

MÉTODOS ESTADÍSTICOS MULTIVARIANTES EN ANTROPOLOGÍA FÍSICA. VARIABLES MÉTRICAS

Multivariate Statistical Methods in Physical Anthropology: Metric Variables

ROSA M. MAROTO *

RESUMEN Profundizar en el conocimiento de la variabilidad interpoblacional es una de las líneas de investigación de la Antropología. Para conocer las afinidades y similitudes entre diversas series esqueléticas, se han empleado tradicionalmente métodos que se basan en el tratamiento estadístico de diferentes variables métricas. Para las comparaciones entre muestras de población se puede recurrir a análisis multivariantes que aportan la información que los métodos estadísticos tradicionales univariantes y bivariantes no pueden proporcionar. Entre las técnicas multivariantes figuran el Análisis de Componentes principales, el Análisis Factorial y el Análisis de Conglomerados (*cluster*) que son algunas de las más usadas para el tratamiento de caracteres métricos. En el presente trabajo se presenta un ejemplo práctico en el que se comparan una serie esquelética medieval del Alto Ebro y Alto Duero con otras muestras de la Península Ibérica y una del Norte de África. El objetivo es aportar datos para el mejor conocimiento antropológico de las poblaciones del pasado y estudiar la variabilidad interpoblacional e intragrupal.

Palabras clave: Análisis Multivariantes, Análisis de Componentes Principales, Análisis Factorial, Análisis de Conglomerados.

ABSTRACT Furthering our knowledge of interpopulational variability is one important research line in the field of Anthropology. Methods based on the statistical treatment of different metric variables have traditionally been used to determine affinities and similarities among different skeletal series. For comparisons among samples of populations, however, multivariate analyses may supply information that the classic univariate and bivariate statistical methods cannot provide. Such techniques include Principal Component Analysis, Factor Analysis, and Clustering, now commonly used when dealing with metric characters. This study presents a practical example in which a Medieval skeletal series from the Alto Ebro and Alto Duero (northern Spain) is compared with other samples from the Iberian Peninsula and one sample from the North of Africa. Our objective is to provide data that will enhance anthropological understanding of past populations, particularly in terms of interpopulational and intergroupal variability.

Key words: Multivariate Analyses, Principal Component Analysis, Factor Analysis, Clustering.

* Laboratorio de Antropología. Departamento de Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física. Universidad de Granada. Avda. de Madrid, 11, 18012 GRANADA. rmmaroto@ugr.es

Fecha de recepción: 14-12-2012. Fecha de aceptación: 28-06-2013.

Uno de los campos de conocimiento de los antropólogos físicos es el acercamiento a cómo eran las poblaciones del pasado, determinar su variabilidad interpoblacional y establecer las afinidades y similitudes entre diversas series poblacionales. En la mayoría de los casos las únicas fuentes de información y de datos con las que los antropólogos cuentan para realizar dichos estudios, son los restos óseos a partir de los cuales se pueden obtener una serie de características métricas y morfológicas que son las que definirán a una población. Los principales caracteres métricos del esqueleto fueron definidos por Rudolf Martin. Su técnica se sigue empleando y manteniendo en los principales manuales (Knussmann, 1988; Preedy, 2012) y trabajos. Tradicionalmente, los análisis estadísticos se realizaron sobre una o dos variables combinadas, es decir, lo que se denomina índices en los que se expresa qué porcentaje supone una medida con relación a otra. Esto se hizo así con la idea de que las medidas absolutas reflejaran el tamaño y los índices la forma. Con estas variables se calculaban su media aritmética (\bar{X}), su desviación Standard (σ) y su coeficiente de variabilidad (v) (Ardanuy y Soldevilla, 1992; Madrigal, 1998; Martín y Luna, 1989; Spiegel, 1997). Las medias aritméticas de cada variable de una población se comparaban con su equivalente de otra mediante el test t de Student (Madrigal, 1998; Martín y Luna, 1989). Lo mismo se hacía para comparar entre sí las dos series, masculina y femenina de una población. Intentar conocer la forma directamente de las medidas supone un control pobre de las relaciones entre éstas y de las muestras que se comparan (Howells, 1989), pero mientras no se dispuso de ordenadores que permitieran análisis estadísticos multivariantes, este fue un problema insoluble.

Los métodos estadísticos multivariantes, disponibles en la actualidad y operativos en cualquier ordenador, están destinados a describir e interpretar los datos que provienen de la observación de varias variables estadísticas estudiadas conjuntamente (Cuadras, 2012; Peña, 2002; Van Vark y Howells, 1984). Dichos métodos proporcionan una herramienta útil para un mejor y más completo tratamiento de las variables y pueden aportar una mayor información que los métodos tradicionalmente usados (Abraira Santos, 1996). Los nuevos métodos estadísticos también han supuesto una aportación a la resolución del problema del tamaño y forma. Howells (1989) propone usar como datos métricos, en lugar de las medidas absolutas, los *C-Scores* de las variables de cada población que se va a comparar. Éstos se calculan a partir de los *Z-Scores*, que facilitan el proceso de calcular la probabilidad asociada con resultados en una distribución continua (Madrigal, 1998), a los que se resta el *Pensize* de cada población. De esta forma, en lugar de tener un índice de dos medidas, cada valor métrico es indexado en relación a los otros (Howells, 1989).

