
**PRESENCIA DE *THEROPITHECUS* Y
HOMO SP. EN EL PLEISTOCENO INFERIOR
DE CUEVA VICTORIA**

J. GIBERT

P. PALMQVIST

F. RIBOT

J.L. SANTAMARÍA

ENTREGADO: 1993

PRESENCIA DE *THEROPITHECUS* Y *HOMO SP.* EN EL PLEISTOCENO INFERIOR DE CUEVA VICTORIA

J. GIBERT, P. PALMQVIST, F. RIBOT, J.L. SANTAMARÍA

Palabras clave: Pleistoceno Inferior, vertebrado, fósil, cueva Victoria, *Theropithecus*, *Homo*.

Resumen: Se presenta un avance de los estudios realizados en Cueva Victoria sobre los hallazgos óseos de vertebrados fósiles entre los que se encuentran restos humanos, se describe y clasifica el molar de *Theropithecus* y también se realizan los estudios morfométricos muy precisos con la falange de *Homo*.

INTRODUCCIÓN

Desde 1982, las excavaciones sistemáticas que se han realizado en el yacimiento cárstico de Cueva Victoria (Cartagena, Murcia), han proporcionado gran cantidad de vertebrados fósiles del Pleistoceno inferior, y entre ellos se han encontrado cuatro restos humanos:

* CV-O, falange medial del quinto dedo (Gibert y Pons-Moyà, 1985; Pons-Moyà, 1985; Gibert y Pérez-Pérez, 1989; Santamaría y Gibert, 1992; Gibert *et al.*, 1992).

* CV-1, fragmento distal de diáfisis de húmero derecho (Gibert *et al.*, 1989, 1992).

* CV-2, fragmento inferior de húmero derecho (Gibert *et al.*, 1989, 1992).

* CV-3, fragmento de diáfisis de fémur (en estudio).

En la campaña de 1990 descubrimos un germen de molar inferior derecho perteneciente a un cercopitécido, que por su tamaño y características morfológicas hemos caracterizado como *Theropithecus* sp.

Este hallazgo es realmente importante pues significa que por primera vez se encuentra fauna africana en el Pleistoceno inferior de la Península Ibérica, lo que puede contribuir a explicar la expansión del género *Homo* fuera de África, sin embargo, era preciso separar la falange atribuida a *Homo* de Cueva Victoria de los grandes cercopitécidos. Así pues, en este trabajo se describe y clasifica el molar de *Theropithecus* y también se realizan los estudios morfométricos muy precisos con la falange de *Homo*.

EDAD

Cueva Victoria (Cartagena, Murcia) es un yacimiento paleontológico de tipo cárstico. Su datación mediante fauna lo sitúa en el Pleistoceno inferior, por la presencia de *Castillomys crusafonti*, *Allophaiomys chelinei*, *Pliomys quercinus*, *Apodemus* aff. *mystacinus*, *Prolagus calpensis*, *Oryctolagus* cf. *lacosti*, *Homotherium* sp., *Canis etruscus*, *Megantereon*? sp., *Pachycrocuta brevirostris*, *Megaceros*, «*Cervus*» sp., *Diceros bini* *etruscus*, *Archisdiskodon meridionalis*, *Equus* sp.¹ (gran tamaño), *Equus* sp.² (pequeño tamaño).

TAMAÑO	(mm)
Longitud mesiodistal	19.6
Anchura bucolingual trigónido	13.2
Anchura bucolingual talónido	12.9
Altura protocónido	14.07
Altura hipocónido	13.08
Altura metacónido	10.73
Altura entocónido	11.34
Anchura fovea mesial	5.04
Anchura fovea distal	6.82

Tabla 1.

GEOLOGÍA

Los sedimentos de relleno de la cueva se pueden clasificar en cuatro grupos (Gibert *et al.*, 1992) (Fig. 1):

a) Arcillas de descalcificación correspondientes al periodo en el que la cueva no estaba abierta al exterior.

b) Sedimentos detríticos, dominados por brechas heterométricas, que hacia el interior pasan a arenas gruesas, finas y arcillas. Materiales que corresponden a la fase de relleno que siguió a la abertura de la cueva, y llegaron a colmar las cavidades. Son las facies que contienen los restos fósiles, y provienen del mismo cerro en el que se desarrolló la cueva.

c) Materiales de reexcavación. Son sedimentos muy heterométricos (arcillas a bloques) y de litología variada (arcillas, arenas, clastos de arcilla de descalcificación, cantos calcáreos, bloques de brecha,...).

d) Sedimentos más recientes (arcillas, arenas y gravas), que continúan depositándose en la actualidad.

Gibert *et al.* demuestran que (1992), Cueva Victoria funcionó como cubil de hienas que la habitaron y produjeron la acumulación de restos óseos que se encuentran en ella.

DESCRIPCIÓN DEL MOLAR DE THEROPITHECUS

El elemento fósil es un germen de molar inferior derecho que conserva toda la corona. Las características anató-

<i>Theropithecus</i>	Long. M ₁ (mm)	Long. M ₂ (mm)
<i>T. darti</i> (17)	8.1 - 12.9	10.1 - 16.1
<i>T. brunti</i> (18)	10.0 - 14.0	12.5 - 17.5
<i>T. oswaldi</i> (62)	11.4 - 17.5	11.9 - 22.5
Cueva Victoria	19.6	

Tabla 2.

micas de la pieza y sus dimensiones permiten determinarlo como un M₂, más que como un M₁. Por otra parte se excluye su atribución a un M₃ por la ausencia de hipocónido.

Cara oclusal (fig.- 2a): diente de gran tamaño y alargado mesiodistalmente (ver tabla 1), con cuatro cúspides altas, en forma de columnas, dando lugar a que los valles sean profundos. El entocónido se encuentra desdoblado en una doble columna.

Cara bucal (fig.- 2b): mesiobucalmente presenta un profundo y ancho surco, en la base del cual hay una pequeña cúspula accesoria. El protocónido y el hipocónido están unidos por una crístida alta y longitudinal, que hace que el margen bucal sea alto y cerrado, formándose un profundo valle, o escotadura bucal. Dentro de este valle, y adosada al protocónido hay una pequeña cúspula o gota de esmalte. También existe un profundo y ancho surco en posición distobucal.

Cara lingual (fig.- 2c): el margen lingual no es tan alto, pues la crístida que une las dos cúspides linguales es muy baja, por lo que el diente parece abierto entre el metacónido y el entocónido. En la parte posterior de dicha crístida, y adosada al entocónido se puede apreciar una pequeña cúspula.

Cara mesial: presencia de una paracrístida notablemente desarrollada que delimita anteriormente la fovea mesial.

Cara distal: la fovea distal es baja y ancha, y está cruzada por varios surcos que definen pequeñas rugosidades o crenulaciones de esmalte, dando lugar a cúspulas muy pequeñas a lo largo del margen de la crístida que cierra la fovea en su parte distal. Esta fovea se abre lingualmente por una profunda muesca distolingual.

