

Throughout these pages are made known the persons, the projects and the books that have influenced my actions and that they will be mentioned in form underlined in this paper.

I have to emphasize that since 1965 to 1970, and in the continuous search that I was accomplishing to find data and bibliography adapted to the topic of computer graphics, only two series of publications contained topics related to this matter at that time: one was the IBM Journal and the other series was the communications of the ACM.

The purpose of this work is to make known an experience accomplished throughout 30 years of intense activity in finding new methods of drawing and design, based on the use of digital computers, mainly in Argentina, and during certain periods of time in Great Britain and since 1971 during short visits to the United States and also in France.

The first idea emerged in the year 1965 when I was assistant teacher at the School of Architecture of the University of Buenos Aires, as a combination of ideas between the concepts of spatial geometry and the current morphological studies that we taught in the Course of professor Gastón Breyer [1]. However the idea of *automatic drawing* emerged observing the operation of the first scientific digital computer installed in the Computing Institute of the Faculty of Sciences of the University of Buenos Aires in 1963 (Sadosky 1963) [2]. At the beginning, the approach to the computer were not accomplished from a strictly scientific point of view, but it was implying a kind of "síncresis" (Koheler 1940) [3] it is more than a synthesis, because I was tried to combine ideas that have had its origin in different worlds of thinking, the *analogous world* and the *digital world*, and this situation was very difficult to accept at that time. The designing procedures in the decade 1960's was deeply rooted (and still continues) in the architectural design field as a result of a *drawing process based in heuristic techniques*.

Desde la computación gráfica a los sistemas CAD actuales

Una visión histórica de la revolución producida en los sistemas de representación gráfica (1966-1998)

Arq. Arturo F. Montagu

Centro CAO Facultad de Arquitectura
Universidad Nacional de Buenos Aires. Argentina
amontagu@fadu.uba.ar
<http://www.datarq.fadu.uba.ar>

Desde la computación gráfica a los sistemas CAD actuales .

Una visión histórica de la revolución producida en los sistemas de representación gráfica (1966-1998)

A lo largo de estas páginas se darán a conocer las personas, los proyectos y los libros que más han influenciado la acción desarrollada y que serán mencionados en forma destacada en este trabajo.

El propósito de esta presentación es el de comunicar una experiencia realizada a lo largo de más de 30 años de trabajo en una búsqueda continua de nuevos métodos de dibujo y diseño basados en el uso de computadoras digitales.

El comienzo fue a partir del año 1965 principalmente en la R. Argentina y Gran Bretaña y a partir de 1970-71 en Estados Unidos continuando en 1974 también en Francia.

La primera idea sobre esta posibilidad surgió en el año 1965 como una combinación de ideas entre los conceptos básicos de la geometría descriptiva, y de los sistemas generativos de formas geométricas (los actuales estudios morfológicos) que enseñábamos en la Cátedra del profesor Gastan Breyer (Breyer 1960)¹ y la “extraña idea” en aquel momento del “dibujo automático”, a partir de observar el funcionamiento de la primera computadora científica instalada en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires en el año 1963 bajo la dirección del Dr. Manuel Sadosky (Sadosky1963)². Este proceso implicaba en aquella época una especie de “síncresis” (Kohler 1940)³ más que una “síntesis”, porque se trataban de combinar ideas y elementos que pertenecían a “mundos” diferentes y por lo tanto difíciles de aceptar para esa época. Nos referimos a los medios “analógicos” (diseños y dibujos manuales) muy distantes en aquellos momentos de los “medios digitales”.

Entré definitivamente al mundo de la computadora en el año 1965 con la idea de “investigar los métodos de diseño y el dibujo automático en una mano y el manual de Fortran IV en la otra”.⁴

Acerca de los Método de Diseño

La forma de diseñar en aquella época (1965-66) estaba hondamente arraigada (y lo sigue estando) en el "proceso de diseñar-dibujando", es decir se "proyecta dibujando" en una acción compleja que ha tenido numerosos análisis y alternativas contradictorias, principalmente a lo largo de las décadas de 1960, en la Argentina (Breyer op.cit), (Janello 1960) y luego en Gran Bretaña (Jones 1962), (Archer 1962), (Broadbent 1970), en Estados Unidos (Alexander 1963) y más actualmente en nuestro medio (Doberti 1990).

