

El uso del Análisis de Correspondencia Simple (ACS) como ayuda en la interpretación del dato en arqueología. Un caso de estudio.

Francisco Javier Fernández O.

*Dpto. de Teoría y Métodos, Escuela de Antropología,
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales,
Universidad Central de Venezuela, Caracas.*

Resumen

A través de un ejercicio práctico se presenta el análisis de correspondencia simple, técnica de análisis de datos aplicado al estudio de la cerámica. A través de un ejercicio práctico se muestra el procedimiento a seguir para la utilización de dicha técnica

Palabras claves: Análisis de Correspondencia simple, Análisis de Datos categóricos, arqueología, análisis cerámico.

Abstract

The author presents, with a practical exercise, the simple correspondance analysis as a technic of data analysis applied to the study of ceramics. Through a practical exercise , the author shows the procedure to be followed for the utilization of this technic.

Key words: simple correspondance analysis, analysis of categorical data, arqueology, ceramic analysis.

“...conocer los fundamentos teóricos de un procedimiento estadístico es una condición necesaria, pero no suficiente para poder aplicar de forma correcta un análisis, y lo que es más importante, para ser capaz de aprovechar el caudal de información que dicho análisis puede proporcionarnos”
Máxima estadística en Etzeberría et al, 1995: 30

Introducción

Una vez superadas las tendencias especulativas y puramente descriptivas en los estudios arqueológicos, uno de los objetivos fundamentales de muchos investigadores es el de lograr diseñar (o aplicar) posibles modelos que contribuyan en la caracterización o interpretación de los restos arqueológicos (líticos, cerámicos, óseos, etc.) provenientes de los yacimientos arqueológicos de una manera más *“objetiva”*. Llegar a esto, ha llevado cientos de páginas en revistas y en libros dentro de la literatura arqueológica internacional.

En el caso que nos atañe, hemos podido observar como lectores de la literatura arqueológica venezolana, que independientemente del problema que se desarrolle en las distintas investigaciones, el análisis estadístico realizado sobre los restos culturales se fundamenta principalmente en técnicas descriptivas que no requieren de cálculos muy complicados (como por ejemplo: proporciones, porcentajes de aparición, medidas de tendencia central, dispersión, entre otros). Conformándose el investigador (aparentemente) con la simple descripción y comparación de los materiales recuperados a través de análisis uní o a lo más bi dimensional. Estos tipos de análisis, si bien son necesarios realizarlos, porque permiten un primer acercamiento a las características del material trabajado, muchas veces, no son siempre los más adecuados para la solución de los problemas propuestos, ni para lograr los objetivos

planteados en dichas investigaciones, como se ha podido constatar en diferentes publicaciones.

La evolución progresiva y sostenida de la informática en los últimos 20 años, ha permitido que las técnicas de análisis multivariable se hayan introducido con fuerza en el campo de las ciencias sociales. Si se observa en especial la literatura de la arqueología internacional veremos cómo desde Doran y Hodson (1975) y Orton (1988), Shenan (1992) cada vez son más los profesionales en el área incluyen en sus artículos más espacios a la interpretación de sus datos con la aplicación de tales técnicas estadísticas.

En Venezuela, los trabajos de investigación en que se apliquen técnicas de análisis multivariados en datos arqueológicos prácticamente son inexistentes². Se podría indicar que estos se iniciaron tímidamente a finales de los 70', cuando Tarble³ (1982) realiza un estudio comparativo entre las colecciones cerámicas de Santa Ana (Estado Trujillo) y de Lagunillas (Estado Zulia) a través de una clasificación taxonómica⁴, posteriormente Arvelo (1979) aplica la misma técnica y describe los atributos característicos de la alfarería Arauquinoide perteneciente al sitio de Tucuragua, (Estado Guarico)⁵. Hacia finales del siglo XX, gracias al avance tan significativo de las computadoras y al desarrollo de nuevos paquetes estadísticos aplicados especialmente a las ciencias sociales, surgen trabajos en los que se aplican el análisis de Correspondencia Múltiple en el análisis cerámico (Gómez, 1994, Fernández, 1997).

El propósito de este trabajo es mostrar por medio de un ejercicio ilustrativo la utilización de una herramienta estadística tan importante como es el *Análisis de Correspondencia Simple o Binaria (A.C.S.)*, a fin contribuir con ello a la divulgación de técnicas estadísticas de uso no tan tradicional en la arqueología venezolana, pero que, como se indicó, se vienen aplicando desde hace mucho tiempo en las ciencias sociales.

I.- El Análisis de Correspondencia

El análisis de correspondencia es una técnica de análisis exploratorio de datos diseñado para tablas de doble entrada (correspondencia simple) y tablas de múltiples entradas (correspondencia múltiple) que presentan algún tipo de relación entre las filas y las columnas. Al mismo tiempo es una técnica descriptiva de análisis multivariable de datos usada para la simplificación de datos que presentan dificultad para su descripción o comprensión.

Es de útil aplicación en trabajos exploratorios donde son pocas o inexistentes las hipótesis previas del comportamiento de la población, tanto en las vertientes correlaciones como experimentales (Cornejo, 1988: 99)

El nombre de análisis de correspondencia es una traducción del francés “Analyse des correspondances”, el cual fue propuesto en los años 60’ por el físico-matemático francés Benzécri, con el fin de definir, describir e interpretar el análisis a través de un gráfico geométrico. Esta técnica analiza los datos tal como fue diseñado por algunos precursores de la estadística entre los destacan Pearson, Guttman, Fisher, los cuales, sin embargo no pudieron llevar a cabo los cálculos por la carencia de instrumentos que permitiesen cálculos matemáticos tan complejos como los que puede hoy en día realizar las computadoras. (Benzecri 1982; Foucart 1984; Crivisqui, 1993; Greenacre, 1992, 1993; Etxeberria, 1995; William *et al*, 1997).

