

LAS GRAFICAS COMO COMPLEMENTO DEL LENGUAJE ORAL Y ESCRITO

Alberto Licona,*
Silvestre Angoa,**
Miguel Angel Burgos**

Una gráfica es una descripción de un volumen considerable de datos representados por medio de figuras o signos, que hacen más visibles las relaciones que guardan entre sí.

Las gráficas juegan un papel de primera importancia en el desarrollo conceptual y en el análisis de los problemas que enfrenta la ciencia y la tecnología en cualquier disciplina. Son imprescindibles para establecer una comunicación efectiva y en la actualidad, configuran una parte importante de las formas comunes de expresión en la ciencia y la tecnología.

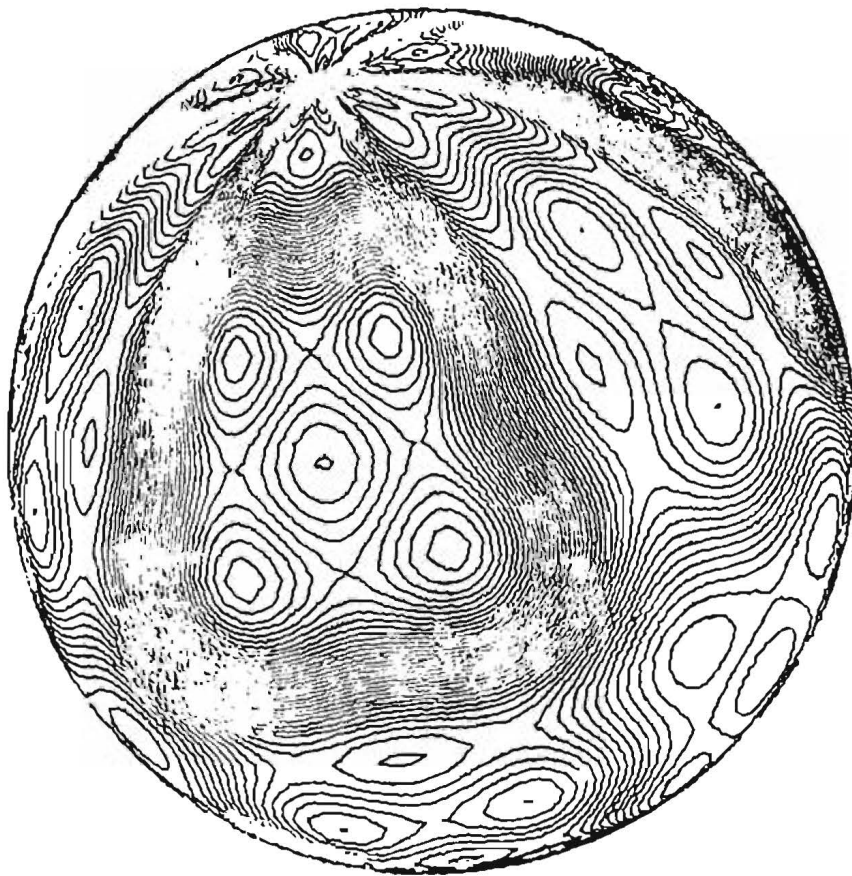
La habilidad para interpretar y elaborar una gráfica es tan determinante en el desempeño profesional de nuestros días, como la habilidad para el manejo del lenguaje oral o escrito. Con ella se conforma una extensión del pensamiento.

Algunas personas han alcanzado gran destreza para construir imágenes mentales geométricas, "piensan gráficamente" y por ello, poseen una ventaja apreciable para realizar sus modelos de la naturaleza. No obstante, la mayoría no ha sido instruida dado que nuestro sistema educativo en todos sus niveles no se ha percatado de la trascendencia de los recursos

* Centro de Aplicación de Microcomputadoras. Instituto de Ciencias UAP.