Diversas circunstancias históricas sucedidas en el año 1966 en la Universidad de Buenos Aires obligaron continuar esta búsqueda en otros lugares donde se estaban planteando ideas interesantes.

El primer lugar de trabajo fue el "Department of System Studies of the Architectural Association School of Architecture" en Londres bajo la dirección de Will Redpath y luego fue el "Department of Building, University of Manchester Institute of Science & Technology" bajo la dirección del profesor Dennis Harper y la parte específica de los problemas relacionados con la "metodología de diseño" a cargo de John Christopher Jones⁵.

Desde 1966 hasta 1969 desarrollé trabajos en ambas instituciones y también en el dpto. de diseño de la "National Building Agency", (Ministry of Public Buildings and Works). Precisamente fue un pedido de esta última institución que me permitió desarrollar uno de los primeros sistemas de "Diseño y Dibujo Asistido por Computadora".

El trabajo consistió en sistematizar en el sistema métrico⁶ las plantas normalizadas de todas las viviendas construidas con fondos gubernamentales⁷.

Este trabajo me permitió en el año 1968, obtener el Premio de Investigación Aplicada otorgado por el RIBA⁸ por el proyecto: "The D-Mac-Graphomat System. The Application of Computer Aided Graphical Processes in the field of Industrialized Building", a su vez me permitió financiar y desarrollar una aplicación específica y más generalizada sobre los procedimientos automáticos de dibujo, de algunas de las ideas que había comenzado a pensar en 1965.

La influencia de J.C. Jones fue decisiva para abordar el tema ya específico de dibujar con una computadora y también las influencias de Dpto. de "Design Research en el RCA (Royal College of

Art London)" dirigido por Bruce Archer, los seminarios de la "Design Research Society" y el Simposio de Portsmouth organizado por Geoffrey Broadbent en 1968.

Sin embargo la aparición de la computadora personal ha producido en los últimos años un cambio casi explosivo en todas las áreas de la ciencia, la tecnología y el arte en general y no cabe duda que la arquitectura y el diseño han sido profundamente afectados tanto en los aspectos operativos como en los conceptuales.

La aplicación de la computación gráfica, especialmente en la arquitectura y el diseño ha tenido un desarrollo creciente e intenso en los últimos 10 años. Esto puede llevar a pensar equivocadamente que esta tecnología es relativamente nueva, cosa que en realidad no es así.

Acerca de la Introducción de la Computadora Digital como Herramienta de Dibujo.

Lo que permitían las computadoras digitales en aquel momento era representar las entidades geométricas básicas: rectas, arcos y circunferencias, asignando los valores correspondientes a las variables (x) e (y) en las ecuaciones de esas entidades por medio de un algoritmo en el lenguaje mencionado. Era conveniente además establecer un marco base que servía como referencia a las coordenadas.

Transfiriendo luego la información compuesta por datos y programas a tarjetas perforadas era posible ingresar los datos y obtener resultados gráficos. Dibujar una planta en aquel momento era una tarea verdaderamente tediosa.

Los primeros desarrollos en computación gráfica comenzaron hace más de 30 años y prepararon el camino hacia lo que hoy conocemos como sistemas CAD tanto en los aspectos de software como los de hardware; sin embargo por largo tiempo estas técnicas fueron consideradas más como una promesa que una realidad.

Los altos costos que tenían las computadoras en las décadas de 1960 y principios de 1970 confinaron el desarrollo y la aplicación de esta tecnología a los laboratorios de investigación y a algunas compañías consultoras consideradas pioneras en el mundo, y con algunas aplicaciones realizadas también en América Latina.