En los años 80’, con el desarrollo de las computadoras a un nivel más “popular”, este tipo de análisis se fue expandiendo con un gran auge entre los investigadores de las distintas disciplinas de las ciencias naturales y sociales. Al mismo tiempo se fueron diseñando y perfeccionando un mayor número de *software* estadísti-

cos (SPSS, SYSTAT, MINITAB, SPAD.N, entre otros), los cuales se ponían al alcance de los investigadores de una manera mucho “más amigable” en su manejo y presentación. Uno de los aspectos técnicos que contribuyó más al acercamiento *software*-investigador fue el desarrollo y la masificación del sistema operativo “Windows” en el campo de las microcomputadoras y la eventual inserción de dichos programas en el entorno Windows, permitiendo así el manejo de dichos paquetes de una manera mucho más versátil y menos engorrosa.

Los investigadores de hoy en día se encuentran ante un “nuevo mundo” en el cual tienen ante sí, una forma diferente de acceder al dato, informatizado [...*descentralizado, interactivo, y cuyas capacidades gráficas...*] se han ido desarrollaron rápidamente (Crivisqui, 1993:5).

El análisis de Correspondencia es concebido como una técnica estadística diseñada para analizar:

§ **Tablas de Contingencias** Muy característica en el ámbito de las ciencias sociales. Esta consiste en el cruce de dos variables que agrupan a los “individuos” en una serie de categorías.

§ **Tablas de Frecuencias** En las filas se puede tener una serie de atributos o características que corresponden a los objetos/sujetos que parecen en columnas. Las celdas pueden expresar, en términos absolutos o relativos, el grado de aceptación de cada objeto/sujeto, el nivel de asociación de cada característica a cada objeto/sujeto, etc.

§ **Tablas de Valoración** Los valores en lugar de venir expresados en frecuencias absolutas o relativas lo están en puntuaciones numéricas obtenidas para cada uno de los atributos.

§ **Tablas con otras medidas de correspondencia** Entre filas y columnas y referidas a su similitud, afinidad, confusión, asociación, interacción, distancia, etc.

§ **Tablas múltiples** En las que se pueden tener tres o más entradas, estilos de vida, ambiente social, atributos sociales.

El análisis de correspondencia genera espacios factoriales en función de la información presente tanto en las filas como en las columnas, mediante relaciones matemáticas, obteniéndose de esta manera “*la mejor representación simultánea*” entre las modalidades que conforman las diferentes variables en estudio. (Etxeberría *et al* 1995; 4; Phillips 1995; Cuadras 1996:317)

Los requisitos que deben cumplir las tablas de datos que se analizan bajo este método, son:

- a) Los datos que contienen las tablas deben ser todos positivos;
- b) las magnitudes en la tabla deben ser del mismo orden;
- c) Tanto las filas como las columnas de la tabla deben ser susceptible de ser sumadas.

Un ejemplo arqueológico: Comparación entre la forma y la zona de decoración en la cerámica de Lagunillas, Estado Zulia.

En el presente trabajo, se utilizó a manera de ejemplo el material cerámico de la alfarería de Lagunillas, estado Zulia (Tarble 1982), a fin de que, tantos los estudiantes como los investigadores en arqueología, puedan apreciar en un contexto real, la aplicación del análisis de correspondencia Binaria.

El análisis se realizó sobre las dimensiones “forma” y “zona de decoración” establecidas y definidas por dicha autora en su estudio (tabla IV en Tarble 1982: 58).

El yacimiento de Lagunillas fue excavado por la Dra. Wagner entre 1973 y 1974 y analizado posteriormente por Tarble. Este yacimiento se encuentra ubicado en el antiguo fondo del Lago de Maracaibo a dos

kilómetros al Oeste de su orilla actual. Según las fechas radiocarbónicas se ubica a Lagunillas en el período II (1000 A.C. - 300 D.C.) de la cronología establecida por Cruxent y Rouse (Tarble, 1982: 34-35).

La cerámica de Lagunillas esta constituida por 2.550 bordes, los cuales están agrupados en un total de 20 formas cerámicas, presentando en ellos 14 zonas de decoración diferentes (6 de ellas son el producto de las combinaciones entre zonas), ambas dimensiones son descritas a continuación:

1) Zonas de Decoración:

- (V1) Sin decoración
- (V2) En el terminal del labio o pestaña
- (V3) En el labio o pestaña (exterior)
- (V4) En el labio o pestaña (interior)
- (V5) Desde el labio hasta la inflexión
- (V6) Debajo de la inflexión (exterior)
- (V7) Debajo del labio, sin inflexión (exterior)
- (V8) Debajo del labio, sin inflexión (interior)
- (V9) Combinación de 2 y 4
- (V10) Combinación de 2 y 7
- (V11) Combinación de 7 y 8
- (V12) Combinación de 2 y 5
- (V13) Combinación de 5 y 6
- (V14) Combinación de 3 y 6

2) Forma del Borde:

Forma 1 (FOR1)

El borde de esta forma es directo, a veces con el labio engrosado por dentro y ligeramente saliente. Posiblemente corresponde a un plato rectangular.

Forma 2 (FOR2)

Los fragmentos de esta forma son de bordes directo o saliente con el labio romo engrosado en la parte externa. Parece corresponder su forma a boles abiertos de paredes salientes y base redondeada.

Forma 3 (FOR3)

Esta caracterizada por bordes con pestaña saliente, a veces casi horizontal. Los labios redondeados están engrosados por el labio exterior. La reconstrucción de la forma parece reflejar boles abiertos con pestaña, algunos más llanos que otros.

Formas 4 y 5 (FOR4 y FOR5)

Se caracterizan por labios directos, romos o ligeramente engrosados por el interior, con paredes verticales o entrantes. Estos bordes forman parte de boles de boca abierta o ligeramente cerrada.