** Maestría de Ciencias del Lenguaje. Escuela de Filosofía y Letras UAP.

*** Agradecemos al Dr. Harold V. McIntosh sus valiosos comentarios.



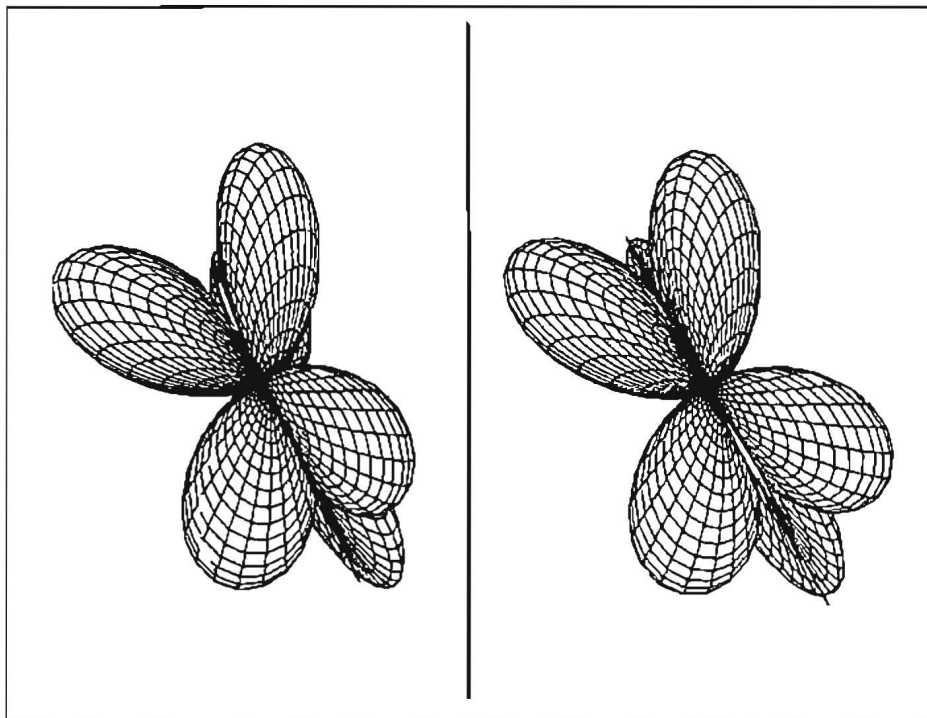
gráficos en la formación profesional.

Esto resalta la urgencia de elaborar diversas técnicas de graficado para representar imágenes, mediante accesorios adecuados de diversa índole, entre los que podemos citar desde un buen restirador con sus aditamentos, hasta una computadora, sin faltar las correspondientes técnicas y metodologías.

Por otra parte, la importancia de las técnicas de graficado se ve acentuada por el hecho de que en numerosos casos, los problemas se pueden resolver por métodos gráficos que resultan más prácticos, económicos y menos sujetos a error que los analíticos. Más aún, hay situaciones en las que los métodos analíticos no están disponibles.

No es fácil reconstruir la evolución de la producción y diseño de las técnicas y accesorios para la elaboración de gráficas, ya que escasea la información que los documentos. Como se ve, no solamente en el plano educativo se ha descuidado este asunto, sino que inclusive, en la investigación científica también se ha relegado a un segundo plano. Los orígenes de estas técnicas se pierden en la penumbra de la historia.

Uno de los primeros eventos documentados en la historia de graficación por métodos automáticos, se refiere al uso de un galvanómetro de D'Arsonval —instrumento para medir corrientes y voltajes con la analogía del movimiento angular de una aguja sobre una carátu-



la— al cual se agregó una pluma y papel en movimiento.

Con este mecanismo, se dio origen al primer graficador analógico: el galvanógrafo; el cual se utilizó a principios de siglo para realizar el registro de las oscilaciones y fluctuaciones de voltajes y corrientes de manera permanente.

Posteriormente, se emplearon tubos de rayos catódicos (cinescopios), antecesores de los instrumentos que actualmente conocemos como osciloscopios, comunes en los laboratorios. Con ellos, se pudieron obtener algunas gráficas bidimensionales, agregando el circuito puente a un osciloscopio de doble canal. Con esto fue posible obtener imágenes más sofisticadas aunque no permanentes.

Desafortunadamente, estos primeros graficadores por su naturaleza analógica carecían de precisión en sus registros y no los podían reproducir.

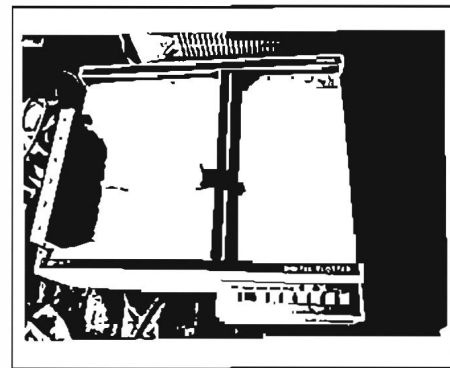
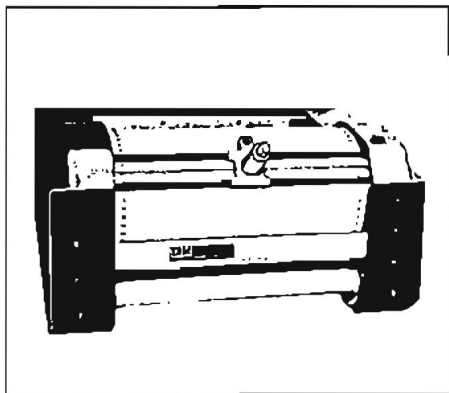
Los graficadores digitales

La innovación que verdaderamente transformó las técnicas de graficación por medios mecánicos,

fue el motor de pasos. Con los motores de pasos y los engranes de alta precisión se construyeron los primeros graficadores digitales.