Por otra parte al final de la década 1960 hubo un cierto desencanto con los denominados “métodos de diseño” debido a que no habían logrado trascender en el ambiente académico y profesional de la manera como lo pensaron sus autores. Parte de esta confusión se debió a una visión sistemática del proceso de diseño (Asimow 1963)⁹ que nació para el proceso de cálculo y diseño en algunas especialidades de la ingeniería pero que no podía aplicarse la misma analogía en el campo de la arquitectura.

Sin embargo debe destacarse que muchas de las ideas sistémicas en diseño que surgieron a principios de la década de 1960 tuvieron su aplicación en entornos muy específicos como lo fue el diseño de aeropuertos¹⁰, el diseño de hospitales y en general toda la gama de proyectos que poseen instalaciones especiales definidas por “especificaciones funcionales o de rendimiento”¹¹.

Promediando la década de 1970 surgen los primeros sistemas integrados de computación gráfica (turnkey systems) soportados por plataformas medianas (mini-computadoras) lo que permitió la mayor difusión de procedimientos de diseño asistido, complementados por las técnicas de dibujo automático.

Sin embargo estas técnicas no alcanzaban a cubrir las expectativas generadas por quienes esperaban operar de manera “más creativa” con diseños generados en un monitor de computadora.

Al surgir las plataformas de la microcomputación (computadoras personales) a principios de la década de 1980 surgen nuevos niveles de calidad y formas de interacción gráfica y se desarrollan rápidamente los programas que permiten la generación y modelación de sistemas 2D y 3D, animación y el amplio panorama referido al procesamiento y tratamiento de imágenes.

Parte de la enorme difusión de estas técnicas se debe a la drástica reducción de costos del hardware¹² y al desarrollo del software genérico y utilitario y también a la aparición de las versiones académicas que permitían su adquisición con fines educativos.

Actualmente el uso de la computación gráfica esta extensamente difundida prácticamente en todas las actividades humanas, las promesas del pasado se transformaron en realidades del presente y con una enorme proyección de futuro.

Las aplicaciones en la Arquitectura, el Diseño y la Ingeniería han llegado a un punto de “no retorno”

respecto a la operación y manipulación de la información gráfica y que ha cambiado todas las rutinas profesionales en las áreas citadas, enfatizando además la gran perspectiva conceptual y operativa generada a partir del “entorno ventana” (windows).

Acerca de los Sistemas CAD.

La popularización de la computación gráfica ha permitido acuñar nuevos términos tales como “DAC-MAC” (Diseño Asistido por Computadora - Manufactura Asistida por Computadora), DDAC (Diseño y Dibujo Asistido por Computadora), IAC (Ingeniería Asistida por Computadora), PIAC (Procesamiento de Imágenes Asistido por Computadora), SIG (Sistemas de Información Geográfica), etc.

A estos términos deben agregarse los procedimientos multimediales e hipertextuales, la realidad virtual y las nuevas tecnologías de la información, todos ellos posibles a consecuencia de la generalización de los procesos de digitalización de todo tipo de información.

Estos procesos de “comunicación intangible” a través de las redes de información produjeron a su vez nuevas maneras de intercambio de información y colaboración entre personas e instituciones.

Los Fundamentos de la Computación Gráfica (década 1960)

En esta década se producen los fundamentos que marcan el punto de partida de la computación gráfica y su posterior desarrollo hasta los sistemas CAD actuales.

Cronológicamente debe mencionarse a Ivan E. Shuterland¹³ que en 1963 produjo el primer programa de dibujo interactivo de elementos geométricos elementales sobre un monitor de computadora utilizando el dispositivo “light pen” para realizar los dibujos sobre un monitor experimental, y una estructura de datos (coordenadas) que permitía monitorear numéricamente las dimensiones de las formas dibujadas (sketchpad I 1963)

Esta estructura de datos permitía representar topológicamente las propiedades de los dibujos y también asignarle un nombre a las formas definidas sobre el monitor.

