

Uso de la computadora en investigaciones arqueológicas a través de la aplicación de paquetes estadísticos

María de Lourdes Fournier / Patricia Fournier G.

En la actualidad el empleo de la computadora resulta cada vez más amplio, dándose no sólo en los campos tradicionales de las ciencias exactas y administrativas, sino también en las ciencias sociales. En el caso de la arqueología, se han efectuado diversas investigaciones en las que el uso de bases de datos y programas estadísticos resulta una herramienta que apoya la labor del especialista en la materia.

Muchos de estos trabajos son el fruto de una labor multidisciplinaria en la que el especialista en matemáticas, estadística o computación apoya y asesora al arqueólogo en la creación de archivos de datos, escritura de programas de computadora, procesamiento de datos e interpretación de resultados. Este tipo de trabajo requiere la búsqueda de un lenguaje común para lograr un planteamiento claro del problema y de los resultados que se desea obtener, labor que exige un esfuerzo muy especial.

En la medida en que el experto en matemáticas aplicadas conozca mejor las necesidades del investigador social y éste tenga conciencia de las limitaciones y exigencias que plantea el manejo estadístico de datos utilizando computadora, el trabajo multidisciplinario será más expedito y fructífero.

Es necesario hacer énfasis en que el tamaño y complejidad de cualquier fenómeno social, ya sea que se trate de hechos actuales o históricos, hace necesario su análisis estadístico, independientemente de la metodología con la cual se estudie el fenómeno. Una de las causas

del uso cada vez más difundido de la estadística es el desarrollo de la tecnología en el ámbito de la computación, cuya simplificación operativa y gran capacidad de manejo de información permite efectuar el procesamiento de grandes volúmenes de datos con rapidez y exactitud.

Tanto en la fabricación de equipo (hardware) como en la parte de programación (software), se ha logrado conseguir una notable disminución en el costo de producción y uso de estas máquinas, que se han vuelto cada vez más fáciles de adquirir y manejar.

El desarrollo de los equipos de cómputo ha pasado por diferentes etapas, desde las calculadoras mecánicas hasta las computadoras de microcircuitos. Las primeras computadoras electrónicas funcionaban a base de tubos de vacío o bulbos, de poca duración, mucho volumen y aumento de temperatura al trabajar; a pesar de esto, presentaban ventajas con respecto a las máquinas electromecánicas al operar a mayor velocidad y ser más durables y confiables debido a la ausencia de componentes mecánicos para realizar las funciones de cálculo, pero su programación era lenta y complicada y sólo la podían realizar expertos. Al incorporarse el empleo de transistores en la fabricación de computadoras, disminuye la temperatura de operación del equipo y por ende aumenta la duración de las partes, se reducen las dimensiones de las máquinas y aumenta su capacidad y rapidez de funcionamiento; empiezan a usarse lenguajes de programación de alto nivel, como FORTRAN Y COBOL, que son más fáciles de aprender y aplicar, pero la programación sigue siendo labor de especialistas. Al sustituirse los transistores por circuitos integrados, el tamaño de las computadoras disminuye aún más y de nuevo aumentan velocidad y duración, además de simplificarse el mantenimiento; cabe mencionar que un diminuto chip de circuito integrado incluye el equivalente a varias decenas o cientos de transistores (Fournier y Quiroz 1985).

Gracias a los microprocesadores de gran capacidad y bajo costo, los sistemas actuales han hecho posible que las microcomputadoras lle

güen a hogares y oficinas. Esto a su vez ha propiciado importantes cambios en la forma de programar la máquina, ya que al requerirse resolver las necesidades de una gran cantidad de usuarios no especializados han proliferado los llamados "paquetes de computación", que no son otra cosa que conjuntos de programas diseñados para resolver problemas de un área específica de aplicación (por ejemplo contabilidad, diseño arquitectónico, cálculo de estructuras en ingeniería, graficación, estadística aplicada y otros) con reglas de acceso comunes y exigencias mínimas en cuanto a conocimientos matemáticos y de programación.

Uno de estos paquetes, el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), está diseñado para el cálculo de las estadísticas de uso común en ciencias sociales. Para utilizarlo no es necesario el empleo de un lenguaje especial de programación, sino que se realiza un tipo sencillo de programa en el que, de acuerdo con las reglas del paquete, se especifican las variables que van a procesarse, sus características y el tipo de cálculos deseados.

