

Presentación

Este libro continua la investigación iniciada en 1976 e ininterrumpidamente continuada, con el objeto de construir un modelo eficaz y fiable de hipótesis de atribución de la autoría, dotado de términos, conceptos y métodos de comprobación, con el que comprender la naturaleza formal de la figura paleolítica, y ordenar todas las figuras completas que componen el universo parietal figurativo de este período. Esta era una finalidad que había que proponerse ante la comprobación de que en el arte paleolítico no era posible establecer ni estilos ni regiones (Apellániz y Calvo Gómez, 1999).

El presente estudio tiene una relación más estrecha con los trabajos más recientes, en los que se ha utilizado el método experimental para reconstruir la actividad paleolítica de la decoración de los santuarios (Apellániz y Amayra, 2008; 2011; 2012).

El experimento, que sirve de modelo a la reconstrucción, fue iniciado en 1991 bajo la finalidad de comprender la diferencia entre el trazado y el trazo de los experimentadores, que debían copiar en grabado repetidas veces una misma figura paleolítica a lo largo de 10 años. Esta orientación se basaba en la suposición de que la repetición de una sola figura evitaría las dificultades que derivarían de la comparación de figuras diferentes y permitiría contemplar el cambio producido a lo largo del tiempo. Más aún, se tenía la conciencia de que las diferencias de las formas, sobre todo de las de diferentes especies animales, no podrían hacerse con facilidad por lo que la atribución sólo podría fundamentarse en el estudio del trazo. Además, en el diseño dominó la idea de que habría que llevar el experimento al límite, es decir, habría que obligarle a diferenciar figuras muy semejantes, de manera que no hubiera dudas razonables acerca de su capacidad de

atribución. El experimento continuó bajo la misma orientación en el dibujo de figuras, ampliando las situaciones en que la misma era ejecutada por los experimentadores.

En el actual trabajo, se recoge la investigación microcópica que deriva del experimento y se amplía al estudio microscópico de la forma de los surcos de las figuras grabadas y dibujadas y al análisis del surco en el grabado. Con este motivo, se analiza el valor de la metodología de los dos tipos de análisis, y se comparan sus potencialidades para construir proposiciones e hipótesis probables.

Los resultados de este trabajo permiten reconstruir un mundo de paleolíticos expertos que repiten sus figuras y que esporádicamente forman pequeñas agrupaciones o «escuelas».

Abstract

The present study applies the experimental method in the analysis of the figurative shape to reconstruct the graphic activity of Palaeolithic sanctuaries. The matter of authorship attribution is explained from two perspectives: archaeological and psychological. In the first perspective, the main is to identify and categorize the styles and the authors by the strategies, techniques, materials and repetitive graphic gestures. In the psychological perspective, some cognitive mechanisms are enumerated. These mechanisms take part in the perception, classification and identification of graphic images, styles and authors. Modularity and visual dominance, graphic invariance, recognition by components and perceptive organization are especially interesting.

Research analyses the predictive value of three main variables: shape, stroke and sketching. In the study of shape, two methodologies are compared: a macroscopic attribution of 40 figures made by students and experts versus a geometric analysis of 134 experimental figures and 70 Palaeolithic figures. These last ones are measured with *the 20 variable method* which factorizes contours from the points of maximum negative curvature, minimal positive curvature and inflection into five anatomical parts: neck, trunk, length, internal hindquarter and external hindquarter. In the study of stroke, geometry from the variables width, length and angulation in the grooves of 60 engraved figures and in the width of the stroke of 39 painted figures are analysed microscopically. In the study of sketching, syntax of the graphic sequence and position of the strokes in 134 experimental painted figures and 70 Palaeolithic figures are analysed.

The following statistical techniques were applied in the aforementioned studies: frequencies, percentages, descriptive statistics, confusion matrix,

exploratory multidimensional scaling, exploratory factorial analysis, discriminant analysis and bivariate correlations.

Results obtained indicate a greater degree of validity and reliability of the microscopic and geometric method (70% in the experimental painted figures; 82.5% in the Palaeolithic painted figures; 74.28% in the Palaeolithic engraved figures; 78% in the experimental engraved figures) compared to the traditional macroscopic method (59% of the experimental painted figures).

A total of 10 Palaeolithic authors who made 29 painted figures, 10 Palaeolithic authors who made 26 engraved figures and 4 authors who made as painted as engraved figures were identified. The identification criterion in the experimental sample was as follows: at least two figures must appear grouped in at least two multidimensional scaling related to different anatomical parts such as the neck and the internal hindquarter. Anatomical parts of mayor diagnostic validity in the Palaeolithic figures painted were the trunk and the neck; in the engraved Palaeolithic and experimental figures the trunk and the hindquarter.

The Palaeolithic authors' graphic behaviour was very similar to the experimental experts: analytic and analogic vision, figure segmentation in parts, and graphic consistency in the dimensions of at least two out of the five parts of the figure. The similarity between the parts dimensions, especially in the painted Palaeolithic figures, is not necessarily correlated to the macroscopic similarity. Therefore, it can be concluded that visual examination is more subject to perceptual errors of attribution than the geometric and microscopic analysis, and that this last method is shown as a valid and reliable technique for the identification of the authorship. It demonstrates that there is an individual graphic formula each person expresses him or herself with consciously or unconsciously. Outline geometry of Ekain or Niaux figures, or from the grooves of the stroke of an engraved work, reflects this formula with a particular and unrepeatable organization.

Keywords: Art; Paleolithic figures; authorship attribution; macroscopic, geometric and microscopic methods; cognitive processes.

