

La utilización de la informática en la arqueología



gracias al desarrollo de los ordenadores personales cada vez más asequibles y la velocidad también más grande de los grandes computadores de los centros del cálculo y así el crecimiento del número de los usuarios, la informática ha podido alcanzar en los últimos diez años zonas marginales científicas como por ejemplo la arqueología y la pre- y protohistoria. Esta utilización va siempre en aumento. La recusación tradicional del ordenador, que era el resultado principal de la diferenciación entre las ciencias naturales y las letras, tiene cada vez menos importancia. Esta ya más claro, que en letras, las intuiciones para la comprensión de las conexiones pueden ser formuladas también en lengua matemática. El resultado es que la utilización del ordenador en el campo de las letras representa un acercamiento a las ciencias naturales, sobre todo allí donde la separación era más artificial.

Hasta la fecha la arqueología se ahogaba a menudo en el material tan abundante, que difícilmente ha podido ser publicado en su totalidad, también por no poder abarcarlo con la vista una sola persona. Las bases de datos, utilizadas por el ordenador como memoria, ofrecen un remedio a esos problemas arqueológicos. Puesto que la computadora ofrece además un sin fin de diferentes aplicaciones. Tanto en ciencias naturales como en arqueología es clásico aplicar métodos es-

tadísticos. Poco a poco son introducidos en la arqueología misma.

Las cuestiones primeras de la arqueología van siempre ligadas con tipología, cronología, corología y sociología. Los métodos modernos para su evaluación son por ejemplo el Cluster analysis y la seriación. Cuando se conocen la tipología, cronología, corología y sociología pueden ser formuladas las cuestiones ligadas con la historia.

Dado el espacio limitado de este texto sólo queremos dar aquí una visión general de la utilización del computador en la arqueología y mostrar con tres ejemplos el empleo concreto. No trataremos de la estadística en general, sino solamente de su aplicación específica en la arqueología. Queremos también demostrar cómo la colaboración de la arqueología y las ciencias auxiliares puede dar resultados productivos.

Tipología y cronología

En arqueología, antes de cada investigación ulterior, lo más importante es la cronología. Todos los resultados obtenidos pierden su importancia sin tener una sólida base cronológica. Por ejemplo las

Peter STADLER
Museo de Historia Natural,
Viena.

discusiones sobre los problemas sociales son solamente fingidas una tras otra y no son el resultado de la existencia contemporánea de diferentes grupos sociales. Una datación absoluta puede ser obtenida sólo por monedas como **terminus post quem**, por el análisis de C-14 o por la dendrocronología. La utilización de la estadística combinada con los hallazgos entrega por medio de la seriación, una cronología relativa.

Uno de los instrumentos utilizados para la elaboración de una cronología relativa es la tipología. Los tipos funcionales —es decir todos los instrumentos con utilización diferente— son separados según sus características en el máximo número de subtipos. En el método clásico el arqueólogo compara después de preparar la tipología los hallazgos y ensaya su orden con respecto al desarrollo temporal. Se determinan grupos de hallazgos con inventarios parecidos y se delimitan los contemporáneos de los objetos encontrados en una unidad, por ejemplo en una tumba, fueron enterrados en el mismo momento y probablemente utilizados en el mismo tiempo. Como los objetos de una función se cambiaron con el tiempo —por razones de moda y de desarrollo tecnológico— y formaron diferentes tipos, es decir una serie tipológica. Cuanto más frecuentes son las combinaciones de tipos diferentes, tanto más grande es la probabilidad, de que fuesen producidos aproximadamente en el mismo momento. Queremos demostrar este método clásico con un ejemplo: cuatro hallazgos (números) contienen cuatro tipos (letras).

Lista 1

hallazgo 1 con los tipos C, D
hallazgo 2 con los tipos A, B
hallazgo 3 con los tipos B, C
hallazgo 4 con los tipos D

Se puede expresar también así:

Lista 2

tipo A está contenido en el hallazgo 2
tipo B está contenido en los hallazgos 2,
3
tipo C está contenido en los hallazgos 1,
3
tipo D está contenido en los hallazgos 1,
4

En general—aparte de casos especiales— hay dos posibilidades:

- (1) los cuatro hallazgos son contemporáneos
- (2) los cuatro hallazgos son sucesivos

A continuación tomamos sólo el caso (2) y podemos concluir:

Los hallazgos 2 y 4 no tienen un tipo común, por eso existe una distancia temporal. Lo mismo se puede decir para 1, 2 y también para 3 y 4. Los hallazgos 1 y 3 contienen ambos el tipo C. Tienen por tanto una conexión y son sucesivos en el tiempo. Lo mismo ocurre con los hallazgos 2 y 3 con el tipo B y también para 1 y 4 con el D.

