

## DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Ing. Oswaldo Rojas Lazo

### RESUMEN

En el presente artículo se describe la implementación de la enseñanza del Diseño Asistido por Computador en las asignaturas del Plan de Estudios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial.

### ABSTRACT

This article describes the implementation of the teaching of the Attended Design by Computer in the subjects of the Study Plan of the School Professional Academic of Industrial Engineering.

*“El lenguaje gráfico, especialmente el técnico, es un medio de comunicación universal y en el campo de la ingeniería es el más simple...”*

### INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Industrial tiene como uno de sus objetivos el diseño de sistemas de producción. Debido a la globalización y los avances en la información, estos vienen innovándose constantemente en tecnologías emergentes como el Diseño y producción asistido por computador (CAD/CAM).

La UNMSM y la Facultad de Ingeniería Industrial deben estar a la vanguardia en la adopción y aplicación de tecnologías de punta. Por este motivo la currícula de dicha Facultad se encuentra en constante modernización y viene introduciendo tecnologías emergentes que contribuyen a una adecuada formación del ingeniero industrial.

El lenguaje gráfico, especialmente el técnico, es un medio de comunicación universal y en el campo de la ingeniería es el más simple, por lo que en estos últimos años se ha desarrollado vertiginosamente. 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.

Los software gráficos pueden ser usados de dos maneras generales: a través de lenguajes de programación y de paquetes aplicativos. El desarrollo a través de lenguajes 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 amplio desarrollo acelerado, su especialización en los diferentes campos de aplicación, su diseño de arquitectura abierta y su facilidad de manejo han permitido su rápida aceptación y adopción.

Los gráficos por computadora se dividen en dos tipos:

- Gráficos de mapa bits o raster que son simples fotografías; su manipulación es dificultosa y ocupa mucha memoria,
- Gráficos vectoriales donde los gráficos son elaborados a base de algoritmos matemáticos por lo que son fácilmente manejables y ocupan poca memoria.

Para poder entender, los conceptos que se desarrollarán es necesario detallar algunas siglas que se usarán en el presente artículo.

- CAD (Computer aided desing):  
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.

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 al trabajar con estas tecnologías son la disminución de costos de producción debido a una mejora en la calidad, un aumento de la productividad, disminución de los tiempos de producción y facilita el desarrollo de la creatividad.

Los software técnicos gráficos desde sus inicios hasta la década del ochenta solo podían realizar dibujos por lo que se denominaba Cad (dibujo asistido por computador), posteriormente estos dibujos fueron integrándose con los sistemas CAE y forman el CAD para luego complementarse con los procesos de fabricación automatizada y forman los sistemas CAM; denominándose CAD/CAM a los sistemas de diseño y producción, los que unidos a bases de datos se convierten en un medio de gestión de acceso y control de la información denominándose sistemas CIM.

Uno de los últimos avances significativos en los sistemas CAD/CAM es la introducción del diseño paramétrico y del diseño variacional; éstos permiten tener una base de datos única, de manera que toda la información de las piezas está constituida por una descripción informática unívoca y cualquier modificación que se introduzca conlleva a una actualización en la base de datos.

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, estos factores han determinado desde su inicio el desarrollo de estos tipos de software.

Las nuevas versiones de los software relacionados con la tecnología CAD presentan las siguientes potencialidades:

- Capacidades de diseño 3D en forma más rápida y en aplicaciones directas (visualización, renderización, secciones, vistas auxiliares, operaciones booleanas, etc.).
- Ensamble de piezas (unión de piezas bajo ciertas condiciones de posición)
- Desarrollo de piezas y sistemas virtuales (permite en muchos casos eliminar los prototipos físicos).
- Diseño compartido a través de redes (Intranet e Internet).
- Ingeniería concurrente (movimiento, animación, sonido, trabajo con objetos virtuales en todas las etapas del proyecto).
- Arquitectura abierta del software (posibilidad de personalizar y generar programas complementarios).
- Ingeniería inversa (obtener un modelo CAD a partir del escaneado tridimensional de una pieza real).
- Una mejora en el mayor uso de los mouse, mejor presentación de los colores y un uso intensivo del uso de librerías vía internet.