Se crearon en dos variantes, los graficadores de mesa, que emplearon una pluma moviéndose en dos direcciones ortogonales sobre la mesa de trabajo y los de tambor, en los que la pluma sólo se desplaza en una dirección en tanto que el tambor aporta la segunda dirección de movimiento. Este último modelo fue diseñado por la empresa CALCOMP (*California Computer Products Corporation*) que mantuvo su predominio —y lo conserva aún— en el mercado durante muchos años.

En la actualidad, se puede encontrar en el mercado una gran



variedad de tamaños, calidades y tecnologías. Los hay en tamaño carta y también para graficar un auto al tamaño natural. Algunos modelos recientes utilizan tecnología láser sobre película fotográfica.

Los graficadores digitales rápidamente predominaron sobre los analógicos, pues ofrecieron mayores facilidades ya que permitieron obtener trazos más nítidos y precisos y la reproducción de trabajos.

Para la elaboración de gráficas no basta con tener un graficador, este debe estar conectado y controlado por una computadora y ésta a su vez por la programación adecuada.

Los programas de graficación

Cada gráfica se conforma con segmentos rectilíneos, de aquí que se haya creado una tecnología que permite elaborar una gráfica con sólo indicar las coordenadas de cada segmento; lo que resta es elabo-

rar procedimientos adecuados para describir la manera de generar las coordenadas de cada segmento.

Por ello, es conveniente preparar un paquete de programas que permitan dibujar las gráficas que uno requiere. En la actualidad, existen varios paquetes en el mercado, generalmente orientados a ciertos tipos de aplicación, como es el diseño arquitectónico, el industrial o el de diagramas de conexión para circuitos electrónicos. Citaremos entre los más conocidos a los paquetes de *Computervisión*, *Evans and Sutherland*, *Could* y *CALCOMP*.

En México, también se han desarrollado algunos paquetes para graficación entre los que destaca el paquete PLOT, elaborado por el Dr. Harold V. McIntosh. El Dr. McIntosh inició el desarrollo de este trabajo durante su estancia en el entonces INEN (Instituto Nacional de Energía Nuclear) y ha continuado la elaboración de PLOT a lo largo de más de una década.

Este paquete se ha empleado en varias dependencias e instituciones

de nuestro país, entre los que podemos citar al INEN, al IPN, la SSA, SAHOP, el IMP y nuestra UAP.

Adicionalmente, gracias al entusiasmo que Nelson H.F. Beebe de la Universidad de Utha ha imprimido para la divulgación del paquete PLOT, en la actualidad existen más de 200 instalaciones en 24 países de los 5 continentes, que lo incorporan entre sus recursos de programación.