Mediante la aplicación del paquete SPSS es posible determinar todo tipo de frecuencias, tanto generales como selectivas, obtener tablas de doble entrada de dos o más dimensiones, calcular diversas medidas estadísticas (por ejemplo medidas de tendencia central), determinar relaciones causales entre variables y efectuar ciertos tipos de predicciones basados en procedimientos estadísticos. También es posible hacer modificaciones permanentes o temporales de archivos de datos, obteniéndose nuevas variables que son combinaciones matemáticas o lógicas de variables ya existentes, recodificar variables y efectuar muestreos o ponderaciones de dichos datos (Nie et al. 1975: 1).

En SPSS, un caso es la unidad básica de análisis para la cual se han obtenido mediciones (Idem.). Para aplicaciones en arqueología, un caso es a menudo un tiesto o tipo cerámico, pero también puede ser una unidad más grande como una región, un sitio, una estructura ar-

quitectónica o material recuperado de una excavación según su posición estratigráfica o contexto arqueológico. Cada unidad o caso está compuesto por diferentes variables, mismo que se convierten en el objeto del análisis estadístico.

Dentro de una investigación específica, cada caso tendrá un valor para cada una de las variables. Por ejemplo, podrían considerarse: pasta, técnica de manufactura y técnica decorativa para caracterizar un tiesto; ubicación, materiales y técnicas constructivas, plan arquitectónico y función para diferentes estructuras de un sitio bajo estudio; clase de sitio, situación geográfica-ambiental y temporalidad de asentamientos, para investigaciones a nivel regional.

La captación de variables para su procesamiento usando el paquete SPSS implica su codificación empleando caracteres numéricos o alfanuméricos. Las variables numéricas pueden codificarse para que tomen valores enteros de uno o más dígitos, o tengan parte decimal, y en las variables alfanuméricas uno o más de los caracteres pueden no ser numéricos, es decir letras o caracteres especiales (Ibid.: 22).

Después de haber dado un panorama general sobre las características del equipo actual de cómputo y los paquetes de computación que facilitan el trabajo del usuario no especializado, se presentarán tres ejemplos de aplicación del paquete estadístico SPSS en investigaciones arqueológicas en México.

Para el catálogo de objetos cerámicos en la bodega de Palenque se generó un archivo de datos al que aplicó la subrutina "FRECUENCIAS" (Fig. 1) o FRECUENCIAS, complementada con la de "CROSSTABS" o TABLAS CRUZADAS, aplicación que también se hizo con los archivos referentes a material del exconvento de San Jerónimo y de diferentes sitios en Sonora, como más adelante se expondrá en detalle, a fin de obtener conteos y porcentajes referentes a cada una de las categorías o atributos de los objetos en consideración, o bien para comparar pares de atributos en forma bidimensional o multidimensional.

En el caso de Palenque tan sólo se procesaron 40 casos, cada uno caracterizado por un máximo de 16 variables referentes a atributos cerámicos, procedencias y complejos cerámicos, es decir un volumen de datos que puede manejarse sin necesidad de procesamiento electrónico y de un paquete poderoso como el SPSS. No obstante, es conveniente hacer notar que esta aplicación concreta del SPSS presenta grandes ventajas desde el punto de vista didáctico, ya que por tratarse de una colección de materiales arqueológicos diversos, el archivo de datos a pesar de ser pequeño presenta una amplia variedad de atributos, sin que por ello las claves resulten de difícil comprensión.

Del procesamiento de los datos mencionados se obtuvo la siguiente información relevante (Fournier y Fournier, en prensa):

- 1.- Distribución espacial de materiales por estructuras arquitectónicas del sitio.
- 2.- Distinción en términos de representatividad de ciertas clases de formas cerámicas en relación con tendencias generales en el área maya durante el Periodo Clásico.
- 3.- Comparación de frecuencias de formas con funciones de carácter utilitario con formas asociadas con estatus social.
- 4.- Asociación temporal de los objetos según complejos de apogeo del sitio.

