

Aplicación de modelos matemáticos a la atribución de autoría de dos caballos completos llamados “tarpanes” de Niaux

Juan María APELLÁNIZ^a e Imanol AMAYRA^b

Resumen

Se presentan tres estudios realizados con el objetivo de determinar la validez predictiva de diferentes variables relacionadas con la atribución de autoría. El primer estudio analiza el poder discriminante de la medición de segmentos de la figura en la identificación de los “tarpanes”. El segundo analiza qué variables del trazado de una muestra de figuras grabadas y dibujadas experimentales son más válidas y fiables para establecer la autoría. El tercer estudio plantea un método cualitativo dirigido a analizar dos figuras macroscópicamente muy semejantes entre sí por su trazado, capaz de aumentar la probabilidad de la hipótesis de la atribución.

De las implicaciones de los análisis realizados con este motivo se ofrece una manera distinta de la utilizada hasta ahora de comprender este arte.

Résumé – Application de modèles mathématiques à l'attribution d'auteur des figures dites « les chevaux tarpans » de Niaux

Nous présentons trois études ayant pour objectif de déterminer la validité prédictive de différentes variables concernant l'attribution d'auteur. La première étude analyse le pouvoir discriminant de la mesure des segments de la figure dans l'identification des « tarpans » de Niaux. La seconde analyse dans quelle mesure les variables du tracé d'un ensemble de figures expérimentales gravées et dessinées se révèlent les plus valides et fiables pour établir la condition d'auteur. La troisième étude propose une méthode qualitative par l'analyse de deux figures très semblables par leurs tracés du point de vue macroscopique, en vue d'augmenter la probabilité de l'hypothèse de l'attribution à un auteur.

Les implications des analyses réalisées dans ce but esquissent une technique pour comprendre cet art distincte de celle utilisée jusqu'à présent.

Planteamiento

La ordenación del universo de las figuras paleolíticas se llevó a cabo desde los orígenes de la investigación (H. Breuil) hasta nuestros días (A. Leroi-Gourhan) reuniendo las más semejantes entre sí por su forma e incluyéndolas en estilos generalizados que se sucedían en el tiempo.

a Profesor Emérito de Prehistoria y Arqueología – Departamento de Historia. Universidad de Deusto c) Avda. de las Universidades, 24, E-48007 Bilbao (España) – e-mail: juanmaria@apellaniz.biz

b Profesor Titular de Psicología de la Memoria – Departamento de Psicología. Universidad de Deusto c) Avda. de las Universidades, 24, E-48007 Bilbao (España) – e-mail: imanol.amayra@deusto.es

Simultáneamente algunos conjuntos de figuras fueron atribuidas a sus autores, como lo hizo Cartailhac en su trabajo sobre Altamira (1906), a partir de semejanzas poco detalladas de forma y color.

Desde entonces se supuso que ésta podría ser una manera de añadir datos acerca de las figuras paleolíticas, sin atender a que podría tener consecuencias en la estructuración de los estilos, y en la concepción del arte paleolítico en general. La argumentación utilizada en las atribuciones se basaba exclusivamente en observaciones macroscópicas de algunas pocas semejanzas de forma y trazado que se generalizaban y nunca se confirmaban.

Bajo esta óptica, el procedimiento fue seguido no sistemáticamente hasta nuestros días y se aplicó tanto a la atribución de conjuntos de figuras, como hicieron Groenen, Martens y Szapu (2004), o como Fritz y Tosello (2010), o de grupos de autores “escuelas”, como Groenen y Martens (2010), y a la atribución de autores individuales como hizo Almagro (1976), Pales (1976) y otros.

Desde el comienzo de nuestra investigación, intentamos extraer las consecuencias que tenía para el arte paleolítico en general la conciencia de que era anónimo en su totalidad y de que no había posibilidad de establecer estilos sin establecer cuántos autores diferentes lo practicaban.

Inicialmente utilizamos el criterio de la forma como base de la atribución siguiendo el modelo de los historiadores del arte (Apellániz 1978, 1982, 1984), y desarrollamos los argumentos que le daban fundamento mediante procedimientos estadísticos (Apellániz 1987; Apellániz & Calvo 1999; Apellániz & Amayra 2008). Más tarde, desarrollamos procedimientos experimentales aplicados tanto a la forma (Apellániz & Amayra 2008) como al trazado (Ruiz Idarraga & Apellániz 1997; Apellániz *et al.* 2002).

Este tipo de estudio se contrapone al modelo evolucionista que analizan las figuras paleolíticas como un colectivo en las que se pueden establecer diferentes analogías a partir de criterios etnográficos (Cartailhac y Breuil), sociales (Raphäel) o formales (Laming-Emperaire, Leroi-Gourhan). Los sesgos interpretativos resultantes de estos modelos pueden disminuirse si se estudia el fenómeno desde una perspectiva distinta: analizando las figuras aisladamente, de forma ciega, sin ninguna conexión entre ellas, llegando incluso a la fragmentación de la forma o el trazado en forma de segmentos que pueden ser medidos.