DISCUSIÓN

La estructura bilofodonta de las cúspides y crístidas nos permite situar la pieza entre los cercopithecidos. La presen-

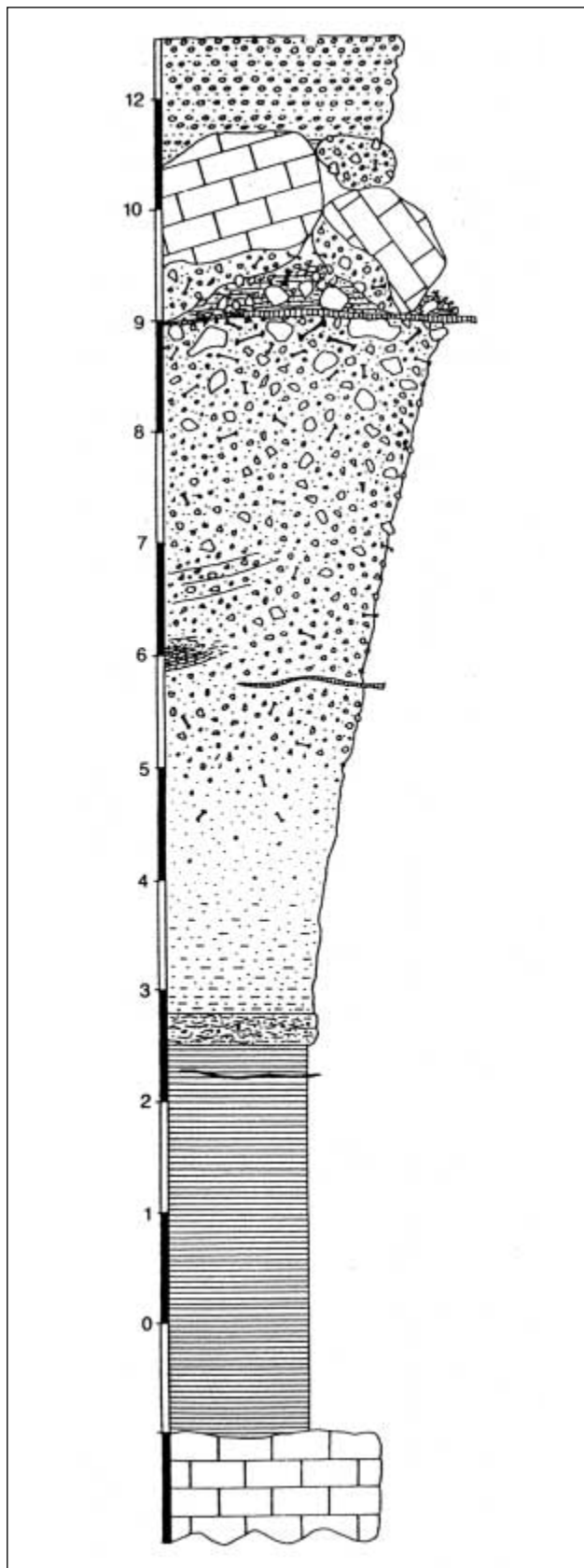


Figura 1.

cia de cúspides altas con profundos valles, así como por el gran tamaño, separan la pieza estudiada de los géneros *Macaca* y *Paradolichopithecus*. La descripción de la pieza se ajusta perfectamente con las características morfológicas del género *Theropithecus* (ver Leakey & Withworth, 1958, y Jolly, 1972).

Especialmente hay que hacer hincapié en la presencia de las escotaduras mesiobucal y distobucal, que aunque también se dan, aunque no siempre, en algunos molares inferiores de cercopithecinos de gran tamaño, nunca son tan grandes y anchas como en nuestro diente. Dentro del género *Theropithecus*, lo separamos de *T. darti* porque en éstos la escotadura mediolingual es poco profunda en relación a la altura de las cúspides; el entocónido es relativamente ancho, más cónico y menos columnar, y la escotadura mesiobucal no está tan definida, así el valle que forma ésta es más continuo con el margen bucal. Por otro lado, la morfología descrita para el diente es compatible en su totalidad con la presente en *T. oswaldi*.

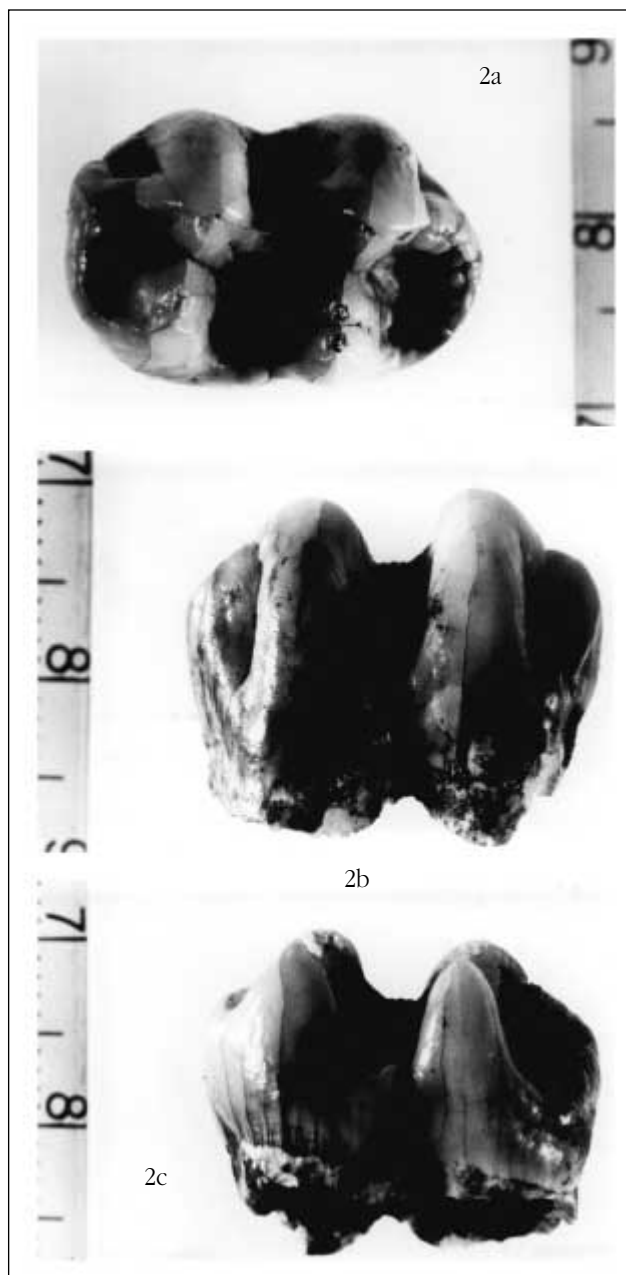
Métricamente la pieza estudiada es de gran tamaño (19,6 MD x 13,2 BL -amplitud máxima tomada en el trigónido-). Por su longitud mesiodistal (19,6 mm.) queda muy por encima de los M_1 y M_2 de *T. darti* (rango 8,1-12,9 y 10,1-16,1 respectivamente), también de los M_1 y M_2 de *T. brunti* (10,0-14,0 y 12,5-17,5 respectivamente), y de los M_1 de *T. oswaldi* (11,4-17,5), mientras que entra perfectamente dentro del rango de los M_2 de esta última especie (11,9-22,5) (tabla 2).

El índice de robustez (MD x BL) es de 258,7, el cual encaja plenamente en la variabilidad de los M_2 de *T. oswaldi* (162-349), y se sitúa por encima de los índices para los M_1 de la misma especie (108-228).

Tanto por las características morfológicas expuestas como por las métricas, creemos que lo más correcto es homologar la pieza a un segundo molar inferior (M_2) de *Theropithecus* cf. *oswaldi*.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y CRONOLÓGICA DEL GÉNERO THEROPITHECUS

El género *Theropithecus* se ha encontrado hasta ahora en el Plioceno y Pleistoceno inferior y medio de África y Mirzapur, India (Gupta & Sahni, 1981), cuya edad es muy imprecisa, E. Delson (1993) lo sitúa en el límite Pleistoceno y M. Pickford (1993) entre 1.5 y 1 m.a. Todos estos yacimientos se sitúan ente los 30° de latitud N y S (Pickford, 1993).