*“La tendencia de esta tecnología CAD/CAM se presenta como herramienta para la simulación virtual y para la automatización integrada...”*

## HISTORIA DEL AUTOCAD

En nuestro país en lo relacionado a software gráfico técnico, la firma que ha absorbido el mercado nacional es Autodesk, especialmente con su producto AutoCad, que se ha convertido en el estándar mundial del CAD para el diseño y la delineación, motivo por el cual se presenta una breve reseña de su historia.

➤ En noviembre del año 1982 la firma Americana Autodesk saca al mercado la primera versión del software gráfico técnico AutoCad (Release 1), el trabajo a desarrollar era en dos dimensiones, tenía comandos básicos, capas predefinidas, textos básicos, un

menú texto lateral, el ingreso de datos era fundamentalmente por teclado, la salida de información era muy limitada y su velocidad era bastante lenta. Desde el año 1982 al 1985 fueron saliendo otras versiones, en cada versión se fueron incorporando algunas utilidades. En 1985 aparece la versión 2.1 (Release 6) en la que se muestra el trabajo en tercera dimensión. En 1987 con la versión 2.6 RB, ya se podía realizar dibujos en tres dimensiones, aparece el acotado, trabajo con objetos predefinidos y se anuncia la incursión en el entorno Windows.

“... en la década de los noventa se impulsó las investigaciones en los docentes, por lo cual se llevan a cabo los trabajos relacionados con el CAD...”

- En octubre de 1988 aparece el R10 que era más completo y trabajaba en el entorno del DOS; ya se puede imprimir con cierta comodidad haciendo uso del plotter.
- En junio de 1992 aparece el Release 12 tanto para DOS como para Windows 3.1, presentando características importantes, como referencias externas, menús desplegables, imágenes renderizadas, atributos; en este año Autodesk lidera el mercado de software CAD y ocupa el cuarto puesto a nivel mundial en facturación.
- En noviembre de 1994 aparece el R13, más orientado hacia el entorno Windows, esta versión tuvo muchos defectos.
- En febrero de 1997 aparece el Release 14 y trabaja sólo en el entorno Windows 95, esta versión fue totalmente rediseñada y marcó un cambio total en su presentación y en la capacidad de sus utilidades; se comienza a trabajar bajo la concepción de

primero hacer el sólido en el espacio y luego obtener las vistas ortogonales, se hace uso de las operaciones booleanas, sombreados asociativos, agrupamiento de objetos, curvas nurbs, líneas múltiples paralelas y un sistema de renderizado de mejor presentación y velocidad de proceso.

- En junio de 1999 aparece el AutoCad 2000, entre sus principales mejoras se tiene el modelado y la visualización en 3D, manejo y administración de archivos y objetos, integración con Internet, diseño de la presentación en el papel; se puede trabajar con varios archivos a la vez, las modificaciones de las características de los objetos se pueden realizar directamente a través de menús y/o cuadros de diálogo activos.
- En el 2000 aparece el AutoCad 2000i, que proporciona un tipo de diseño orientado a la Internet, su rendimiento ha mejorado, se presenta de una forma más fácil de usar y cuenta con una arquitectura de rápida instalación.

#### EL CAD EN INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNMSM

En todo sistema CAD existen los siguientes componentes: Software (programas de computador, paquetes), Hardware (equipos), Base de Datos (información de temas técnicos) y Humanware (personal docente capacitado). En forma breve se describirá como fue evolucionando cada uno de los componentes.

- Software: Desde el inicio hasta estos tiempos la adquisición de software no ha sido la preferencia de su compra fundamentalmente debido a la escasez de recursos económicos de la Universidad por lo que se ha tenido que implementarlos en forma irregular, esto ha conllevado a que la implementación de los software era muy posterior a su aparición y también la dificultad de poder acceder a sus respectivos manuales.
- Hardware: La adquisición de los primeros computadores en la Facultad para uso y desarrollo del CAD fue gracias a los ingresos obtenidos por actividades desarrolladas por los docentes y alumnos; en la fecha correspondiente a la presente publicación se cuenta con un laboratorio de 30 computadoras con una buena performance para el trabajo de CAD. En todo este tiempo no se ha podido contar con otros equipos de cómputo, lo que ha obligado al uso de equipos fuera de la Universidad; todo esto no ha

permitido el amplio desarrollo de este tipo de tecnología.