Forma 6 (FOR6)

Son de boca muy irregular, lo cual dificulta determinar su orientación. El labio es romo o ligeramente engrosado. A pesar de su difícil reconstrucción y apoyándonos en comparaciones con otros estilos posiblemente los bordes podrían pertenecer a boles mas o menos llanos de boca irregular.

Formas 7 y 8 (FOR7 y FOR8)

Este grupo se ha dividido en dos subgrupos. Los del grupo 7 son bordes de pared entrante con una inflexión que les une con la base. Los labios son redondeados o recortados con un solo saliente. La forma 8 difiere de la 7 en que la curvatura de la pared no es regular, sino naviforme o rectánguloide.

Para la forma 7 se han reconstruido boles no muy hondos de boca cerrada, con una inflexión que se da con la base redondeada. La forma 8 parece ser rectánguloide o naviforme.

Forma 9 (FOR9)

Estos bordes son salientes o casi verticales con una inflexión engrosada donde se une con la base. Los labios son directos y recortados o salientes con engrosamiento externo.

La forma reconstruida parece ser un bol carenado con pared saliente o casi vertical y con base simple.

Forma 10 (FR10)

Esta forma se caracteriza por bordes entrantes con labio engrosado por el lado exterior una inflexión engrosada lo une con la base simple, redondeada. Los bordes de esta forma pertenecen a boles carenados de tamaño reducido y de poca profundidad.

Forma 11 (FO11)

Los bordes de esta forma son de paredes entrantes y boca cerrada con labio saliente redondeado, engrosado externamente o por el lado interno en el ángulo del hombro.

Parece corresponder la forma con pequeñas jarras globulares con labio saliente y base redondeada.

Forma 12 (FO12)

Esta forma está compuesta por bordes de pared entrante con cuello, terminando en un labio saliente redondeado y ligeramente engrosado.

La forma reconstruida es de una jarra semi-globular con hombro marcado y cuello corto restringido.

Forma 13 (FO13)

Estos tienen paredes ligeramente entrantes o casi verticales con el labio saliente. Los labios redondeados o recortados están engrosados, algunos con la incorporación de un rollete de arcilla adicional.

Posiblemente corresponden a una olla de pared ligeramente entrante o casi vertical, de boca bastante abierta y con base redondeada.

Forma 14 (FO14)

Estos bordes se caracterizan por una pared entrante terminando en un hombro marcado, del cual sale un cuello vertical o ligeramente saliente. La forma reconstruida es una botella de un cuerpo probablemente globular con cuello restringido.

Forma 15 (FO15)

Las paredes de esta forma son casi verticales o ligeramente entrantes, terminando en un labio engrosado saliente. Posiblemente corresponde su forma a una jarra con boca abierta de paredes casi verticales y probablemente de base redondeada.

Forma 16 (FO16)

Esta se caracteriza por paredes muy entrantes terminando en un hombro angular del cual sale una pestaña engrosada con labio redondeado.

Forma 17 (FO17)

Característico de esta forma es un borde casi horizontal correspondiente a una boca restringida. Se hace muy difícil la reconstrucción de esta forma debido a lo muy fragmentado de este material.

Forma 18 (FO18)

Estos bordes tienen paredes entrantes y boca cerrada con un pequeño levantamiento vertical terminando en el labio redondeado. Pertenecen a jarras con boca cerrada, sin cuello, de cuerpo globular.

Forma 19 (FO19)

Constituida por todas aquellas microvasijas, lo cual hace que no necesariamente los bordes tengan relación. Se pueden apreciar jarritas globulares con labio saliente, carenados y boles pequeños.

Forma20 (FO20)

Los bordes de esta forma tienen paredes ligeramente entran-tes que terminan en un borde hueco, pertenecen a boles abiertos.

Cuadro N° 1

Matriz de datos formas cerámicas según
Zona de Decoración Lagunilla, Estado Zulia, Venezuela

FORMA CERAMICA																						N	PF
Z. D.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	23	332	94	203	0	0	7	1	28	0	25	0	883	57	12	37	25	27	6	5	1765	0.69	
2	2	30	2	7	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	53	0.02	
3	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	2	2	0	13	0.01	
4	9	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	26	0.01	
5	0	0	0	0	0	0	24	7	156	14	1	1	3	1	0	5	0	3	1	0	216	0.08	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	2	4	0	0	0	0	0	1	0	15	0.01	
7	0	8	0	52	21	0	0	0	308	0	0	2	0	40	0	0	0	0	0	0	431	0.17	
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00	
9	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.00	
10	0	4	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0.00	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
12	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.00	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	7	0.00	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0.00	
N	36	388	98	265	25	12	32	8	495	17	32	5	899	64	52	42	25	37	12	6	2550		
PC	0.01	0.15	0.04	0.10	0.01	0.00	0.01	0.00	0.19	0.01	0.01	0.00	0.35	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00			

Fuente: Tarble, Kay 1982

En el análisis de correspondencia se recomienda seguir los siguientes pasos:

1.- Descomposición de la inercia de la Tabla

Fuente: Tarble, Kay 1982

En el análisis de correspondencia se recomienda seguir los siguientes pasos:

- 1.- Descomposición de la inercia de la Tabla
- 2.- Extracción de los ejes factoriales
- 3.- Interpretación de los ejes factoriales
- 4.- Interpretación del plano factorial
- 5.- Integración de los resultados en su contexto

1.- Descomposición de la inercia de la Tabla

El primer paso en el Análisis de Correspondencia Simple o Binaria, tiene como objeto reducir las dimensiones de la matriz de datos inicial, en el presente caso, el de una tabla de Contingencia (Cuadro 1). De esta manera se obtienen los distintos ejes factoriales o direcciones principales de alargamiento de la nube de puntos que explican las variaciones que se producen en dicha matriz (cuadro 2), los cuales posteriormente permitirán la representación factorial de la información contenida en la tabla¹.

Cada eje factorial viene acompañado de su propio valor propio (la) (*eigenvalues*)², y de la tasa de inercia (ta), que representan la varianza explicada contenida en cada eje, así como su importancia relativa porcentual de los mismo.

