

DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADOR EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL - UNMSM

Recepción: Febrero de 2005 / Aceptación: Junio 2005

⁽¹⁾ Oswaldo Rojas Lazo

RESUMEN

En ingeniería gran parte del proceso de diseño se basa en gráficos, por lo que su conocimiento y manejo es importante en la formación profesional de los alumnos. Las tecnologías emergentes del dibujo y diseño en estos últimos años están innovándose constantemente razón por la cual la adopción y aplicación de estas tecnologías computarizadas (CAD/CAM) en la currícula permitirá una adecuada formación del futuro ingeniero industrial.

Palabras Clave: Dibujo asistido por computador. Ingeniería asistida por computador.

COMPUTER ASSISTED DRAWING IN THE FACULTY OF INDUSTRIAL ENGINEERING - UNMSM ABSTRACT

In engineering a great deal of the design process is based in graphics, their knowledge and management being important for students' professional training. Over the last years, technologies arising from drawing and design are constantly innovating. For this reason the adoption and application of the (CAD/CAM) technology in the curricula will allow to train the future industrial engineers better.

Key words: Computer assisted drawing. Computer assisted engineering.

(1) Ingeniero Industrial. Profesor del Departamento de Diseño y Tecnología Industrial, UNMSM.
E-mail: orojasl@unmsm.edu.pe

INTRODUCCIÓN

Para entender los conceptos que se desarrollarán es necesario detallar algunas siglas que están relacionadas con el mundo CAD/CAM:

CAD (Computer aided design): Diseño asistido por computador.
CAE (Computer aided engineering): Ingeniería asistida por computador.
CAM (Computer aided manufacturing): Manufactura asistida por computador.
CIM (Computer integrated manufacturing): Manufactura integrada por computador.
Cad (Computer aided drawing): Dibujo asistido por computador.
CNC (Computer control numerical): Control numérico por computador.
CAD/CAM: Diseño y manufactura asistida por computador.

Las empresas en nuestro medio normalmente automatizan sus procesos de gestión y producción por etapas y áreas, tratando de integrarse bajo un sistema CIM. Con relación a la parte gráfica los diseños y fabricación asistidos por computador, comúnmente llamados CAD/CAM, son tecnologías que normalmente abarcan el diseño gráfico, el manejo de bases de datos, fabricación, simulación de procesos, control numérico de máquinas herramientas, inteligencia artificial, robótica, visión computarizada, etc.

Las imágenes gráficas son los medios de comunicación de expresión universal y en algunos casos el más simple, por lo que en estos últimos años se ha desarrollado vertiginosamente tanto en el hardware como en el software. Los fabricantes CAD siempre han sido los primeros en aprovechar la tecnología informática más avanzada (diseño vectorial, uso de capas, medición automatizada, programación orientada a objetos (POO), diseño paramétrico, multiprogramación, ejecución simultánea de partes del programa, encapsulamientos, etc.).

La tendencia de esta tecnología CAD/CAM ya no se limita a ofrecer mejoras en las capacidades de diseño o en las posibilidades de ensamblaje de piezas, sino que se presentan como herramientas para la simulación virtual y para la automatización integrada, desde una perspectiva mucho más general y globalizante de los procesos en la industria manufacturera.

Los beneficios potenciales del uso de estas tecnologías son:

- Aumento de la productividad
- Mejora de la calidad
- Disminución en el costo de la producción
- Rapidez en el paso del diseño a la producción.
- Transferencia tecnológica desarrolladas en otras latitudes.
- Incentiva la creatividad para el diseño y la facilidad del modelado.
- Permite probar y simular diseños antes de construir prototipos.

En nuestro país, una gran cantidad de compañías que pertenecen al segmento de la micro y pequeña empresa, requieren la utilización de estas tecnologías de manera que puedan competir con la mediana y gran empresa, pero no cuentan con capacidad económica ni con capacidad productiva por lo que están relativamente en desventaja con empresas grandes; la existencia de la informalidad de los software en nuestro país permite con cierta facilidad que se puedan usar software que tengan más de 3 años de antigüedad.