Entre las técnicas multivariantes que han resultado ser de mayor utilidad se encuentran el Análisis Factorial con Componentes Principales y el Análisis de Conglomerados (*cluster*). Son algunos de los más usados en Antropología en cuanto al tratamiento de caracteres métricos.

El análisis factorial es una técnica que consiste en resumir la información contenida en una matriz de los datos de una serie de variables. El objetivo que se pretende consiste en identificar un número de factores, lo más reducido posible, mediante el cual se puede describir el fenómeno observado de forma simplificada. También es muy útil cuando se desea agrupar las unidades experimentales en subgrupos de tipos semejantes

(Bisquerra, 1989; Johnson, 2000; Norusis, 1986; Visauta, 2003). En Biología el método más útil es el Análisis de Componentes Principales (Bisquerra, 1989). El Análisis de Componentes Principales es quizás el método más útil para cribar datos multivariantes y se puede recomendar como un primer paso utilizado para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos, hallar las causas de la variabilidad entre ellos y ordenarlos por importancia (Johnson, 2000).

El Análisis de Conglomerados (*cluster*) tiene por objeto agrupar elementos en grupos homogéneos en función de las similitudes que existen entre ellos (Bisquerra, 1989; Peña, 2002). Mediante el estudio de los *clusters*, se puede determinar las afinidades que existen entre las muestras de poblaciones que sean objeto de estudio, así como las posibles diferencias que existan entre ellas (Bisquerra, 1989; Norusis, 1986; Visauta, 2003).

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS. EJEMPLO PRÁCTICO

Para conocer lo que puede aportar a los estudios antropológicos el uso de esta metodología con análisis multivariantes, se presenta a continuación un ejemplo práctico en el que se compara una serie esquelética de población femenina medieval castellana denominada del Alto Ebro y Alto Duero con otras muestras poblacionales de la Península Ibérica y una del Norte de África. Esto se hace así para conocer cuales de ellas, presentan un mayor o menor grado de similitud con las mujeres castellanas. La serie del Norte de África, que en principio no tiene similitud genética con las peninsulares, se elige para mejor valorar las relaciones entre éstas. La metodología empleada y su aplicación a los datos proporcionados por el estudio craneométrico, aportarán información de estas poblaciones y ayudarán a establecer la variabilidad interpoblacional e intragrupal.

La serie definida como de Alto Ebro y Alto Duero (Souich *et al.*, 1991) se trata de una colección que tiene un total de no menos de 343 individuos de los cuales 91 son mujeres. Tras el estudio previo morfológico y métrico de los cráneos se concluyó que reunían los rasgos y caracteres que tradicionalmente definen a una población de tipología mediterránea en sentido amplio, con algunas características que se pueden considerar como robustas (López, *et al.* 2000). A partir de los datos métricos individuales se obtuvo para cada variable su media aritmética, desviación standard y coeficiente de variabilidad. Estos resultados se introdujeron en una base de datos informática junto con los de las series femeninas con los que se iban a comparar.

Las series con las que se realizaron las comparaciones son las siguientes:

1. Romanas de Tarragona: siglos III-V (Pons, 1949).
2. Visigodas de la Península Ibérica: siglos V-VII (Varela, 1975).
3. Santa María de Hito: Cantabria, siglos IX-XII (Galera, 1989).
4. Medievales de Castilla y León: siglos IX-XV (López, 2000).
5. La Torrecilla: Arenas del Rey (Granada), siglos IX/X al XIII/XIV (Souich, 1978).
6. Judías de Montjuich: Barcelona, siglos XI-XIV (Prevosti, 1951).
7. Modernas de Castilla y León: siglos XVI-XVIII (López, 2000).

8. Vascas: siglos XIX-XX (Rúa, 1985).
9. Argelinas: siglo XIX (Demoulin, 1972).

Para este estudio se tuvieron en cuenta 26 medidas absolutas (Knussmann, 1988) del neurocráneo y esplanocráneo para realizar las comparaciones, ya que estaban presentes en todas las series que se querían comparar. Se consideraron estas variables como las más representativas y las que mejor explicaban las dimensiones y la forma de los cráneos. Las variables seleccionadas, con la nomenclatura de Martín (Knussmann, 1988), son las siguientes: longitud máxima (M1), longitud de la base (M5), anchura máxima (M8), anchura frontal mínima (M9), anchura frontal máxima (M10), altura basiobregmática (M17), altura auricular (M20), circunferencia horizontal (M23), arco transversal (M24), arco sagital frontal (M26), arco sagital parietal (M27), arco sagital occipital (M28), cuerda sagital frontal (M29), cuerda sagital parietal (M30), cuerda sagital occipital (M31), longitud de la cara (M40), anchura biorbitaria (M44), anchura bicigomática (M45), altura facial superior (M48), anchura interorbitaria (M50), anchura de la órbita (M51), altura de la órbita (M52), anchura nasal (M54), altura nasal (M55), longitud del paladar (M62) y anchura del paladar (M63) (Maroto, 2010).