Introducción

El proceso de la investigación se inició con el propósito de resolver la incoherencia del estudio de un período de la Historia del arte olvidando el problema básico de que todas sus obras eran anónimas. Es decir, se trataba de resolver un problema artístico, que habían atacado en sus análisis muchos historiadores del arte desde el siglo XIX. Pero el desarrollo de la investigación llevó a comprender que el objetivo de la investigación se extendía por una parte, al problema de la naturaleza del arte figurativo paleolítico y, por otra, a la reconstrucción histórica de la actividad y posición de los dibujantes y grabadores en su mundo. En último término, a la ordenación del universo de figuraciones paleolíticas, lo que significaba que nuestra hipótesis llenaba el vacío dejado por la anulación de la hipótesis evolutiva gracias a las críticas repetidas e irrefutables, que se habían sucedido ininterrumpidamente desde hacía mucho tiempo. En este proceso, se produjo progresivamente y simultáneamente la transformación del método de análisis macroscópico e intuitivo en otro microscópico mediante la aplicación de procedimientos estadísticos, que permitía elevar la hipótesis a la condición de comprobable.

En el momento en que se inició nuestra investigación, la confianza en la validez del antiguo sistema evolutivo nacido con Breuil no había sido quebrantada por las fechaciones ofrecidas por el C-14. Ni lo fue entonces ni lo es ahora, en que se ha extendido una controversia acerca de la negación o afirmación del valor del análisis estilístico. Nuestro interés y nuestra consiguiente propuesta nacían de un intento de fundamentar adecuadamente el estudio de un arte, que se componía sólo de obras anónimas, caso evidente y, a la vez, exclusivo. Intentábamos, por tanto, resolver un problema de metodología del arte aplicada al caso paleolítico.

tico. Los resultados de este proceso de estudio podrían haber quedado sin publicar hasta el momento en que nos hubiéramos convencido de haber alcanzado una elevada condición en el conocimiento del objeto de la investigación. Sin embargo, hemos preferido publicar los logros obtenidos en cada momento, con lo que hemos podido y debido en unos casos ratificar, en otros completar y/o rectificar conceptos y métodos publicados en cada fase del trabajo.

Nuestra investigación sobre la autoría se apoya en un modelo experimental de conducta artística en la creación de la forma figurativa, aplicable a la paleolítica mediante un entramado estadístico. Nuestro libro de 2008 desarrolla una gran parte de este aspecto. El presente se dedica a ampliar este modelo, a detallarlo, y a extenderlo al trazado y al trazo, que inicialmente habían sido analizados como componentes del arte decorativo o abstracto (2002). De todos modos, hemos rectificado la dureza de nuestra posición frente al valor o no de arte de la figuración paleolítica, a la vista de la dificultad de consensuar una definición del concepto mismo de arte.

Aspectos importantes desarrollados en él son no sólo el del valor diagnóstico de la forma, el trazo y el trazado en la atribución de la autoría, sino también el de la superioridad del método microscópico-matemático sobre el tradicional macroscópico.

No prestamos mucha atención al método de fechación absoluta por el C-14, que naturalmente podría haber sido un mecanismo valioso de control de la hipótesis de atribución de la autoría, ya que tanto las críticas al valor de las muestras analizadas como los márgenes de error que superan largamente la duración de la vida humana pleolítica, y a los que no puede todavía sustraerse, obligan a un seria reserva.

Seguimos observando los problemas de la atribución de la autoría desde la Psicología Cognitiva porque el estudio de 2008 reveló lo acertado de este enfoque. Lo cual es lógico, ya que el autor, si bien es una entidad evidentemente histórica no es menos una entidad psicológica, y debe ser entendido desde las dos disciplinas. El aspecto del individuo como componente de un grupo ya lo tratamos en 1999.

En las siguientes páginas revisamos algunas teorías y evidencias sobre la atribución de la autoría. La primera parte del libro está dedicada a tratar la autoría a partir de los conceptos, metodologías y evidencias que nos proporcionan disciplinas como la Prehistoria, la Arqueología, la Psicología y la Inteligencia Artificial. En todas ellas subyace una motivación compartida: investigar lo general y/o lo individual en las obras gráficas. En ambos casos, los estudiosos se esfuerzan en diseñar nuevas estrategias con las que detectar y explicar tanto regularidades como rasgos distintivos, analizar consistencias grupales frente a singularidades, o describir prototipos frente a casos o grupos concretos.

En el primer capítulo, se describe la autoría dentro del debate filosófico, antropológico y artístico: cuáles son los supuestos en los que se fundamenta y qué contribuciones de la Teoría del Arte pueden ser de interés en el estudio de la atribución. En el segundo capítulo, dedicado a la Arqueología, se mencionan algunos problemas que surgen cuando el experto tiene que interpretar y clasificar las imágenes paleolíticas. En el apartado de problemas metodológicos del estilo, se tratan cuestiones relativas al estudio de lo «común» y lo «individual», las «semejanzas» y las «diferencias» en una gran variedad de formas, materiales y procedimientos. El apartado de la individualidad en Arqueología realiza un recorrido histórico de las principales líneas y trabajos sobre la autoría. Enumera las premisas que inspiran el análisis de la identidad y se detiene en los trabajos experimentales de mayor interés en tres ámbitos, la cerámica, la talla lítica y las representaciones gráficas en grabado y pintura. El tercer capítulo, dedicado a la autoría en Psicología, es un acopio de estudios sobre Psicología Cognitiva, Evolutiva y Neuropsicología, cuyos resultados son de gran ayuda para conocer qué variables son las más útiles en la predicción de la autoría. Desde una doble perspectiva, «arriba-abajo» y «abajo-arriba», se enumeran diferentes mecanismos cognitivos que intervienen en la percepción, clasificación e identificación de las imágenes gráficas, estilos y autores. De particular interés para nuestra investigación son los estudios sobre la modularidad y dominancia visual, la invariancia gráfica, el reconocimiento de componentes y la organización perceptiva en relación con la forma, el trazo y el trazado.