Cuadro N° 2
Histograma de los primeros autovalores propios
cuyos valores propios están por encima del promedio.

EJE	Valor Propio l_i	Taza de Inercia de los ejes	Porcentaje Acumulado
1	0.7721	36.97	36.97
2	0.4311	20.64	57.61
3	0.3679	17.61	75.22
4	0.2377	11.38	86.60
5	0.1615	7.73	94.34
6	0.0564	2.70	97.04
:	:	:	:
:	:	:	:
19	0.0000	0.00	100.00
	2.0887	100.00	

Valor Propio Promedio l_a
= Traza / N° de Ejes Factoriales

$$\text{Taza de Inercia (t}_a\text{)} = (\lambda_{\alpha} / \Sigma \lambda_{\alpha}) * 100 = (0.7721 / 2.0887) * 100 = \mathbf{36.97\%}$$

$$\text{Traza (Inercia Total)} = 1_1 + 1_2 + 1_3 + \dots + 1_n \dots = 2.0887$$

De acuerdo a lo observado en el cuadro N° 2, se puede indicar que el primer factor con un valor propio igual a **0.7721** explica el **36.97%** de la varianza, el segundo factor explica el **20.64%** (valor propio = **0.4331**) y el tercero con un **17.61%** (valor propio = **0.3679**), entre los tres ejes factoriales se explica el **75.22%** de la variación. Para el presente estudio a manera de ejemplo solo se analizarán los dos primeros ejes.

2.- Extracción de los ejes factoriales

Antes de interpretar los resultados obtenidos del análisis de correspondencia, se debe definir cada uno de los ejes factoriales. Para ello, es importante conocer qué modalidades de las variables en estudio ha contribuido en la elaboración de cada uno de los ejes, es decir, el peso que tiene cada modalidad en la definición de cada uno de los ejes. Este peso se denomina **contribución absoluta** y representa porcentualmente la importancia que tiene cada modalidad en la formación del eje. La suma de todas las **contribuciones absolutas** tanto para las frecuencias activas como para los individuos en cada eje factorial será igual a 100.00 y a 1 respectivamente. Estas contribuciones se obtienen a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Contribución Absoluta} = \text{Peso Relativo} * (\varphi^2_{i\alpha}) / \lambda_{\alpha}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso Relativo} &= F_{i.} \\ (j_{i\alpha}) &= \text{Coordenada en el Eje} \\ (l_{\alpha}) &= \text{Autovalor} \end{aligned}$$

Definidas las **contribuciones absolutas**, se calculan las **contribuciones relativas**, estas proveen información de cuanto de la inercia de una modalidad esta explicada por el eje factorial. La suma de dichas contribuciones será igual a 1, y éstas se obtienen a través de la siguiente formula:

$$\text{Contribución Relativa} = (\text{Coordenada de } i \text{ en el eje } \alpha)^2 / \sum (\text{coordenadas de la categoría } i)^2$$

Es importante entender las diferencias entre las dos clases de contribuciones: La contribución de las modalidades a al eje sirve primeramente como una guía para la interpretación del eje, mientras que las contribuciones relativas indican que tan bien una modalidad es descrita por el eje. Usualmente, una alta contribución de los puntos a las dimensiones implica también una alta contribución relativa. Debido a que ambos valores son siempre positivos, es importante revisar las **coordenadas**¹ y observar en que dirección del eje se encuentra cada una de las modalidades del estudio.

Cuadro N° 3
Coordenadas, contribuciones absolutas y relativas,
frecuencias activas (forma cerámica) ejes 1, 2 y 3.

FORMAS	P. REL.	DIST.	COORDENADAS			CONTRIBUCIONES			COSENO CUADRADOS		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Forma 1	1.32	5.20	-0.61	0.27	-0.45	0.6	0.2	0.7	0.07	0.01	0.04
Forma 2	15.07	0.57	-0.52	0.08	-0.25	5.2	0.2	2.5	0.47	0.01	0.11
Forma 3	6.23	3.33	-0.61	0.53	-0.39	3.0	4.0	2.6	0.11	0.08	0.05
Forma 4	10.08	0.24	-0.10	0.25	-0.04	0.1	1.5	0.1	0.04	0.26	0.01
Forma 5	0.92	5.87	1.46	1.18	0.53	2.5	3.0	0.7	0.37	0.24	0.05
Forma 6	0.92	41.69	-0.17	5.87	2.51	0.0	73.2	15.7	0.00	0.83	0.15
Forma 7	1.17	6.21	1.29	-0.22	-0.08	2.5	0.1	0.0	0.27	0.01	0.00
Forma 8	0.29	8.69	1.60	-0.32	-0.07	1.0	0.1	0.0	0.30	0.01	0.00
Forma 9	18.15	2.71	1.64	-0.10	-0.03	63.2	0.4	0.0	0.99	0.00	0.00
Forma 10	0.51	11.63	1.91	-0.35	-0.05	2.4	0.1	0.0	0.31	0.01	0.00
Forma 11	1.17	1.18	-0.49	-0.52	0.75	0.4	0.7	1.8	0.20	0.23	0.47
Forma 12	1.14	30.37	-0.55	-2.13	4.92	0.4	12.0	74.7	0.01	0.15	0.80
Forma 13	34.47	0.45	-0.54	-0.23	0.01	13.2	4.2	0.0	0.66	0.12	0.00
Forma 14	2.13	0.50	-0.51	-0.14	-0.23	0.7	0.1	0.3	0.53	0.04	0.11
Forma 15	1.91	2.83	1.20	0.00	-0.08	3.5	0.0	0.0	0.51	0.00	0.00
Forma 16	1.54	0.38	-0.26	-0.16	-0.21	0.1	0.0	0.2	0.18	0.07	0.12
Forma 17	0.95	0.51	-0.56	-0.10	-0.26	0.4	0.0	0.2	0.62	0.02	0.14
Forma 18	1.36	1.08	-0.38	-0.02	-0.33	0.2	0.0	0.4	0.13	0.00	0.10
Forma 19	0.44	2.42	-0.37	-0.02	0.14	0.1	0.0	0.0	0.06	0.00	0.01
Forma 20	0.22	1.03	-0.56	0.24	-0.18	0.1	0.0	0.0	0.30	0.06	0.03