Los resultados del análisis univariante y los valores de la *t* de Student indicaron que las medidas del cráneo con las que la serie de Alto Ebro y Alto Duero presenta mayores diferencias con el resto de las poblaciones comparadas fueron: la longitud máxima del cráneo, la anchura máxima del cráneo, la anchura frontal máxima, la anchura frontal mínima, el arco transversal, la longitud de la cara, la anchura interorbitaria, la anchura orbitaria y la anchura del paladar. Por ejemplo, según la longitud máxima, destacan los valores grandes que presentan las mujeres de Santa María de Hito y las visigodas de la Península Ibérica; los cráneos femeninos de las vascas se caracterizan por su notable anchura máxima y por la estrechez de su abertura nasal; por la altura basiobregmática se hacen notar las visigodas, por su alto valor; las vascas y castellano-leonesas modernas presentan, respectivamente, las alturas faciales superiores más altas y más bajas.

Este análisis sin duda puso claramente de manifiesto la existencia de la variabilidad interpoblacional, pero no nos permite hacer una comparación más allá de dos variables, por lo que se hace necesaria la aplicación de análisis multivariantes que proporcionen mayor y más fiable información. Para ello, en un segundo paso se recurrió al Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis de Conglomerados (*cluster*) mediante el paquete estadístico SPSS v.15. En este caso se emplearon los *C-Scores* de las distintas variables de cada población.

El ACP se llevó a cabo usando la rotación VARIMAX (porque es la más utilizada y la más fácil de interpretar); las puntuaciones se obtuvieron mediante el método de regresión (por defecto). La representación se consiguió por medio de un gráfico de dispersión simple (Bisquerra, 1989; Lara, 2000; Lizasoain y Joaristi, 1995; Norusis, 1986; Visauta, 2003). En principio, para dicho análisis se utilizaron las 26 variables mencionadas con anterioridad. El resultado fue una matriz donde se pueden observar las variables que cuentan con una mayor carga, y se eliminaron aquellas que presentan cargas inferiores a 0,7 (Hanihara, 1994). Éste análisis cobra todo su sentido cuando todas las variables están saturadas en algún factor, por lo que una variable representada

con una carga de valor bajo en algún factor indica su poca asociación con éste o que esta variable es redundante (Bisquerra, 1989).

Dados estos resultados y puesto que el ACP es un método de reducción de datos, se realizó un segundo y tercer análisis, sin tener en cuenta aquellas variables que tienen una carga importante inferior a 0,7 y que por lo tanto no tienen mucha asociación con los factores (Martín y Luna, 1989). Se puede observar que tras la reducción de variables se consigue un menor número de factores, con lo que finalmente se han usado 18 medidas del neurocráneo y del esplanocráneo. Son las siguientes: longitud máxima (M1), longitud de la base (M5), anchura frontal mínima (M9), anchura frontal máxima (M10), altura basiobregmática (M17), circunferencia horizontal (M23), arco sagital frontal (M26), arco sagital occipital (M28), cuerda sagital frontal (M29), cuerda sagital occipital (M31), longitud de la cara (M40), anchura biorbitaria (M44), altura facial superior (M48), anchura interorbitaria (M50), altura de la órbita (M52), anchura nasal (M54), altura nasal (M55) y anchura del paladar (M63).

El ACP resumió estas 18 variables en cuatro factores que en su conjunto explicaban el 91,03% de la varianza. La matriz de componentes rotados resultante ha convergido en 6 iteraciones. De la observación de los resultados se pudo deducir que las variables con mayor carga son las que más se acercan a 1 y la mayoría influyen en el primer componente, que puede interpretarse como un factor global de tamaño (Peña, 2002). Las variables con mayor carga son el arco sagital frontal, la cuerda sagital frontal, la longitud máxima y la anchura frontal máxima. En el segundo componente las variables que más carga tienen son la anchura del paladar y la longitud de la base. En el tercer componente sólo tiene carga la anchura interorbitaria y en el cuarto, la altura de la órbita.