El cuarto capítulo sobre el estudio del estilo y la autoría con sistemas expertos, presenta una nueva fase en el proceso de investigación de la autoría. Se analiza la validez de los algoritmos desarrollados con visión artificial en dos campos: la Arqueología y el Arte, y se describen las ventajas y limitaciones de la aplicación de nuevas tecnologías que buscan un mayor grado de fiabilidad en la identificación de autores a partir de las características físicas de sus obras gráficas.

La segunda parte del libro la constituye un capítulo que se estructura en tres grandes apartados. Su objetivo es proponer un método para el análisis de la sintaxis gráfica de las figuras paleolíticas a partir de la experimentación como forma de contrastar las hipótesis. El punto de partida es averiguar cuál es el grado de predicción de ciertas variables gráficas del contorno, trazo y trazado en relación a la autoría. El primer apartado del capítulo quinto está dedicado a la forma. Se propone como método la descomposición de los contornos en los puntos de curvatura máxima, mínima y líneas de inflexión, como estrategia de comparación de las figuras. Este sistema es novedoso y amplía el presentado en 2008. Se fija en cinco partes principales de la figura anatómica de caballo que son medidas con va-

riables de anchura y longitud. Para demostrar la validez y fiabilidad de este procedimiento, se han diseñado tres experimentos. El primero, con estudiantes, en el que se examina la capacidad macroscópica de atribución de figuras anónimas a sus autores; el segundo y tercero, son una continuación del llevado a cabo en 2008 con figuras paleolíticas de caballo dibujadas y grabadas. De un *modelo de 20 variables* se desprenden seis áreas geométricas más, que deconstruyen el contorno en sus partes más pequeñas. Con este esquema, se comparan todas las figuras entre sí, con el fin de poder encontrar las similitudes y diferencias que caracterizan a un autor en cada uno de los colectivos estudiados.

El segundo apartado está dedicado a la atribución de la autoría a partir del estudio del trazo. Es una continuación del efectuado en 2002 con costillas y objetos azilienses, y del estudio experimental de 2008 con costillas de vacuno. En el presente trabajo, se presenta un sistema de análisis basado en la Ingeniería inversa, que se aplica a todo el contorno de diversas figuras experimentales grabadas y dibujadas, tomando como referencia las curvas y puntos de inflexión.

El tercer apartado está compuesto de dos estudios sobre el trazado. El primero, con una muestra experimental, describe la secuencia del trazado y su posible relación con la génesis del contorno. El trabajo se enmarca dentro de la tradición que relaciona este rasgo con la gramática y sintaxis gráfica de los estilos. Lo mismo cabe decir del segundo estudio, dedicado al análisis del trazado de figuras paleolíticas. Se trata en este caso de confirmar si existe alguna relación entre la atribución de la autoría conseguida con el estudio de la forma y los rasgos gráficos del trazado de las figuras de esos autores.

Por último, se incluye un extenso apartado de discusión y de conclusiones, en los que se exponen las principales ventajas del método de atribución de la autoría en la forma, trazo y trazado.

Capítulo 1

La atribución de la autoría en el arte

1.1. Concepto de autoría

La cuestión de qué entendemos por original y legítimo del autor, respecto a lo común y convencional del estilo grupal, no parece tener una solución fácil cuando tales conceptos son analizados desde las vertientes semántica, filosófica y científica. Empezando por la primera, el Diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española, 1992) define «autoría» como la calidad de autor o la persona que inventa. El concepto «persona», a su vez, nos remite a la especie humana, es decir, a lo compartido con el grupo, clan o cultura donde surge el «estilo». Este se relaciona tanto con el modo y manera, como con el uso, práctica o costumbre; manifestaciones que pueden ser tanto individuales como compartidas.

En el caso del arte, la autoría y el estilo pueden evaluarse atendiendo a la regularidad de la forma y/o del contenido de ciertas obras. Esta tarea tradicionalmente ha sido llevada a cabo por expertos que examinan los rasgos de las representaciones. Para ello, suelen basarse principalmente en criterios perceptivos, resultantes de la observación individual, y, con menor frecuencia, de criterios cuantitativos. Los que proponen un acercamiento empírico, consideran que el estilo y la autoría pueden medirse con diversas variables continuas, como la longitud, la anchura o el área, con las que identificar de forma fiable quién es el autor. La labor en este caso no consiste sólo en descubrir cuáles son las variables más válidas para definir un estilo o un autor, sino convencer al resto de la comunidad científica de que las metodologías de las que se sirven para medirlas, pueden ayudar a entender mejor el proceso de construcción de una obra gráfica que la mera inspección visual.

