

LA APLICACIÓN DE LAS COMPUTADORAS EN GEOGRAFÍA

RESUMEN

Este trabajo presenta las posibilidades que las computadoras ofrecen al geógrafo en todos sus campos: Geografía Física, Económica y Humana. Observa la importancia de las mismas en el desarrollo de los métodos cuantitativos de la Geografía, principalmente en estudios de regionalización y distribución. Señala, por último, la necesidad del geógrafo de comprobar, por medio del trabajo de campo, el resultado de sus análisis cuantitativos.

COMPUTERS' APPLICATIONS IN GEOGRAPHY

SUMMARY

This paper presents the possibilities computers offer to the geographer, possibilities they may be applied to all fields: economic, physic or human geography. The author observes the importance of those computers in the development of quantitative methods of geography; mainly in regional and distribution studies, and stresses the need to proof the results of the quantitative analysis with field work.

LA APLICACIÓN DE LAS COMPUTADORAS EN GEOGRAFÍA

Por Josefina Morales

Las computadoras

El uso y la utilidad de las computadoras para resolver problemas distintos a los planteados en la física, las matemáticas y la ingeniería —sus campos naturales de aplicación, ya que en ellos surgieron es actualmente un hecho que no requiere demostración. Basta ver el desarrollo impresionante del uso de las computadoras en problemas de procesamiento de datos. Estos problemas se caracterizan principalmente por la cantidad de información que manejan y por sus cálculos relativamente simples, en comparación con problemas científicos que manejan menor información con mayor complejidad de cálculo. Ejemplos de los primeros problemas son el control de nómina de una empresa o el control fiscal del Estado.

Hacia 1954 se encontraban en Estados Unidos poco menos de 10 computadoras, tanto en empresas privadas como en instituciones gubernamentales; para 1957 se encontraban alrededor de 900; en 1960, 3 200; calculándose 20 000 para 1965.¹

Este desarrollo obligó a buscar distintas aplicaciones a las computadoras, dejando a un lado los prejuicios políticos, científicos y psicológicos —no sin fundamentos y no menos ciertos— sobre su uso y su utilidad. Así, a pesar de que las computadoras surgieron como respuesta

a las necesidades militares de Estados Unidos durante la segunda guerra mundial² y pueden ser un medio de colonización tecnológica; a pesar de que la posibilidad de error en la interpretación y análisis de los resultados de un problema, parece crecer al observar la cantidad de información que se maneja y la facilidad con la que se puede caer en una interpretación abstracta de una realidad; por último, a pesar de los prejuicios psicológicos, en su mayoría debidos a la ignorancia sobre las posibilidades efectivas de las computadoras, que hablan del dominio o del simple desplazamiento del hombre por la máquina, el uso de las computadoras se ha generalizado y su utilidad no puede ser negada.

Se han planteado nuevas cuestiones y resuelto problemas ya tradicionales con una velocidad fuera de las posibilidades humanas, así como se han solucionado problemas cuyas soluciones prácticas no podían realizarse.

Actualmente el uso de las computadoras es múltiple, va de la construcción y dirección de cohetes y satélites a la administración del personal o total de una empresa, resolviendo problemas de optimización de producción, tiempo de producción o costo; de cálculos estadísticos simples a la enseñanza programada; del diagnóstico médico o del estudio de sistemas físicos a la simulación de procesos sociales y

¹ Ned Chapin, *An Introduction to Automatic Computers*, Princenton, New York, D. Van Nostrand Company, Inc., 1963, p. 1.

² James D. Fahnstock, *Computers and How They Work*, Ziff-Davis Publishing Company, New York, 1959, p. 4.

económicos o a la creación artística: poética, musical, pictórica, cinematográfica, etcétera.

El desarrollo de las computadoras y sus múltiples aplicaciones provocaron, entre otros factores, que durante la década de 1960, se acelerara el desarrollo de los métodos cuantitativos aplicados a la sociología, la geografía, la psicología, la política, etcétera.

La Geografía

La cantidad y diversidad de las variables que constituyen la realidad geográfica, son factores que contribuyeron, en gran medida, al desarrollo cualitativo de la geografía, ya que es prácticamente imposible realizar con herramientas manuales auxiliares, como reglas de cálculo y calculadoras, estudios cuantitativos que manejen simultáneamente tantas variables.

El estudio de la distribución de los elementos geográficos necesita cuantificarlos, contándolos simplemente o clasificándolos de acuerdo, por ejemplo, al espacio o superficie que ocupan o al uso a que los dedican.

En Geografía Física, la Meteorología y la Climatología han usado tradicionalmente análisis cuantitativos para hacer las clasificaciones climáticas y los estudios meteorológicos. En Geomorfología e Hidrología se realizan ahora trabajos de este tipo.