Figuras 2a; 2b y 2c.

El hallazgo de *Theropithecus* en el Pleistoceno inferior de Cueva Victoria significa ampliar su distribución geográfica por encima de los 30º y detectar fauna africana en el SE de la Península Ibérica.

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA FALANGE DE HOMO SP. DE CUEVA VICTORIA

A partir del hallazgo de un cercopitécido de gran tamaño en Cueva Victoria (cf. *Theropithecus*) se hizo pre-

ciso establecer nuevas comparaciones con estas formas, por lo que Santamaría y Gibert (1992) efectuaron un estudio radiológico en el que se analizan diversos parámetros convencionales (distancias y superficies), estimados en 94 radiografías de segundas falanges de cercopitécidos y pánidos, concluyendo que la falange de Cueva Victoria es atribuible al género *Homo*.

Los antecedentes bibliográficos sobre estudios comparativos en falanges son muy escasos, pues normalmente se describen sólo falanges aisladas. Cabe destacar en este campo los trabajos realizados por Musgrave (1969, 1971) sobre falanges neandertalenses, que sirven de punto de referencia para algunas de las metodologías aplicadas en estos estudios.

La excepcionalidad e importancia de estos hallazgos paleoantropológicos obliga a la aplicación de técnicas muy precisas, con el fin de que la atribución sistemática del fósil sea correcta. En este artículo se ensayan diversas metodologías morfométricas y de la estadística multivariante, con vistas al análisis comparativo de la falange de Cueva Victoria con respecto a humanos, pánidos y cercopitécidos.

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES CONVENCIONALES

En la Fig. 3 se presentan los resultados obtenidos al efectuar un análisis discriminante lineal entre las falanges humanas, por un lado, frente a la de gorilas, papiones y mandriles, por otro, utilizando como variables los parámetros convencionales (distancias y superficies) estimados sobre radiografías Santamaría y Gibert (1992). Como se puede apreciar en esta gráfica, la función discriminante (Φ) asigna correctamente la totalidad de los ejemplares analizados a sus grupos respectivos, no existiendo ningún solapamiento entre los mismos. La distancia de Mahalanobis entre los centroides de los grupos ($D^2=24,76$) indica, de acuerdo con el test *T* de Hottelling según su aproximación al test *F* de Snedecor (ver Davis, 1986; Reyment *et al.*, 1984), que ambas medias multivariantes resultan significativamente diferentes ($F=46,68$, $p<0,001$). La falange de Cueva Victoria toma un valor en la función discriminante que la sitúa, claramente, dentro del grupo formado por las humanas.

Ahora bien, las variables clásicas o convencionales (del tipo distancias, superficies y ángulos) presentan toda una serie de inconvenientes que desaconsejan su uso como

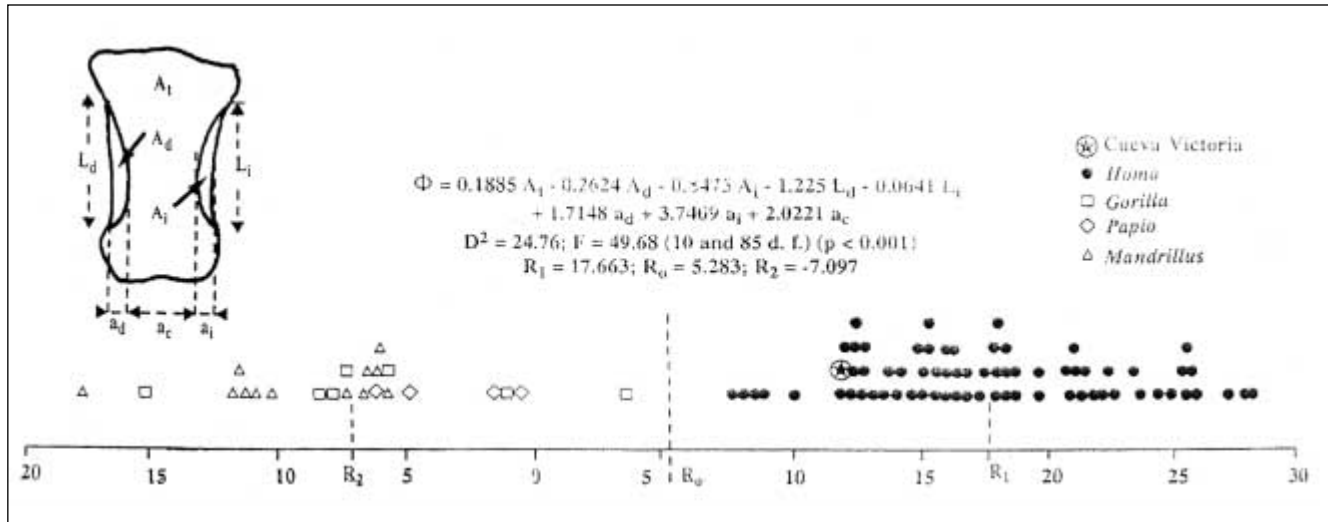


Figura 3.

descriptores morfológicos de los fósiles (Scott, 1980; Benson y Chapman, 1982; González Donoso y Palmqvist, 1990; Rohlf y Bookstein, 1990; Bookstein, 1991; Reyment, 1991), pues no diferencian adecuadamente entre los aspectos de la morfología relacionados con el tamaño y la forma, no tienen en cuenta las posiciones relativas que ocupan los puntos equivalentes (*landmarks*) en las figuras comparadas y no permiten acceder a la abundante información contenida en la curvatura de los contornos biológicos. Además la mayoría de los estudios biométricos en que se utilizan estas variables no se suele seguir ningún tipo de planteamiento teórico previo respecto a su diseño (esto es, para precisar conforme a qué se pretende en realidad medir), sino que simplemente se procede a tomar el mayor número posible de las mismas; la dificultad que se deriva de esta práctica es que en muchos casos tales variables resultan redundantes, al incluir unas a otras, en parte o en su totalidad, lo que afecta a los resultados obtenidos en los análisis multivariantes, dado que a priori, ya se encuentran parcialmente correlacionadas. Por todas estas razones, en el presente estudio se consideró necesario contrastar con otras metodologías morfológicas los resultados obtenidos siguiendo el enfoque clásico.

ANÁLISIS DE CONTORNOS

Existen varias metodologías que permiten analizar la forma y curvatura de los contornos, como son las diferentes modalidades de análisis mediante series de Fourier (en contornos cerrados y abiertos, por radios polares,

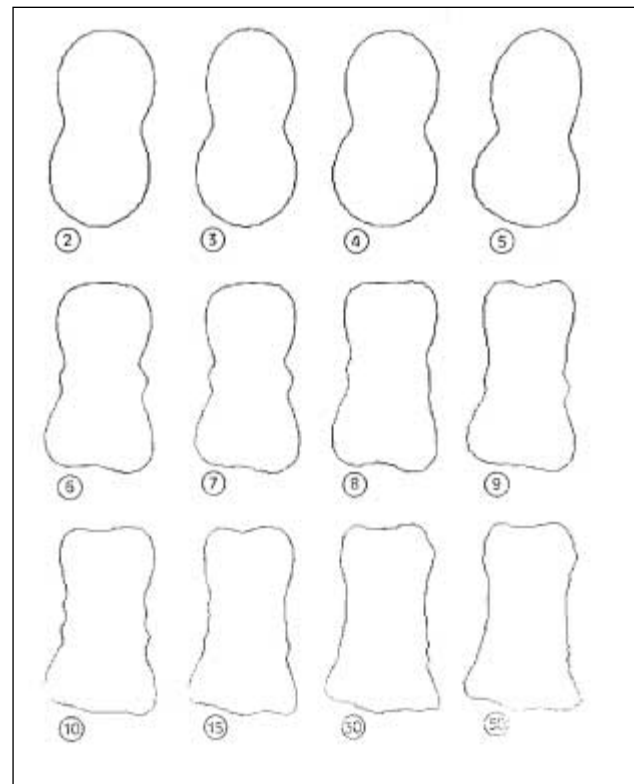


Figura 4.