Existen otros retos que pertenecen al ámbito de las ideas en relación al valor que suele concederse en cada momento histórico al estudio de la autoría. Si lo centramos dentro de la discusión filosófica, un asunto principal es considerar lo adecuado de su estudio. En este contexto, como señala Compagno (2010), el siglo xx finaliza con la «muerte del autor» y el siglo xxi, con el «nacimiento del autor». El discurso sobre la muerte/nacimiento del autor se origina en la posibilidad de conocer las intenciones y significados de la obra de una forma más objetiva, lo que no parece claro si tenemos en cuenta las opiniones de pensadores como Foucault, Barthes o Anescomb. Para el primero, la noción de autor representa un momento de individuación en la historia de las ideas (Foucault, 1969). El autor no es tanto una persona como una función social, no es exactamente ni el propietario ni el responsable de sus obras, no es ni su productor ni su inventor. Será cada época la que defina qué es un autor o qué se considera por autoría. Así, afirma que *hubo un tiempo en que ciertos textos que hoy llamamos «literarios» (narraciones, cuentos, epopeyas, tragedias, comedias) eran recibidos, puestos en circulación, valorados, sin que se planteara la cuestión de su autor; su anonimato no planteaba dificultades, su antigüedad, verdadera o supuesta, era una garantía suficiente para ellos*. Continúa señalando que todo cambia cuando en la Edad Media se concede a los textos científicos un valor de verdad con la única condición de identificar un nombre. Posteriormente, durante el siglo xvii-xviii, aparecen de nuevo ideas científicas que se refugian en el anonimato. La existencia de éstas quedaría garantizada por su pertenencia a un conjunto sistemático, y no al individuo que las produjo. No obstante, según Foucault, las personas no soportan el anonimato y tan sólo lo aceptan como un enigma. Siempre surge la necesidad de buscar un agente causal. La atribución es sustancial al pensamiento humano. Conocer quién es el autor va acompañado casi siempre de operaciones críticas complejas, en su opinión, raramente justificadas, similares a la exégesis. Por ello, se pregunta finalmente: ¿quién es el que otorga la legitimidad a la obra?, y responde parafraseando a San Jerónimo: «*Qué importa quién habla*».

La interpretación de Foucault no persigue la muerte del autor, sino la eliminación, o más bien sustitución de sus privilegios. Esta opinión es compartida por Barthes (1967), quien sitúa el problema dentro de un plano hermenéutico: el nacimiento del lector o del espectador de la obra de arte tiene como consecuencia la «muerte del autor». El sentido último de la obra de arte no viene determinado por el autor, sino por la acción interpretativa del lector, espectador u oyente. Son estos los que conceden a lo implícito un sentido personal. No existe un significado ideal al que se pueda llegar mediante un acercamiento crítico, por lo que hay que establecer una división tajante entre la intención y el significado. Si lo im-

14. Distancia de la perpendicular al eje longitudinal que une la cinchera con el punto correspondiente del contorno dorsal.
15. Distancia en el eje longitudinal desde el punto cero a la perpendicular que une el encuentro con el correspondiente punto del contorno dorsal.
16. Distancia de la perpendicular al eje longitudinal que une el encuentro con el punto correspondiente del contorno dorsal.
17. Distancia entre el contorno dorsal y ventral en el punto del $1 \frac{1}{4}$ de la distancia entre la perpendicular del encuentro y la de las fauces.
18. Distancia entre el contorno dorsal y ventral en el punto del $2 \frac{1}{4}$ de la distancia entre la perpendicular del encuentro y la perpendicular de las fauces.
19. Distancia entre el contorno dorsal y ventral en el punto del $3 \frac{1}{4}$ de la distancia entre la perpendicular del encuentro y la de las fauces.
20. Distancia entre el punto central de las fauces y su correspondiente en el contorno dorsal perpendicular al eje longitudinal.

En resumen, se trazaron un total de 20 líneas o variables: 5 variables en el plano de longitud (variables 1, 3, 5, 13, 15) y 15 variables en el plano de anchura (variables 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19 y 20) ortogonales al segmento horizontal (ver fig. 1).

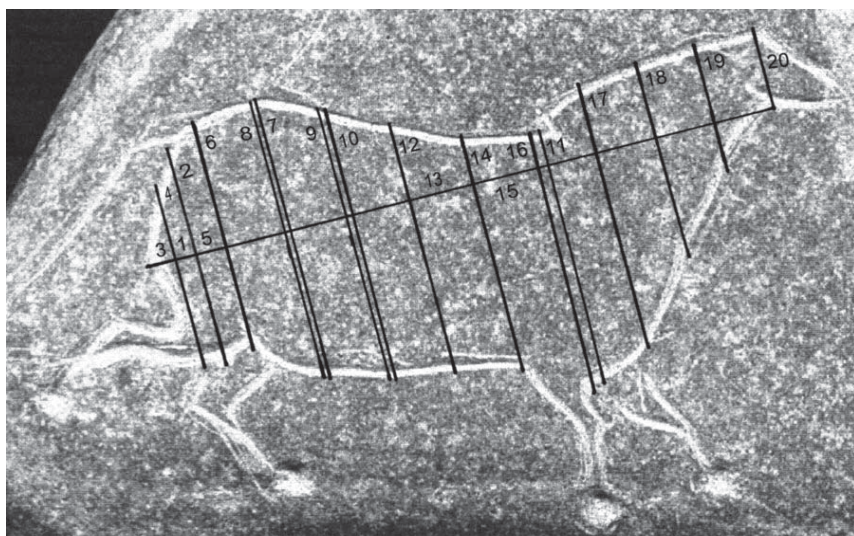


Figura 1. **Modelo de 20 variables**

El *modelo de 20 variables* procede de la evolución de otro modelo de caballo mejorado mediante análisis factorial exploratorios en 2008 (Apellániz y Amayra, 2008). Dichos trabajos revelaron en una muestra de 271 figuras paleolíticas y experimentales un porcentaje de la varianza conjunta del 76,59%, y en una muestra equilibrada de 140 figuras (70 paleolíticas dibujadas y grabadas y 70 experimentales dibujadas y grabadas) del 79,71%. En un estudio posterior de 2011 (Amayra y Apellániz, 2011), efectuado sobre 167 figuras paleolíticas y experimentales, el porcentaje de la varianza obtenido fue del 77,47% (ver tabla 2).