En el ejemplo, la forma 9 tendría una contribución absoluta para el primer eje:

$$\text{Contribución Absoluta de la forma 9 al primer eje} = \text{Peso Relativo} * (\varphi_{i\omega}^2) / \lambda$$

FORMAS	P. REL.	DIST.	COORDENADAS			CONTRIBUCIONES			COSENO CUADRADOS		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Forma 9	18.15		1.64			63.2					

$$\text{Contribución Absoluta (Forma 9)} = (18.15 * (1.64)^2) / 0.7088 = 63.2$$

FORMAS	P. REL.	DIST.	COORDENADAS			CONTRIBUCIONES			COSENO CUADRADOS		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Forma 9			1.64	-0.10	-0.03				0.99		

$$\text{Contribución Relativa (Forma 9)} = (1.64)^2 / (1.64)^2 + (-0.1)^2 + (-0.03)^2 \dots =$$

$$\text{Contribución Relativa (Forma 9)} = 2.6896 / 2.7168 = 0.99$$

Individuos (zona de decoracion) ejes 1, 2 y 3

ZONA DECOR.	P. REL.	DIST.	COORDENADAS			CONTRIBUCIONES			COSENO CUADRADOS		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Zona 1	64.77	0.29	-0.49	-0.09	-0.14	19.8	1.2	3.6	0.80	0.03	0.07
Zona 2	2.90	3.64	-0.52	1.39	0.06	1.0	13.0	0.0	0.07	0.53	0.00
Zona 3	1.32	3.20	-0.49	0.04	-0.30	0.4	0.0	0.3	0.86	0.00	0.03
Zona 4	1.91	6.56	-0.64	0.51	-0.59	1.0	1.1	1.8	0.06	0.04	0.05
Zona 5	7.92	4.16	1.68	-0.23	-0.03	28.9	0.9	0.0	0.68	0.01	0.00
Zona 6	2.86	11.68	-0.55	-1.41	3.01	1.1	13.2	70.6	0.03	0.17	0.78
Zona 7	15.80	2.67	1.51	0.03	-0.02	46.9	0.0	0.0	0.86	0.00	0.00
Zona 8	0.04	74.75	-0.69	0.41	-0.74	0.0	0.0	0.1	0.01	0.00	0.01
Zona 9	0.95	9.73	-0.68	0.68	-0.61	0.6	1.0	1.0	0.05	0.05	0.04
Zona 10	1.06	27.92	0.10	4.71	2.09	0.0	54.7	12.6	0.00	0.79	0.16
Zona 11	0.15	5.64	-0.59	0.12	-0.41	0.1	0.0	0.1	0.06	0.00	0.03
Zona 12	0.07	108.1	-0.19	8.94	4.13	0.0	13.6	3.4	0.00	0.74	0.16
Zona 13	0.15	1.90	-0.62	-0.35	0.01	0.1	0.0	0.0	0.20	0.06	0.00
Zona 14	0.15	21.72	-0.62	-1.80	4.06	0.1	1.1	6.6	0.02	0.15	0.76

3.- interpretación de los Ejes en estudio:

Uno de los problemas fundamentales de este tipo de análisis es la definición e interpretación de los ejes factoriales en estudio. Para ello, se disponen de dos conjuntos de valores: las **contribuciones absolutas** de cada una de las categorías a la definición de los ejes, y las **contribuciones relativas** de los ejes a la definición de las categorías (Etxeberria *et al*, 1995: 32).

Una vez que se tienen en cuenta dichos conjuntos de datos se procede a analizar las contribuciones tanto absolutas como relativas de las diferentes modalidades presentes tanto para la variable *zona de decoración* como para la variable *formas cerámicas* en los ejes seleccionados. De este análisis se desprenden las siguientes observaciones:

1.- Primer eje

1.1.- Zona de Decoración:

a.- Las modalidades v7(debajo del labio, sin inflexión (parte externa)) V5 (desde el labio hasta la inflexión) y V1(sin decoración) dan una contribución acumulada del 97.6% (46.9%, 28.9% y 19.8% respectivamente), adicionalmente, se puede observar a través de sus contribuciones relativas (0.86, 0.68 y 0.80) que cada una de estas modalidades se encuentran altamente determinadas por el eje.

b.- Igualmente se destaca una clara polarización entre las áreas decoradas (V5 y V7) con respecto a la no decorada (V1).

2.- Forma Cerámica

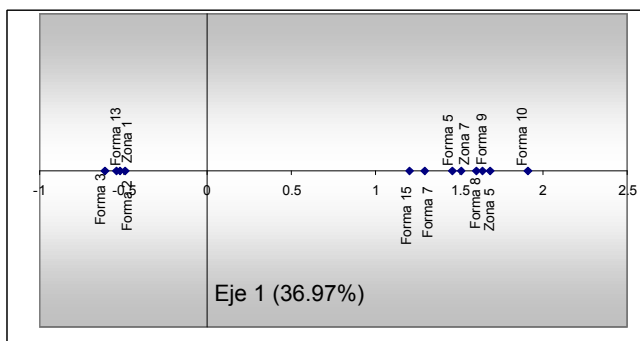
a.- De las 20 formas definidas para la cerámica de Lagunillas, 9 de ellas diseñan en términos absolutos y relativos el eje 1: Las Forma 9 (FOR9), Forma 13 (FO13), Forma 2 (FOR2), Forma 15 (FO15), Forma 3 (FOR3), Forma 5 (FOR5), Forma 7 (FOR7), Forma 10 (FO10) y Forma 8(FO8), contribuyen en términos

absolutos con un 63.2%, 13.2%, 5.2%, 3.5%, 3.0%, 2.5%, 2.5%, 2.4% y 1.0% respectivamente para un acumulado de 86.5%, y éstas formas al mismo tiempo están altamente determinadas por dicho factor (0.99, 0.66, 0.47, 0.51, 0.11, 0.37, 0.27, 0.31 y 0.30 respectivamente).