Los estudios realizados sobre Geografía Demográfica requieren obviamente de métodos cuantitativos para el estudio, distribución y cálculo futuro de la población.

En Geografía Económica, el estudio de las actividades económicas y sus relaciones con el medio ambiente y la población, hacen también uso de estos métodos.

La necesidad de estudiar en forma cuantitativa los elementos geográficos y la posibilidad técnica de hacerlo, permitieron que los métodos cuantitativos en Geografía sufrieran un desarrollo acelerado, estableciéndose el uso sistemático de la estadística descriptiva, del estudio de las distribuciones, del muestreo y del análisis de factores.

A los métodos cuantitativos corresponde el uso de las computadoras. Las computadoras se han utilizado principalmente como medios técnicos que permiten realizar —al geógrafo— análisis estadísticos clásicos: medias, medianas,

desviaciones standard, etc.; calculando masivamente, por medio de una subrutina simple, los incrementos de cualquier variable censal, la constante de variabilidad de la lluvia, la población futura, los promedios anuales de temperatura y lluvia, etcétera y le han abierto la posibilidad de realizar estudios estadísticos más complicados de variancia y correlaciones, incorporando a la Geografía, entre otras cosas, el análisis de factores (factor analysis); método muy usado por los geógrafos ingleses y americanos para el estudio, principalmente, de la regionalización, y la localización industrial.

La característica más importante del uso de las computadoras como medios técnicos, es realizar operaciones en una fracción mínima de tiempo, evitando al investigador un trabajo rutinario y mecánico. Por tanto, le permiten estudiar más las causas y las consecuencias de sus resultados, le enfrentan en forma clara y directa a los problemas de interpretación de la realidad geográfica. Es por esto, que lo más importante, en este caso, es tener el marco teórico de referencia, geográfico, necesario, para seleccionar los datos que van a procesarse y poder interpretar los resultados obtenidos y no sólo el saber programar (expresar el problema y método de resolverlo a la computadora).

Como ejemplos de este tipo de aplicación se tienen el cálculo del coeficiente de variación de la lluvia para invierno y verano en el Estado de Veracruz, México, de dos estaciones meteorológicas cuyos datos correspondían a un periodo de 30 años, que se realizó en 11 segundos. Y un programa para calcular los incrementos de cuatro variables de uso del suelo (superficie total cultivada, de riego, de temporal y de jugo) de los municipios de Querétaro, México, correspondientes a los años de 1940, 1950 y 1960, que tardó 13 segundos en ejecutarse.

Este tiempo de ejecución se refiere exclusivamente al tiempo que la máquina tarda en procesar los datos, es decir, al tiempo que ocupa en realizar las operaciones necesarias.

El tiempo que la computadora tarda en hacer este tipo de operaciones y la oportunidad que da al investigador de ocupar gran parte de su tiempo en otras actividades, justifican, si no es que exigen, el uso de las computadoras como un auxiliar indispensable.

Otro ejemplo de este tipo de aplicación puede ser el análisis de la estructura y distribución de la población de un país de acuerdo a grupos de edad, actividades económicas, índices de alfabetismo, de migración, de consumo alimenticio o técnico, etcétera, que puede realizarse después de un largo proceso de recolección de datos. Posteriormente puede hacerse la comparación de esta estructura nacional con la de una región del país para encontrar sus correspondencias y sus diferencias.

Este tipo de trabajos serán realmente eficientes, evitando el proceso de recolección de datos, cuando se tengan almacenados en la memoria auxiliar de la computadora, discos magnéticos y cintas, todos los datos geográficos necesarios. Esto es, que el mismo proceso de recolección de datos se haga a través de una computadora.

Las computadoras no son, sin embargo, solamente medios técnicos que trabajan masivamente. También permiten realizar investigaciones más sofisticadas, en las que se requiere tener tanto el marco teórico geográfico, como un conocimiento mayor de las posibilidades de la máquina.

En este sentido se tienen trabajos muy interesantes en el campo de la Geografía Urbana, de la Cartografía, de la Geomorfología y de la Geografía Económica.

En Geografía Urbana se han realizado modelos de simulación del tráfico para planear el control y la distribución más eficientes del mismo. La División de Computadoras de la Thompson Ramo Wooldrige Inc. TrW³ realizó un modelo de este tipo para el distrito de Columbia, en la Ciudad de Washington en 1962. Este trabajo buscaba calcular el efecto de las señales de tránsito sobre el flujo del tráfico de la ciudad, por lo que el modelo optimiza el tiempo de duración de las señales. Puede estudiar los efectos de otros parámetros del tráfico, como calles de un solo sentido de circulación y estacionamientos.