Tabla 2. **Análisis factorial del modelo de veinte variables**

	Modelo (n.º variables)	Índice KMO	χ^2 Barlett	% varianza total	Factores (variables). Valores propios > 1	% varianza factores
N = 271a figuras (arqueológicas y experimentales)	20	0,824	$\chi^2(190) = 44491,3$ ($p < 0,0001$),	76,59%	Factor 1: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 14 Factor 2: 16, 17, 18, 19 y 20 Factor 3: 3, 4, 5 y 6 Factor 4: 13 y 15. Factor 5: 1 y 2	33,72% 19,86% 9,55% 7,11% 6,33%
N = 140a figuras (arqueológicas y experimentales)	20	0,825	$\chi^2(190) = 711,380$ ($p < 0,0001$)	79,71%.	Factor 1: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 14 Fscor 2: 16, 17, 18, 19 y 20 Factor 3: 3, 4, 5 y 6 Factor 4: 13 y 15 Factor 5: 1 y 2	36,72% 20,13% 9,15% 8,18% 5,52%

En los dos estudios de 2008, la estructura factorial se distribuyó de la misma manera (ver fig. 2): a) tronco (factor 1); b) cuello (factor 2); c) cuarto trasero interno (factor 3); d) longitud de la figura hasta el borde del tren delantero (factor 4) y e) cuarto trasero externo (factor 5).

Del *modelo de 20 variables* derivaron otros tres que han demostrado valor predictivo en estudios posteriores (Apellániz y Amayra, 2008; Apellániz y Amayra, 2011). El primero, integrado por 11 variables (1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15 y 20), se deduce después de los resultados de un ANOVA (bifactorial) en el que el primer factor fue el tipo de representación paleolítica (grabado *versus* dibujado) y el segundo, la procedencia geográfica de las representaciones (Cantábrico, Pirineos y Perigord). Los datos revelaron que era en estas 11 variables donde se apreciaban diferencias estadísticamente significativas entre las figuras de una misma cueva y/o de un mismo autor experimental respecto a las de otra cueva y/u otro

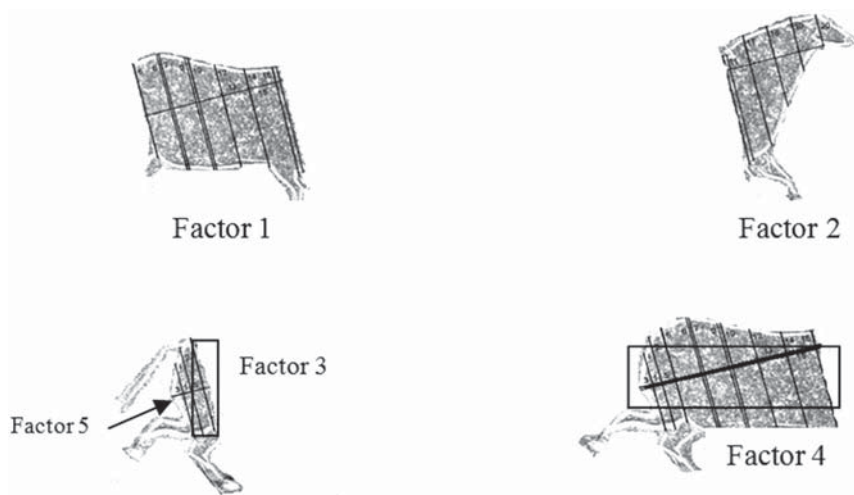


Figura 2. Áreas anatómicas según solución factorial

autor experimental. Las once variables obtenidas fueron consideradas muy discriminantes tanto en el grupo arqueológico como en el experimental.

Un segundo de 7 variables (1, 2, 8, 10, 12, 13 y 15) es una reducción del modelo de 11 y provienen de análisis estadísticos en donde se apreciaron diferencias entre las figuras grabadas y dibujadas. Por último, el modelo de 5 variables (8, 10, 12, 13 y 15) es una reducción del modelo de 7 variables, demostrando cierto valor explicativo en el estudio de 2008 sobre la procedencia de las imágenes.

VARIABLES

Las variables que serán medidas en el presente trabajo corresponden a los cinco factores descritos junto con el modelo de 11 variables: factor 1 «cuello» (variables 16, 17, 18, 19 y 20), factor 2 «tronco» (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16), factor 3 «longitud» (variables 13 y 15), factor 4 «cuarto trasero interno» (variables 3,4,5 y 6), factor 5 «cuarto trasero externo» (variables 13 y 15) y modelo de totalidad de la figura (variables 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15 y 20).

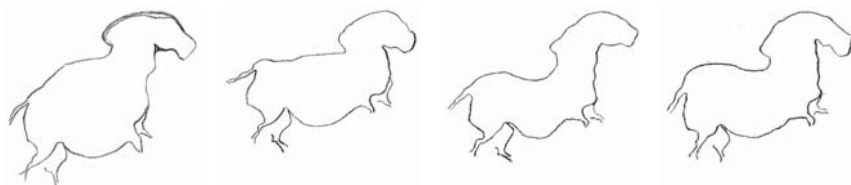
MUESTRA

La muestra estuvo integrada inicialmente por un total de 167 reproducciones de la misma figura, el «*caballo chino*» de Lascaux. De esta ci-

fra fueron eliminadas en una primera fase un total de 33 porque se carecía de datos de identificación (nombres y apellidos). La muestra final estuvo integrada por 134 figuras.