El segundo ejemplo de aplicación del SPSS se refiere al análisis de materiales cerámicos de importación, producidos en Oriente y Europa, que se recuperaron en las excavaciones del ex-convento de San Jerónimo en la ciudad de México. Dada la gran diversidad de atributos cerámicos, se manejaron en dos archivos de datos, el primero con 23 variables para 2252 casos y el segundo con 21 variables para 1170 casos (Fournier 1985: 162-223).

Además de emplear las subrutinas "FREQUENCIES" y "CROSSTABS" se aplicó otra de las subrutinas del paquete SPSS, "BREAKDOWN" o DESGLOSE, para obtener sumas totales correspondientes a la variable depen-

diente (peso de material) en relación con variables independientes (como técnica decorativa, tipo de pasta, color, lugar de manufactura por país, etc.), lo que dio como resultado los pesos en gramos de cada uno de los posibles valores de las variables independientes. Igualmente mediante los DESGLOSES se determinaron diferencias temporales en focos de intercambio, además de acceso a bienes de alto costo asociados con estatus socioeconómico.

Con el análisis de frecuencias obtenidas se llegó a las siguientes conclusiones (Ibid.:332-339):

- 1.- De fines del siglo XVI a fines del XIX México estuvo incluido en patrones de intercambio característicos de la época, regidos por los países europeos mercantilistas en un primer momento y desde fines del siglo XVIII por las potencias capitalistas industrializadas, además de que en México existió un número considerable de consumidores de la clase media con acceso a bienes importados de costo asequible.
- 2.- Los artículos más representados en la muestra indican un sector mínimo de la población con acceso a bienes de alto costo, es decir de la clase alta.
- 3.- Los hábitos de consumo de la clase media mexicana y las europeas fueron semejantes en el periodo de interés.
- 4.- El auge de las relaciones comerciales Nueva España-Oriente ocurrió desde fines del siglo XVI hasta el primer cuarto del XVII, disminuyendo al transcurrir dicha centuria tal vez debido a los problemas políticos en China y a la retracción económica a nivel mundial, sin llegar a recuperarse el intercambio con Oriente durante el siglo XVIII, probablemente por el florecimiento de la tradición de mayólica novohispana y por la entrada al mercado nacional de manufacturas europeas de bajo costo, puesto que su producción se dio en contextos industrializados.

La tercera aplicación del SPSS en arqueología se refiere al estu-

dio de materiales históricos de Sonora, primordialmente cerámica, vidrio y metal, para cuyos atributos se manejaron un máximo de 11 variables codificadas en 129 casos (Figs. 2 y 3). Para el análisis de los materiales arqueológicos recuperados en recorridos de superficie en sitios históricos, algunos también con fases prehispánicas, de la frontera pima-ópata (Braniff 1986) resultó interesante la aplicación del SPSS para un estudio a nivel regional cuyo objetivo fue inferir, del análisis estadístico de los datos que se desprenden del material arqueológico, características ocupacionales de los diferentes asentamientos, así como su temporalidad, para hacer una comparación con la información existente en fuentes escritas (Fournier y Fournier, 1985).

En sí los materiales se recolectaron en misiones, visitas, presidios, reales, haciendas y rancherías, clases de asentamientos que según el registro histórico sufrieron modificaciones a través del tiempo y tuvieron funciones diferentes a nivel regional para el control ideológico y económico de la población indígena, o bien para la producción y extracción de recursos mediante la explotación de la fuerza de trabajo.

De las interpretaciones obtenidas a partir de "CROSSTABS" a manera de ejemplo puede mencionarse que:

- 1.- En una de las misiones, fundada a mediados del siglo XVII y con ocupación hasta nuestros días, aun cuando se identificaron materiales tempranos del primer periodo de ocupación histórica del sitio, éstos son escasos frente a los del siglo XVIII y del XIX, y la presencia de materiales del presente siglo indica ocupación del asentamiento hasta épocas recientes, lo cual coincide con la información histórica.
- 2.- En un presidio, establecido a fines del siglo XVII, con el análisis de frecuencias se postuló el apogeo del sitio para el siglo XIX, aunque hay evidencias mínimas de ocupación para el siglo XVII; aumentando para el XVIII e inclusive una continuidad del asentamiento hasta el siglo XX.
- 3.- Para un real fundado a mediados del siglo XVII y que fuera

destruido a mediados del XVIII, las frecuencias indican mayor intensidad ocupacional para el siglo XVII y abandono del sitio en el siglo XIX.

