computer, Inc.. en el año de 1987 y que se trata de una versión más avanzada del lenguaje de descripción de páginas para impresora Adobe PostScript de Adobe Systems que permite que lo que usted vea en la pantalla sea una previsualización del resultado tal cual como se va a imprimir [Wikipedia, 2010d].

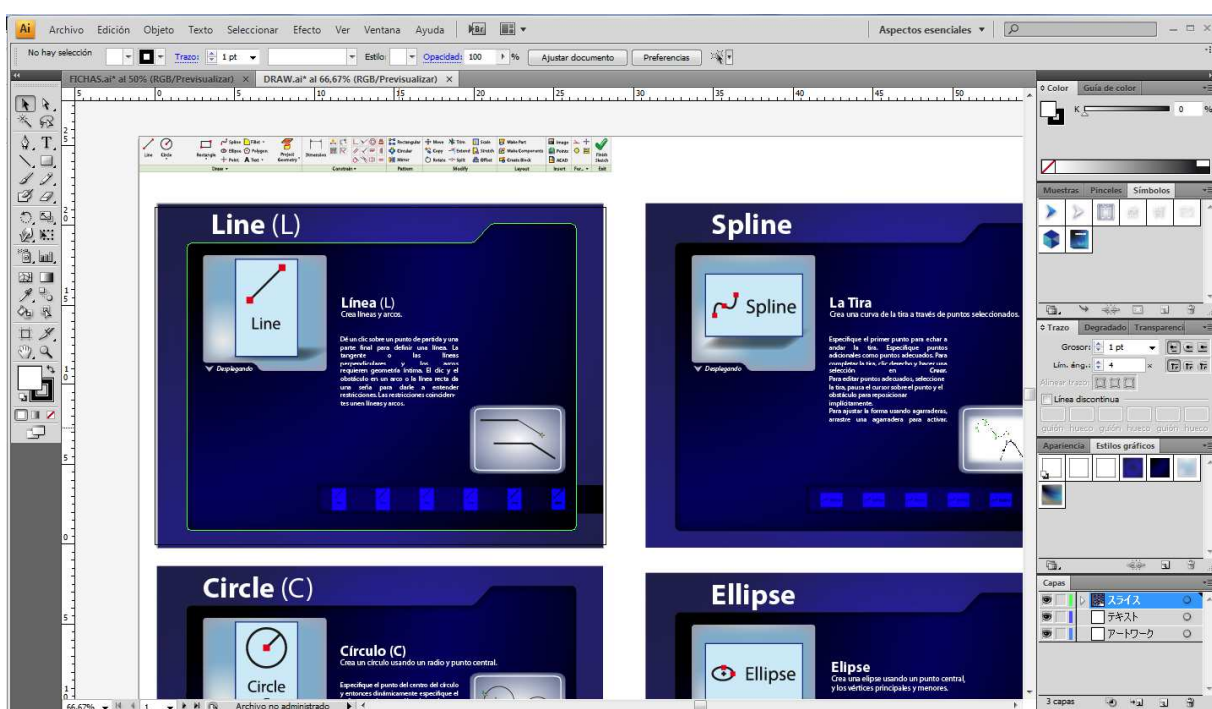


Figura 5. Entorno de trabajo de Adobe Illustrator CS 4.

Adobe Illustrator es actualmente uno de los programas más importantes de la firma Adobe y uno de los más reconocidos en el mundo del diseño gráfico profesional. En la Tabla 2 se muestra la cronología de lanzamientos (con los nombres códigos) de Adobe Illustrator:

Tabla 2. Lanzamientos de Adobe Illustrator [Wikipedia, 2010d].

Versión	Plataforma	Fecha de lanzamiento	Nombre
1.0	Mac OS	1986	
1.1	Mac OS	enero de 1987	Inca
2.0	Windows	enero de 1989	Pinnacle
88	Mac OS	marzo de 1988	Picasso
3	Mac OS, NeXT, otros Unixes	octubre de 1990	Desert Moose
3.5	Silicon Graphics	1991	
4	Windows	mayo de 1992	Kangarooose
3.5	Solaris	1993	
5	Mac OS	junio de 1993	Saturn
5.5	Mac OS	junio de 1994	Janus
4.1	Windows	1995	
6	Mac OS	febrero de 1996	Popeye
7	Mac/Windows	mayo de 1997	Simba
8	Mac/Windows	septiembre de 1998	Elvis
9	Mac/Windows	junio de 2000	Matisse
10	Mac/Windows	noviembre de 2001	Paloma
CS (11)	Mac/Windows	octubre de 2003	Pangaea/Sprinkles
CS2 (12)	Mac/Windows	27 de abril de 2005	Zodiac
CS3 (13)	Mac/Windows	marzo de 2007	Jason
CS4 (14)	Mac/Windows	Octubre de 2008	Sonnet
CS5 (15)	Mac/Windows	12 de Abril de 2010	

La elaboración de la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor haciendo uso de Adobe Illustrator permite adicionalmete, guardar el trabajo como archivo para formato de documento portátil PDF (Portable Document Format). Este formato permite introducir en el documento hipervínculos, entre el contenido que componen el documento, facilitando el uso de la Guía; permitiendo interactuar de forma dinámica con las páginas y acceder rápidamente al contenido de éstas.

2.3. Estructura de la Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor.

La Guía Básica de Órdenes de Autodesk Inventor, es un medio gráfico que está estructurado en forma de fichas, contentivas de los comandos básicos utilizados para el diseño en el software Autodesk Inventor Professional 2010.