- Base de datos: En este campo debido al esfuerzo de los docentes, se cuenta con una buena información de todo lo concerniente a sistemas CAD.
- Humanware: Del total de profesores que están relacionados con el área gráfica sólo un 30% hasta la fecha maneja algún software CAD. En noviembre de 1996 se forma el CIDECAD (Círculo de Desarrollo de Sistemas CAD), cuyos objetivos son el de fomentar la investigación y divulgación de estas tecnologías.

En la UNMSM, en la década de los noventa se impulsó las investigaciones en los docentes, motivo por el cual se llevan a cabo los siguientes trabajos relacionados con el CAD:

#### 1991/1992: TECNOLOGIA MODERNA EN UN LABORATORIO DE DIBUJO Y DISEÑO

Este proyecto se desarrolló con el objetivo de presentar un método de enseñanza de los cursos de dibujo en la ingeniería; en dicho proyecto se menciona el desarrollo de software gráficos a través de lenguajes de programación. Se presenta un breve resumen del proyecto:

En el plan curricular de la EAP. de Ingeniería Industrial, los cursos de Dibujo Lineal, Geometría Descriptiva, Dibujo Mecánico y Dibujo Industrial son materias correspondientes al área gráfica por lo que su enseñanza requiere de condiciones especiales. A continuación se presenta las características mínimas necesarias de infraestructura y equipo para el mencionado laboratorio.

- Láminas ilustrativas, para temas de contenido esquemático; estático.
- Maquetas tridimensionales, para temas de contenido especial con diferentes niveles de superposición y complejidad tanto estáticos como dinámicos.
- Pruebas de experimentación, para el contenido objetivo de ensayos, pruebas, medidas, etc.
- Sistemas audiovisuales, para temas relacionados con sistemas industriales dinámicos.
- Sistemas computarizados para trabajos de desarrollo de software gráficos de ingeniería.

#### 1992/1993 APLICACIÓN DE SOFTWARE GRAFICO PARA INGENIERIA

Este proyecto se desarrolló con el objetivo de seleccionar un software adecuado para la enseñanza de los cursos de dibujo en las ingenierías, en dicho proyecto se selecciona al software AutoCad como el más apropiado. Se presenta un breve resumen del proyecto:

Teniendo en cuenta la ventaja del uso de los paquetes gráficos se ha elegido al AutoCAD como paquete de enseñanza, debido a sus características técnicas y didácticas. Entre las características más importantes del AutoCAD se tiene :

- Cuenta con menús de ayuda a varios niveles.
- Usa la forma interactiva de comunicación usuario-computador.
- Permite trabajar con capas (diversas etapas, partes, etc. se puede visualizar independientemente o simultáneamente).
- Cuenta con diversos tipos de líneas, letras, librerías de íconos gráficos.
- Sus comandos realizan entidades en forma directa (círculos, elipses, polígonos, poliedros, etc.).
- Los dibujos espaciales pueden ser girados.
- Se pueden realizar dibujos con detalles muy pequeños ya que cuenta con comandos que permiten ampliar pantalla de determinadas partes.

- Permite dar movimiento a las figuras así como realizar programaciones con AutoLISP.

La enseñanza del AutoCAD deberá ajustarse a la cantidad, diversidad y calidad del hardware con que se cuente.

#### 1993/1994 ADAPTACION Y ENSEÑANZA DEL AUTOCAD AL DIBUJO TECNICO

Este proyecto se desarrolló con el objetivo de adaptar el software AutoCad R10 que necesitaba contar con un disco duro y coprocesador matemático a una forma que no necesitara estos dos componentes. Este trabajo se desarrolló debido a que los costos de los equipos de cómputo completos estaban fuera del alcance económico de la Facultad. Se presenta un breve resumen del proyecto:

Del sistema CAD, el paquete más usado en los cursos de Dibujo Técnico era el AutoCad; en la mayoría de los centros de instrucción del Estado, sus computadores no contaban con disco duro, motivo por el cual se tuvo que adaptar el AutoCad V10 (10 diskettes 5 ¼ DD) en un diskette de 3 ½ HD, siendo necesario 26 archivos; se tuvo que utilizar el emulador matemático EM87.COM.