- 4.- Por último, en el caso de una hacienda con ocupación de la segunda mitad del siglo XIX según el registro histórico, a pesar de que hay evidencias de ocupación desde el siglo XVIII hasta épocas recientes, los materiales de esta centuria son escasos en comparación con los del siglo pasado.

Las interpretaciones anteriores se basan sólo en materiales arqueológicos diagnósticos, es decir aquellos cuya cronología pudo definirse según tipología comparativa. Dichas interpretaciones se realizaron considerando como representativa la muestra para los periodos de ocupación de los sitios, aunque por tratarse de colecciones de superficie, en definitiva sólo con excavaciones controladas en contextos no alterados podrá determinarse la temporalidad de los asentamientos, además de sus características ocupacionales de acuerdo con la presencia de materiales de alto costo, y por ende, asociados con estatus socioeconómico. Por lo anterior, las interpretaciones son susceptibles de modificarse en la medida que se cuente con una muestra más grande para cada uno de los sitios, en forma tal que pueda lograrse una visión regional comparativa más amplia y precisa (Idem.).

Aun cuando en los tres ejemplos de aplicación del SPSS que se han descrito los resultados del procesamiento electrónico se han limitado a la obtención de conteos o frecuencias (absolutas o relativas) simples y multidimensionales, sin que el análisis estadístico sea exhaustivo, a partir del cuidadoso análisis de listados se llega a cuantificaciones, tan detalladas como la investigación lo requiera, de los atributos intrínsecos al material arqueológico, dando así una base objetiva para llegar a la interpretación de procesos sociales a través del tiempo.

BIBLIOGRAFIA.

Braniff, Beatriz

1985

La Frontera Pima-Opata de Sonora. Tesis
Doctoral, UNAM, México.

Fournier, Ma. de Lourdes y

Gerardo Quiroz

1985

Introducción a la computación. Mecanoes-
crito. Universidad Autónoma Metropolitana,
Xochimilco, Taller de Matemáticas.

Fournier, Patricia

1985

Evidencias Arqueológicas de la Importación
de Cerámica en México con base en los Mate-
riales del ex-convento de San Jerónimo. Te-
sis de licenciatura, ENAH, México.

Fournier, Patricia y Ma. de

Lourdes Fournier

en prensa.

Catálogo de objetos cerámicos en la bodega
de Palenque, Chiapas. CEM, UNAM, México

1986

"Catalogación y periodificación de materia-
les históricos de misiones, presidios, rea-
les, estancias, rancherías y haciendas de
Sonora." Apéndice en Braniff, 1986.

Nie, N.H., C.H. Hull, J.G.

Jenkins, K. Steinbrenner y

D.H. Bent

1975

Statistical Package for the Social Sciences.
McGraw-Hill Book Company, New York

SPSS BATCH SYSTEM

FILE PAL

CATALOGO DE OBJETOS CERAMICOS

PROC PROCEDENCIA

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
ED XIV	1.	2	5.0	7.1	7.1
NORTE V	2.	7	17.5	25.0	32.1
PROB NORTE V	3.	1	2.5	3.6	35.7
T CRUZ FOLIADA	4.	2	5.0	7.1	42.9
MONT FUNERARIO I	5.	2	5.0	7.1	50.0
T XVIII	6.	3	7.5	10.7	60.7
T XIII	7.	1	2.5	3.6	64.3
GPO III	8.	2	5.0	7.1	71.4
NORTE IV	9.	3	7.5	10.7	82.1
XVIII A	10.	5	12.5	17.9	100.0
NO ESPECIFICADA	11.	12	30.0	MISSING	100.0
	TOTAL	40	100.0	100.0	