Las representaciones gráficas del ACP se realizaron mediante unos gráficos de dispersión simple, teniendo en cuenta los tres primeros factores, con el objeto de ver como se agrupan las diferentes series combinando los distintos componentes. En el primer gráfico se representa en el eje X el factor 1 y en el Y el 2, estableciendo las marcas por el lugar (fig. 1). Se puede observar que la población más cercana a la serie femenina del Alto Ebro y Alto Duero (A.E. y A.D.) son las mujeres de Castilla y León medievales. Lo que supone que dos poblaciones que se acercan, tanto temporal como geográficamente, también son las más próximas según los resultados del ACP; es interesante resaltar que las vascas modernas se ven situadas dentro de este mismo cuadrante.

El segundo gráfico se realizó en este caso teniendo en cuenta los componentes 1 y 3 y se representa en el eje X el factor 1 y en el Y el 3 (fig. 2). Aquí hay que subrayar que las series más gráciles (argelinas, judías de Montjuich, La Torrecilla y castellano-leonesas modernas) se agrupan en los cuadrantes de la izquierda, mientras que las más robustas (visigodas de la Península Ibérica, Santa María de Hito, romanas de Tarragona, A.E. y A.D., etc.) lo hacen a la derecha (valores positivos del factor 1). El resultado agrupa muy estrechamente, de nuevo, a la población del Alto Ebro y Alto Duero con las poblaciones de Castilla y León medievales y las romanas de Tarragona. También se encuentran próximas las visigodas de la Península Ibérica y la serie de Santa María de Hito. Es interesante resaltar que en el cuadrante positivo-positivo se reúnen la mayoría de las colecciones del Norte de España, mientras que en el negativo-

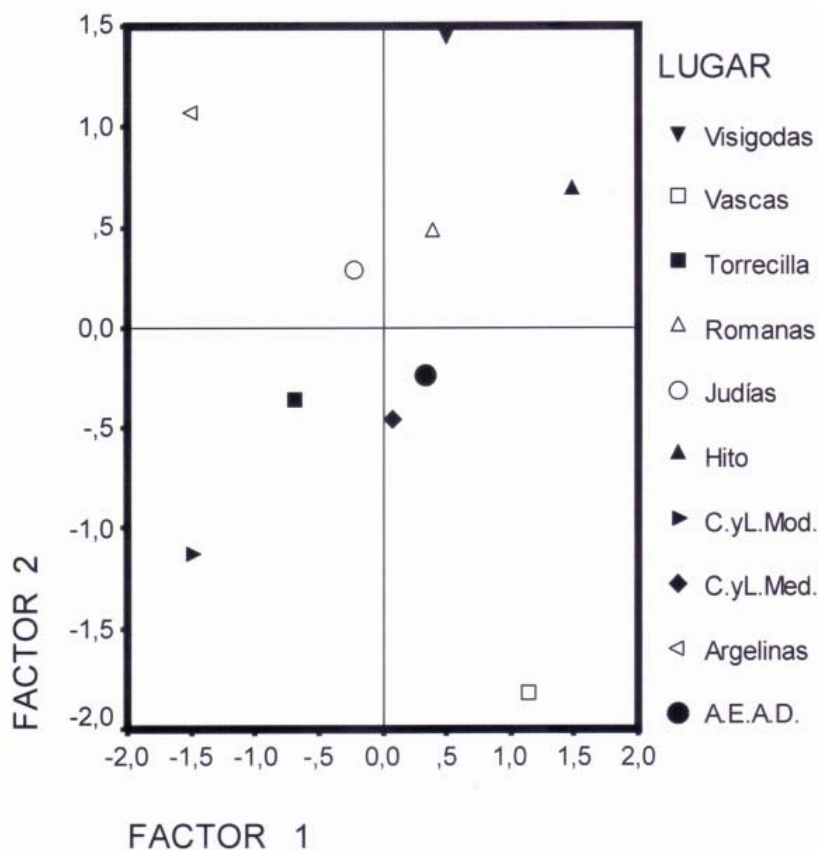


Fig. 1.—Gráficos de dispersión del factor 1 y el factor 2.

negativo se sitúan las muestras más meridionales (La Torrecilla y las argelinas); este hecho vuelve a traducir el gradiente de robustez y gracilidad que existe entre el Norte y el Sur (Ruiz y Souich, 1993; Souich *et al.*, 1996).

Por último se realizó el gráfico en el que se han representado los factores 2 y 3; en el eje X el factor 2 y en el Y el 3 (fig. 3). El resultado, de nuevo, relaciona fuertemente la población del Alto Ebro y Alto Duero, con la serie de Castilla y León medievales.

En resumen, los tres gráficos en los que se han utilizado los tres primeros factores del ACP, dieron como resultado que la serie que más se parece a la serie de las mujeres del Alto Ebro y Alto Duero es la medieval de Castilla y León, que tanto por su geografía como por su cronología es también la más próxima.