Un total de 36 personas, todas ellas estudiantes de 2.º y 3.º curso de Psicología de la Facultad de Psicología y Educación de la Universidad, participaron en el estudio. Cada una de ellas realizó 3 o 4 figuras, que fueron identificadas a partir de un acrónimo: Abell (n = 4), Arra (n = 3), Benit (n = 4), Canc (n = 4), Carb (n = 4), Cast (n = 4), Cruz (n = 3), Díaz (n = 4), Ech (n = 4), Emal (n = 3), Etxe (n = 4), Ferm (n = 4), Gala (n = 4), Gar (n = 4), Garm (n = 4), Gong (n = 4), Heras (n = 3), Hern (n = 4), Hierr (n = 4), Lass (n = 4), Marf (n = 3), Marg (n = 3), Meri (n = 4), Mint (n = 4), Ondar (n = 3), Oter (n = 3), Pal (n = 4), Rang (n = 4), Rega (n = 4), Rodb (n = 4), Rods (n = 4), Sanc (n = 3), Soar (n = 4), Vale (n = 4), Vild (n = 4) y Zati (n = 3).

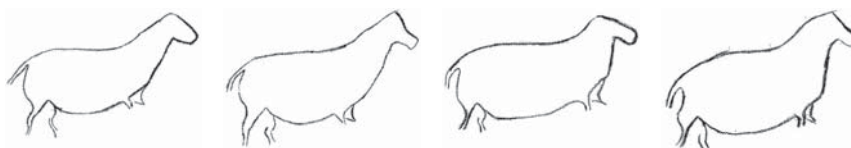
Autor 1 (Abell):



Autor 2 (Arra):



Autor 3 (Benit):



c.1. El stress de Kruskal es un indicador de bondad de ajuste que se suele representar por S , siendo $0 < S < 1$. La diferencia entre el stress y el s-stress consiste en que el stress se define en términos de distancias, mientras que el s-stress lo hace en términos de distancias al cuadrado. Cuanto menor es el stress, mejor es al ajuste. Sin embargo, no existen unos valores límite que permitan decidir si el ajuste es bueno o no. Kruskal, en base a sus experiencias, propone los siguientes valores como indicativos de la bondad de ajuste ($0,1$ = aceptable; $0,05$ = bueno; $0,025$ = muy bueno; $< 0,00$ excelente).

c.2. Correlación múltiple al cuadrado. La correlación múltiple al cuadrado entre los productos escalares estimados y los actuales es otra forma de comprobar la bondad de ajuste. Se tiene un buen ajuste cuando la correlación múltiple al cuadrado (RSQ) es alta. En este sentido, valores entre $0,90$ y $0,99$ pueden ser calificados de excelentes.

RESULTADOS

A continuación se presentan las diferentes configuraciones de estímulos derivadas de los análisis EMD. En cada una de ellas, se ha incluido un número equivalente de figuras pertenecientes a diferentes autores. Se han efectuado un total de seis escalamientos multidimensionales por cada grupo de autores creado artificialmente. El primer grupo recoge un total de 30 figuras correspondientes a las siguientes personas: Abell ($n = 4$), Arra ($n = 3$), Benit ($n = 4$), Canc ($n = 4$), Carb ($n = 4$), Cast ($n = 4$), Cruz ($n = 3$), Díaz ($n = 4$). El segundo grupo, recoge un total de 31 figuras correspondientes a las siguientes personas: Ech ($n = 4$), Emal ($n = 3$), Etxe ($n = 4$), Ferm ($n = 4$), Gala ($n = 4$), Gar ($n = 4$), Garm ($n = 4$), Gong ($n = 4$). El tercer grupo, un total de 29 figuras correspondientes a las siguientes personas: Heras ($n = 3$), Hern ($n = 4$), Hierr ($n = 4$), Lass ($n = 4$), Marf ($n = 3$), Marg ($n = 3$), Meri ($n = 4$), Mint ($n = 4$). El cuarto grupo un total de 33 figuras de las siguientes personas: Ondar ($n = 3$), Oter ($n = 3$), Pal ($n = 4$), Rang ($n = 4$), Rega ($n = 4$), Rodb ($n = 4$), Rods ($n = 4$), Sanc ($n = 3$), Soar ($n = 4$). El quinto grupo incluye un total de 11 figuras de las siguientes personas: Vale ($n = 4$), Vild ($n = 4$) y Zati ($n = 3$).

Los resultados describen un total de cinco escalamientos, correspondientes a los cinco factores descritos por Apellániz y Amayra (2008) y un sexto escalamiento que recoge variables de la totalidad de la figura. Por tanto, el número total de escalamientos realizados fue de 30.

Escalamientos del grupo 1

Para el factor «cuello» que integra las siguientes variables: 16, 17, 18, 19 y 20 los indicadores de bondad de ajuste fueron los siguientes, Stress = 0,13394 y RSQ = 0,93335. La configuración estimular es la que aparece en la siguiente figura (fig 4.).