	P. REL.	DIST.	COORDENADAS			CONTRIBUCIONES			COSENOS CUADRADOS		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Zonas											
Zona 1	64.77	0.29	-0.49			19.8			0.80		
Zona 5	7.92	4.16	1.68			28.9			0.68		
Zona 7	15.80	2.67	1.51			46.9			0.86		
FORMAS											
Forma 2	15.07	0.57	-0.52			5.2			0.47		
Forma 3	6.23	3.33	-0.61			3.0			0.11		
Forma 5	0.92	5.87	1.46			2.5			0.37		
Forma 7	1.17	6.21	1.29			2.5			0.27		
Forma 8	0.29	8.69	1.60			1.0			0.30		
Forma 9	18.15	2.71	1.64			63.2			0.99		
Forma 10	0.51	11.63	1.91			2.4			0.31		
Forma 13	34.47	0.45	-0.54			13.2			0.66		
Forma 15	1.91	2.83	1.20			3.5			0.51		

Una vez establecidas las modalidades se procede a la graficación del primer eje en relación a las coordenadas de la columna (1)

Gráfico N° 1
 Conformación eje 1,
 Según contribución frecuencia/individuos



2.- Segundo Eje

2.1.- Zona de Decoración:

a.- Las modalidades V10 (en el terminal del labio o pestaña y debajo del labio, sin inflexión (exterior)), v12 (en el terminal del labio o pestaña y debajo del labio hasta la inflexión), v6 (debajo de la inflexión (exterior)), v2 (En el terminal de labio o pestaña), V14 (en el labio o pestaña exterior y debajo de la inflexión (exterior)) dan una contribución acumulada del 95.6% (54.7%, 13.6%, 13.2% y 13.0% y 1.1% respectivamente). Por otro lado, se puede indicar a través de sus contribuciones relativas (0.79, 0.74, 0.17, 0.53 y 0.15) que cada una de estas modalidades (zonas cerámicas) están determinadas altamente por el eje.

b.- Igualmente (como se observa en el eje 1), se destaca una clara polarización entre las áreas decoradas (V5) desde el labio hasta la inflexión y (V7) debajo del labio, sin inflexión (exterior) con respecto a la no decorada (V1).

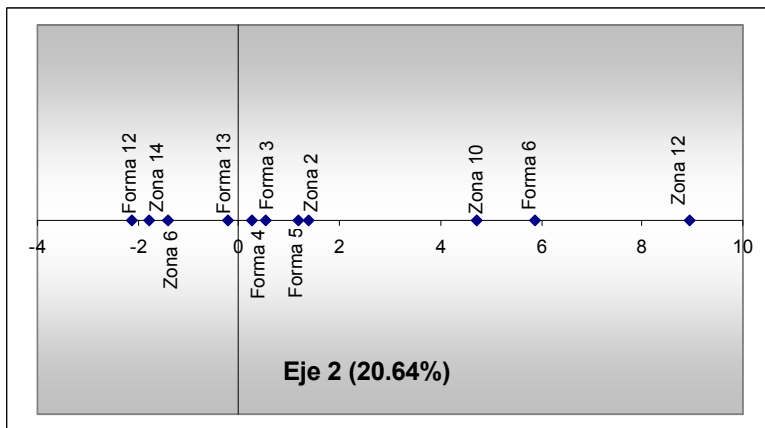
2.- Forma Cerámica

a.- Las Forma 6 (FOR6), Forma 12 (FO12), Forma 13 (FO13), Forma 3 (FOR3), la Forma 5 (FOR5) y la Forma 4 (FOR4) contribuyen en términos absolutos a la formación del eje con un 73.2%, 12.0%, 4.2%, 4.0%, 3.0% y 1.5% respectivamente (97.9% acumulado), y siendo al mismo tiempo determinadas por dicho factor (0.83, 0.15, 0.12, 0.08, 0.24, 0.26, respectivamente).

ZONA DECOR.	P. REL.	DIST.	COORDENADAS			CONTRIBUCIONES			COSENO CUADRADOS		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Zona 2	2.90	3.64		1.39			13.0			0.53	
Zona 6	2.86	11.68		-1.41			13.2			0.17	
Zona 10	1.06	27.92		4.71			54.7			0.79	
Zona 12	0.07	108.1		8.94			13.6			0.74	
Zona 14	0.15	21.72		-1.80			1.1			0.15	
Formas											
Forma 3	6.23	3.33		0.53			4.0			0.08	
Forma 4	10.08	0.24		0.25			1.5			0.26	
Forma 5	0.92	5.87		1.18			3.0			0.24	
Forma 6	0.92	41.69		5.87			73.2			0.83	
Forma 12	1.14	30.37		-2.13			12.0			0.15	
Forma 13	34.47	0.45		-0.23			4.2			0.12	

Una vez establecidas las modalidades se procede a la graficación del segundo eje en relación a las coordenadas de la columna (2)

Gráfico N° 2
Conformación eje 2,
según contribución frecuencia/individuos



4.- Interpretación del Plano Factorial Ejes (I y II)