Mostraremos ahora la identidad de este método clásico con la seriación. Por ello dibujaremos las distancias en un diagrama:

2.....4
2.....1
3.....4
3...1
2...3
1...4

o juntos en una misma línea:

2...3...1...4

La secuencia de los hallazgos tiene que ser 2, 3, 1, 4 o al revés 4, 1, 3, 2. Con la misma argumentación puede ser explicada la secuencia de los tipos como A, B, C, D o al revés D, C, B, A. De los datos de arriba no se puede concluir, que secuencia es la histórica. Para tomar una decisión es necesario —por ejemplo con ayuda de datos estratigráficos o un rudimentario tipológico— obtener más información.

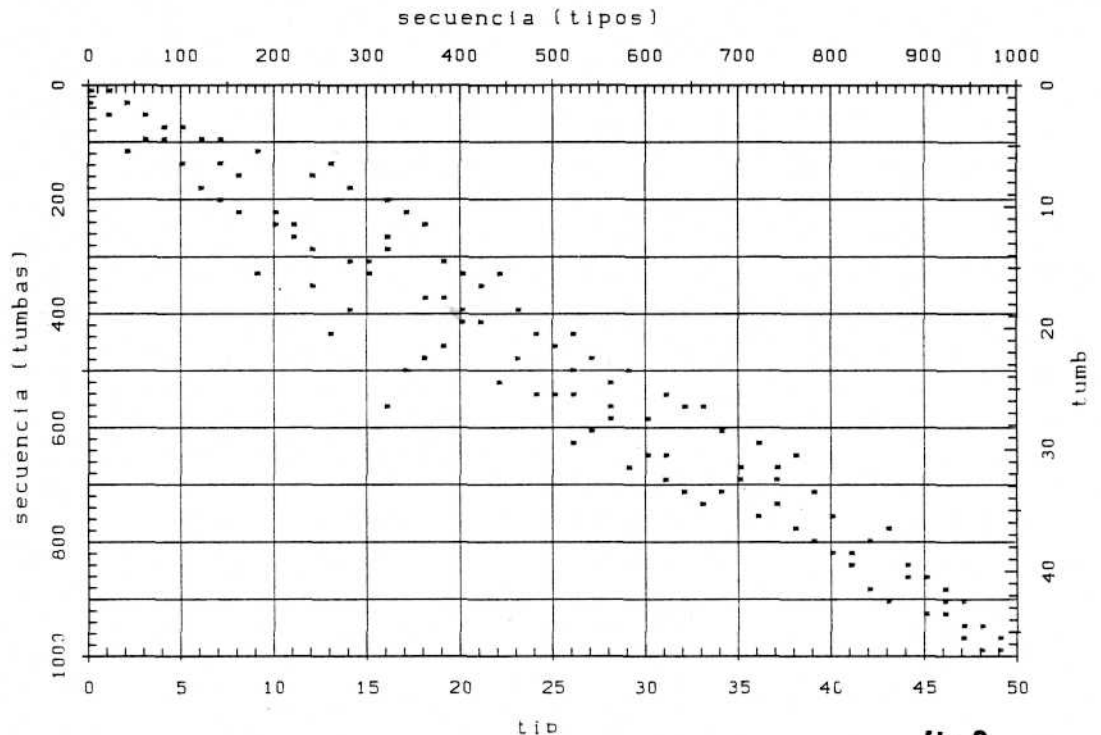
Al transponer esta secuencia en una gráfica, se obtiene un esquema (fig. 1) numérico rectangular (llamado matriz). Los hallazgos son situaciones en las líneas y los tipos en las columnas. Las incidencias muestran que tipo se contiene en que hallazgo, y al revés, concentrándose alrededor de la diagonal principal, de la izquierda arriba hasta la derecha abajo.