elíptico, etc; véase la revisión efectuada por Rohlf, 1990), el análisis *eigenshape* (Lohmann, 1983; Lohmann y Schweitzer, 1990) y los métodos para la obtención de ejes medios (Straney, 1990). En este trabajo se utilizan las series de Fourier para contornos cerrados, según la aproximación mediante radios polares (Ehrlich y Weinberg, 1970), que es la más aplicada en morfometría (véase

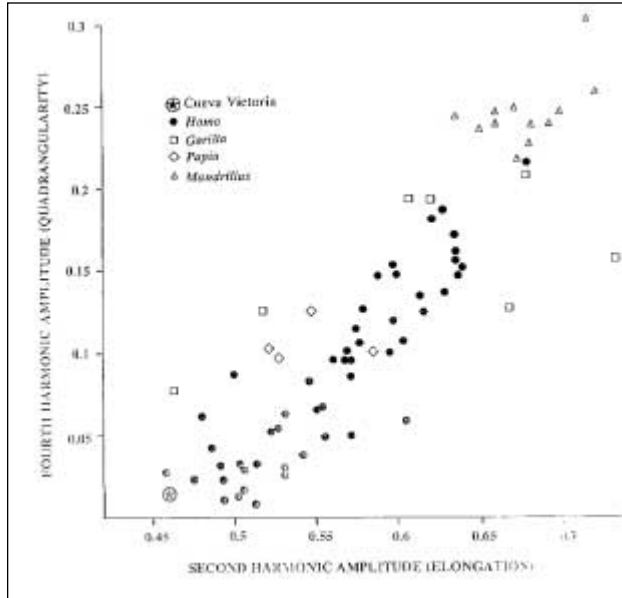


Figura 5.

González Donozo y Palmqvist, 1990), y las referencias citadas en este artículo.

Las series de Fourier para contornos cerrados son ecuaciones trigonométricas que incorporan senos y cosenos, las cuales se pueden utilizar para describir y reproducir, con tanta precisión como se necesite, aquellas figuras bidimensionales en las que cualquier radio que parte de su centro de masas intersece sólo una vez a la periferia. La forma del contorno de la figura se estima a partir de la siguiente ecuación, que permite ajustar la expansión de un radio que discorra desde el centroide de la figura hasta su periferia, en función del ángulo de rotación en un sistema de coordenadas polares (R, θ) cuyo origen se sitúe en el centro de masas del contorno

$$R(\theta) = R_0 \left[1 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\theta) + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin(n\theta) \right], \text{ [Ec.1]}$$

ecuación que normalmente se usa en la siguiente transformación:

$$R(\theta) = R_0 \left[1 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(n\theta - P_n) \right], \text{ [2]}$$

$$\text{con } C_n = (A_n^2 + B_n^2)^{1/2} \text{ y } P_n = \arctan(B_n / A_n), \text{ [3]}$$

donde θ es el ángulo polar formado por el radio (s) con una línea horizontal de referencia que cruza al centro de

masas del contorno R_0 es el radio de una circunferencia con área equivalente a la de la figura analizada, n es el denominado orden armónico. C_n es la amplitud del armónico de orden n y P_n es su ángulo de fase.

Estas ecuaciones se ajustaron a los contornos de las falanges siguiendo los pasos que se detallan a continuación: En primer lugar, se tomaron las coordenadas cartesianas (x, y) de un conjunto de puntos (200-500) situados sobre la periferia de la proyección de las falanges, utilizando a estos efectos una tableta digitalizadora marca *CALCOMP*, que permite una precisión de 0,1 mm en la toma de coordenadas. El número de puntos depende de la precisión que se requiera en el análisis y su localización es arbitraria, pero como regla general se necesitan más coordenadas sobre aquellas regiones del contorno donde se presentan los cambios de curvatura más acentuados, mientras que en las zonas más suaves se precisan menos puntos para su definición. Las coordenadas se toman secuencialmente, en el sentido contrario al de las agujas del reloj. Si se desea retener la información referente a la orientación de los armónicos en las figuras, sólo se necesitan dos puntos equivalentes en los contornos que permitan rotar a todas las figuras hasta alcanzar una misma posición.

Una vez estimadas las coordenadas (x, y) de L puntos, se cierra el contorno asumiendo que $X_{L+1} = X_1$ y $Y_{L+1} = Y_1$. El siguiente paso consiste en calcular el área encerrada por el contorno, a partir de la ecuación:

$$A = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^L [(Y_{j+1} + Y_j)(X_j - X_{j+1})] \text{ [4]}$$

y entonces se calculan los primeros momentos totales sobre los ejes X e Y :

$$MY = \frac{1}{6} \sum_{j=1}^L [(Y_{j+1}^2 + Y_{j+1}Y_j + Y_j^2)(X_j - X_{j+1})] \text{ [5]}$$

$$MX = \frac{1}{6} \sum_{j=1}^L [(X_{j+1}^2 + X_{j+1}X_j + X_j^2)(Y_j - Y_{j+1})] \text{ [6]}$$

lo que permite estimar las coordenadas cartesianas del centroide de la figura, dividiendo los momentos totales apropiados por el área del contorno:

$$X_c = MX / A \text{ y } Y_c = MY / A. \text{ [7]}$$

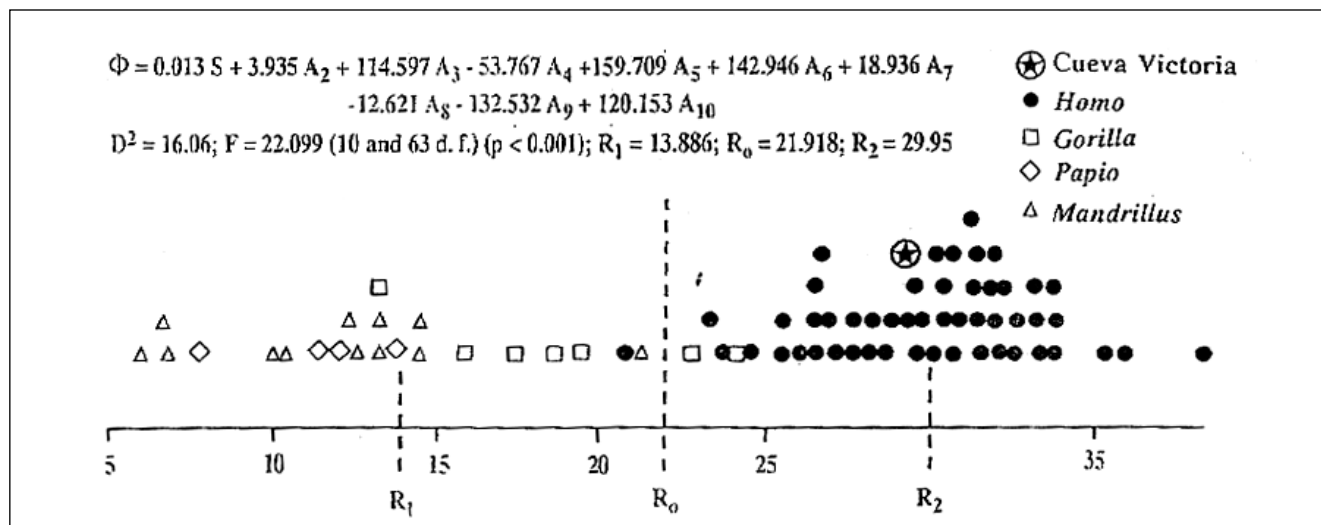


Figura 6.