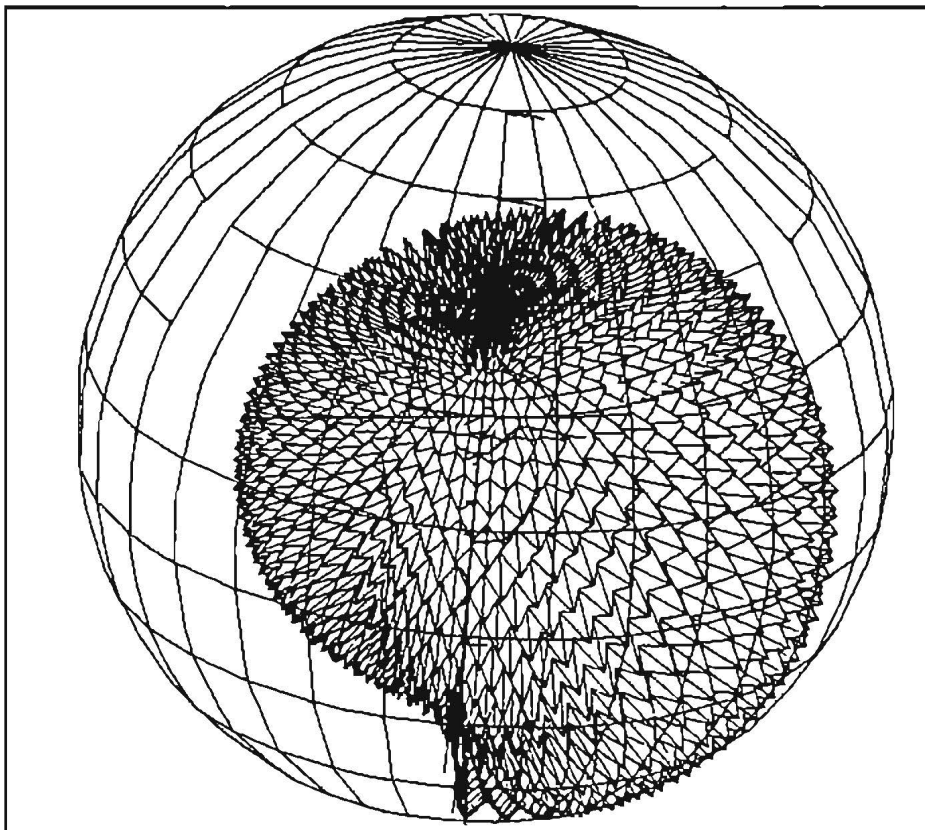
El paquete PLOT está escrito en Fortran, y se le puede encontrar en las versiones de más de una docena de fabricantes de computadoras. Contiene más de 200 000 líneas de código fuente organizadas en una gran cantidad de pequeñas subrutinas. Con ellas se pueden preparar desde gráficas simples hasta mapas de contornos y representaciones de superficies tridimensionales.

1. Gráficas simples

Aunque se describen en este grupo a los trabajos más elementales, en realidad su elaboración no es exactamente elemental, ya que además de la gráfica, es necesario agregar referencias de ella como son: ejes coordenados, escalas, etiquetas, marcas (datos) y en algunos de los casos, aplicar procedimientos de interpolación, extrapolación y suavización de los trazos.

2. Dibujos a partir de líneas

En este grupo se clasifican todos los diseños que requieren de trazos planos con líneas rectas y círculos. En ellos podemos incluir los planos arquitectónicos, eléctricos e hidráulicos de la construcción, las perspectivas, los diagramas de control de actividades, las redes de producción, los diagramas lógicos y de conexión para circuitos electrónicos, los histogramas y demás gráficas estadísticas.



3. Mapas de contorno

La obtención de mapas topográficos, generalmente de funciones de dos variables o de datos definidos en una red de puntos, es de considerable importancia en la cartografía, en la exploración geológica y en los estudios económicos y ecológicos. La definición de los datos puede ocurrir en forma irregular, pueden estar definidos a partir de tablas, o de fórmulas matemáticas; en cualquier caso, siempre es posible reducir el problema a redes regulares, interpolando cuando es irregular o suavizando con el empleo de filtros matemáticos, cuando los datos son discretos.

En la obtención de los mapas de contornos, se emplea una aproximación lineal, que utiliza el método de la triangulación. De esta manera el problema original se reduce a encontrar la intersección entre dos planos. Esto equivale a suponer que la superficie está formada por una colección de triángulos.

Los programas de contornos de PLOT aportan las ventajas siguientes:

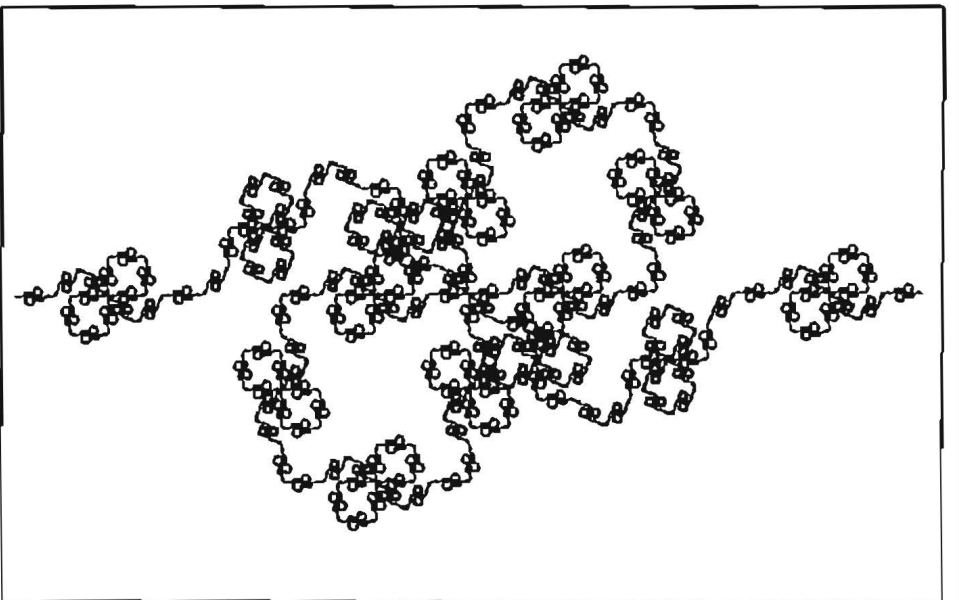
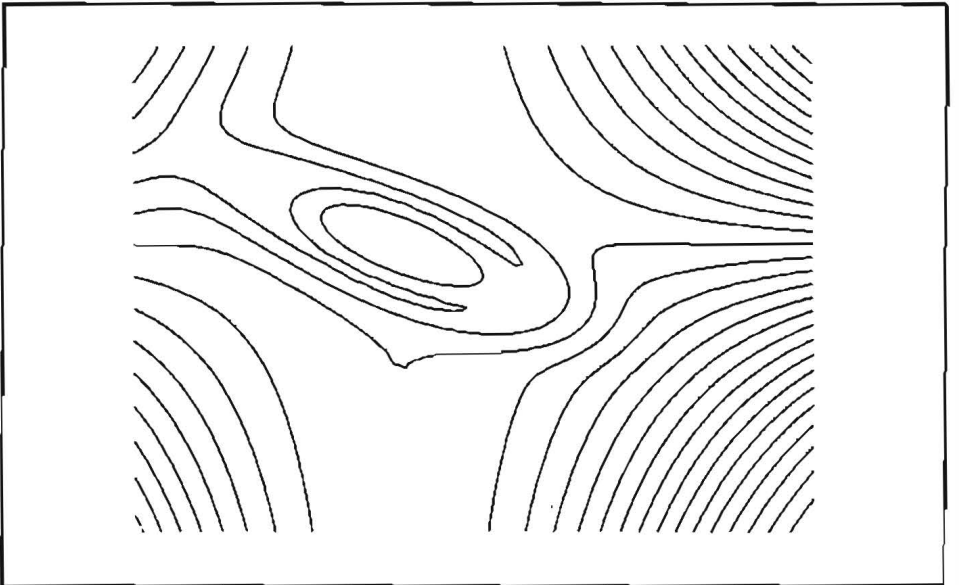
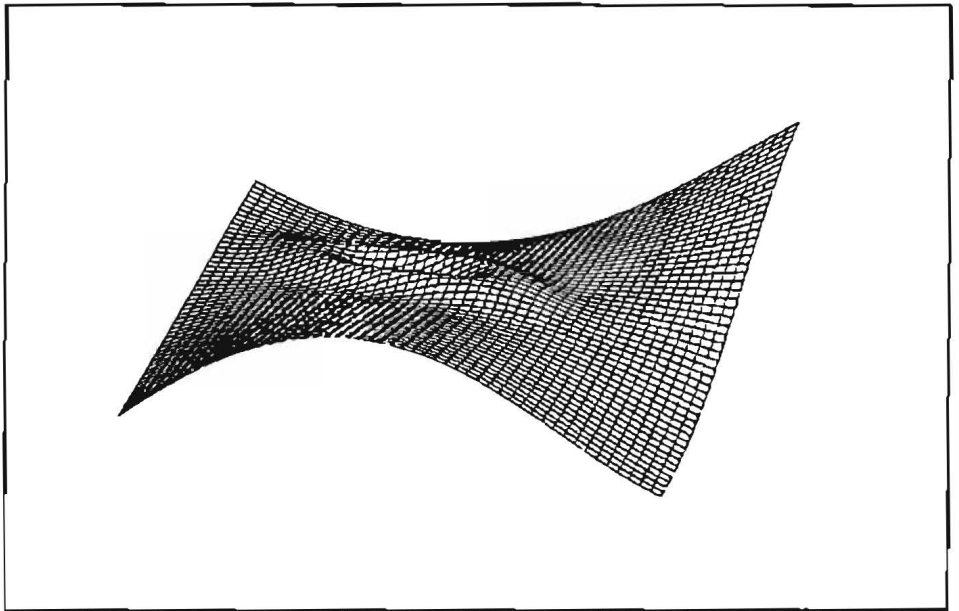
a) Uso de triángulos, en lugar de cuadros.

b) Reduce el tiempo de graficado optimizando el movimiento de la pluma al evitar movimientos innecesarios. Esto es particularmente notorio cuando se usan graficadoras con movimiento de pluma.

c) Incorpora algunas opciones para graficar los contornos de fase y valor absoluto para funciones de variable compleja.