Esta metodología ya fue aplicada por los psicólogos experimentales desde la década de 1950 para el estudio de los procesos perceptivos (Attneave & Arnoult 1956; Hoffman & Richards 1984; Biederman 1987; De Winter & Wagemans 2006) y posteriormente por arqueólogos para el estudio de la forma y del trazo (Apellániz 1984; Apellániz & Calvo 1999; Fritz 1999; Aujoulat 2004; Fritz & Tosello, 2007; Apellániz & Amayra 2008). Sin embargo, nunca se había planteado con el objetivo de analizar la autoría de las figuras paleolíticas.

En síntesis, el método desarrollado consiste en la segmentación del contorno de las figuras de caballo. Los segmentos se originan en las líneas de cambio o transición entre puntos de curvatura máxima de las zonas convexas (umbral o curvatura positiva) y puntos de curvatura mínima, de las cóncavas (depresión o curvatura negativa), y de la división de algunas de las partes comprendidas entre una zona cóncava y una convexa. La relación proporcional de los segmentos de una área anatómica o de varias áreas anatómicas en cada figura, establecidos a partir de

los parámetros de longitud y anchura, la denominamos “invarianza gráfica” o “invarianza de la estructura de la forma”.

La validez del método diseñado por los autores ya ha sido demostrada en estudios experimentales previos (Apellániz & Amayra 2008), permitiendo identificar a los autores experimentales según el tipo de técnica seguida en la copia (grabado versus dibujado) y el grado de pericia. En los estudios citados, la capacidad de validez predictiva con figuras experimentales, consistente en la asignación estadística de 70 figuras a diferentes autores, alcanzó el 81,7% de sensibilidad en figuras grabadas y el 85% en figuras dibujadas. En el caso de las figuras paleolíticas dibujadas, la atribución a su procedencia (cueva) fue el 70% en las dibujadas y del 75% en las grabadas. Esto supone que la atribución de autoría a través de la segmentación de la forma es un criterio necesario, pero no suficiente, para establecer la individualidad. Es necesario complementarlo con el estudio del trazado.

En el presente artículo se presentan algunos datos. En el primer estudio, mostramos algunos resultados complementarios sobre la segmentación del contorno en figuras paleolíticas y experimentales. De esta manera, establecemos el nivel de discriminación y analizamos de forma comparativa el grado de invarianza gráfica entre los dos colectivos. En el segundo estudio, presentamos las evidencias preliminares de dos estudios sobre el trazado de figuras experimentales. El primero de ellos, se ha realizado sobre figuras grabadas y el segundo, sobre dibujadas. Por último, en el tercer estudio, se propone el análisis macroscópico del trazado en el caso de los “tarpanes” de Niaux.

Estudio 1: Validez de constructo y validez predictiva de la forma

La hipótesis principal trata de verificar la existencia de la invarianza gráfica a dos niveles. El primero, relacionado con la estructura propia de la forma de las figuras paleolíticas frente a la de las experimentales. El segundo, analiza las diferencias en las desviaciones típicas de las 20 variables de las figuras paleolíticas y experimentales. Asimismo, se hipotetiza sobre el valor predictivo del modelo de 20 variables (Apellániz & Amayra 2008) para identificar a autores o grupos de autores a partir de la asignación estadística de figuras a diferentes cuevas.

Muestra

Se seleccionó una muestra de 295 figuras de caballo distribuidas en dos submuestras: una, de figuras del Paleolítico Superior y otra de figuras experimentales. La elección de la figura de caballo se hizo por ser la más frecuente entre las representaciones paleolíticas. La submuestra estaba compuesta por 35 figuras dibujadas (Ekain, Las Monedas, Tito Bustillo, Niaux, Le Portel, Rouffignac, Las Monedas, La Pasiega, El Castillo, Pech-Merle y Lascaux).

La submuestra de figuras experimentales estaba integrada por: a) 35 figuras copiadas dibujadas, por 6 expertos, del modelo “caballo chino” de Lascaux; b) 30 figuras dibujadas inventadas a partir de una muestra de 70 figuras de caballo paleolíticas (alumnos Bellas Artes-no especializados); c) 31 figuras inventadas en dibujo (alumnos Bellas Artes no especializados); d) 164 figuras copiadas dibujadas por 41 estudiantes que realizaron una media de cuatro figuras repetidas del modelo “caballo chino” de Lascaux. De esta última muestra posteriormente se extrajo al azar una muestra de 36 figuras.

Variables

Cada figura fue analizada mediante el modelo de veinte variables que recorren diferentes puntos de la línea del contorno de las partes estables de la figura (tren delantero, tronco, tren trasero) gracias a que la gran mayoría aparecen representadas en actitud estática y perspectiva lateral. Se omitió el estudio de las partes móviles, cabeza, extremo superior del cuello, extremidades y cola, en razón de que no siempre están presentes en las figuras.

Procedimiento

La selección de la muestra de figuras dibujadas paleolíticas se basó en dos criterios de inclusión: que el contorno de la figura estuviese completo y de que representasen a la Cordillera Cantábrica, Pirineos y Perigord. La elección de la muestra experimental reproduce diferentes condiciones en las que se produjo la representación paleolítica: a) el tipo de producción (copia o invención); b) el grado de pericia: copiar y/o inventar la figura por personas de diferente formación y experiencia; c) el número de copias que un mismo autor puede realizar (una sola o series de 4, 5 y 6); d) el número de modelos que sirven de inspiración (copiar de uno propuesto o inventar sobre 70). Las copias dibujadas se realizaron en una hoja *Canson Miteintes* n° 111 (30 x 40 y 50 x 60) utilizando carboncillo.