Una vez que se realizaron los ACP, se llevaron a cabo unos Análisis de Conglomerados (*cluster*) con el objetivo de conocer, por un método clasificatorio, como se agrupan las series que se comparaban. Como medida de proximidad se utilizó la distancia euclídea al cuadrado y como método aglomerativo el UPGMA (*average linkage between groups*: promedio entre grupos). Este método define la distancia entre dos

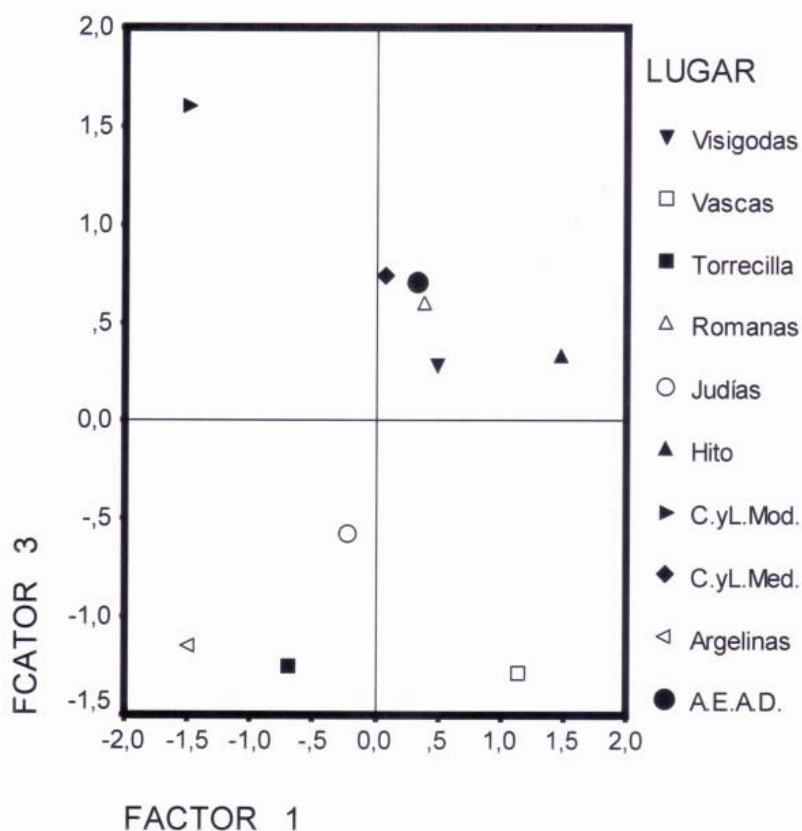


Fig. 2.—Gráficos de dispersión del factor 1 y el factor 3.

conglomerados como el promedio de las distancias entre todos los pares de individuos en los cuales un miembro del par pertenece a cada uno de los *clusters* formados anteriormente (Bisquerra, 1989; Norusis, 1986; Visauta, 1998). El uso de la distancia euclídea al cuadrado es recomendable cuando las variables vienen dadas en iguales escalas y unidades. El método UPMA ha sido utilizado por ser el preferido de numerosos autores (Bisquerra, 1989; Norusis, 1986; etc.).

Para este Análisis de Conglomerados se utilizaron las mismas 26 medidas del neurocráneo y del esplanocráneo para realizar las comparaciones. La representación gráfica resultante, con el método *UPGMA*, dio un dendrograma que muestra dos claros grupos, uno formado por las series romana de Tarragona, Alto Ebro-Alto Duero, visigodas de la Península Ibérica, Castilla-León medievales, Santa M.^a de Hito y vasca, por un lado (fig. 4). Por el otro se agrupan las series de La Torrecilla, judías de Montjuich, argelinas y Castilla-León modernas. Esta distribución de los grupos resultó ser lógica en cuanto que el primero de ellos está integrado por las series que muestran mayor grado de robustez, frente a un segundo grupo que está formado por series consideradas tradicionalmente como más gráciles.