La necesidad de una imagen tridimensional

Los mapas de contorno tienen sus ventajas y también sus desventajas, son adecuados y precisos cuando es necesario consultar coordenadas y obtener el valor numérico. Los mapas de contorno son métricos;



pero no son visuales, aunque uno los sepa interpretar, no se emociona; el aprovechamiento de un mapa de contorno es más intelectual que estético. La cercanía de las líneas en un mapa de contornos exhibe lo abrupto de una cuesta pero la impresión no es tan elocuente como puede resultar la de ver y percibir el precipicio.

Para obtener gráficas más estéticas, más ilustrativas, es conveniente dibujar perspectivas tridimensionales de la superficie. Para lograrlo, se dibujan trazos superpuestos en la superficie, en las direcciones paralelas a los ejes coordenados. Mejores resultados se alcanzan cuando la superficie se considera opaca y se suprimen las porciones de la malla que quedan ocultas por otras más cercanas al observador, esto es, cuando la representación de la superficie da una sensación de volumen.

Las primeras técnicas que se emplearon para suprimir estas porciones de la representación fueron procedimientos exhaustivos, que contrastaban la altura de cada punto de la malla contra todos aquellos que lo podían ocultar. Aunque ofrecieron los resultados esperados, requirieron una enorme cantidad de tiempo ya que si la

malla tenía 100 puntos en cada dirección, el número de comparaciones necesarias era del orden de millones.

Para realizar estos dibujos más rápidamente, se elaboraron algunos algoritmos más económicos. La rutina principal de PLOT para calcular las regiones visibles de la superficie fue resultado de la compactación, reducción, revisión y adaptación del algoritmo publicado

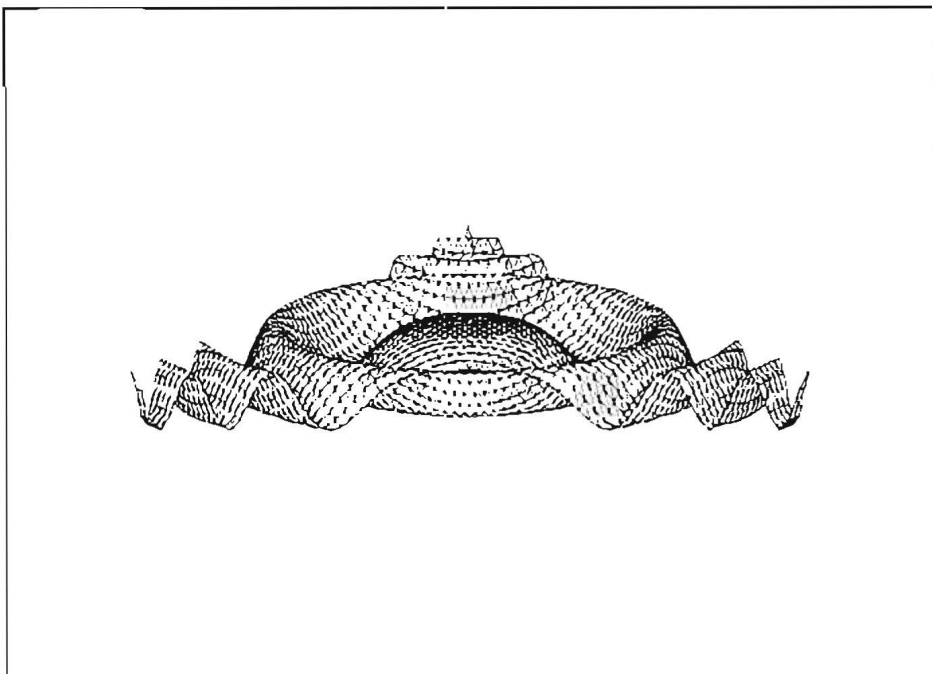
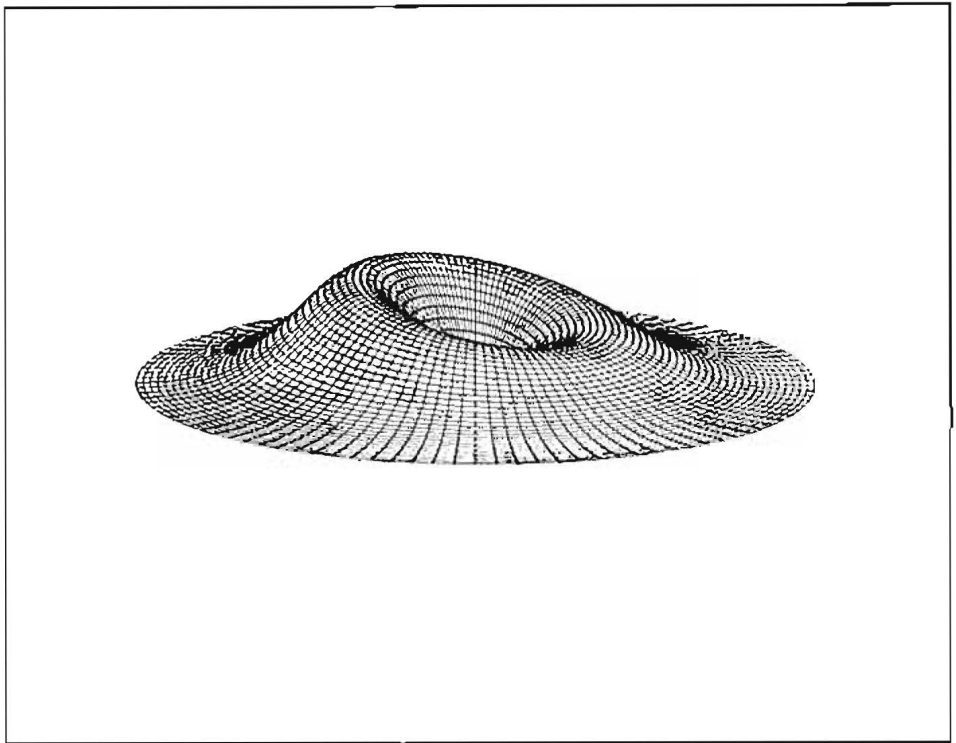
en la revista *Communications* del ACM (*Association for Computing Machinery*) en 1972 por Hugh Williamson, con algunas de las recomendaciones que se publicaron en sendos artículos de N.Y. Graham y Thomas J. Wright aparecidos en la revista *The Bell System Technical Journal* (1972) y en la revista *IEEE Transactions on Computers* (1973), respectivamente.