Cada uno de los L puntos tomados en la periferia del contorno se puede expresar entonces en coordenadas polares (R, s) respecto al centro de masas, según la transformación:

$$R_i = [(Y_i - Y_c)^2 + (X_i - X_c)^2]^{1/2} \quad [8]$$

$$s_i = \arctan [(Y_i - Y_c) / (X_i - X_c)] \quad [9]$$

y se vuelve a considerar que $R_{i+1} = R_i$ y $s_{i+1} = s_i$ [10]

El siguiente paso consisten en calcular el radio medio de la figura (R_0), mediante la ecuación:

$$R_0 = \pi / 4 \sum [R_{i+1} + R_i] (s_{i+1} - s_i) \quad [11]$$

en la cual se debe tener en cuenta que si s_{i+1} se localiza en el primer cuadrante ($0^\circ-90^\circ$) y s_i en el cuarto ($270^\circ-360^\circ$), entonces se debe sumar 2π a la diferencia de ángulos.

A continuación los radios de los puntos que describen la periferia del objeto se dividen por el radio medio ($R_j = R_i / R_0$), lo que independiza el análisis del tamaño de la figura, calculándose los términos A_n y B_n de la serie de Fourier a partir de los siguientes algoritmos:

$$A_n = 1 / \pi \sum_{j=1}^L [((R_{j+1} - R_j) (\cos(n s_{j+1}) - \cos(n s_j))) / ((s_{j+1} - s_j) n^2) + (R_{j+1} \sin(n s_{j+1}) - R_j \sin(n s_j)) / n] \quad [12]$$

y

$$B_n = 1 / \pi \sum_{j=1}^L [((R_{j+1} - R_j) (\sin(n s_{j+1}) - \sin(n s_j))) / ((s_{j+1} - s_j) n^2) - (R_{j+1} \cos(n s_{j+1}) - R_j \cos(n s_j)) / n] \quad [13]$$

La precisión del análisis de las series de Fourier para caracterizar un contorno depende del número de coordenadas tomadas inicialmente para definir la periferia y del número de armónicos usados en el ajuste de la serie. Como regla general, se deben tomar al menos un número doble de coordenadas en el contorno que el de mayor orden armónico que se desee ajustar. Este análisis posibilita descomponer la forma de la figura en sus diferentes componentes geométricos, con independencia de su tamaño y sin necesidad de contar con puntos homólogos.

La caracterización del contorno puede ser tan precisa como se desee, pues las amplitudes de los armónicos de orden bajo estiman los aspectos geométricos globales de la figura analizada, mientras que las amplitudes de los armónicos de orden superior describen aquellos aspectos de menor detalle en la escultura del contorno. Así se puede considerar que la amplitud del segundo armónico representa la contribución a la forma empírica de un trébol de dos hojas y es, por lo tanto, una estimación de su alargamiento general. El tercer armónico estima la semejanza con un trébol de tres hojas, una medida de su triangularidad. En general la amplitud armónico del término n de la serie de Fourier representa la contribución morfológica de un trébol de n hojas al contorno estudiado. La amplitud del primer armónico es una medida del error

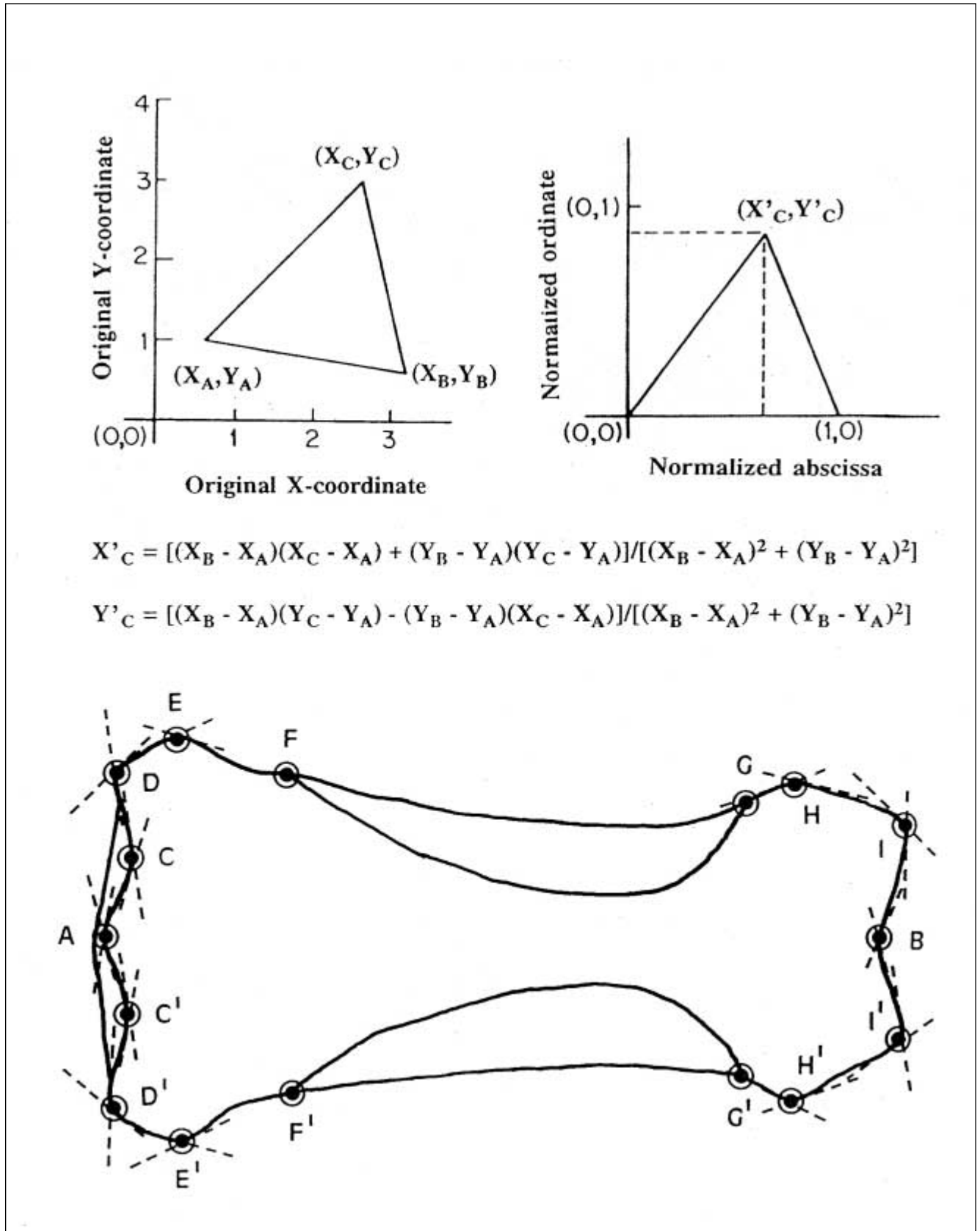


Figura 7.