Es muy fácil encontrar la secuencia de estos pocos hallazgos y tipos para la argumentación. Sin embargo se tiene que escribir mucho para probarla. Por ello

	A	B	C	D
2	●	●		
3		●	●	
1			●	●
4				●

fig. 1

*La utilización
de la
informática
en la
arqueología*



Petrificación de Volders

fig. 2

queda claro, que la argumentación cronológica de un material más amplio tiene que ser mucho más extensa. Además es fácil cometer errores omitiendo conexiones, etc. Para el lector se hace un poco difícil seguir esta larga argumentación.

Existen otros accesos a la cronología mucho más fáciles. Se necesitan solamente conocer y formular los principios de la cronología y ordenar esta matriz siguiendo un método mecánico, que puede ser realizado por un ordenador.

La seriación —en este caso específico: la petrificación— realiza la ordenación de la matriz automáticamente y el resultado es la matriz óptima concentrada según las incidencias cerca de la diagonal. Así es posible obtener una cronología aceptable sin que intervengan conceptos subjetivos.

En la fig. 2 se presenta el resultado de la seriación en un cementerio de la Edad del Hierro de Volders en el Tirol (Austria), con 47 tumbas y 50 tipos. En las líneas se ven los tipos y en las columnas las tumbas. Las incidencias son marcadas con un '*' y se concentran cerca de la diagonal.

Al conocer la cronología de un cemen-

terio se puede reconstruir su desarrollo. La secuencia puede ser registrada en un mapa del cementerio. Se pueden así cartografiar también los tipos u otros datos arqueológicos. Por otra parte se puede estudiar también el desarrollo de los tipos.

2 Sociología

Conociendo la cronología es posible escoger variables diferentes, aquellas que tengan probablemente una gran correlación con el estado social del inhumado. A través del Cluster Analysis se pueden formar grupos, que es posible interpretar como grupos sociales.

En la selección de las variables es útil también emplear los conocimientos proporcionados por las ciencias auxiliares, como por ejemplo la antropología. La combinación más fácil es la de la determinación del sexo. El procedimiento correcto es encontrar estados o tipos arqueológicos típicos para un sexo determinado antro-