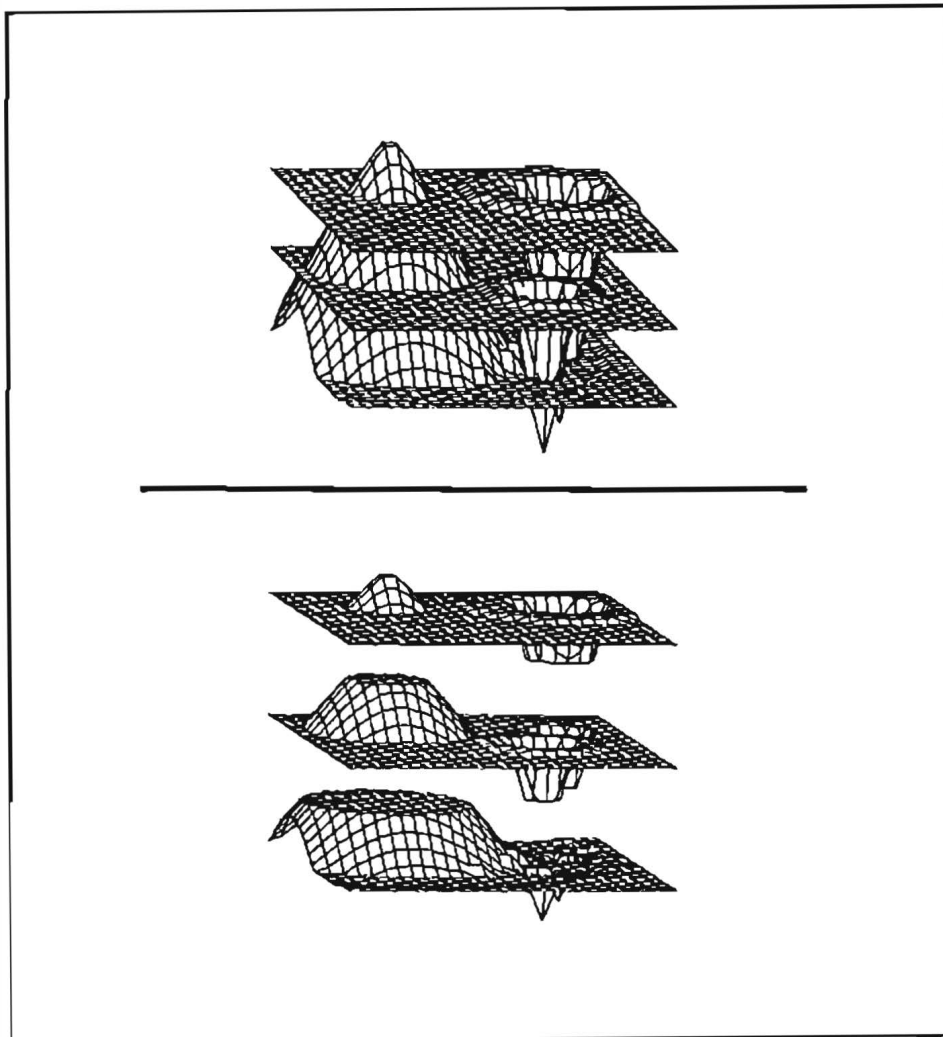
Este algoritmo considera dos aspectos principales: un orden para el trazo de las curvas y la generación de un horizonte visual.