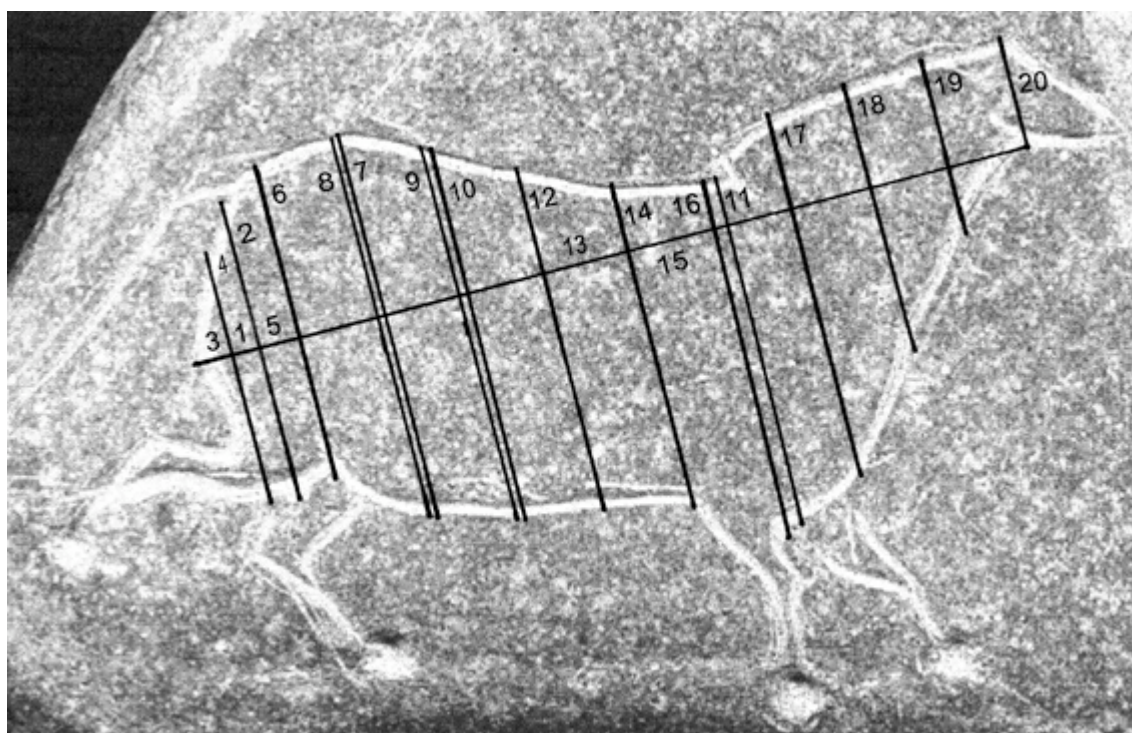


Fig. 1. El modelo de veinte variables (Apellániz & Amayra 2008).

La segunda fase del estudio consistió en medir las 295 figuras en altura y longitud, en las áreas dorsal-ventral y anterior-posterior. De esta manera, se obtiene una muestra representativa del contorno de la figura, trazando sobre él líneas ortogonales a un eje que describe la totalidad de la figura menos la cabeza, manos y patas. En el caso de la longitud, las mediciones se realizaron desde el punto más saliente de la nalga al punto central del pliegue de las fauces. Este segmento correspondiente a la longitud total, integra otros cuatro segmentos correspondientes

a áreas anatómicas del cuarto trasero, tronco y cuello. En el caso de la anchura y, a partir de las convexidades y concavidades y de los puntos naturales en los que se aprecia un cambio de dirección, se tendieron líneas verticales que conectaban un punto del contorno dorsal con un punto del ventral. En resumen, se trazaron un total de 20 segmentos: 5 en el plano de la longitud y 15 en el de la anchura, ortogonales al eje horizontal (ver Fig. 1). De esta manera se midió la proporción de todas y cada una de las partes de las figuras.

La tercera fase del estudio consistió en reducir las figuras a una escala de 14 cm de las fauces a la nalga (Photoshop 6.0), como procedimiento de normalización que redujese el error de medida.

Métodos estadísticos

Se empleó el análisis factorial mediante el Método de Componentes Principales (MCP) para la determinación de las diferencias en la agrupación de los segmentos dentro de los subgrupos arqueológicos y experimentales. 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. A fin de establecer diferencias intragrupal e intergrupales, se aplicó un Análisis de la Varianza Unifactorial (Oneway) con el fin de identificar cuáles son las variables más discriminantes en las submuestras. También se aplicó el método de Escalamiento Multidimensional Métrico (EMD-M) dirigido a identificar dimensiones subyacentes significativas que permitían explicar semejanzas y diferencias entre las figuras. 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. Por último, se analizó de forma comparativa la media de las desviaciones típicas de la muestra de figuras arqueológicas, de estudiantes que realizaron 4 figuras repetidas y de expertos que realizaron 5 o 6 figuras repetidas.