La aplicación del software gráfico en la ingeniería abarca la elaboración de esquemas, cuadros sinópticos, diagramas de diversos tipos, gráficos estadísticos, representación normalizada de piezas para su diseño y fabricación, representación tridimensional de modelos dinámicos en multimedia y aplicaciones en realidad virtual.

Considerando los fines académicos de los cursos de Dibujo Técnico, en el presente artículo sólo se tratará el dibujo/drafting (Cad), dejando para una próxima oportunidad el diseño/design (CAD/CAE) y el proceso productivo/manufacturing (CAM).

BREVE RESEÑA DEL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS CAD

- 1952: el MIT (Massachusetts Institute of Technology) consiguió que el computador Whirlwind dibujara unas sencillas figuras en un tubo de rayos catódicos de TV.
- 1955: el MIT presenta el primer sistema gráfico SAGE (semi automatic ground environment) para la fuerza aérea norteamericana.
- 1962: el Dr. Ivan Sutherland del MIT presenta el sistema Sketchpad [SUTH63]. Introdujo los gráficos interactivos por ordenador y se definía la topología del objeto, el siguiente año es introducido a las universidades.
- 1965: se comercializa el primer CAD, a un precio de US\$ 500 mil.
- 1969: ComputerVision desarrolla el primer plotter.
- 1974: Pierre Bézier, presenta el método bezier; Baumgart introduce los operadores de Euler.
- 1978: primer terminal gráfico con tecnología raster.
- 1980: Apple Macintosh y el IBM y sus clones, popularizaron los gráficos de mapa de bits para la interacción usuario/computador.
- 1982: Autodesk presenta el primer AutoCAD.
- 1990: Se presentan los sistemas para trabajo en red.
- 1995: Autodesk presenta el primer AutoCAD para Windows (versión 12); se dan las primeras presentaciones de espacios virtuales.
- 1999: AutoCAD se convierte en el programa líder a nivel mundial.
- 2000: Versatilidad en el trabajo con Internet, aparecen nuevos softwares CAD
- 2004: Velocidad y encapsulamiento de archivos.

En un entorno donde la información se presenta en forma globalizada, se vive en alta competitividad y no se conocen los límites del avance de la tecnología, es necesario aumentar la capacidad productiva y el rendimiento de los software/hardware relacionados con la tecnología CAD/CAM.

Tendencias Generales de los Nuevos Softwares de CAD

- Capacidades de diseño 3D en forma rápida y en aplicaciones directas (visualización alámbrica, renderización, secciones, vistas auxiliares, operaciones booleanas, representaciones foto-realistas dinámicas, etc.).
- Ensamble de piezas con condiciones de posición, verificaciones de interferencias, movimientos, funcionalidad, estabilidad y simulación.
- Asociatividad de los dibujos elaborados en 2D y 3D y utilización de la cuarta dimensión espacio-tiempo (movimiento, animación y sonido).
- Desarrollo de piezas y sistemas virtuales (permite los prototipos físicos).
- Diseño compartido (trabajo en equipo) a través de redes (Intranet e Internet) entre los usuarios, compañías software/hardware, productoras de insumos industriales, institutos de normalización, etc.
- Ingeniería concurrente (trabajo con objetos virtuales en todas las etapas del proyecto).
- Arquitectura abierta (poder personalizar a través de softwares como Microsoft Visual Basic for Applications/VBA, Auto LISP, Prolog, Java, C++, etc.) creación de macroinstrucciones, conexión directa con otros programas, etc.
- Ingeniería inversa (obtener un modelo CAD a partir del palpado de una pieza real).
- Desarrollo de aplicaciones con entornos orientados a objetos y descripción informática unívoca y ediciones con actualizaciones automática en las bases de datos asociadas.
- Fácil instalación, aplicaciones auto ejecutables, encapsuladas, adaptabilidad a diversos formatos de entrada y salida de información.
- Información geométrica vinculada a la administración y gestión de proyectos.
- Asignación de propiedades a las entidades, manejo de constricciones geométricas y dimensiones paramétricas y simulaciones para optimización topológica.
- Uso de browser y caja de herramientas inteligentes (proporcionan información de posible trabajo, espacio de pantalla con redimensionado automá-