VALID CASES 28

MISSING CASES 12

Fig. 1 Tabla de FRECUENCIES o FRECUENCIAS de objetos cerámicos en la Bodega de Palenque según procedencias (edificios).

```

1  JOB MHSO, XV025/LHC.XSP1;OUTCLASS=LP1
2  !RUN SPSS.PUB.SPSS
3  FILE NAME      MHSO "MATERIALES HISTORICOS DE SONORA"
4  VARIABLE LIST  SITIO, PROC, PERIODO, MAT, MANUF, ACABADO, TECDEC,
5                COLOR, COFON, OBJETO, FREQ
6  INPUT FORMAT  FIXED(F5.0, 1X, A2, 1X, F1.0, 1X, 4(A2, 1X),
7                2(F2.0, 1X), A1, 2X, F2.0)
8  INPUT MEDIUM  DISK(DATAEXP)
9  MISSING VALUES  PROC ('ND'), PERIODO ('9'), MANUF ('ST'),
10                ACABADO (' ')
11  VAR LABELS    PROC PROCEDENCIA/
12                MAT PASTA O MATERIAL/
13                MANUF MANUFACTURA/
14                TECDEC TECNICA DECORATIVA/
15                COFON COLOR DEL FONDO/
16                FREQ FRECUENCIA
17  VALUE LABELS  PROC ('M')MEXICO ('S')SONORA ('P')PUEBLA
18                ('T')TONALA ('C')CHINA ('I')INGLATERRA
19                ('I?')PROB INGL ('F')FRANCIA ('F?')PROB FRAN
20                ('H')HOLANDA ('H?')PROB HOL ('A')ESPANIA
21                ('A?')PROB ESPANIA ('IH')ING U HOL ('PB')PS BAJOS
22                ('UR')EUROPA ('U?')PROB EUR ('E')EUA
23                ('E?')PROB EUA ('PU')PROB PBAJOS ('ND')NO DETERMINADA/
24                PERIODO (1)SXVII (2)FXVII-PXVIII (3)SXVIII
25                (4)FXVIII (5)FXVIII-PXIX (6)SXIX (7)FXIX
26                (8)SXX(9)INDEFINIDO/
27                MAT ('BA')BARRO ('MY')MAYOLICA ('LP')LOZA PERLA
28                ('LW')LOZA BLANCA ('PO')PORC OPACA ('GR')GRES
29                ('PD')PORCELANA ('VR')VIDRIO ('CR')CRISTAL
30                ('MAT')METAL ('CO')CONCHA ('HU')HUESO ('MT')METAL/
31                MANUF ('TO')TORNEADO ('ML')MOLDEADO
32                ('MO')MODELADO ('PR')PRENSADO ('SO')SOPL LIBRE
33                ('SM')SOPLADO MOLDE ('CO')CORTADO ('LA')LAMINADO
34                ('FG')FORJADO ('TR')TROQUEL ('MA')MAQUINADO
35                ('GT')GRAB Y TALL ('FU')FUNDIDO ('ST')SIN TRABAJAR/
36                ACABADO ('AL')ALISADO ('PU')PULIDO ('BR')BRUNIDO
37                ('VI')VIDRIADO ('BA')BANIO ('VB')VIDRIADO Y BANIO
38                (' ')SIN ACAB/
39                TECDEC ('A')SIN DEC ('B')DEC MOLDEADA ('C')PINT
40                ('C1')PINT S BARNIZ ('C2')PINT B BARNIZ
41                ('D1')IMP TRANSF B BARNIZ ('E')ESTARCIDO
42                ('F')LITOGRAFIA ('G')CALCOMANIA
43                ('H')SELLADO ('J')INCISO ('K')INC Y PINT/
44                COLOR, COFON ('0')SOLO COFON (1)AZ (2)AZ Y NEG
45                (3)AZ Y AM (4)AZ MAR Y AM (5)AZ Y VER (6)AZ DIF
46                (7)AZ TURQ (8)AZ TURQ LECH (9)CREMA (10)AM
47                (11)AM Y VER (12)MAR Y VER (13)MOR (14)NEG
48                (15)NEG, ROS Y VER (16)DGRADO (17)DOR Y ROS
49                (18)ROS (19)ROS Y VER (20)ROS, AZ Y VER
50                (21)ANARANJ (22)ANARANJ Y VERDE (23)ROJ
51                (24)ROJ, AZ Y VER (25)VER (26)VER Y NEG
52                (27)VER, NEG Y MLUS (28)VER, AM Y MAR
53                (29)BLAN Y NEG (30)BLAN (31)FAM VER
54                (32)FAM ROS (33)MAR (34)POLICROMO
55                (35)MOR LECH (36)BLAN LECH (37)SIN COLOR
56                (38)VER Y ROJ (39)ROJ Y NEG/
57                OBJETO ('F')FRAGMENTO ('P')PZA COMPL

```

Fig. 2. Programa para el manejo electrónico de materiales históricos de Sonora.