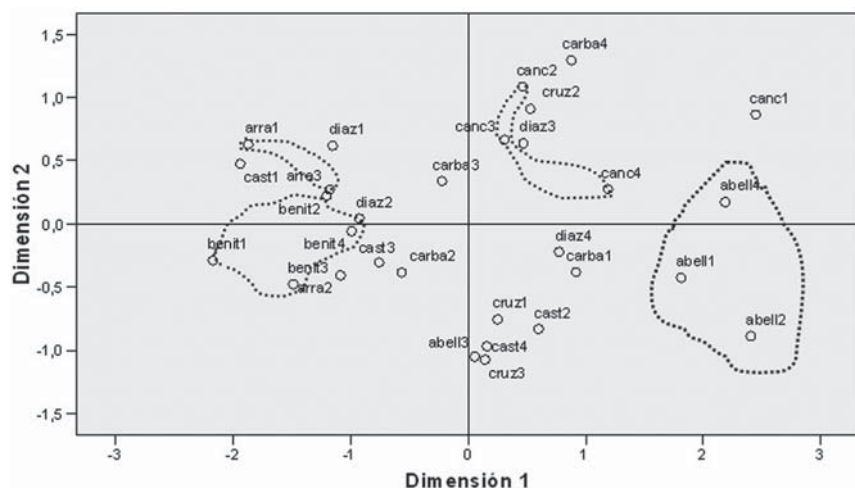


Figura 4. **EMD del cuello**

Del total de figuras analizadas (N = 30), 12 figuras aparecen correctamente agrupadas, lo que representa el 40% del total. Otras figuras de otros autores aparecen agrupadas por pares.



Para el factor «longitud» que integra las siguientes variables: 13 y 15, los indicadores de bondad de ajuste fueron los siguientes, Stress = 0,0000 y RSQ = 1,00000. La configuración estimular es la que aparece en la siguiente figura (fig. 6).

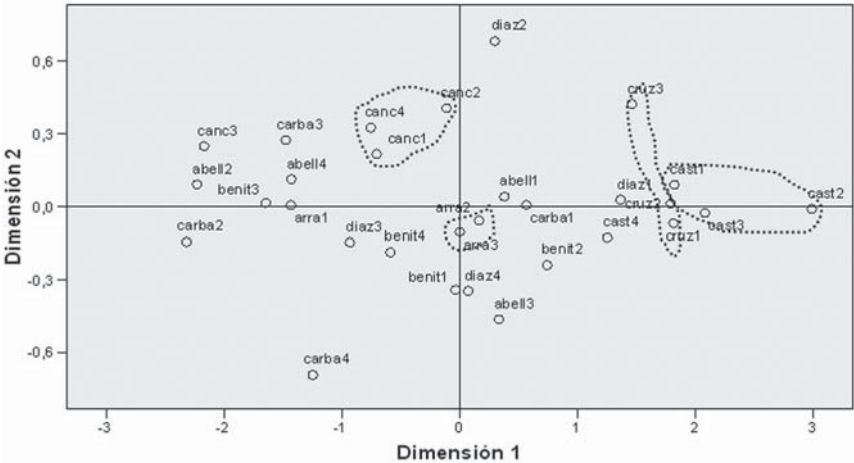


Figura 6. EMD de la longitud total

Del total de figuras analizadas (N = 30), 11 figuras aparecen correctamente agrupadas, lo que representa el 36,66% del total. Otras figuras de otros autores aparecen agrupadas por pares.

Una vez finalizada la operación de escaneado, las nubes de puntos construidas se exportaron como archivos STL (Santard Tessellation Language) y se editaron con Geomagic Studio. Mediante esta herramienta se realizaron las secciones virtuales de las plaquetas. A continuación se extrajeron de las curvas de corte el conjunto de parámetros numéricos que habrían de ser objeto de análisis estadístico.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

En primer lugar, se procedió a normalizar todos los valores transformándoles en puntuaciones Z. Las variables fueron analizadas con el objeto de establecer su validez de constructo y predictiva. En la primera, se trata de establecer qué hay en común entre las 20 variables mediante el cálculo de intercorrelaciones, que producen agrupaciones de variables, denominadas factores, que comparten algo en común. A tal fin, se empleó el análisis factorial exploratorio mediante el Método de Componentes Principales (MCP). Los indicadores seguidos fueron los siguientes: rotación Varimax (25 iteraciones), índice KMO (0,70 o superior), χ^2 BARLETT, valores propios igual o mayor a 1, porcentaje de la varianza y saturaciones de cada variable superiores a 0,40 en cada factor. Para el estudio de la validez predictiva, en primer lugar, se trataron de identificar qué variables diferenciaban a los seis autores a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y, en segundo lugar, una vez tipificadas las puntuaciones, se aplicó un análisis de la función discriminante con el objetivo de comprobar qué variables son las que diferenciaban el mayor porcentaje de figuras de cada uno de los seis autores. A través del análisis discriminante se puede estudiar las combinaciones de las variables independientes que mejor discriminan las puntuaciones en la variable dependiente (la identificación de los autores). Mediante el análisis discriminante se pretende realizar una clasificación de los autores a partir de las combinaciones lineales del conjunto de variables predictoras que reciben el nombre de funciones discriminantes. El número de funciones discriminantes posibles depende del número de grupos de la variable dependiente y del número de variables discriminantes incluidas en el análisis. El número máximo de funciones discriminantes es igual a una unidad menos del número de variables predictoras, o bien, a una unidad menos del número de grupos de la variable predicha. En nuestro caso, se ha realizado un análisis discriminante en el que han sido utilizadas como variables independientes las 12 variables de cada uno de los 15 surcos y las 8 variables de área de cada uno de los 15 surcos.

El último análisis aplicado trata de identificar a los autores a partir de las similitudes y diferencias de las medidas de las variables de los sur-

cos que realizaron en la muestra de 48 figuras. Se aplicó para ello el escalamiento multidimensional exploratorio métrico (EMD) Los indicadores analizados fueron los siguientes: Stress de Kruskal (S-K), correlación múltiple al cuadrado ($RSQ = 0,80 - 0,99$) y análisis de las dimensiones y de la configuración de estímulos derivadas en el modelo de distancia euclídea.