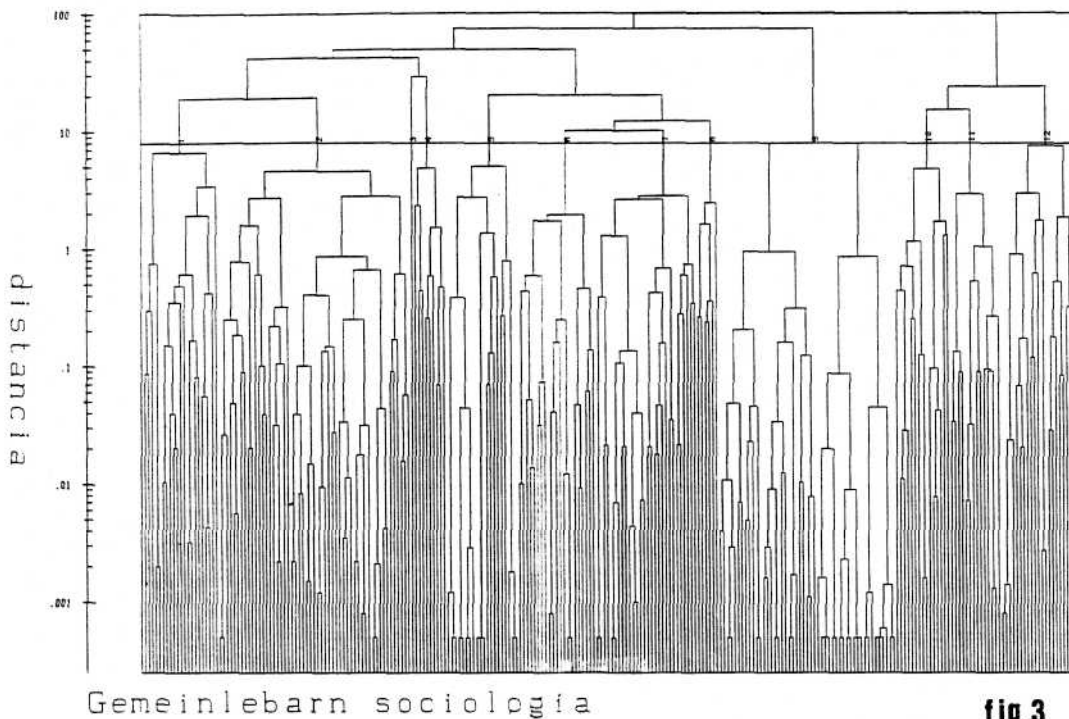


fig.3

pológicamente. Cuando existen estos estados en las tumbas, o bien estos tipos, entonces es posible determinar también el sexo global en aquellos casos en los que no existen datos antropológicos. Así el sexo global obtenido podrá ser aplicado en todos los cálculos ulteriores.

En el ejemplo siguiente hemos utilizado los datos de 258 tumbas del cementerio de Gemeinlebern (Austria Baja), de la Edad del Bronce inicial. Los parámetros siguientes son los empleados en la investigación: el volumen de la tumba, el sexo (global) y la edad del inhumano, la distorsión de la tumba y la riqueza de los objetos enterrados.

Estas variables deben ser más especificadas: el sexo se había determinado al principio antropológicamente, en segundo lugar según la orientación del inhumano (los hombres con la cabeza al norte, las mujeres al sur), en último lugar si no existía ninguna de estas informaciones el sexo se determinó según los objetos del interior de las tumbas. La edad es el medio de intervalo para la determinación antropológica. La distorsión fue determinada según la dimensión de la dislocación de los huesos humanos. La riqueza pudo ser atestigua-

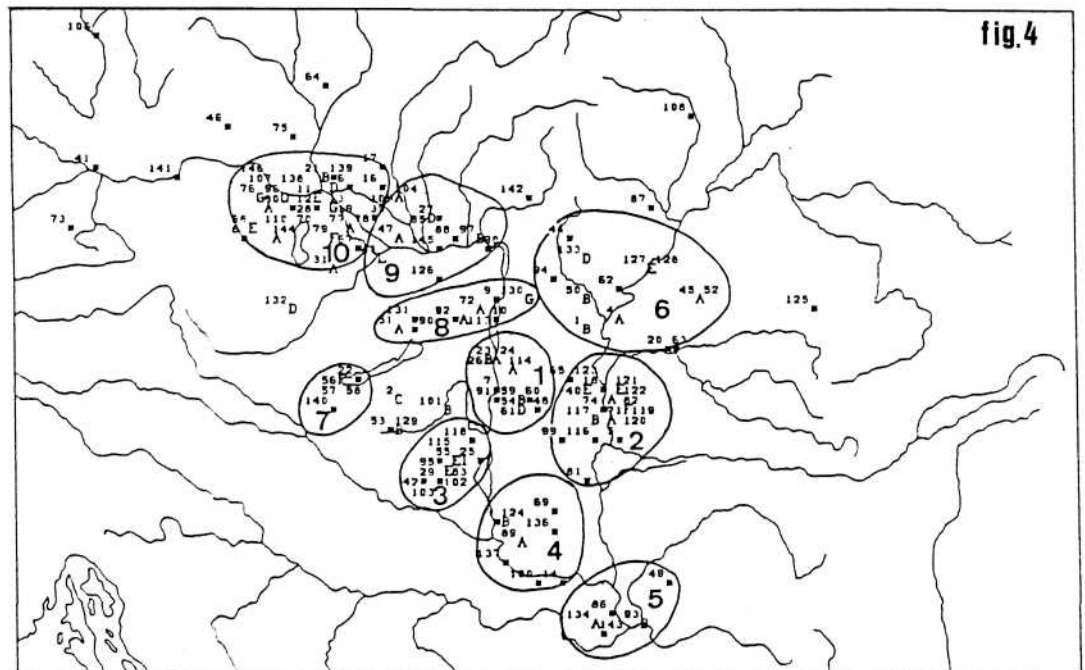
da por la cantidad de objetos de valor: bronce, ámbar y hueso tallado.