>>> Dibujo Asistido por Computador en la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM

- tico, caja de herramientas dinámicas, etc). Flexibilización para visualización múltiple y pantallas divididas para el trabajo con más de un archivo (PDM Insight, etc).
- Bloques dinámicos inteligentes de piezas estándar (escalamientos automáticos y auto ajustables, librerías actualizadas y fusionables, etc.) y sensibles al contexto de uso.
- Interfaz usuario sencilla (GUI-Graphical User Interface) con una eficacia en su semiótica visual y estructurada con comentario textual, árbol de operaciones (Features Works), vínculos e incrustaciones de objetos (OLE), potencialidades con el clic derecho, ayuda al usuario (eficiencia en los diálogos, alarmas sonoras, cuadro de opciones, etc).
- Compartir archivos jerarquizados, trabajo en formatos DWF (Design Web Format), CSV (textos delimitados), SVF (Simple Vector Format), DGN (MicroStation) composer (marcas de revisión), DXF, DWG, 3DS, ASCII, IGES y otros que puedan importar/exportar datos a otros sistemas (CAD, CAE, CAM, MRP, etc.) con alta funcionalidad de eTransmit y compatibilidad de archivos. Vinculaciones entre diferentes archivos a través de hipervínculos.
- Trabajo con normas estandarizadas (ANSI, BSI, CSN, DIN, GB, ISO, JIS, etc.) y convencionalismos prácticos del dibujo técnico.
- Comodidad en servicio de Hot Line (consultas las 24 horas), comunicación objetiva, unívoca y de diálogo entre proyectista, fabricante y usuario. Las ayudas (helps) deben ser transparentes (activarse sin interrumpir el proceso) e intuitivas.
- Optimización en la impresión de modo que sean predefinidas, automáticas y estandarizadas de forma que la generación de planos y documentación sea rápida y adecuada.
- Capacidades de edición y rediseño funcionales con automatización de tareas y gestión de errores preventiva y correctiva.

- Capacidad dinámica para visualizar, navegar, efectuar recreaciones y simular objetos y movimientos tridimensionales y trasladarlos a espacios virtuales.
- Opciones para el trabajo del modo croquis (mouse, lápiz óptico) con posibilidad de vectorización.
- La comunicación entre usuarios y ordenadores en sus tres niveles (computador/computador, hombre/hombre a través del computador, y hombre/ordenador) deben tener interfases gráficas de fácil entendimiento y utilización.

Nivel de Potencia de la Aplicación de los softwares Cad

Los softwares Cad pueden ser desarrollados para trabajar en distintas áreas, por lo que es conveniente seleccionar el adecuado software de acuerdo a las aplicaciones que se puedan dar. Los programas para Cad presentan las siguientes prestaciones (ver Figura 1):

- Dos dimensiones (2D).
- Dos dimensiones y media ($2+\frac{1}{2}$ D) : dibujos 2D con apariencia tridimensional.
- Tres dimensiones (3D): objetos tridimensionales genéricos individuales .
- Sólidos: objetos tridimensionales en los que se pueden realizar operaciones de unión, resta e intersección (operaciones booleanas).

En los trabajos CAD se pueden presentar 3 tipos de entidades, cada una de ellas con características particulares (ver Figura 2):

- Dibujos vectoriales (dibujos con algoritmos matemáticos).
- Símbolos vectoriales (gráficos paramétricos unitarios "blocks").
- Gráficos bitmap o raster (fotos/mapa de puntos).