Resultados

Una vez comprobada la normalidad estadística de las variables, el primer análisis efectuado fue el de la validez factorial. En el caso de la muestra total (N = 295), presentó un índice KMO = 0,821 y χ^2 (190) = 5341,129 ($p < 0,0001$) y predominancia de factores puros. El MCP identificó cinco áreas que explican el 77,47% de la varianza: a) tronco; b) cuello; c) cuarto trasero interno; d) longitud de la figura hasta el borde del tren delantero y e) cuarto trasero externo. El análisis factorial de las figuras paleolíticas dibujadas presentó un índice KMO = 0,717, χ^2 (190) = 735,84 ($p < 0,0001$, predominancia de factores puros y un porcentaje de la varianza del 82,98% distribuido en cinco áreas: a) cuello y borde delantero del tronco; b) tronco; c) parte externa del cuarto trasero; d) inguinal y borde trasero del tronco; e) parte interna del cuarto trasero y longitud de la figura hasta el arranque del cuello.

El análisis factorial de las figuras repetidas por expertos presentó un índice KMO = 0,685, χ^2 (190) = 647,258 ($p < 0,0001$), predominancia de factores mixtos y un porcentaje de la varianza del 82,10% distribuido en cinco áreas: a) tronco; b) cuello; c) cuarto trasero y su longitud, longitud hasta el arranque del cuello y encuentro; d) longitud hasta el arranque del cuello y fauces; e) longitud de la parte interna del cuarto trasero y lumbar. El análisis factorial de las figuras repetidas por los estudiantes presentó un índice KMO = 0,752, χ^2 (190) = 916,999, ($p < 0,0001$),

predominancia de factores mixtos y un porcentaje de la varianza del 81,64% distribuido en cuatro áreas: a) tronco; b) borde del tronco-cuello y cuello; c) tren trasero interno y longitud total de la figura hasta el cuello; d) tren trasero externo. El análisis factorial de las figuras de alumnos de Bellas Artes que fueron inventadas a partir de 70 modelos paleolíticos presentó los siguientes resultados: $KMO = 0,506$, $\chi^2 (190) = 444,856$ ($p < 0,0001$), predominancia de factores mixtos y un porcentaje de la varianza del 83,64% distribuido en siete áreas: a) cuello; b) parte media e interna del cuarto trasero y parte central del tronco; c) parte externa del cuarto trasero; d) inguinal y lumbar y límite trasero del tronco; e) longitud hasta el arranque del cuello; f) delantera del tronco y cinchera; g) parte delantera del tronco. Por último, el análisis factorial de las figuras inventadas por alumnos de Bellas Artes presentó los siguientes resultados: $KMO = 0,578$, $\chi^2 (190) = 603,748$ ($p < 0,0001$), predominancia de factores mixtos y un porcentaje de la varianza del 81,40% distribuido en cinco áreas: a) tronco; b) borde del tronco-cuello; c) tren trasero interno y bordes del tronco; d) longitud; e) tren trasero externo. Por último, los análisis comparativos de las desviaciones típicas de las figuras arqueológicas y de las figuras repetidas de estudiantes y expertos señalaron la mayor homogeneidad del grupo de las figuras paleolíticas.