La computadora y su equipo periférico para preparar gráficas y mapas, impresora y graficadores, están siendo utilizados en estudios de uso del suelo, de transporte y de planeación

urbana. El Dr. Arie Shahar de la Universidad Hebrea de Jerusalem dice que "el uso de la computadora en la cartografía de problemas urbanos se centra alrededor de dos etapas del proceso de planeación; la colección y el procesamiento de datos urbanos, es decir: población, uso del suelo, transporte urbano y privado, etcétera y la preparación y evaluación de varias alternativas de planeación".⁴

En cartografía las computadoras pueden intervenir tanto en el procesamiento y almacenamiento de los datos que van a ser representados cartográficamente, como en la elaboración misma de los mapas. En Estados Unidos se publicó un atlas de 20 ciudades americanas con la ayuda de una computadora y en la Universidad Hebrea de Jerusalem se elaboró totalmente un atlas urbano de Jerusalem por medio de una computadora, preparándose mapas de uso del suelo, de distribución de la población, de usos comerciales, etcétera; procesándose por ejemplo, los datos de población por manzanas de la ciudad y los usos comerciales por calles.⁵

Se calculó el tiempo promedio que tarda una computadora y un fuerte equipo de investigadores en realizar un mapa de atlas, obteniéndose una ventaja para la computadora de 20 a uno, además de la mayor precisión dada por la máquina.

Un trabajo muy interesante sobre regionalización es el realizado por J. Scudamore, P. Simmons, P. Whysall, J. Young y J. P. Cole sobre México y Perú.⁶ En él se utiliza el método de análisis de factores (factor analysis) para encontrar las correlaciones existentes entre las 28 variables manejadas y poder establecer así una regionalización.

Entre las variables utilizadas en este estudio se encuentran altitud media del Estado en metros, densidad de población, carreteras en kilómetros por cada 10 000 habitantes, número de personas por aeropuerto, aeródromo o campo de aterrizaje, número relativo de viviendas con

³ Jesse H. Katz, "Simulation of a Traffic Network" en *Communications of the ACM*, v. 6, no. 8, agosto 1963, p. 480-489.

⁴ Arie Shahar, "Mapping of Jerusalem by Computer" en *Computers and Automation*, mayo, 1970, p. 26.

⁵ *Op. cit.*, pp. 26-29.

⁶ J. Scudamore, P. Simmons, P. Whysall, J. Young y J. P. Cole, "Mexico and Peru" en *Bulletin of Quantitative data for geographers*, no. 15, marzo, 1968, Dept. de Geografía de la Universidad de Nottingham, Engl. p. 1.

servicio de agua, con un solo cuarto, población dividida de acuerdo a su actividad económica, y valor de la producción industrial.

El análisis de factores ha sido utilizado también en estudios geomorfológicos. Un ejemplo es el estudio de seis áreas del norte de Inglaterra que tienen características geomorfológicas muy diferentes, para evaluar cuantitativamente las diferencias y las similitudes geomorfológicas de esas zonas. Para caracterizar estas áreas se utilizaron 10 variables entre las cuales se encuentran el relieve absoluto, el relieve relativo, la pendiente media, la red hidrográfica, la densidad y la red de drenaje.⁷

El método del análisis de factores al manejar simultáneamente varias variables permite una descripción *más precisa y menos ambigua* de la realidad geográfica, así como una mayor objetividad en el procesamiento de los datos, cuya selección tiene cada vez más esta característica, al poder incluirse una gran cantidad de variables.

Sin embargo, la facilidad que da la computadora de efectuar este método, analizando las

relaciones y correlaciones de las variables utilizadas, puede llevar fácilmente a "estructurar correlaciones falsas, sugerir predicciones impropias o aproximaciones irreales y analogías que dan saltos injustificables dentro de diferentes dominios".⁸

Es por estos peligros, presentes en toda generalización, que el geógrafo debe comprobar sus resultados sobre el terreno, esto es: el trabajo de campo no debe ser abandonado, pues es éste el que en última instancia puede dar la valoración adecuada a los trabajos realizados por métodos cuantitativos.

En resumen, puede decirse que las computadoras en geografía, como en todas las ciencias, eliminaron al investigador un trabajo rutinario, abriéndole al mismo tiempo la posibilidad de realizar investigaciones, más elaboradas o no, que le permiten y le exigen desarrollar con mayor exactitud su sentido geográfico al seleccionar sus datos e interpretar sus resultados.

⁷ J. P. Cole y C. A. M. King, *Quantitative Geography*, Londres, John Wiley & Sons, Ltd, 1969, pp. 319-334.

⁸ Peter Hagget y Richard J. Chorley, "Models, Paradigms and the New Geography" en *Integrated Models in Geography*, University paperbacks, Londres, Methuen & Co. Ltd., 1969, p. 26.