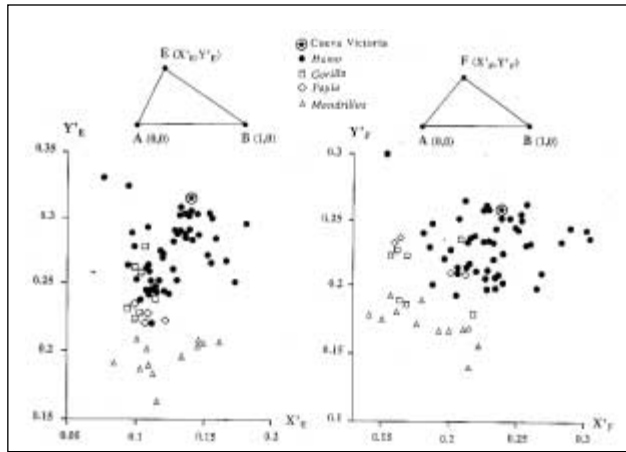


Figura 8.

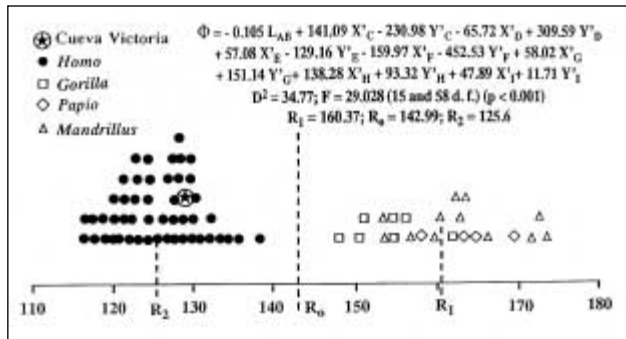


Figura 9.

cometido en el ajuste de la serie al contorno. Finalmente, los ángulos de fase, divididos por su correspondiente orden armónico, indican en qué región de la figura se localiza la influencia de los armónicos. Estos parámetros, en especial las amplitudes armónicas, se pueden utilizar como descriptores morfométricos multivariantes (Younker y Ehrlich, 1977).

Todos los sistemas de análisis morfométricos que se han propuesto hasta la fecha son considerados de diferente manera por sus defensores y por sus detractores. El análisis de Fourier de contornos cerrados presenta algunas limitaciones teóricas y posibles desventajas desde un punto de vista práctico (Bookstein *et al.*, 1982; Lohmann, 1983; Ehrlich *et al.*, 1983; Rohlf, 1990). 1) Las series de Fourier de radios polares sólo son útiles para describir funciones que tomen valores singulares, lo que limita su aplicación a contornos particularmente recurvados y sinuosos. 2) El centroide de la figura no se puede considerar como un punto homólogo o equivalente entre los ejemplares analizados. 3) Si bien la forma de un contorno se puede representar com-

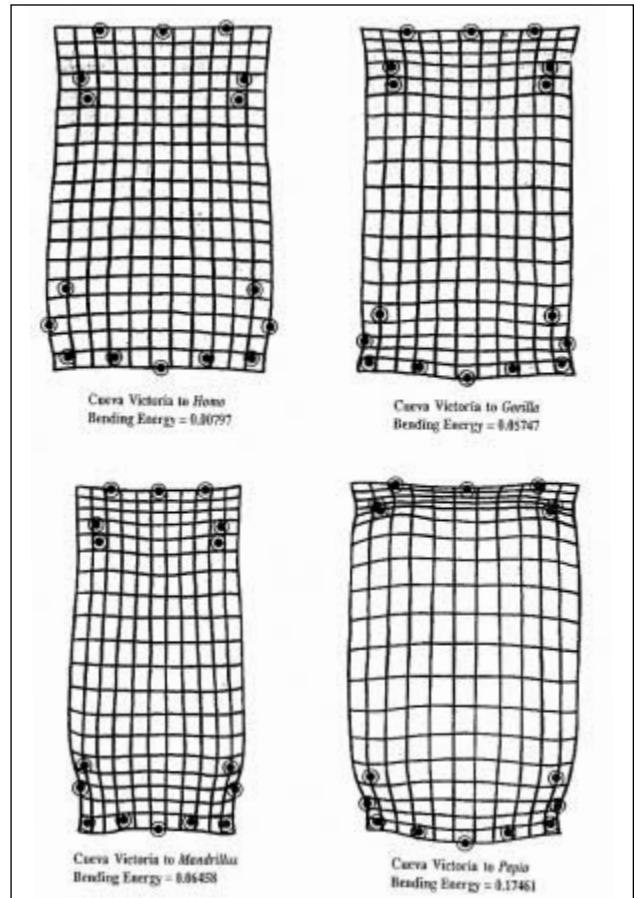


Figura 10.

pletamente a partir de la serie de Fourier, es más difícil (excepto para los armónicos de orden bajo) percibir cómo cada término en particular de la serie refleja las diferencias características morfológicas de la figura original; en consecuencia, la relación entre una forma y su función armónica no es simple, a excepción de los contornos periódicos o radialmente simétricos (como la concha de un equinodermo), pero no en el caso más general de las formas aperiódicas.

En la Fig. 4 se presentan diversas simulaciones computarizadas del contorno de la falange de Cueva Victoria, obtenidas incorporando los sucesivos armónicos de la serie de Fourier ajustadas al mismo. Según se puede observar en ella, los primeros armónicos describen los componentes geométricos globales de la forma (p. ej., el segundo da cuenta del alargamiento general de la figura), mientras que los detalles más localizados necesitan un número mayor de términos de la serie para ser reproducidos.

Ahora bien, pese a necesitarse un número relativamente alto (30-50) de armónicos para caracterizar y reproducir