Así mismo el sistema tenía las siguientes posibilidades: a) permitía definir una recta por sus coordenadas extremas o "end points". b) ejecutar líneas paralelas. c) ejecutar líneas perpendiculares.

A pesar de las dificultades operativas de ajuste visual que tenía dibujar con el "light pen", sin embargo se podían hacer dibujos de precisión por el sincronismo existente entre las coordenadas y los pixeles de los primitivos monitores de la época.

El sistema luego fue ampliado por el investigador Timothy E. Johnson¹⁴ que desarrolló el sistema "Image" durante 1968-69 en donde ya se podían generar formas tridimensionales en alguna de las 3 proyecciones ortogonales o en una perspectiva paralela. Así mismo el sistema permitía adicionar, yuxtaponer o sustraer componentes 3D, permitía también el escalamiento, la rotación y la translación de todas las figuras o de alguna de ellas.

Deben destacarse también dos funciones muy importantes de los sistemas "Sketchpad", la primera era que permitía utilizar el monitor como un elemento interactivo para el "input/output" de datos tanto gráficos como alfanuméricos y la segunda es que podía ser usada como control de la secuencia del programa.

Esta segunda función era útil tanto para los programas gráficos como para los programas alfanuméricos en general ya que a través del monitor era más eficiente analizar el desarrollo de un programa, que sobre la típica máquina de escribir (impresora de matriz de puntos) de aquella época, es decir se generaba por primera vez el "dialogo interactivo" entre el operador y el sistema, algo que hoy nos resulta tan común.

Otra consecuencia muy importante es que al poder representar sobre el monitor la secuencia de intrusiones del programa se formalizaba por primera vez el concepto de "menú de pantalla", es decir sobre este conjunto de instrucciones el programador podía seleccionar un conjunto de ellas para realizar ciertas operaciones.

Si bien la entrada de datos se realizaba a través del teclado, no obstante surgen en esta década las primeras "tabletas digitalizadas" que permiten mayor libertad para armar "menús de tableta" (para operar con primitivas geométricas, no existía el concepto de bloque actual) como un complemento del "menú de pantalla".

En 1967 realicé las primeras experiencias con tabletas digitalizadas en la "Architectural

Association School of Architecture" en Londres, utilizando un lápiz de punta seca o un cursor óptico para el ingreso de datos, lo que en aquel momento me pareció mucho más acorde con el concepto de "dibujo asistido" que ingresar datos por teclado, debe aclararse que no existía el "mouse" como lo conocemos actualmente.

En definitiva entre 1965 y 1968 se dieron los fundamentos científicos, técnicos y operativos de los sistemas CAD genéricos y actuales.

Luego, la aparición de una publicación, el IBM journal¹⁵ en el año 1968 dedicado a "Interactive Graphics in Data Processing" confirma mis hipótesis iniciales (1965-67-68) acerca de la veracidad y posibilidades técnicas y científicas de diseñar y dibujar con una computadora.

Los trabajos fundacionales de los sistemas CAD actuales publicados en el volumen mencionado pre-anunciaban el nacimiento de los procesos de la digitalización de la información gráfica y alfanumérica, no mencionaban, por supuesto la generalización total de los procesos de digitalización en todos los campos de la expresión humana.

La Computación Gráfica en la Década 1970

Durante la década 1970 y sobre plataformas de mini-computadoras se produce un salto cualitativo y cuantitativo importante, en primer lugar surgen las primeras plaquetas gráficas asociadas con monitores color, es decir la triada RGB comienza a ser procesada por primera vez con un valor del pixel que se corresponde con la localización en un mapa de colores producto de las combinaciones posibles de 8 bits para cada uno de los componentes de las triadas (2 a la 8=256).

Simultáneamente a consecuencia de los trabajos fundantes señalados anteriormente (IBM Journal op.cit.), a mediados de la década 1970 quedan definidas prácticamente todas las rutinas de dibujo utilizando diferentes lenguajes de programación tales como: lo fue el "Algol", el "Fortran IV"¹⁶, incluso también existen rutinas de dibujo en el lenguaje Basic.