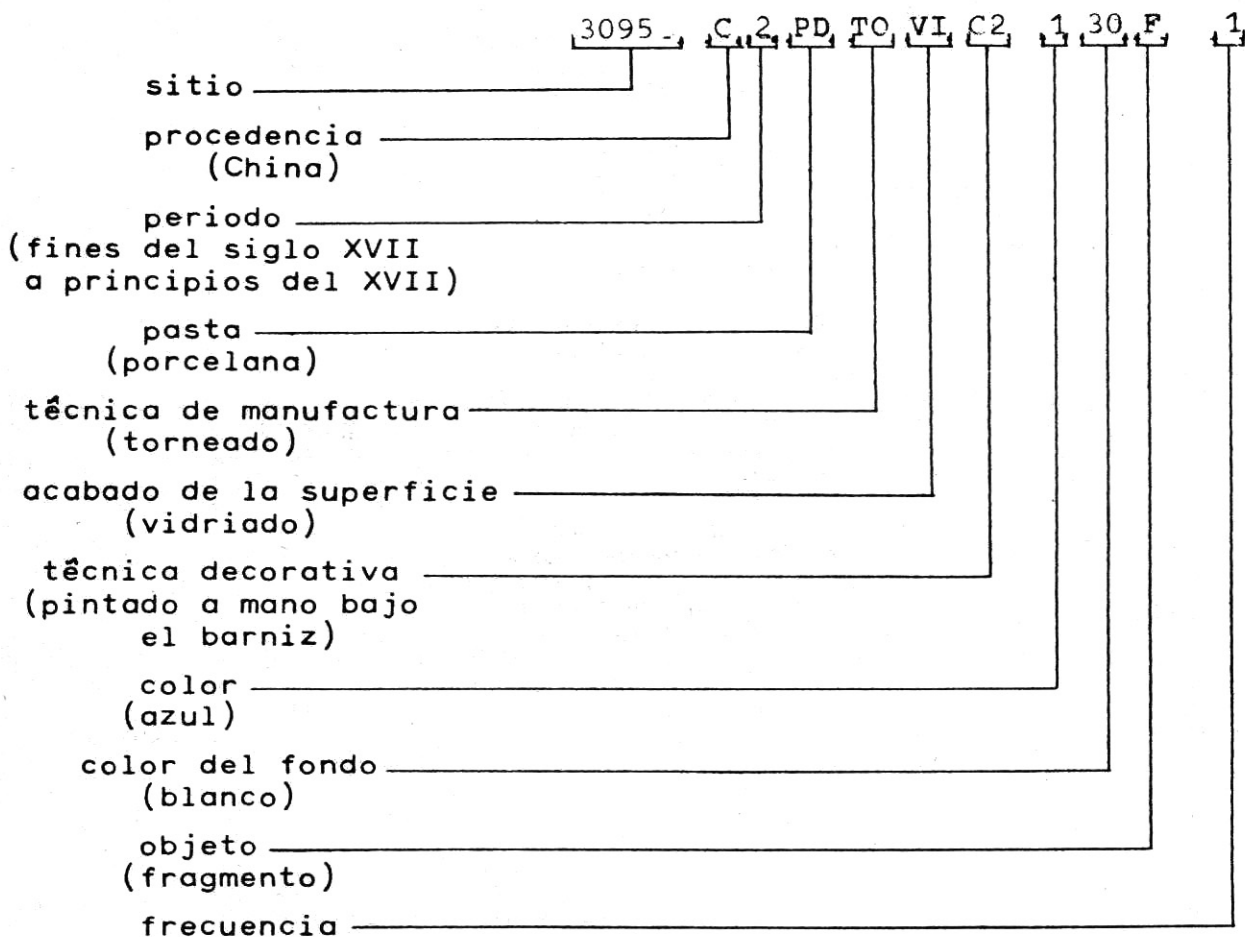


Fig. 3. Parte del archivo de datos de materiales históricos de Sonora.