Los softwares gráficos pueden ser usados de dos maneras: a través de lenguajes de programación y de paquetes aplicativos. El desarrollo a través de len-

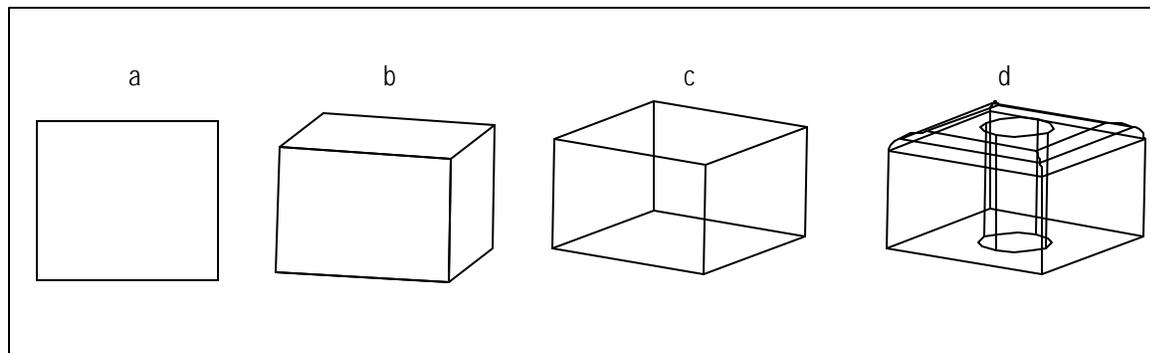


Figura 1. Tipos de dimensiones en el trabajo Cad

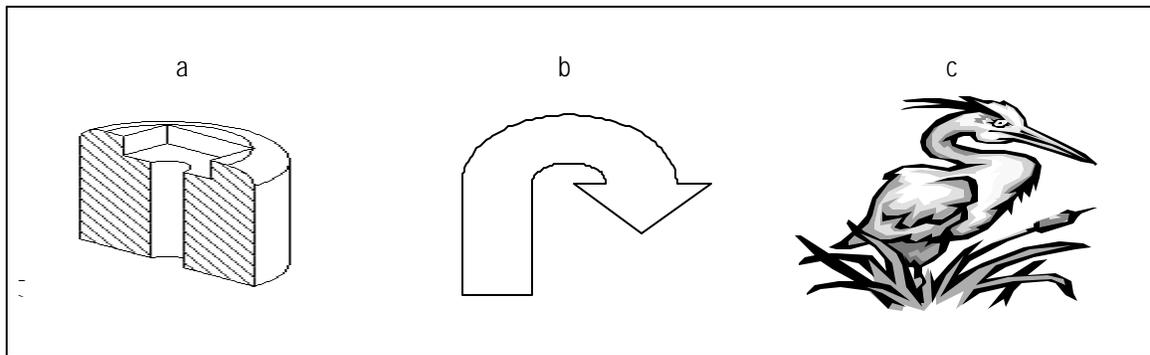


Figura 2. Tipos de entidades usadas en el Cad

guajes de programación implica el dominio del lenguaje, conocimiento de las tecnologías de exhibición y un amplio manejo de la Geometría Analítica bi y tridimensional; en cambio el uso de paquetes aplicativos debido a su desarrollo acelerado, su especialización en los diferentes campos de aplicación, su diseño de arquitectura abierta y su facilidad de uso permiten su rápida aceptación y adopción.

EL DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADOR EN LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL-UNMSM

En el actual plan de estudios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial (EAPII) existen tres cursos relacionados al dibujo (ver Cuadro 1). Como se puede apreciar las horas de laboratorio dedicadas al uso de software en todo el plan de estudios es de 03 horas semanales. En el Cuadro 2 se presenta como se han estado aplicando los software CAD en las asignaturas citadas.

En todo sistema CAD/CAM la unión de los 4 componentes básicos: Humanware, software, hardware y base de datos definen las potencialidades de un equipo de trabajo CAD. Elaborando un breve análisis de los componentes de los sistemas Cad en la EAPII se tiene:

- **Humanware:** de 10 profesores que dictan las asignaturas relacionadas con el dibujo, 3 tienen conocimientos intermedios y 6 de ellos sólo tienen conocimientos básicos. El círculo de estudios CAD (CIDECAD) formado con el objetivo de desarrollar aplicaciones CAD, en la fecha se encuentra reducido a un pequeño grupo de alumnos.
- **Software:** En el año 2001 se compraron 12 licencias del software Mechanical Desktop V6, para Autocad 2002 y se recibió en donación el software Nastram. Después de esto no se ha actualizado y/o comprado software alguno.