El Cluster Analysis utilizó el método de Ward. Como coeficiente de similitud era empleada la distancia euclídica. Esta se puede imaginar como la distancia espacial en un espacio de cinco dimensiones, que corresponde a las cinco variables. En este análisis se empieza con las tumbas singulares y se agrupan las dos tumbas o grupos de tumbas tantas veces como sea necesario para que al final quede un único grupo. Este proceso puede ser demostrado en una gráfica de dendrograma.

El número natural de los grupos o clusters era calculado como 12, eso quiere decir, que esta partición es la óptima. La fig. 3 muestra el dendrograma. En la ordenada logarítmica —al empezar abajo— se sitúa la distancia y en la abscisa las tumbas. En una distancia de aproximadamente 8 hay una línea horizontal, que determina el final del proceso de agrupación con 12 grupos, correspondiente a la partición óptima.

La formación de grupos (clusters) se puede explicar muy fácilmente. La división general muestra los tres grupos, hombres, mujeres y niños.

*La utilización
de la
informática
en la
arqueología*



Para los niños existe una división ulterior, según el sexo y la edad. Las niñas del cluster 11 son ricas, los niños del cluster 12 son pobres pero de la misma edad. Además hay una separación de los niños sin diagnóstico del sexo del cluster 9 y el grupo mixto de los niños pequeños del cluster 10. Para los adultos el estado social es responsable de la formación de los clusters. En el vértice superior de la pirámide social se sitúa la tumba 6 dado su volumen (cluster 3), en que fue inhumado probablemente un hombre.

Los hombres pueden ser divididos en dos grandes grupos. El primero contiene los clusters 1 y 4, en total 30 individuos, que tenían tumbas especialmente grandes. Las tumbas del cluster 1 estaban gravemente afectadas y por eso contenían sólo pocos objetos. Las tumbas del cluster 4 también distorsionadas prácticamente de la misma manera pero estas contenían objetos muy ricos.

El segundo cluster es el 2 con 53 personas. Las tumbas eran muchos más pequeñas y a pesar de una distorsión mucho menos importante que la del cluster 1 no contenían casi objetos.

Para las mujeres la situación es parecida. El primer grupo más rico es el cluster 7, con 28 individuos. Por un lado están rodeados de las tumbas más grandes y por el otro —a pesar de una grave distorsión— muchos objetos.

Otro grupo, de un nivel social menos elevado lo forman los clusters 5 y 6 con 41 individuos en total. En el cluster 5 se sitúa una gran distorsión y en el 6 una

pequeña. Fueron hallados muy pocos objetos. El cluster 8 contenía las tumbas más pequeñas, en cuyo interior no apareció prácticamente nada dada la distorsión sufrida.

Para los hombres existe una proporción de pobres a ricos de $53:28=1.9:1$, para las mujeres de $47:28=1.7:1$. Por tanto los resultados son prácticamente los mismos.

Es posible cartografiar estos clusters en el plano del cementerio, para poder observar si existen agrupaciones de ricos o no. Los resultados sociológicos pueden ser utilizados para estudiar otros fenómenos dependientes como es por ejemplo la alimentación. En este caso en los hombres se observó una diferencia muy grande y significativa en lo que a la estatura respecta entre el grupo rico y pobre. Además estudiando los datos arqueológicos y antropológicos es posible estudiar las familias, generaciones, etc.

3. Cordoba

Las bases de datos ofrecen enormes posibilidades para el estudio de grandes espacios. Cuando se hace una seriación de un material en un gran espacio, que necesita tener límites bien marcados, es posible reconstruir el proceso de colonización.

Por otra parte es también practicable el estudio de los territorios con una distribución de un taller o de una costumbre sepulcral. A ello se unen los problemas como el comercio o la migración.

La fig. 4 muestra el mapa de distribución de las guarniciones de un cinturón en forma de grifo de época avara tardía (primera mitad del siglo vm d. de C.j. Se pueden distinguir hasta 10 grupos, entre ellos se sitúan espacios vacíos. A primera vista parece que los grifos se distribuyen de forma regular. Al seguir investigando de forma más exacta, se precisan otra serie de diferencias. El criterio es la proporción de todas las tumbas masculinas de este periodo, que pueden ser fechadas por medio de los grifos. En los grupos 1-5, 7-8 y 10 esta proporción equivale aproximadamente 2. Por el contrario en la región 6 equivale a 4 y en la región 9 equivale a 5. Se hace posible de este modo demostrar que no en todas las regiones el grifo era utilizado de la misma manera. Además se puede investigar la distribución de los diferentes tipos de grifos. La idea elemental es que en todo espacio cuando una distribución no es fortuita, cuando por ejemplo es posible ver un punto acumulativo, éste puede ser interpretado como la región de difusión de un taller o de un artesano.