RESULTADOS

Validez de constructo

Su objetivo fue establecer qué grado de interrelación estadística se podría apreciar entre las variables de los 15 puntos del contorno del grabado. Si recordamos, en el caso del estudio anterior de la forma del contorno fue posible establecer cinco soluciones factoriales que se correspondían cada una con un área de la figura de caballo. Con idéntico fin, ahora realizamos dos análisis de componentes principales de cada una de las subáreas de los 15 puntos y del área total de los 15 puntos. Aquí se presentan los resultados de la validez de constructo del área total.

En relación con esto, los estudios estadísticos sobre figuras grabadas hallaron una validez de constructo adecuada, $KMO = 0,822$, $\chi^2(105) = 470,503$ ($p < 0,0001$) y un 73,70% de la varianza explicada por cuatro factores (ver tabla).

Tabla 3. Validez de constructo de las áreas medidas

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
areatot 1		0,765		
areatot2			0,838	
areatot 3			0,789	
areatot 4		0,660		
areatot 5		0,718		
areatot 6	0,685			
areatot 7	0,612			
areatot 8	0,712			
areatot 9	0,747			
areatot 10	0,710			
areatot 11			0,669	
areatot 12	0,580			
areatot 13	0,768			
areatot 14				0,820
areatot 15				0,757

El primer factor (variables 6, 7, 8, 9, 10, 12 y 13) explica el 49,458% y corresponde a las fauces, el cuello, el encuentro y la pata derecha, el segundo factor (variables 1, 4 y 5) explica el 9,586% de la varianza y corresponde al lumbar, frente, morro y mandíbula, el tercer factor (variables 2, 3 y 11) explica el 7,986% de la varianza y corresponde al dorsal, la crinera y punto más bajo del vientre y el cuarto factor (variables 14 y 15) explica el 6,6673% de la varianza y corresponde a la pierna y nalga.

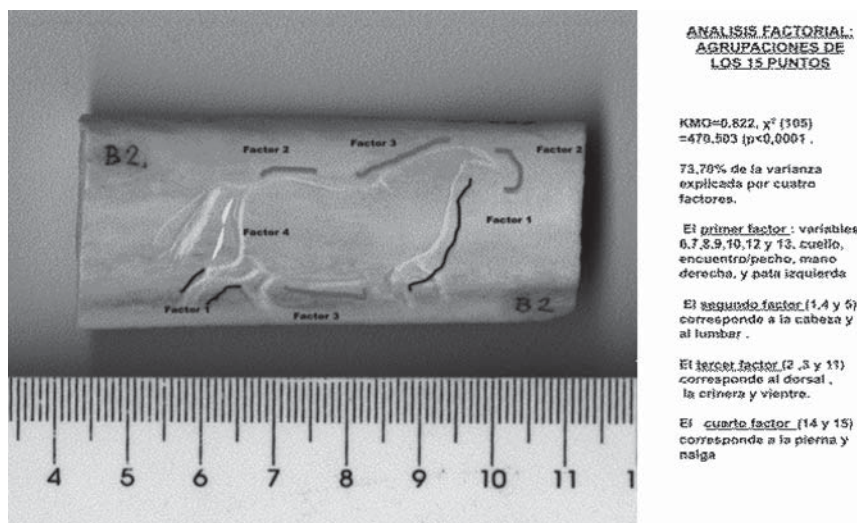


Figura 72. Los surcos agrupados en forma de factores

VARIABLES DISCRIMINANTES

Una vez establecida la validez de constructo, la siguiente pregunta que hay que responder es en qué áreas correspondientes a los 15 surcos del contorno de la figura hay diferencias entre los seis autores. Con tal motivo, y dada la reducida muestra y número de figuras por cada autor, se aplicó la prueba paramétrica de Kruskal Wallis sobre las 15 áreas totales. Los resultados son los siguientes:

Tabla 4. Diferencias entre los seis autores en las 15 variables

	χ^2	gL	Sig.
Areatot 1	33,92	5	0,003
areatot 2	32,83	5	0,000
areatot 3	20,59	5	0,001
areatot 4	27,49	5	0,000
areatot 5	5,394	5	0,370
areatot 6	26,24	5	0,000
areatot 7	24,60	5	0,000
areatot 8	22,17	5	0,000
areatot 9	18,33	5	0,003
areatot 10	14,73	5	0,012
areatot 11	30,78	5	0,000
areatot 12	23,58	5	0,000
areatot 13	24,61	5	0,000
areatot 14	30,12	5	0,000
areatot 15	26,95	5	0,000

ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DISCRIMINANTE DE LAS ÁREAS DE LOS 15 SURCOS

Una prueba posterior, consistió en aplicar diferentes análisis de la función discriminante mediante el procedimiento de pasos con objeto de determinar desde una perspectiva multifactorial qué áreas son las que discriminan mejor a los autores. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5. Diferencias entre los seis autores en las 15 variables

	Lambda de Wilks	F	gl1	gl2	Sig.
Area1	,327	18,529	1	5	0,000
Area14	,327	12,315	2	5	0,000
Area11	,107	9,907	3	5	0,000

A partir de los resultados del análisis se obtuvieron tres funciones discriminantes. La primera con un autovalor de 3,615, un porcentaje acumulado de la varianza del 80,9% y una correlación canónica de 0,885. La segunda con un autovalor de 0,506, un porcentaje acumulado de la varianza del 92,2% y una correlación canónica de 0,579. La tercera función discriminante tiene un autovalor de 0,346, un porcentaje acumulado de la varianza del 100% y una correlación canónica de 0,507.