Entidades tales como: círculos, arcos y todas las operaciones de ayuda al dibujo que poseen los sistemas CAD actuales tales como: punto final, perpendicular, extensión, punto medio, intersección, extensión, etc. y operaciones tales

como: offset, insertar fillets entre líneas, cortar, mover, cambiar, borrar objetos-bloques-líneas-partes de líneas, etc. estaban ya definidas a mediados de la década 1970.

Además los sistemas existentes en la década 70 permitían hasta 7 tipos de líneas y como los plotters eran digitales hasta 8 plumas, también se podía elegir el espesor de las líneas. También existían las operaciones de dimensionamiento y escalamiento similares a las actuales

Un párrafo aparte merece las operaciones de “zoom y panning”, que transferidas de la cultura cinematográfica, conjuntamente con el perfeccionamiento de las prestaciones de las plaquetas gráficas, permitieron ampliar la interfase usuario/sistema, si bien es una hipótesis, puede admitirse que el dinamismo operativo proporcionado por las operaciones mencionadas son las que permiten pasar de las épocas “duras” de la computación gráfica a los sistemas CAD actuales.

La Computación Gráfica en las Décadas 1980-90 (Los Sistemas CAD)

Aspectos Históricos

La aparición de la Computadora Personal a principios de la década de 1980 produce un cambio profundo en todas las actividades del hombre contemporáneo. El prototipo PC XT 8086-8088¹⁷ se convierte rápidamente en un standard internacional, e inmediatamente surge desde los países asiáticos la contraparte de “compatible” que genera al principio una vasta distorsión operativa.

Simultáneamente con la aparición de la primera PC, surgen los sistemas CAD en forma embrionaria. Esto significa lo siguiente, los sistemas CAD ya existían y muy desarrollados para esa época sobre mini-computadoras¹⁸ pero las características internas de la nueva PC (nuevo sistema operativo, tipo de motherboard, tipo de bus, tipo de memoria RAM, etc.) no permitía adaptar el software existente y a partir de allí surgen los nuevos tipos de programas.

Una de las características menos conocidas fue que los sistemas CAD al principio (1980), nunca fueron pensados para ser utilizados en forma directa por los usuarios sino que nacieron para ser usados primero por desarrolladores de software que harían aplicaciones específicas según las diferentes aplicaciones.

Sin embargo cuando en 1982 se presentan estos sistemas en las grandes ferias internacionales de la computación, inmediatamente las pequeñas empresas (pequeñas en aquella época) de software¹⁹ cambian su estrategia y orientan el desarrollo del software hacia el concepto de “sistema de dibujo técnico multipropósito”, a ser utilizado directamente por los usuarios, generando a su vez drivers e interfaces que permitan la “personalización” (customization) para cada una de las disciplinas.

Esto significa que el desarrollador de software aparece en una segunda instancia y en este caso a pedido del usuario específico.

Ya en 1985 surge el concepto de “3ras. Partes” en donde un conjunto importante de desarrolladores de software realizan aplicaciones orientadas según la especialidad²⁰ a partir de programas existentes. Deben mencionarse en este contexto a otros sistemas desarrollados integralmente en la Argentina desde 1984 orientados a la ingeniería²¹ y a la arquitectura²².

Los Nuevos Paradigmas Projectuales y los Sistemas CAD

Los Primeros Desajustes

La inserción de los sistemas CAD en los ambientes académicos y profesionales produjo una situación compleja en donde todavía no se han encontrado soluciones óptimas para la integración efectiva de estos sistemas.

Esto no significa que haya un “retorno” total a los métodos tradicionales de dibujo y diseño, muy por el contrario encontramos hoy en día una activa discusión en cuanto a la forma de utilizar los “medios digitales” como amplificadores de los “medios analógicos” (manuales) enfatizando a unos o a otros según las situaciones tanto sea en el ámbito académico como profesional.