Las limitaciones de esta adaptación causaron la poca capacidad de acceder a comandos tridimensionales, tipos diferentes de textos, velocidad de proceso, y generó dificultad en el uso de periféricos.

Para computadores 386 DX-4MB RAM se acondicionó para trabajar con una memoria virtual de 1.5 MB.

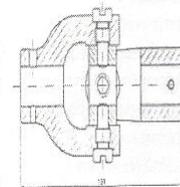
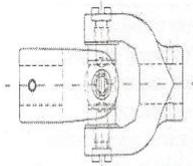
Para el trabajo en los diferentes cursos se creó un conjunto de librerías que permitieron la rapidez y la facilidad del uso del paquete.

Para facilitar el desarrollo del proyecto como material didáctico, se elaboraron dos publicaciones una de comandos y otra de aplicaciones.

#### 1998 DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN LABORATORIO DE PRODUCCION AUTOMATIZADA CAD/CAM.

Este proyecto se desarrolló con el objetivo de identificar en qué etapas de los procesos de producción en los centros de producción de la Facultad se puede implementar sistemas CAD/CAM. Se presenta un breve resumen del proyecto:

La Facultad de Ingeniería Industrial, en su afán de no ser ajeno al logro del incremento



productivo que viene obteniéndose en países cuya producción está basada en la aplicación de sistemas CAD/CAM, ha comprendido que este éxito se debe también a instituciones educativas que forjan profesionales acordes al avance tecnológico industrial.

La Facultad de Ing. Industrial cuenta con Centros de Producción: metal mecánica, confecciones de prendas de vestir, fabricación de calzados y panadería, en estos centros se podría aplicar los sistemas CAD/CAM de manera que se pueda conseguir:

- a) Contar con software y/o maquinarias de tecnología de vanguardia que permitan a los alumnos mejorar los tradicionales métodos de producción.
- b) Orientar los destinos de la Universidad como un ente educativo vinculado con el sector empresarial y la sociedad a fin de intercambiar tecnologías, soluciones y conocimientos.
- c) Relacionar estas tecnologías con los cursos impartidos en la Facultad mediante el uso de los laboratorios y centros de

producción, buscando aplicaciones directas e innovaciones en cada uno de ellos.

Considerando que la aplicación de estas tecnologías implica una inversión de costos significativos y que la Universidad no cuenta con recursos económicos, se han dado algunas sugerencias en los campos donde se podría implementar estas tecnologías.

- a) En metal mecánica, aprovechando la existencia del laboratorio de máquinas-herramientas se debería comprar un equipo CNC, y se podrían elaborar modelos y planos de fabricación de los productos a fabricar.
- b) En el centro de producción de zapatos, tan sólo se podría usar en la parte de modelaje y diseño de patrones.
- c) En el centro de producción de confecciones, se puede aprovechar en las etapas de modelaje, diseño de patrones, escalado: en una segunda etapa podría ser el de corte.
- d) En el centro de producción de panadería, podría ser en la creación de diseño de tortas.

### IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE CAD EN LOS CURSOS DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

| AÑO       | CURSO                                | SOFTWARE CAD   | COMENTARIO                                      |
|-----------|--------------------------------------|--|---|
| 1994      | Dibujo Mecánico                      | AutoCad R10  | 2 dimensiones                                   |
| 1995      | Dibujo Mecánico                      | AutoCad R10  | 2, 2 ½ dimensiones                              |
| 1996/1997 | Dibujo Mecánico<br>Dibujo Industrial | AutoCad R10<br>AutoCad R10   | 2 dimensiones<br>3 dimensiones                  |
| 1998      | Dibujo Técnico<br>Dibujo Industrial  | AutoCad R14<br>AutoCad R14   | 2 dimensiones<br>3 dimensiones                  |
| 1999      | Dibujo Técnico<br>Dibujo Industrial  | AutoCad R14<br>AutoCad R14<br>Mechanical Desktop V2                              | 2 dimensiones<br>3 dimensiones<br>3 dimensiones |
| 2000      | Dibujo Técnico<br>Dibujo Industrial  | AutoCad 2000<br>Mechanical Desktop V3<br>ArchiCad V6<br>3D Studio<br>AutoCad Map | 2,3 dimensiones<br>3 dimensiones                |