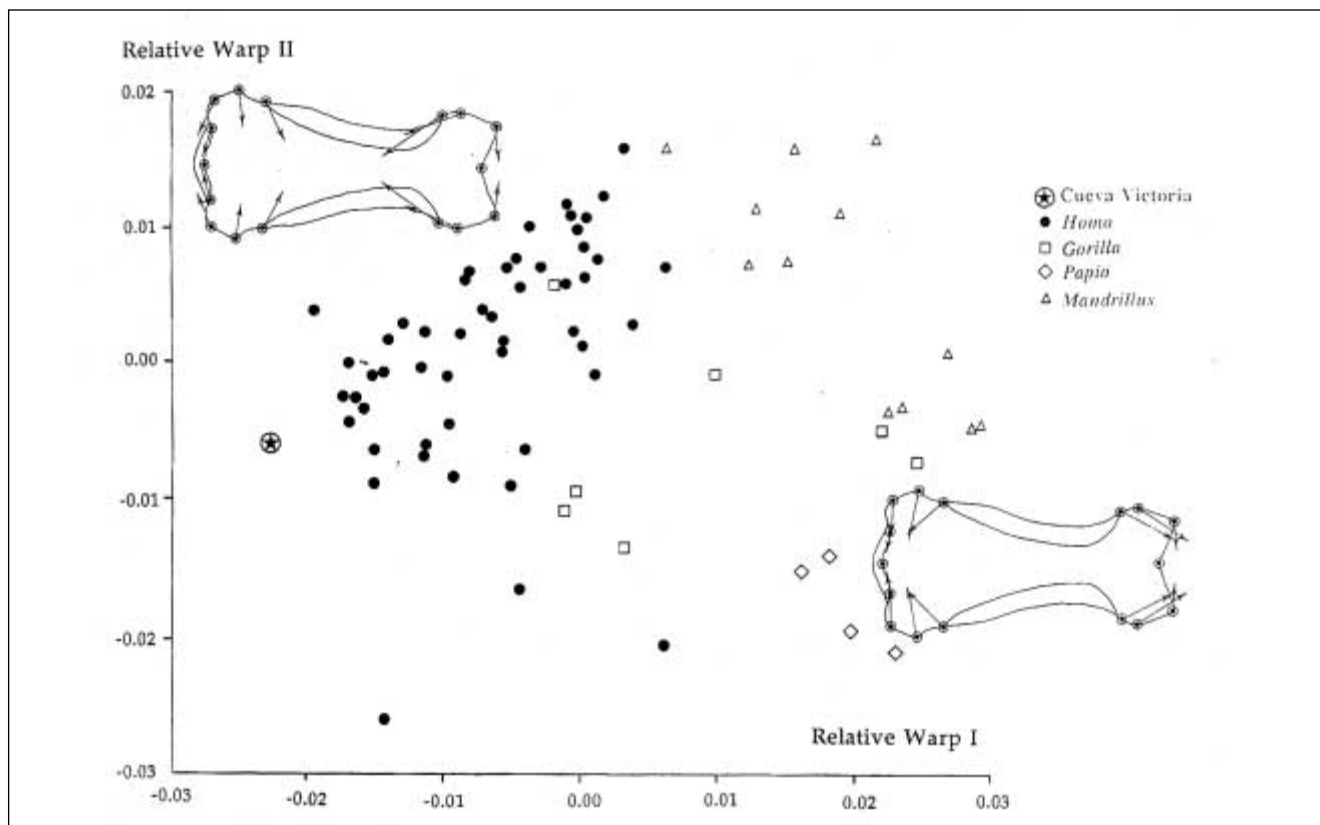


Figura 11.

totalmente el contorno, sus aspectos más importantes se describen adecuadamente con los diez primeros; por esta razón, sólo se retuvieron éstos como variables en los análisis multivariantes. Así, en la Fig. 5 se pueden apreciar como únicamente con las amplitudes del segundo y del cuarto armónico se consigue ya una cierta diferenciación entre las falanges humanas, por un lado, y las de gorilas y cercopitécidos, por otro, situándose la falange fósil en una región del gráfico bivariante que se encuentra ocupada sólo por las de homínidos.

Para valorar estas diferencias globalmente, desde una perspectiva multivariante, se efectuó un nuevo análisis discriminante, esta vez usando como variables las amplitudes de los diez primeros armónicos (excepto el primero, que sólo mide el error en el ajuste), que serían los descriptores de la forma de los contornos, y la superficie de las falanges como estimador del tamaño. Los resultados obtenidos permiten constatar (Fig.6) como la forma del contorno de las falanges resulta significativamente diferente al comparar las medias multivariante de los dos grupos ($D^2 = 16.06$; $F=22.10$; $p<0.001$), aunque se produce un ligero solapamiento entre los extremos de ambas distribuciones (95.9% de reasignacio-

nes correctas). Pese a ello, la falange de Cueva Victoria toma, nuevamente, un valor en la función discriminante que la coloca dentro del grupo integrado por las humanas, esta vez muy próxima a la de su centroide.

ANÁLISIS DE LANDMARKS

El análisis de la posición relativa de *LANDMARKS* se efectuó utilizando dos metodologías de la morfometría geométrica (Bookstein *et al.*, 1991; Reyment, 1991), la estimación de coordenadas morfológicas (*shape coordinates*) y el análisis de deformaciones principales (*principal warp analysis*). El fundamento del primero es el siguiente: para un conjunto formado por N *LANDMARKS*, con sus respectivas coordenadas cartesianas (x, y), se pueden construir un total de $N-2$ triángulos y en cada uno de ellos es posible efectuar una transformación de las coordenadas originales de los *LANDMARKS*, de forma tal que el primero y el segundo pasen a formar una *baseline* de referencia tomando, respectivamente, los valores $(0,0)$ y $(1,0)$. Con que la forma del triángulo quedaría entonces definida por las nuevas coordenadas (x', y') para el tercer punto (ver la Fig. 7, en la que

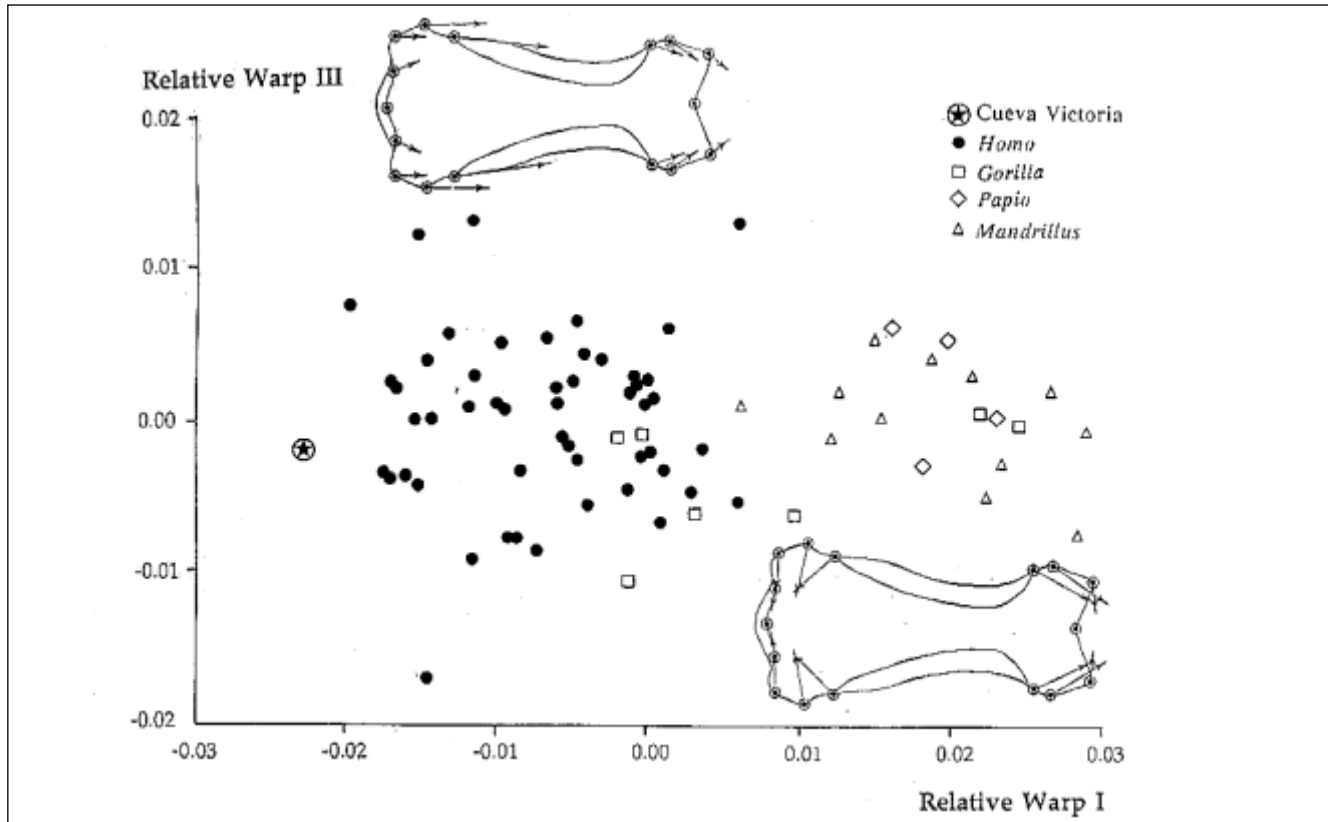


Figura 12.

también se presentan los algoritmos necesarios para efectuar la transformación).