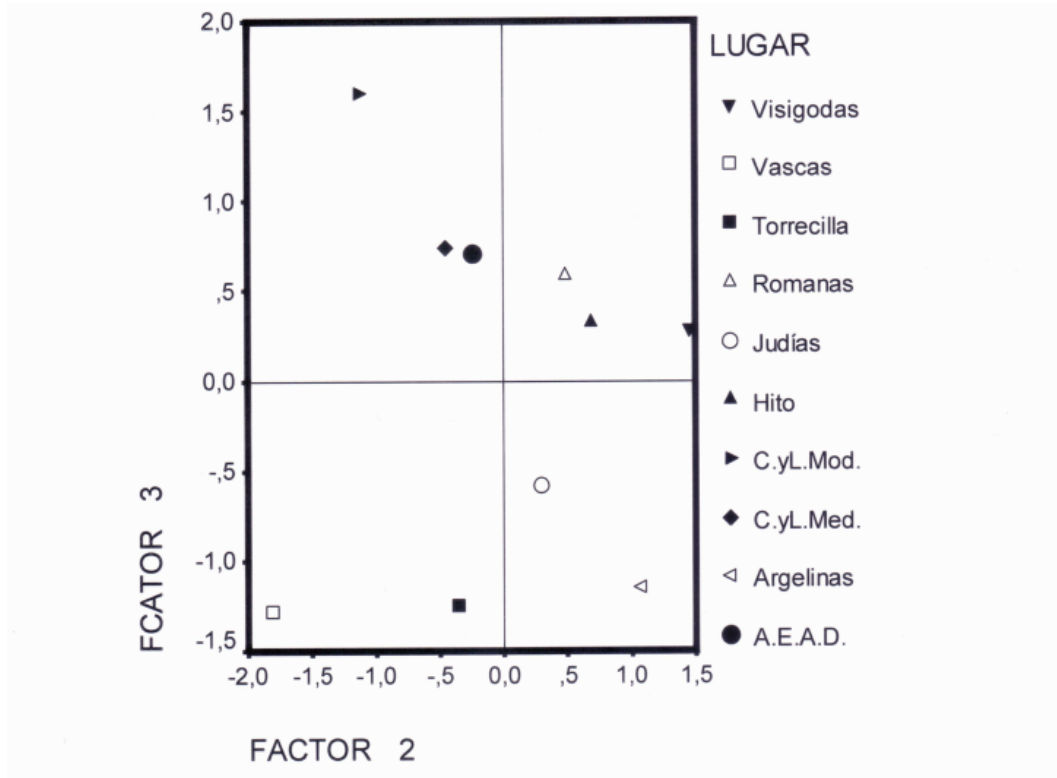


Fig. 3.—Gráficos de dispersión del factor 2 y el factor 3.

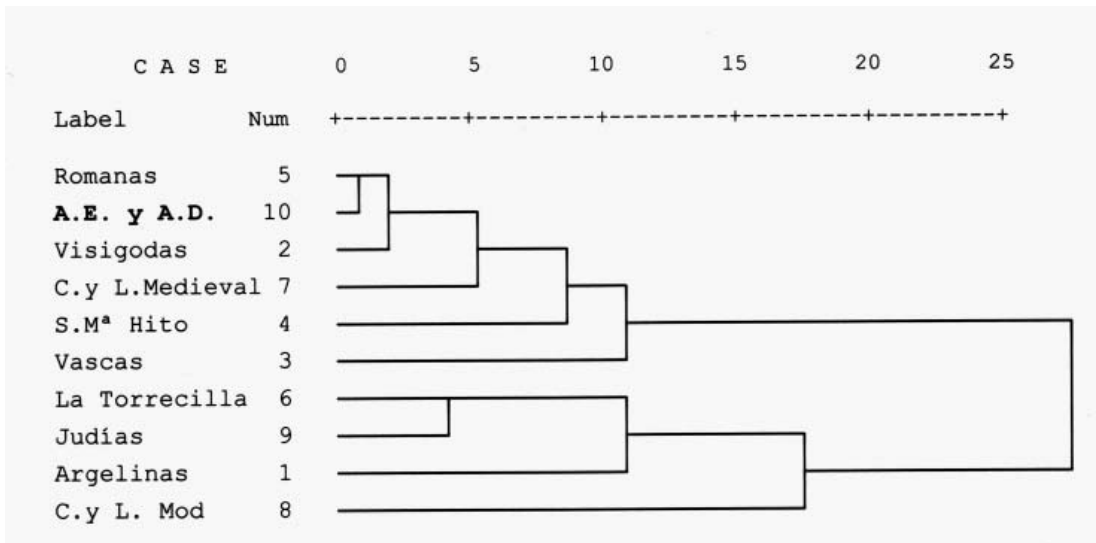


Fig. 4.—Análisis *cluster* con 26 medidas del cráneo.

Al analizar la composición de los dos *clusters* principales se pueden considerar, a su vez, varios subgrupos. En el primero las series de las romanas de Tarragona, Alto Ebro y Alto Duero y visigodas de la Península Ibérica se asocian claramente, por lo que se pudo deducir que sus niveles de similaridad son los mayores. En el segundo gran *cluster*, las series más afines son las correspondientes a La Torrecilla y judías de Montjuich. Es necesario señalar que esta última población es más grácil, por su origen, aunque esté localizada en el norte de España. También es interesante destacar que la muestra de población medieval de Castilla y León es más robusta que la correspondiente moderna, y que las mujeres visigodas aparecen como relativamente gráciles.

Los dos grandes *clusters* traducen las diferencias que se dan entre las series del Norte y del Sur de España con una excepción que es la muestra de Castilla-León moderna, que se agrupa en el segundo conglomerado por su gracilidad. También los análisis *cluster* reflejan el gradiente en la menor o mayor robustez desde el Sur hacia el Norte. Si se dispusiera de colecciones osteológicas de procedencia geográfica intermedia, posiblemente se atenuarían estas diferencias entre las muestras de población meridionales y septentrionales de España.