Al surgir los sistemas CAD como herramientas exclusivas de dibujo técnico todos aquellos que comenzaron a utilizarlas se encontraron al principio con la situación de que era difícil proyectar con un sistema, que para cada vértice en el espacio requería un conjunto de coordenadas x,y,z, es decir en general los sistemas CAD exigen una determinada precisión geométrica (propia de los sistemas vectoriales), imposible de cumplir en las etapas del anteproyecto sea de Arquitectura o de

Diseño.

Al principio de la década 1980 todavía no se preveía que los sistemas CAD también podían ser parte de un “sistema de información integrada” para realizar la gestión como herramienta de enseñanza o profesional. Era difícil prever la extensión del mundo digitalizado actual.

Esto significó que se siguió proyectando “tradicionalmente” y se llegaba a la digitalización una vez completado el proyecto.

Los Sistemas de Tratamiento de Imágenes, “Render” y de Animación Digital

Sin embargo ya al final de la década 1980 los nuevos sistemas de tratamiento de imágenes (pixelares) y de animación y edición digital comenzaron a abrir nuevos campos de experimentación en donde era posible “pensar creativamente un proyecto” sobre la base de modelizaciones 3D, producto de operaciones geométricas libres o reguladas en forma “booleana”.

Los sistemas “pixelares” si bien no tienen la precisión geométrica de los sistemas vectoriales en cambio permiten organizar entidades de manera mucho más creativa y para el caso de querer un diseño con precisión geométrica, se puede parametrizar esa forma exportándola a un sistema vectorial.

Ya a principios de la década 1990 era posible operar en forma iterativa entre sistemas pixelares y vectoriales lo que permitió amplificar notablemente las características creativas de los sistemas CAD en general.

Con el perfeccionamiento de las plaquetas digitalizadoras de vídeo también a principios de 1990, los sistemas de “render” y animación digital” por medio del “preview” y el “story board” se convierten en la herramienta preferida para todo tipo de simulación volumétrica (ejecutada en forma rápida), sea de Arquitectura o de objetos de Diseño Industrial o Diseño Gráfico.

Los Nuevos Sistemas CAD

A principios de la década 1990, surgen nuevos sistemas CAD en Europa y EE.UU. orientados específicamente a la Arquitectura. Estos sistemas se diferencian de los anteriores en el sentido que son “sistemas de diseño”. Estos sistemas permiten “proyectar espacialmente” porque están concebidos con nuevos algoritmos de computación

gráfica que poseen en su estructura sino la “práctica proyectual” por lo menos una visión menos restrictiva en cuanto a la configuración espacial del proyecto.

En realidad estos sistemas son principalmente “modeladores 3D” “pero también incluyen rutinas de “render y animación” y todas las rutinas de dibujo para la documentación técnica.^{23 24 25 26}

Son sistemas integrados de diseño y producción y permiten operar con formas extremadamente complejas.

Pautas del Futuro

Las Nuevas Tecnologías de la Información, los Sistemas CAD y la Realidad Virtual

Somos partícipes voluntarios e involuntarios de un mundo cuyas improntas culturales están marcadas por el crecimiento vertiginoso de los “procesos de digitalización”. Con referencias a los “soportes de información”, en 1982 comenzamos a usar los diskettes (51/4, 360 Kb) con PCXT 4-6 Mhz de velocidad, 512 Kb de memoria RAM y disco rígido de 10 Mb y creíamos que habíamos tocado el cielo con las manos, luego siguieron los de (31/2" 1,44Mb), siguieron los de 100Mb, los de 1Gb, las cintas digitales de 6-8 Mb, etc. las unidades de información en el procesamiento de imágenes animadas se miden ya en “terabytes”.

Debemos agregar a esto la información general que nos llega por las Redes LAN y WAN, la consulta casi permanente a las bases de datos existentes²⁷ en las páginas WEB. La mayoría de los sistemas CAD se actualizan o sufren pequeñas variaciones (mejoras) aprox. cada 2 meses, cada año se produce una «nueva versión», en algunos casos real y en otros relativa.