Cuando se señalizan en un plano —en nuestro caso— los 30 tipos de grifos, se ve que las distribuciones son a menudo las mismas como los grupos de la fig. 4. Así queda claro —aunque expresado simplifícadamente— que trabajaban 10 talleres simultáneamente. Quizás estos diez grupos de colonización deban ser puestos en relación no sólo con diferentes talleres sino también con diversos grupos étnicos; pues sabemos que los avaros eran un pueblo poliétnico.

El futuro desarrollo de estos métodos cuantitativos en la arqueología realizados a través de un ordenador queda como un sistema para expertos, que pueden ayudar mucho al arqueólogo simplifícando el trabajo mecánico y proporcionando resultados más objetivos. Además quedará más tiempo para las cuestiones históricas de la arqueología. Esperamos con estas páginas haber podido demostrar un poco las inmensas posibilidades que ofrece el ordenador al arqueólogo.

Bibliografía

- James E. DORAN y Frank Roy HODSON. **Mathematics and Computers in Archaeology**, Edimburgo 1975; 381 páginas.
- Thomas ECKES y Helmut ROSSBACH, **Clusteranalysen. Studentext**, 1980, 124 páginas.
- Klaus GOLDMANN, **Zwei Methoden chronologischer Gruppierung**, Acta Praehistorica et Archaeologica, 3, 1972, págs. 1-34.
- Klaus GOLDMANN, **Die Seriation chronologischer Leitfunde der Bronzezeit**, Berliner Beiträge zur Vorgeschichte, 7, 1980, 796 páginas.
- Ian GRAHAM, **Spectral Analysis and Distance Methods in the Study of Archaeological Distributions**, Journal of Archaeological Science, 7, 1980, págs. 705-729.
- Bernd GREGOR y Manfred KRIFKA, **Computerfibel für die Geisteswissenschaften. Einsatzmöglichkeiten des Personalcomputers und Beispiele aus der Praxis**, München 1986, 282 páginas.
- Peter IHM, **Statistik in der Archäologie**, Archaeo Physika, 9, 1978, 679 páginas.
- David G. KENDALL, **A statistical approach to Flinders Petrie's sequence dating**, Bull. Int. Stat. Inst., 40, 1963, págs. 657-680.
- René LEGOUX, **Le recours á l'informatique: La chronologie relative par permutation matricielle automatiques**, en: Patrick Périn. **La Datation des tombes Mérovingiennes**, Hautes Etudes Medievales et modernes, 39, 1980, págs. 138-755.
- Clive ORTON, **Mathematics in Archaeology**, Londres 1980.
- J. D. RICHARDS, N. S. RYAN, **Data processing in archaeology**, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge 1980, 232 páginas.
- H. A. SNEATH P. y R. R. SOKAL, **Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification**, San Francisco 1973.
- Peter STADLER, **Was ist "Spatial Analysis" in der Archäologie?**, Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft, CXV, págs. 163-168.
- Peter STADLER, **Möglichkeiten statistischer Untersuchungen im Vergleich Archäologie, Anthropologie und Zoologie bei der Analyse bronzezeitlicher Gräberfelder im Traisental**, en: J. W. Neugebauer, **Mensch und Kultur der Bronzezeit**, Viena 1987, págs. 95-101.
- Edward Martin WILKINSON, **Techniques of Data Analysis-Seriation Theory**, Archaeo Physika, 5, 1974, págs. 1-142.
- David WISHART, **Clustan IC User Manual**, Londres 1975. 725 páginas.
- Helmut ZIEGERT, **«Kombinations-Statistik» und «Seriation». Zu Methode und Ergebnis der Bronzezeitchronologie** K. Goldmanns, Archäologische Informationen, 5, 1983, págs. 21-52.