El orden para el trazo de las curvas va de acuerdo con su cercanía al observador. De cada curva, se trazan sólo las porciones que no quedan ocultas por el horizonte visual, y se agregan al horizonte visual para el próximo trazo.

Las principales aportaciones de PLOT a las técnicas de graficado de superficies tridimensionales con líneas ocultas son:

a) Generación simultánea de los trazos en ambas direcciones. La forma característica con que el paquete PLOT genera los trazos representativos en cada dirección, le permite barrer las dos direcciones





paralelas a los ejes coordenados simultáneamente.

b) Trazo en ambas direcciones de movimiento. En la práctica esta característica del paquete PLOT reduce drásticamente el tiempo de elaboración de la gráfica ya que virtualmente duplica la velocidad de graficado, especialmente cuando se utilizan graficadores de mesa o tambor.

c) Diversos sistemas de coordenadas. Para algunas aplicaciones, sobre todo aquéllas que poseen simetrías cilíndricas, esféricas o elípticas, resulta más conveniente el empleo de otros sistemas coordenados.

d) Composición de superficies múltiples. Para dibujar funciones multivaluadas y para contrastar las características de varias superficies, el paquete PLOT ofrece una

opción que permite dibujar la composición de dos o más superficies suprimiendo las regiones de cada superficie oculta de las demás.

e) Gráficas en color. Esta facilidad ofrece al usuario una dimensión adicional con una gama muy diversa de posibilidades, permitiéndole resaltar algunos aspectos característicos de la gráfica e inclusive, con una graduación adecuada, ilustrar una dimensión más.

f) Cuerpos sólidos. A diferencia de las superficies, los cuerpos sólidos tienen una extensión finita, pueden presentar agujeros y presentarse en grupos. Un caso especial son las familias de esferas, que se utilizan para dibujar modelos geométricos de moléculas.

g) Vistas estereoscópicas. Una manera más dramática de presentar la información se obtiene con una pareja de imágenes estereoscópicas,

preparadas en correspondencia con la anatomía del ojo humano. Esta técnica es aplicable a cualquier tipo de gráfica, ya sea mapa de contornos, superficie tridimensional o volumen. Su empleo es casi obligatorio al dibujar moléculas. Para mejor aprovechamiento de este recurso se puede emplear algún sistema óptico adicional —si es que no se cuenta con la habilidad para hacerlo sin él— para obtener una imagen verdaderamente tridimensional.

Relación con REC y Convert

En la actualidad, el paquete PLOT ofrece rutinas accesorias que el usuario tiene que conjuntar para obtener las gráficas que desea. Por esto, al preparar una gráfica se invierte en ella una buena cantidad de ingenio y esfuerzo.

Con el concurso de los lenguajes de programación REC y Convert es posible formular programas, que a partir de descripciones simples, generen el programa con la secuencia de llamados a las subrutinas del paquete PLOT necesarios para cada caso específico. Esto deberá tomar en cuenta todas las combinaciones posibles: color, multiplicidad de superficies, sistemas de coordenadas. Con esto, se logrará una gran simplicidad y una considerable reducción del trabajo para elaborar una gráfica.

Como se ve, la graficación constituye una herramienta inestimable en la investigación y la producción; por esto, es conveniente aprender a pensar en los términos de esta modalidad expresiva y enriquecer así nuestra capacidad de aprendizaje y comunicación.

La Universidad Autónoma de Puebla posee la programación necesaria para capacitar a sus estudiantes en el ejercicio de esta habilidad, pero también le hace falta personal capacitado así como ampliar la disponibilidad de su equipo y planta física.