¿De qué manera desarrollamos una estrategia para poder compatibilizar la variedad, diversidad y cantidad de información que debemos procesar en esta operación simbiótica entre el hombre y la computadora?.

Existen algunos indicios que pueden contribuir a detener en parte esta acumulación de datos e información. El primer indicio está dado por el concepto del “Java Computing” en donde por medio de grandes servidores y a través de la Red podremos actualizarnos permanentemente sin necesidad de aumentar en forma continua la capacidad de procesamiento de nuestros equipos.

El segundo indicio está dado por la creciente influencia del software para "realidad virtual" en donde en el caso particular de la Arquitectura y el Diseño el proceso proyectual es ejecutado adentrándose en un "espacio visible" aunque descontextualizado.

Esto ya tiene consecuencias académicas, pasaran varios años hasta que tenga consecuencias profesionales. La concepción de los sistemas CAD cambiará profundamente ante estos nuevos requerimientos.

Desde el punto de vista académico se están modificando profundamente las pautas de la relación "enseñanza-aprendizaje". La variedad y la densidad del material educativo existente en las redes han impulsado notablemente todos los mecanismos de "auto-aprendizaje", debemos prestar suma atención a ello y canalizar positivamente las nuevas perspectivas que se abren en el campo educativo.

1. **Gastón Breyer** . Apuntes sobre Teoría de la Forma y del Color. FAU UBA 1960-61-62-63
2. **Manuel Sadosky**. Creado y Primer Director del Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas UBA
3. **Kholer W.** Psicología de la Forma. Paidós Bs.As.1960
4. **Daniel Mc.Craken** Manual de Fortran IV. 1965
5. **John C. Jones**. Métodos de Diseño. Edit. G. Gili 1970
6. La primera industria que pasó al sistema métrico en Gran Bretaña fue la de la construcción en el año 1967
7. Similar a nuestro plan Fonavi
8. **RIBA** Royal Institute of British Architects
9. **Morris Asimow**. Introduction to Design. Prentice-Hall 1962
10. (Manuales IATA e ICEO 1970-71)
11. "Performance specifications"
12. El costo de una mini-computadora a principios de 1980 era \$250.000; el costo de la PC XT en 1982 era \$8.000.
13. **I.E.Shuterland** "Sketchpad A- man-machine graphical communication system. Lincoln Laboratory MIT 1963
14. **T.E. Johnson** "Image: An interactive graphic-based computer system for spatial synthesis MIT 1970
15. **IBM** System Journal. Interactive Graphic in Data Processing 1968.
16. Es interesante destacar que el sistema argentino "CAD 32", desarrollado por el ing. Juan C.Lafosse a mediados de la década de 1980 fue ejecutado a partir del lenguaje Fortran IV.
17. Desarrollado por **IBM**.
18. **Sistema IGDS** (Interactive Graphic Design System de Intergraph), Computer Vision y Calma.
19. **JohnWalker**, autor del sistema "Autocad ". Keith y Richard Bentley autores del sistema "Microstation".
20. **Sistema M2** , conocido en el campo de la Arquitectura , desarrollado por Mario Mauer y Victor Santolo.
21. **Sistema CAD32**, autor Juan C. Lafosse, hoy utilizado también en la Arquitectura.
22. **Sistema SDAC**, autores Horacio Aiello, Constanza Blanco .
23. **Sistema Form-Z** desarrollado por el Arq. Christopher Yesios. Ohio State University. 1990 EE.UU.
24. **Sistema AIIPlan** desarrollado por el Profesor R. Nemetschek. Universidad de Munich. Alemania 1992
25. **Sistema Star** desarrollado en Bélgica
26. **Sistema ArcPlus** desarrollado en Israel
27. **Arturo F. Montagu** y Equipo. "Datarq" base de datos hipermedia de la Arquitectura Moderna y Contemporánea 1997-98 <http://www.datarq.fadu.uba.ar>