- **Hardware:** El 18 de mayo del 2001 se inauguró el Laboratorio CAD de la FII, con 15 computadoras pentium III –RAM 128 y un plotter Hewlett Packard D500 A0. A la fecha sólo 4 computadoras están operativas y no han sido repotenciadas.
- **Base de datos:** Con el grupo CIDECAD en el año 2001 se comenzó a implementar una hemeroteca con 5 libros relacionados al CAD, se publicaron 5 separatas sobre Autocad, Mechanical Desktop y 3D Studio y mensualmente se emitieron boletines. Hasta la fecha solo un profesor realizó 3 publicaciones de separatas para las clases de laboratorios.

Dictado de los cursos de dibujo técnico
Los cursos de dibujo en ingeniería son de visualización objetiva tridimensional, de observación de sistemas dinámicos en operación y de aplicación de

Cuadro 1. Cursos relacionados al dibujo del Plan de Estudios de la EAPII

Curso	Ciclo	Créditos	Horas Teoría	Horas Práctica	Horas Laboratorio
Dibujo Técnico	1	4.0	2	3	1
Geometría Descriptiva	2	4.0	2	4	0
Dibujo Industrial	5	3.5	1	3	2

Cuadro 2. Implementación de software CAD en los cursos del Plan de Estudios de la EAPII

AÑO	CURSO	SOFTWARE CAD	COMENTARIO
1994	Dibujo Mecánico (curso eliminado en el plan de estudios 1996)	AutoCad R10	2 dimensiones
2001 - 2002	Dibujo Técnico Geometría Descriptiva Dibujo Industrial	AutoCad 2000 Mechanical Desktop V5 Mechanical Desktop V5 3D Studio ArchiCad V6 Autocad Map Eplant Nastram	2,3 dimensiones 3 dimensiones Ensamble/Despiece Conferencia Conferencia Conferencia Conferencia
2003- 2005	Dibujo Técnico Dibujo Industrial	AutoCad 2002 Mechanical Desktop V6 Mechanical Desktop V6	2 dimensiones 3 dimensiones Ensamble/Despiece

>>> Dibujo Asistido por Computador en la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM

normalizaciones, ello implica que el estudiante debe tener la capacidad de intuición espacial para la observación y el análisis. Los tres áreas de trabajo se muestran en la Figura 3.

Los objetivos que se buscan con la enseñanza de software gráficos a través de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en los que están definidas las funciones instrumentales de análisis, investigación, expresión y comunicación en torno a la visualización de las ideas y formas son:

- Conocer los conceptos generales de los sistemas CAD, equipos, software y aplicaciones, buscando inducir en el alumno el conocimiento de nuevas tecnologías.
- Comprender la lógica del proceso de modelamiento y representación en el papel que utilizan los software CAD.
- Manejo de los comandos básicos de dibujo (2D y 3D), edición, visualización, ayuda al dibujo, dimensionados, textos, operaciones booleanas, vistas auxiliares, seccionados.
- Conocimiento de la lógica y aplicación de los distintos software de uso comercial e industrial.
- Trazado e impresión de planos prolijos y elegantes en su representación normalizada.
- Explorar en Internet la información sobre CAD (software libres, aplicaciones, etc).
- Desarrollar la productividad en el desarrollo de sus dibujos.
- Aplicar ejercicios donde podrá plasmar su creatividad y capacidad de transmitir ideas.

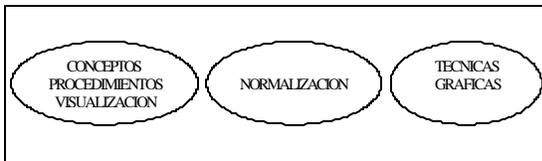


Figura 3. Áreas de trabajo de las asignaturas de dibujo
Fuente: Elaboración propia, 2005.