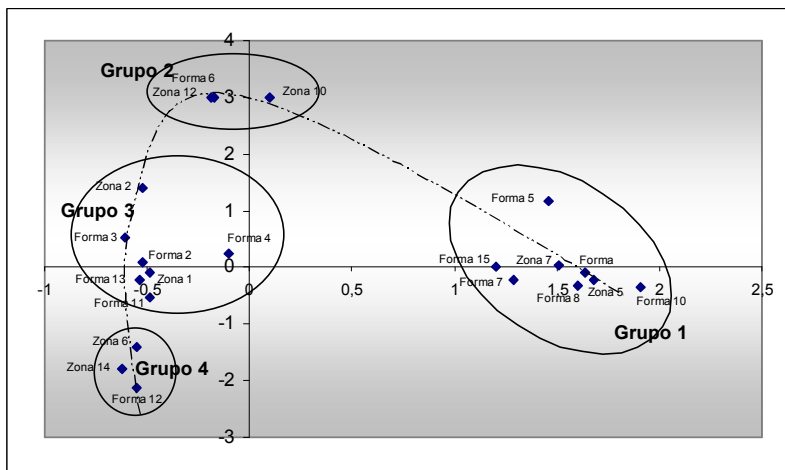
Una vez que se describen los ejes que van a permitir caracterizar el estudio, el siguiente paso en la investigación es analizar los planos factoriales que se conforman con la unión de los ejes (en forma de pares) que el investigador de acuerdo al análisis decidió tomar en cuenta.

Es importante realizar la lectura de los planos factoriales tomando en cuenta a aquellos elementos que presentan una buena calidad de representación en el plano. De esta manera se evita interpretar elementos que debido a efectos propiamente de la gráfica distorsione las asociaciones.

A manera de ejemplo, en este caso se procede a la elaboración del gráfico del plano factorial conformado por la combinación de los ejes 1 y 2 (previamente descritos), el cual representa tanto las formas cerámicas como las zonas de decoración de la alfarería de Lagunillas (gráfico 4). En su construcción se toma en cuenta las contribuciones tanto absolutas como relativas de las categorías que contribuyen significativamente a su formación.

Una vez tomadas en consideración las recomendaciones antes descrita en el plano factorial se pueden establecer cuatro grupos claramente diferenciados:

Gráfico N° 4
Conformación plano factorial 1 y 2,
Según contribución frecuencia/individuos



El **primer grupo** se encuentra conformado con las formas cerámicas 5(FOR5) bol de boca abierta o ligeramente cerrada, 7(FOR7), bol no muy hondo de boca cerrada, 9(FOR9) bol carenado con pared saliente o casi vertical y con base simple, 10(FO10) un bol carenado de tamaño reducido y de poca profundidad y 15(FO15) con las zonas de decoración 5(V5), desde el labio hasta la inflexión y 7(V7) debajo del labio, sin inflexión (exterior).

El **segundo grupo** está compuesto por la forma 6 (FOR6) bol más o menos llano de boca irregular el cual presenta dos zonas de decoración 10(V10) en el terminal del labio o pestaña y debajo del labio, sin inflexión (exterior) y 12(V12) en el terminal del labio o pestaña y desde el labio hasta la inflexión.

El **tercer grupo** lo integran las formas cerámicas 2(FOR2), boles abiertos de paredes salientes y base redondeada, 3(FOR3) boles abiertos con pestañas, 4(FOR4) boles de boca abierta o lige-

ramente cerrada, 11(FO11) pequeñas jarras globulares con labio saliente y base redondeada y 13(FO13) ollas de pared ligeramente entrante o vertical, de boca bastante abierta y con base redondeada, las cuales se encuentran asociadas a las zonas de decoración 1(V1) sin decoración, y 2(V2) en el terminal de labio o pestaña.

El **cuarto Grupo** constituido por la forma cerámica 12 (FO12) jarra semi-globular con hombro marcado y cuello corto restringido y las zonas decorativas 6 (v6) debajo del la inflexión (exterior) y 14(V14) en el labio o pestaña (exterior) y debajo de la inflexión.

5.- Integración de los resultados en su contexto

Se debe resaltar que el análisis de correspondencia por sí sólo no explica el fenómeno que se está estudiando. El investigador, en última instancia, es el que da sentido (ubica en el contexto) a los resultados obtenidos por medio de la técnica aplicada. El análisis y conclusiones a las que llegue, se fundamentan principalmente en el grado (nivel de conocimiento o manejo) que tiene sobre sus materiales.

Es importante notar que en arqueología el llegar a los “usos o funciones” específicas de la cerámica basándose en la reconstrucción de las formas en muchas ocasiones resulta algo “especulativo”. Tarble (1982) de alguna manera hizo el esfuerzo de asignarle un “uso posible” a las distintas formas descritas en su trabajo. Curiosamente, el plano factorial construido (grafico 4), hace los agrupamiento aparentemente fundamentado en el “uso” que estas formas cerámicas pudieron desarrollar dentro del grupo alfarero de Lagunillas, lo que en cierta forma apoyaría las hipótesis plateadas por Tarble.

De acuerdo al análisis del plano factorial (grafico 4) se puede indicar la existencia de:

1.- Una alfarería sin decoración (Grupo 3), cuya características de forma, elaboración y textura permiten inferir un uso de “*tipo culinario*”, como puede ser para: a) almacenar comida (FOR1), b) preparar y servir comida (FOR3 y FOR4, FOR 13) o almacenar líquidos (FO11).

2.- Una alfarería decorada en el área del labio o debajo del labio (grupo 1), posiblemente empleada para “*actividades ceremoniales*” (FOR5, FOR7 y FO10) y para preparar, almacenar y servir alguna bebida para dicha actividad (FOR9 y FO15). Tarble (1982: 103,105) sugiere la posibilidad que la bebida haya sido la chicha.

c.- Un tercer grupo de la alfarería (grupos 2 y 4), con una amplia zona de decoración y cuyo número de piezas dentro de cada forma (FOR6 y FO12), le hace sugerir a Table (1982: 104) algún uso especial o poco común dentro del grupo.

Conclusiones

Hoy en día el uso de las computadoras juegan un papel importante como ayuda del investigador, por lo tanto no debe ser desestimadas simplemente por su desconocimiento. Por otro lado, si bien, no todos somos expertos en el manejo de las estadísticas, si es importante saber que existen, para qué sirven y cómo funcionan en su forma “más” elemental, a objeto de tener un lenguaje apropiado para el común entendimiento con los especialistas.