Por último, se realizó otro análisis *cluster* (fig. 5), teniendo en cuenta únicamente las dieciocho variables que se utilizaron para la composición de los gráficos del ACP. Reduciendo el número de variables a las 18 que presentan mayores cargas en los ACP, se observa como las series femeninas del Alto Ebro-Alto Duero y de Castilla-León medievales se unen, como ocurría en los ACP. Una vez más, las muestras de poblaciones agruparon en dos grandes *clusters* que reflejan la variabilidad interpoblacional y la mayor o menor robustez como ya se observó en los estudios de los cráneos masculinos (Ruiz y Souich, 1996; Souich *et al.*, 1996; etc.). Las mayores afinidades y similitudes se dieron entre las poblaciones femeninas del Alto Ebro-Alto Duero, Castilla-León medievales y las romanas de Tarragona. La mayoría de las comparaciones, tanto mediante los análisis *cluster* como de componentes principales, mostraron que las series femeninas más parecidas son las del Alto Ebro-Alto Duero y Castilla-León medievales.

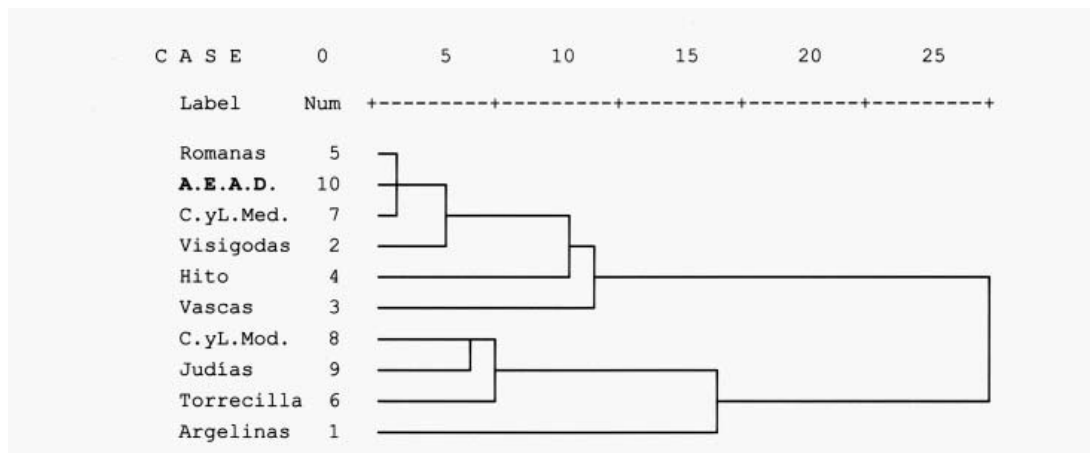


Fig. 5.—Análisis *cluster* con 18 medidas del cráneo.