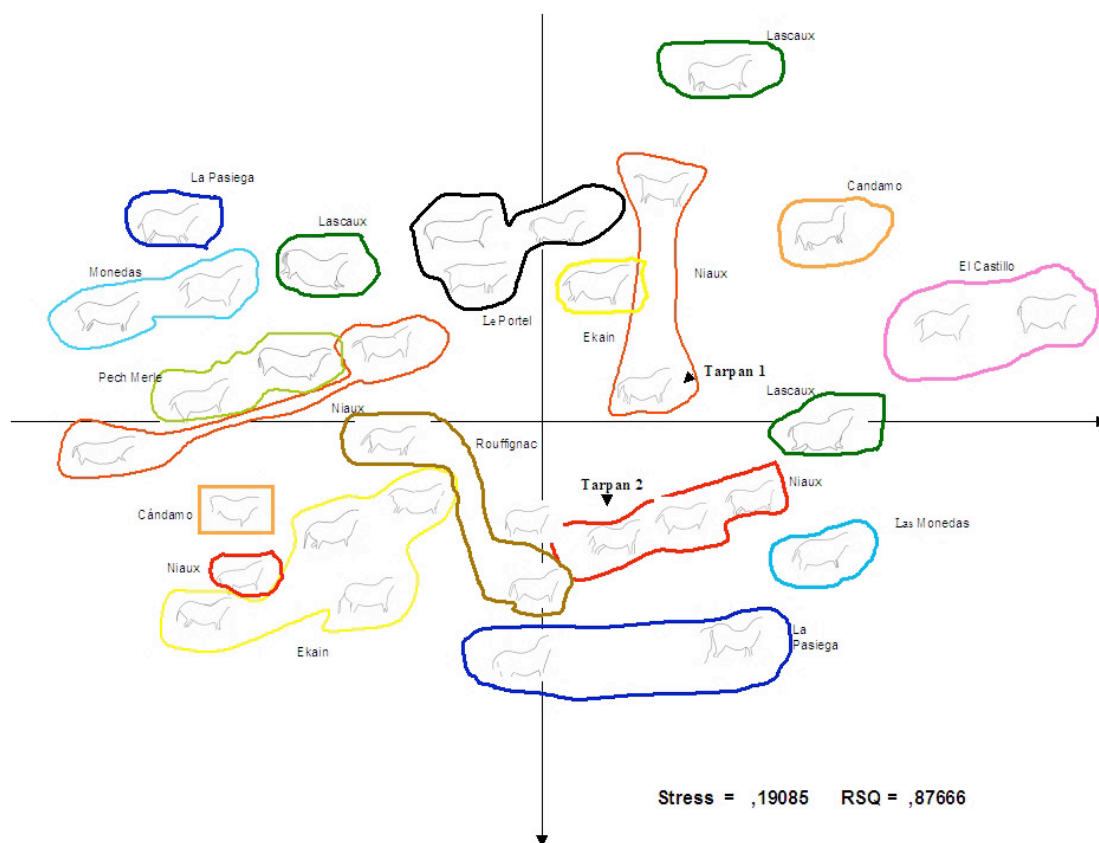


Fig. 2. Escalamiento Multidimensional de las figuras paleolíticas.

Los análisis estadísticos de EMD-M se realizaron sobre el total de variables discriminantes resultantes de un estudio previo con ANOVA (2×3) en el que se analiza la interacción estadística resultante del tipo de técnica por procedencia geográfica (Apellániz & Amayra 2008). Las variables discriminantes obtenidas fueron 11 (nº 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15 y 20). Con estas variables fue posible identificar

las agrupaciones de figuras dibujadas de las cuevas de Ekain, Le Portel, Niaux, Monedas, El Castillo y Pech Merle ($S-K = 0,19$; $RSQ = 0,87$) (Fig. 2), y de las figuras grabadas de Lascaux, Combarelles, Trois-Frères, Hornos de la Peña y El Buxu.

Discusión

El modelo de 20 variables presenta una buena validez de constructo. Los segmentos identificados en el análisis factorial inicial se agrupan de forma lógica para representar áreas anatómicas discretas del animal. Esto último ocurre en menor medida cuando se analizan los resultados del grupo de expertos y el de estudiantes que realizaron copias repetidas del mismo modelo. La imagen representada por éstos es heterogénea, aparentemente desordenada, pareciendo que sigue una lógica proposicional o abstracta.

Teóricamente los autores experimentales deberían haber presentado soluciones factoriales más estables que las de los paleolíticos, ya que las 35 figuras paleolíticas eran macroscópicamente distintas entre sí. El grupo paleolítico, a pesar de su reducido tamaño, presenta una solución factorial más estable y un porcentaje de la varianza más significativo. Este resultado es coincidente con un estudio previo efectuado con 70 figuras paleolíticas dibujadas y grabadas (Apellániz & Amayra 2008). La agrupación de los segmentos de la figura paleolítica sigue un patrón representacional más uniforme, policanónico y lógico: las veinte variables o segmentos se agrupan en componentes relacionados con áreas anatómicas. Este esquema parece revelar una estrategia analítica, secuencial y fisioplástica.

Cuando se compararon las puntuaciones medias de las desviaciones típicas encontramos que son más homogéneas en el grupo de figuras paleolíticas que en el grupo de estudiantes, que realizaron cuatro copias repetidas del “caballo chino” de Lascaux, y parecidas a las de los expertos, que habían realizado una media de entre 5 ó 6 figuras repetidas.

La ausencia de cambio gráfico de las figuras paleolíticas se confirma cuando se aplica el EMD-M. Un estudio detallado de la estructura latente de la forma de las agrupaciones de las figuras, revela que la homogeneidad de las figuras paleolíticas es el resultado de la semejanza en las proporciones resultantes de las dos dimensiones estudiadas: anchura y longitud. Las relaciones entre las proporciones de al menos una de las cinco partes, permiten identificar la procedencia de autores o grupos de autores que realizaron sus obras en diferentes cuevas, como Niaux. Este aspecto es el de mayor validez predictiva y no necesariamente va asociado a la semejanza macroscópica entre contornos. Este es el caso de las figuras de Le Portel o el Castillo y, al contrario, las de Ekain o Niaux, donde la coincidencia ocurre tanto en la estructura de las proporciones como en el contorno. En el caso, de los “tarpanes” de Niaux la semejanza es muy grande en todas sus partes y proporciones, a excepción del cuarto trasero externo, correspondiente a la variable 4 y del tercio trasero del tronco correspondiente a las variables 7 y 8 (ver Fig. 3).

Esto nos lleva a concluir que la gran semejanza de los contornos con el fin de establecer la autoría es un criterio necesario pero no suficiente, por lo que es preciso recurrir a otras variables, como el trazado.