El análisis de correspondencia, apoya al investigador en el análisis de una gran masa de datos que con técnicas rudimentarias se llevaría mucha más tiempo de procesar. Es así mismo, una poderosa herramienta que permite, encontrar relaciones no observadas entre las variables a simple vista, proveyendo información con

un mayor nivel de confiabilidad y lo más importante un sentido objetivo en la relación de atributos en estudio.

Es importante indicar que al hablar de confiabilidad y de objetividad de los resultados obtenidos se debe tomar cuenta la calidad del dato mismo, (de la información obtenida y plasmada en la base de datos), la cual garantizará el éxito de la investigación.

Notas:

¹ Se debe aclarar que lo “**Objetivo**” depende muchas veces del manejo primario de los datos, y estos muchas veces son un reflejo de la relación que existe entre el registrador y lo registrado.

² Esto posiblemente es debido a un desconocimiento del potencial de estas técnicas que ayudan en la interpretación de dichos datos.

³ A nuestro entender el trabajo de Tarble (1982) marcó un corte histórico muy importante en cuanto al análisis cerámico se refiere en Venezuela, al utilizar una técnica estadística novedosa y sin tradición en el análisis arqueológico para su momento el cual contribuyó a “*simplificar*” el desarrollo del análisis cerámico en el campo de la arqueología.

⁴ El análisis taxonómico propuesto por Tarble manejó las dimensiones forma, diámetro, zona de decoración y técnica decorativa a fin de construir una clasificación de las alfarerías de Lagunillas y Santa Ana para su posterior comparación.

El procedimiento utilizado consistió en a) ordenar la información de cada borde según las diferentes formas, b) se introdujeron al computador los parámetros para las clases de acuerdo al diámetro y se ordenaron los datos según dichas medidas, c) se procedió a dividirla de acuerdo a la zona decorativa y por último d) se dividió en clases según la técnica decorativa utilizada.

⁵ Es de resaltar que en ambos casos la aplicación de dicha técnica se ve comprometida por lo “poco práctico” y “limitado” de los computadores de segunda generación. Hoy, por el contrario, las nuevas generaciones de computadoras aunado al desarrollo de los paquetes estadísticos cada vez más sofisticados, han hecho más versátil y más manejable su

uso entre aquellos que siempre han manifestado sentir “miedo” al utilizar computadores para el análisis de sus datos.

⁶ En el ejemplo que se presenta se determinaron 19 direcciones principales de alargamiento de la nube de puntos. Estos se obtienen de la resta del número de frecuencias activas (formas cerámicas) (R^p) menos 1 ($R^p - 1$).

⁷ Los (*eigenvalues*) o autovalores pueden ser interpretados como las correlaciones entre las puntuaciones de las filas y las columnas y son análogos a los coeficientes de correlación de Pearson.

⁸ Las **coordenadas** proveen información de la posición de los puntos (modalidades) en cada uno de los ejes en estudio. Estos valores son la base para la posterior graficación de los resultados

Bibliografía

ARVELO, Liliam

1979 Elementos formales en Tucuragua, Un yacimiento Arauquinoide Tardío. Tesis de grado. Escuela de Sociología y Antropología. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

BENZÉCRI, J. P y F. Benzécri

1980 *Practique de l' analyse des donees. Analyse des correspondances.* Dunod ediciones. Paris.

CASTILLO, William, J. González, O. Rodríguez y J. Trejos

1997 Fundamentos de análisis multivariado de datos. Programa de investigación en Modelos y Análisis de datos, Centro de Investigaciones en Matemática Pura y Aplicada, Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

CORNEJO, José Manuel

1988 *Técnicas de investigación Social: El Análisis de Correspondencia.* PPU. Barcelona.

CRIVISQUI, Eduardo

1993 **Análisis Factorial de Correspondencia, un instrumento de investigación en ciencias sociales.** Edición del Laboratorio de Informática Social. Universidad Católica de Asunción. Asunción.

CUADRAS, Carles

1996 **Métodos de análisis multivariante.** Ediciones de la Universidad de Barcelona. Ciencia y Tecnología N° 15. Barcelona

DORAN, James y F. Hodson

(1975) **Mathematics and Computers in Archaeology.** Harvard University Press.

ETXEBERRÍA, Juan, E. García, J. Gil y G. Rodríguez

1995 **Análisis de Datos y Texto,** ediciones ra-ma, Madrid

FERNÁNDEZ, Francisco

1997 Estudio de la alfarería Arauquinoide de la Urbana, Estado Bolívar, por medio del análisis de correspondencia múltiple. Trabajo de ascenso a profesor asistente, Escuela de Antropología, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

GÓMEZ, Aivel

1992 La Urbana (Estado Bolívar). Un sitio arqueológico del Orinoco Medio. Tesis de grado. Escuela de Antropología. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

GREENACRE, Michael

1992 *Correspondence analysis in medical research* en **Statistical methods in Medical Research** (1), 97-117.

GREENACRE, Michael

1993 **Correspondence analysis in practice.** Academic Press. London.

GREENACRE, Michael

1994 Correspondence analysis and its interpretation, en **Correspondence Analysis in the Social Sciences**, Greenacre, M.J. y Blasius, J. (editores). Academic Press, London, pp.3-22.

ORTON, Clive

1988 *Matemática para arqueólogos*, Alianza Universidad, N° 522, Madrid.

PHILLIPS, Dianne

1995 Correspondence analysis en **Social Research Update**, N° 7. Department of Sociology, University of Surrey. Guildford.

SHENNAN, Stephen

1988 **Quantifying archaeology**. Edinburgh University Press, Edimburgo

TARBLE, Kay

1982 **Comparación Estilística de Dos Colecciones Cerámicas del Noroeste de Venezuela: Una Nueva Metodología**. Ernesto Armitano editor. Caracas.