La base conceptual del *principal warp analysis* es la siguiente (Bookstein, 1989, 1991): cualquier cambio entre dos formas que afecte a la configuración bidimensional de un conjunto de *LANDMARKS*, en términos de sus posiciones relativas en ambas figuras, se puede expresar (y caracterizar morfológicamente) mediante un componente afín o uniforme y otro no afín. La parte afín se puede interpretar como cambios de escala efectuados sobre ejes biortogonales, lo que constituye una anisotropía (p. ej., una dilatación en una dirección y una contracción sobre la otra); este tipo de transformación deja a las líneas paralelas como tales, desplazando los *LANDMARKS* de manera proporcional a su distancia original respecto a una línea de referencia, pero sin doblar el plano cartesiano sobre el que se sitúan, por lo que la *bending energy* que hay que transferir a este plano es nula. La parte no afín del cambio en las posiciones de los *LANDMARKS* implica que el plano cartesiano que los contiene se deforme, curvándose localmente, lo que se puede expresar según una suma de *partial warps* que se dan cuenta de los distintos componentes regionales de este cambio y son calculables como los *eigen-*

vectors de la total *bending energy*, una vez extraída la variación afín en las posiciones de los *LANDMARKS*. Resulta conveniente señalar que la energía mayor corresponde a los *partial warps* que describen las deformaciones más localizadas, que afectan a las posiciones de *LANDMARKS* próximos, por lo que tienen *eigenvalues* y precisan entonces una energía de curvamiento menor.

Los detalles matemáticos concretos de esta metodología y diversas aplicaciones paleobiológicas de la misma se pueden encontrar en Bookstein (1989, 1991), Rohlf (1993), Rohlf y Bookstein (1990), Reyment (1991, 1993), Reyment y Jöreskog (1993), O'Higgins y Dryden (1993) y Marcus *et al.* (1993). Los diagramas de transformación que se muestran en este artículo (Fig. 10) han sido elaborados a partir de los resultados obtenidos mediante el programa informático *TPS-PLINE*, desarrollado por F. James Rohlf (en Rohlf y Bookstein, 1990; Marcus *et al.*, 1993).

Los *LANDMARKS* seleccionados en las falanges se representan en la Fig. 7. Como puede apreciarse en ella, los puntos A, B, C, D, E, H e I se pueden considerar *LANDMARKS* del *type II* (*sensu* Bookstein, 1991), pues corresponden a regiones del contorno de la falange donde se produce localmente un cam-

bio acentuado de curvatura (pudiéndose estimar su posición a partir del punto donde se cruzan dos líneas tangentes al contorno), mientras que los *LANDMARKS* F y G pertenecen al *type I*, dado que tienen una definición anatómica más precisa, al situarse en aquellos puntos donde la cortical intersecta el contorno de la falange. Los *LANDMARKS* A y B se usaron para establecer *baseline* respecto a la que se estimaron las coordenadas morfológicas de los restantes. Para cada *landmark*, excepto A y B, se estimó su posición en ambos lados de la falange (p. ej., C y C' en la Fig. 7), promediándose posteriormente sus *shape coordinates*, con objeto de que los resultados obtenidos en los análisis ulteriores no dependiesen de que la falange fuese derecha o izquierda.

En la Fig. 8 se muestran los resultados obtenidos para los triángulos formados por los *LANDMARKS* ABE y ABF, pudiéndose visualizar en ella como se consigue una cierta separación para las coordenadas morfológicas (x',y') de los puntos E y F entre los valores estimados en humanos y los de los restantes primates analizados. Resulta interesante señalar que, en ambos casos, la falange de Cueva Victoria se sitúa en la región del morfoespacio ocupada únicamente por los homínidos. La función discriminante que incluye a todos los *LANDMARKS* se encuentra representada en la Fig. 9 y permite apreciar que ambos grupos resultan globalmente diferentes, de manera estadísticamente significativa ($D^2=34.77$; $F=29.03$; $p<0.001$), en lo que respecta a las posiciones relativas de estos puntos, consiguiéndose un 100% de reclasificaciones correctas. Al aplicar la función discriminante a la falange fósil se obtiene un valor que la sitúa, una vez más, dentro del grupo formada por las humanas.

Los resultados obtenidos mediante el *principal warp analysis* se muestran en la Fig. 10, donde aparecen los diagramas de transformación necesarios para pasar desde las posiciones relativas que ocupan los *LANDMARKS* en la falange de Cueva Victoria hasta las localizaciones medias en que se situarían para humanos, gorilas, papiones y mandriles. A efectos de independizar el análisis del tamaño original de las falanges y centrarlo únicamente en su forma, las configuraciones medias de *LANDMARKS* en los grupos de comparación y en la falange fósil están calculadas con longitud unidad para la *baseline* AB.

En los diagramas de deformaciones se han representado, conjuntamente, la variación afín o uniforme y la no afín. Para facilitar las comparaciones se hace en ellos referencia a la *bending energy* que habría que imprimir, en cada caso, al plano cartesiano en el que se sitúan los *LANDMARKS* de la

falange de Cueva Victoria para que se produzca el desplazamiento a las posiciones relativas que ocupan en los grupos de referencia. Conviene precisar que este parámetro no es la métrica más adecuada para caracterizar el cambio en las configuraciones de *LANDMARKS*, en la medida en que no diferencia los distintos componentes locales del mismo (que se describen con los *partial warps*), sino que atiende a su totalidad. No obstante, en el caso que nos ocupa sí permite apreciar cuáles son, globalmente, las diferencias entre las posiciones que ocupan los *LANDMARKS* en la falange fósil y en los grupos de comparación. Así, el diagrama de transformación hacia *Homo* muestra un valor muy bajo de *bending energy* (0.00797), similar o inferior incluso al que se necesitaría para transformar una falange cualquiera de las humanas en la media del conjunto, mientras que el diagrama correspondiente a la transformación hacia *Gorilla* tiene asociado un valor (0.05747) que resulta más de siete veces superior, pues el grado de dilatación, contracción y curvamiento que hay que imprimir localmente en esta transformación a las distintas regiones del plano cartesiano ocupadas por los *LANDMARKS* es bastante superior, como se puede apreciar en la Fig. 10. Los diagramas para *Mandrillus* y *Papio* muestran, en ambos casos, unas *bending energies* de mayor valor (0.06458 y 0.17461, respectivamente) que las precedentes, como consecuencia de que las posiciones relativas de los *LANDMARKS* en estas falanges resultan bastante más diferentes respecto a la de Cueva Victoria. Así pues, los resultados obtenidos con el *principal warp analysis* son plenamente coincidentes con los suministrados por las otras metodologías utilizadas en este trabajo, indicando claramente la afinidad humana de este fósil.

CONCLUSIONES

Se caracteriza por primera vez fauna africana en el Pleistoceno inferior del SE de la Península Ibérica con el hallazgo de *Theropithecus* cf. *osvaldi*.

El estudio morfométrico realizado en este trabajo, tanto por variables convencionales como por *Means of Fourier analysis*, *shape coordinates of LANDMARKS* and *principal warps*, permite situar la falange de Cueva Victoria dentro del género *Homo*, separándola de los cercopitécidos y pánidos.

La presencia del género *Homo* en el Pleistoceno inferior de la Península Ibérica es de gran interés para comprender la dispersión humana en este periodo desde África, restringida hasta nuestros hallazgos al E. de Asia.