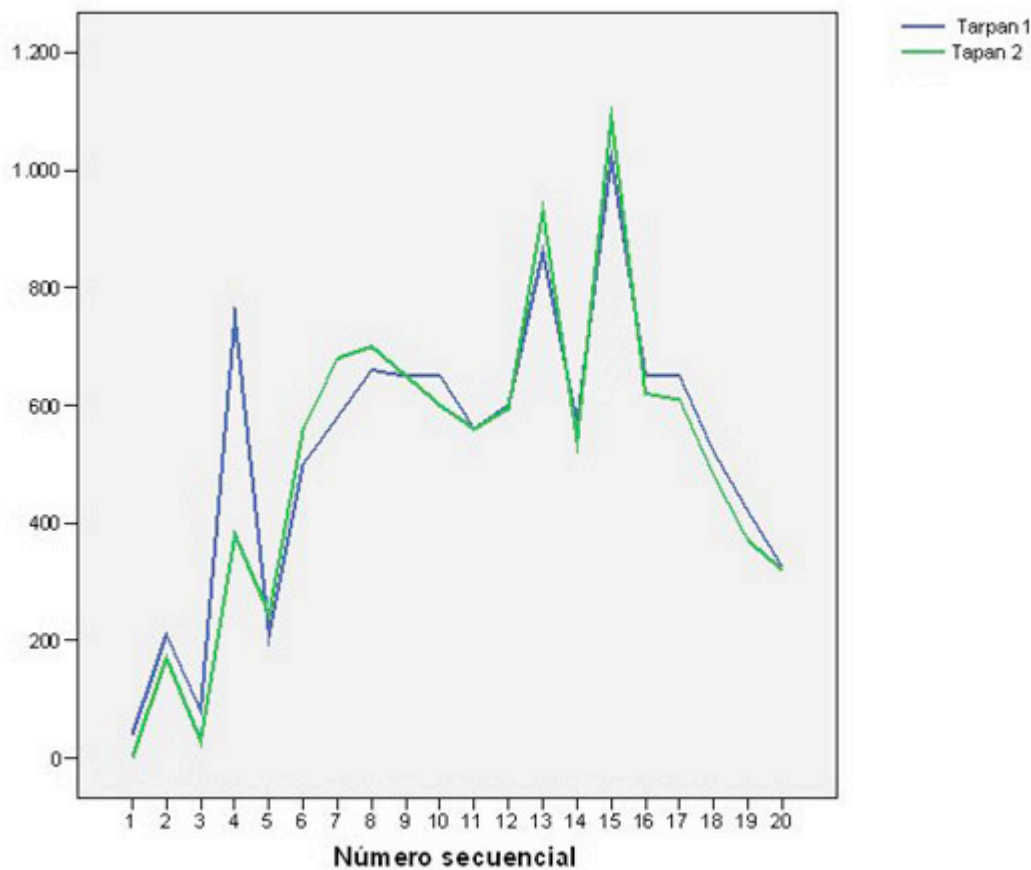


Fig. 3. Diferencias entre los “tarpanes” en las veinte variables.

Estudio 2: La validez de constructo y la validez predictiva del trazado de las figuras experimentales

El estudio del trazado se refiere al análisis de los movimientos de la mano sobre una superficie en un solo impulso, que producen secuencias en forma de trayectoria, con el propósito de representar gráficamente una imagen mediante segmentos. Estos no son siempre distinguibles de manera macroscópica por lo que en este estudio fue preciso recurrir a análisis microscópicos.

Hipótesis

La hipótesis principal de este estudio propone que el análisis del trazado de los contornos de las figuras explica un porcentaje mayor de la varianza de la autoría que el explicado por el modelo de análisis de la forma de la figura.

Muestra

Se seleccionaron dos muestras. La primera, estuvo compuesta por 51 figuras grabadas, realizadas por seis expertos. Cada autor realizó una media de 8 figuras repetidas. La segunda estuvo compuesta por 40 figuras dibujadas realizadas por 10 estudiantes de primer curso de Psicología, que dibujaron una media de 4 figuras repetidas.

Variables

En el estudio de las figuras grabadas y dibujadas se analizó un total de 15 puntos del contorno total: incluyendo tanto partes estables como móviles. La inclusión de las partes móviles obedece a que están siempre presentes en esta muestra.

Cada una de estas secciones se correspondían con puntos de curvatura máxima y mínima de diferentes partes del animal. En el estudio del grabado en cada uno de los 15 surcos se analizó un total de 13 variables simples, medidas a partir de un eje de coordenadas y abscisas (x_1 y x_2), y 8 compuestas, resultantes del cálculo del área y perímetro de cada uno de los surcos (área derecha, perímetro derecho, área izquierda, perímetro izquierdo, área central, perímetro central, área total y perímetro total).

En el estudio de las figuras dibujadas en cada uno de los 15 puntos de contorno se analizó solamente la anchura del trazo. La no inclusión de otras variables, como la distribución de la densidad de los pigmentos, tiene escaso valor de aplicación a las figuras rupestres dibujadas en razón de su fragilidad y de la erosión a que han estado sometidas por lo que no fue incluida.

Procedimiento

Las figuras grabadas fueron realizadas en hueso durante un período de diez años. Cada autor realizó una media de 8 copias repetidas del "caballo chino" de Lascaux. El experimento consistió en grabar dos figuras en cada una de las caras de una pieza de hueso utilizando buriles diedros de sílex. Previo al experimento citado, se realizó una fase de adiestramiento consistente en grabar la figura de Lascaux sobre pizarra, pasando luego a la caliza de distintos grados de dureza.