Cuadro 3. Softwares más utilizados en el Perú

Compañía	Softwares
Autodesk	AutoCAD, AutocadLT, AutoCAD Mechanical, Mechanical Desktop, Inventor, 3d Studio, AutoCAD Land.
DECOM	Solid Edge, Rhinoceros.
UGS-PLM	
SolidWorks Corporation	Solid Work, Cosmos.
Graphisoft	ArchiCAD
MSC-software	Visual Nastran

software para los cursos de dibujo

Los software CAD para el dibujo técnico en ingeniería, atendiendo a su uso se pueden dividir en generales (AutoCAD, Solid Work, etc) y especializados que se orientan a una sola disciplina lo que permite aumentar su productividad (Mecánica: Mechanical Desktop, Arquitectura: Architectural Desktop, Geología: AutoCAD Land, etc.).

Los softwares más conocidos relacionados con el CAD se muestran en el Cuadro 3.

software para el trabajo bidimensional

El trabajo de dibujos técnicos bidimensionales, requiere de un software que tenga buenas librerías de componentes gráficos, acotación intuitiva y representación de dibujos para impresión versátil y de fácil uso.

Teniendo en cuenta la disponibilidad del software, uso difundido, abundancia de manuales, aplicaciones disponibles y experiencia en su uso, el software AutoCAD (estándar mundial del CAD para el diseño y la delineación) se ha tomado como base para la enseñanza del Cad.

La enseñanza del AutoCAD deberá ajustarse en:

- Número de horas semanales de enseñanza.
- Número de alumnos por aula.
- Cantidad, diversidad y calidad del software y hardware con que se cuente.
- Disponibilidad del know-how existente (instructores, manuales, etc).

El conocimiento del AutoCAD facilita el aprendizaje de otros paquetes gráficos similares (mantienen la misma estructura), y es usado como plataforma base para otros softwares especializados.

software para el trabajo tridimensional

El trabajar con softwares que manipulan objetos tridimensionales (sólidos), presentan dos etapas generales:

- Modelado del sólido (construcción del sólido en 3 dimensiones).
- Representación del sólido en proyecciones ortogonales e isométricas.

Para el trabajo de objetos en tres dimensiones, en el mercado nacional 3 softwares vienen disputando su posicionamiento: Autodesk Inventor, Solid Edge y Solid Work.

Considerando sólo la parte del dibujo propiamente dicha los 3 softwares son bastante similares en su presentación, proceso de construcción y en su uso.

>>> *Dibujo Asistido por Computador en la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM*

Requerimientos recomendados de hardware

Trabajar en algún software gráfico implica tener un computador de características especiales debido a la necesidad de contar con una gran capacidad de procesamiento y almacenamiento.

Las especificaciones que se detallan son las recomendadas para una buena performance de un trabajo profesional:

- Intel Pentium 4, 4GHz o equivalente.
- Microsoft Windows XP professional – Windows 2000 – Windows NT 4.0.
- 512 MB de RAM.
- 650 MB de espacio libre en disco y 75 MB de espacio de intercambio.
- Monitor VGA de 1024x768x32K.
- Tarjeta de video 3D AGP-256MB.
- Unidad DVD, CD-RW 52X32X52.
- Mouse con wheel.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Modificar el plan de estudios, introduciendo nuevas asignaturas relacionadas con la tecnología CAD y/o incrementando la cantidad de horas de laboratorio (un mínimo de 5 horas por semana).

Contratar Jefes de Práctica (con amplio dominio de las técnicas CAD), para el dictado de los laboratorios de dibujo y tópicos de diseño.

Actualizar y/o comprar software.

Buscar el aprovechamiento de recursos de la universidad y formar un laboratorio CAD completo para todas las ingenierías.

Reorientar el trabajo desarrollado por el CIDECAD y dotarle de hardware adecuado.

Elaborar manuales de laboratorio de las asignaturas que trabajan con técnicas CAD.

Vincular los trabajos de los cursos con el sector empresarial y la sociedad a fin de intercambiar tecnologías, soluciones y conocimientos.

BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.autodesk.com>
2. <http://www.cadxpress.com>
3. <http://www.caenet.com>
4. <http://www.crear3d.com>
5. <http://www.solidwors.com>
6. <http://personal.telefonica.terra.es>
7. <http://www.undesktop.com>