CONCLUSIONES

Como se puede ver, los análisis estadísticos multivariantes han colocado a la serie femenina de Alto Ebro y Alto Duero en la posición que cabía esperar dada su cronología y su ubicación geográfica. Puede que esto parezca una cosa muy simple y muy lógica, pero es la forma de comprobar, de forma científica y objetiva la hipótesis de partida. Con el análisis univariante, las similitudes y diferencias se basaban en la experiencia del investigador, pero aunque ésta fuera muy amplia, siempre era de carácter subjetivo. Estos análisis son sencillos, rápidos y cómodos de realizar y han supuesto un avance fundamental como herramienta para profundizar en el conocimiento de la variabilidad humana.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAIRA SANTOS, V. y PÉREZ DE VARGAS, A. (1996): *Métodos multivariantes en bioestadística*, Editorial Universitaria Ramón Areces, Madrid.
- ARDANUY, R. y SOLDEVILLA, M. M. (1992): *Estadística básica*, Hespérides, Salamanca.
- BISQUERRA, R. (1989): *Introducción conceptual al análisis multivariable. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL Y SPAD*, I y II, PPU, Barcelona.
- CUADRAS C. M. (2012): *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante*, CMC Editions, Barcelona.
- DEMOULIN, F. (1972): *Le crâne des Algériens*, Tesis Doctoral, Université Paris 7.
- GALERA, V. (1989): *La población medieval cántabra de Santa María de Hito. Aspectos paleodemográficos, morfológicos, paleopatológicos, paleoepidemiológicos y de etnogénesis*, Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá (Madrid).
- HOWELLS, W. W. (1989): *Skull shapes and the map*, Harvard University Press, Cambridge.
- JOHNSON, D. E. (2000): *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*, Internacional Thomson, México, Madrid.
- KNUSSMANN, R. (ed.) (1988): *Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik*, G. Fischer, Stuttgart, New York.
- LARA, A. M.^a (2000): *Diseño estadístico de experimentos, análisis de la varianza y temas relacionados: tratamiento informático mediante Spss*, Proyecto Sur, Granada.
- LIZASOAIN, L. y JOARISTI, L. (1995): *SPSS para Windows*, Paraninfo, Madrid.
- LÓPEZ, B. (2000): *Estudio antropológico de poblaciones históricas de Castilla y León*, Tesis Doctoral, Universidad de León.
- LÓPEZ, M; RUIZ, L. y SOUICH, Ph. du (2000): “Algunas características craneales del tipo mediterráneo en restos antropológicos medievales y modernos”, *Tendencias actuales de investigación en la Antropología Física Española* (Caro, L., H. Rodríguez, E. Sánchez, B. López y M.^a J. Blanco, eds.), Universidad de León, León, pp. 65-69.
- MADRIGAL, L. (1998): *Statistics for Anthropology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- MAROTO, R. M. (2010): “Estudio antropológico de la población femenina medieval del Alto Ebro y Alto Duero”, *Diversidad Humana y Antropología Aplicada* (Gutiérrez-Redomero, E., Sánchez, A. y Galera, V., eds.), Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, pp. 225-537.
- MARTÍN ANDRÉS, A. y LUNA DEL CASTILLO, J. D. (1989), *Bioestadística para las Ciencias de la Salud*, Norma, Madrid.
- NORSUSIS, M. J. (1986): *Advanced statistics. SPSS/PC +. For the IBM PC/XT/AT*. SPSS Inc, Chicago.
- PEÑA, D. (2002): *Análisis de datos multivariantes*, Mc Graw-Hill, Madrid.
- PREEDY, V. R. (2012): *Handbook of Anthropometry. Physical measures of human form in health and disease*, Springer, New York.
- PREVOSTI, M.^a y A. (1951): “Restos humanos procedentes de una necrópolis judaica de Monjuich (Barcelona)”, *Trabajos de Instituto “Bernardino de Sahagún” de Antropología y Etnología* XII, pp. 63-148.
- RÚA, C. DE LA (1985): *El cráneo vasco: morfología y factores craneofaciales*, Diputación Foral de Vizcaya, Vizcaya.
- RUIZ, L. y SOUICH, Ph. du (1993): “Poblaciones antiguas y modernas de España, su posición

- antropológica”, *Actas del II Congreso Nacional de Paleopatología* (Villalaín, J. D., Gómez, C. y F., eds.), Universidad de Valencia, Valencia, pp. 97-102.
- VISAUTA, J. C. y MARTORI I CAÑAS, S. (2003): *Análisis estadístico con SPSS para Windows: estadística multivariante*, Volumen 2, McGraw-Hill, Madrid.
- PONS, J. (1949): “Restos humanos procedentes de la necrópolis de época romana de Tarragona y Ampurias (Gerona)”, *Trabajos de Instituto “Bernardino de Sahagún” de Antropología y Etnología VII*, pp. 19-206.
- SOUICH, Ph. du (1978): *Estudio antropológico de la necrópolis medieval de La Torrecilla (Arenas del Rey, Granada)*, Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- SOUICH, Ph. du (1979): “Estudio antropológico de la necrópolis medieval de La Torrecilla (Arenas del Rey, Granada)”, *Antropología y Paleoecología Humana 1*, pp. 27-40.
- SOUICH, Ph. du (1982): “Notas sobre La Torrecilla (Arenas del Rey, Granada)”, *5 trabajos de Antropología Física* (Souich, Ph. du y Guirao, M., eds.), Instituto Federico Olóriz, Granada, pp. 7-29.
- SOUICH, Ph. du, BOTELLA, M. C. y RUIZ, L. (1991): “Antropología de poblaciones Medievales del Alto Ebro y Alto Duero”, *Nuevas Perspectivas en Antropología* (Botella, M., Jiménez, S.; Ruiz, L. y Souich, Ph., eds.), Diputación Provincial, Granada, pp. 965-983.
- SOUICH, Ph. du, RUIZ, L. y BOTELLA, M. C. (1996): “Antropología de poblaciones medievales del Alto Duero”, *Actas del II Congreso Nacional de Paleopatología* (Villalaín, J. D., C. Gómez, y F. Gómez, eds.), Universidad de Valencia, Valencia, pp. 89-96.
- SPIEGEL, M. (1997): *Estadística*, McGraw-Hill, México.
- VAN VARK, G. N. y HOWELLS, W. W. (1984): *Multivariate Statistical Methods in Physical Anthropology*, Reidel. Holland.
- VARELA, T. A. (1974-75): “Estudio antropológico de los restos óseos procedentes de necrópolis visigodas de la Península Ibérica”, *Trabajos de Antropología XVII* (2, 3, 4), pp. 7-157.