En cada una de las figuras se midió un total de 21 variables de cada uno de los surcos mediante técnicas de Ingeniería Inversa del Laboratorio de Diseño de Producto de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad del País Vasco creando modelos digitales y secciones virtuales mediante un escáner portátil de tres dimensiones 3D Handyscan Revscan de Creaform. Las nubes de puntos obtenidas se exportaron como archivos STL (Standard Tessellation Language) y se editaron con Geomagic Studio.

Las figuras dibujadas fueron realizadas en una cartulina rugosa *Canson Miteintes* n° 111 (formato A4) con carboncillo. Cada autor realizó una media de 4 copias del "caballo chino" de Lascaux. El experimento duró aproximadamente 20 minutos. Cada uno de los 15 puntos fue medido mediante una regla Linux de Tipografía dividida en picas.

Estadísticos

En primer lugar, se procedió a normalizar todos los valores transformándoles en puntuaciones z. En segundo lugar, a fin de poder determinar la validez del modelo de 15 puntos se aplicó un análisis factorial de componentes principales y posteriormente, se procedió a establecer la validez predictiva del modelo mediante un análisis de la varianza y un EMD-M. siguiendo los criterios mencionados en el estudio 1.

Resultados y discusión

En primer lugar, 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. El primer factor (var 6, 7, 8, 9, 10, 12 y 13) corresponde al cuello, el encuentro, el vientre y la pata derecha, el segundo factor (var 1, 4, 5, 6) corresponde al lumbar, frente, morro y mandíbula, el tercer factor (2 y 3) corresponde al dorsal y la crinera y el cuarto factor (var 14 y 15) corresponde a la pierna y nalga. Por último, el EMD-M de las figuras grabadas presentó niveles de bondad de ajuste apropiados ($S-K = 0,198$; $RSQ = 0,84$), permitiendo asignar correctamente el 78% de las figuras a los seis autores. En concreto, las secciones más discriminantes para la atribución de autoría fueron en conjunto la 1, 6, 11, 14 y 15.

Por último, en el estudio del trazo de las figuras dibujadas, las variables discriminantes fueron las mismas que en el grabado, si bien los resultados estadísticos fueron más modestos en la validez de constructo y predictiva. Una de las posibles explicaciones puede tener que ver con el hecho de que la medición microscópica de la anchura del trazo dibujado parece revelarse insuficiente en nuestro estudio. Esto hace necesario complementarlo con análisis macroscópicos, como es el caso del siguiente estudio de los “tarpanes” de Niaux.



Fig. 4. Figuras de caballo llamados “Tarpanes” de Niaux.

Estudio 3: Análisis macroscópico del trazado de los “tarpanes” de Niaux

Hemos elegido dos figuras macroscópicamente muy semejantes entre sí por su forma y su trazado, denominadas “tarpanes” (Clottes 1995, n° 74 y 100). Las dimensiones de la primera figura son 147 cm y de la segunda 72 cm (ver Fig. 4).

Procedimiento

Compararemos las cualidades del trazado que comprende el análisis de los mecanismos mediante los que dispone las partes, así como las de la posición, repetición y forma del trazo.

Análisis

Las figuras presentan partes que no han sido terminadas (manos, patas, cola, modelado), pero no por causa de los accidentes de la pared sino por voluntad del autor. El trazado del contorno se efectúa unas veces mediante series de trazos cortos, a la manera de flecos, que representan el pelaje del animal (ver Fig. 5) o mediante líneas seguidas de espesor en general, corto/mediano (ver Fig. 6). El trazo que lo compone es irregular, rectilíneo, frecuentemente oblicuo, dirigido hacia delante, entrelazado y cargado intensamente de pigmento.

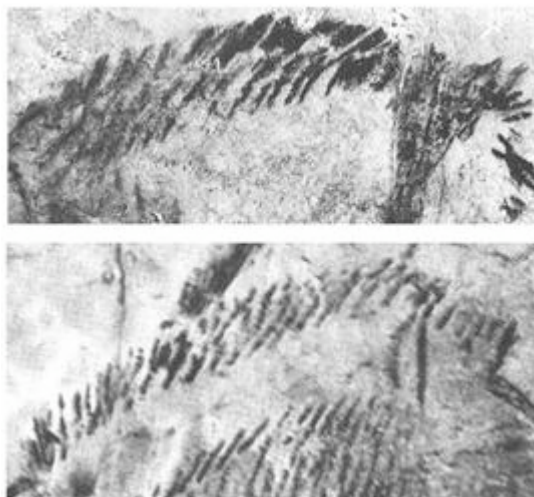


Fig. 5. Trazado del contorno de la crinera.

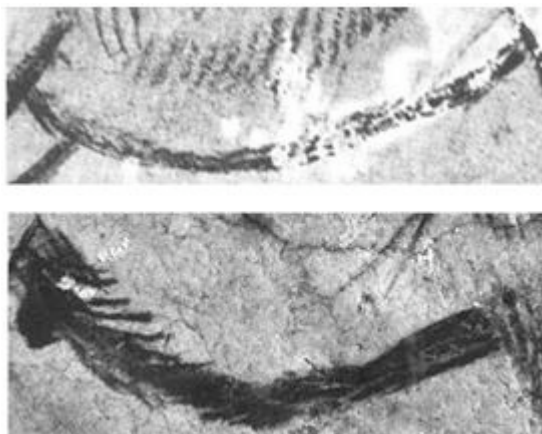


Fig. 6. Trazado de las líneas seguidas.

El trazado del modelado es irregular y tiende a formar series parcialmente entrelazadas en sus extremos superior e inferior. El trazo que lo compone es largo, fundamentalmente rectilíneo, a veces muy levemente arqueado en sus extremos y cargado de pigmento (ver Fig. 7)

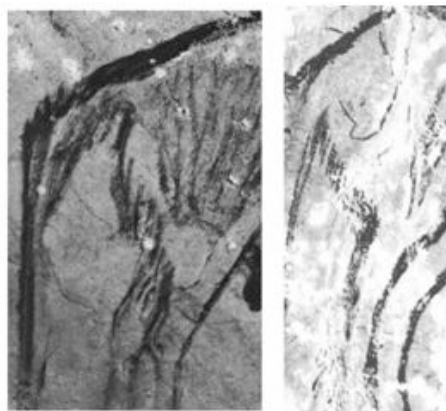


Fig. 7. Contorno de la nalga, maslo y cola.

El trazado de las líneas largas y seguidas (vientre y dorso) es ligeramente irregular, de manera que la línea presenta una especie de quiebro aproximadamente en el punto de su mayor curvatura, en donde la mitad delantera está cubierta por trazos de longitud semejante, orientados en paralelo, y en la trasera, entremezclados a la manera del contorno de la nalga (ver Fig. 8), o un repasado intenso que lo oculta (maslo y cola) (ver Fig. 7).

El trazado de las líneas más estrechas y cortas (testuz) es menos irregular. El número de trazos se reduce y son también rectilíneos, entrelazados y cargados de pigmento (ver Fig. 8).



Fig. 8. Cabezas de "tarpanes".

El trazo en general es rectilíneo, de manera que en las partes curvadas y cortas, como la oreja, más largas, por ejemplo los cascos, la curvatura se describe mediante la multiplicación de líneas cortas casi nada curvadas y dispuestas en curva. El trazo arqueado se utiliza muy raramente. La repetición, entrelazamiento y desplazamiento de los trazos en las líneas produce un ensanchamiento o estrechamiento de las partes que se dibujan, como el de la mano izquierda (Fig. 9) así como su desplazamiento, como el de los contornos de la cola, el que media entre el flequillo y la frente y entre el encuentro y el antebrazo. La variabilidad de la posición, anchura y

altura de las partes hace que éstas sean de distinto tamaño, con lo que también la longitud de la totalidad de la figura varía, lo cual produce una deformación.

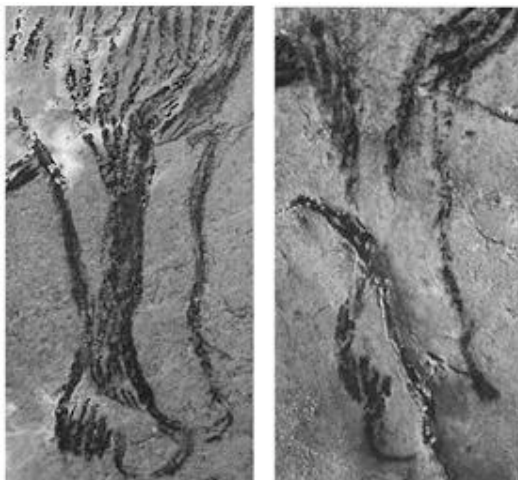


Fig. 9. Contornos de las manos.

Las conexiones entre las líneas anchas (vientre) son poco precisas en uno de sus extremos y precisas en el otro. En puntos como el antebrazo, el vientre, el cuello y la nalga-pierna, la repetición de los trazos produce fragmentos de contorno más anchos que el resto del éste y cargados de pigmento.

La conducta que se define no se produce siempre en las mismas partes de las dos figuras sino unas veces en unas y otras en otras, pero están siempre presentes.

Conclusiones relativas a los “tarpanes”

El estudio del trazado de los dos “tarpanes” demuestra un elevado grado de coincidencia a nivel macroscópico: el estado de terminación o abocetamiento de las partes en las dos figuras; el trazado del contorno mediante trazos cortos que representan el pelaje y/o mediante líneas seguidas de espesor corto/mediano; el trazado del modelado irregular, y la agrupación de los trazos en series, en parte entrelazadas en sus extremos superior e inferior; la línea seguida de contorno como sustitución del trazado en forma de flecos que presenta trazos rectilíneos, paralelos, entrelazados en sus extremos e intensamente cargados de pigmento. La probabilidad de que la repetición de tantos aspectos del trazado sea consecuencia de que las dos figuras son obra del mismo autor es mucho mayor que la de que sea obra de varios autores distintos.

Aplicación del análisis a otras figuras muy semejantes a los “tarpanes” de Niaux

En la misma pared y a corta distancia de los “tarpanes”, hay un prótomo (cabeza, cuello y manos) de una figura también de caballo (Clottes 1995, nº 59), que presenta las mismas características de trazado de aquellas (Fig. 10).

La figura parece no terminada a juzgar por el estado de la crinera, en la que, a partir de la cabeza, los pelos de las dos hileras van perdiendo en intensidad de pigmentos, disminuyendo en número y separándose entre sí y dejando a aquella sin cerrar a la altura de la cruz.

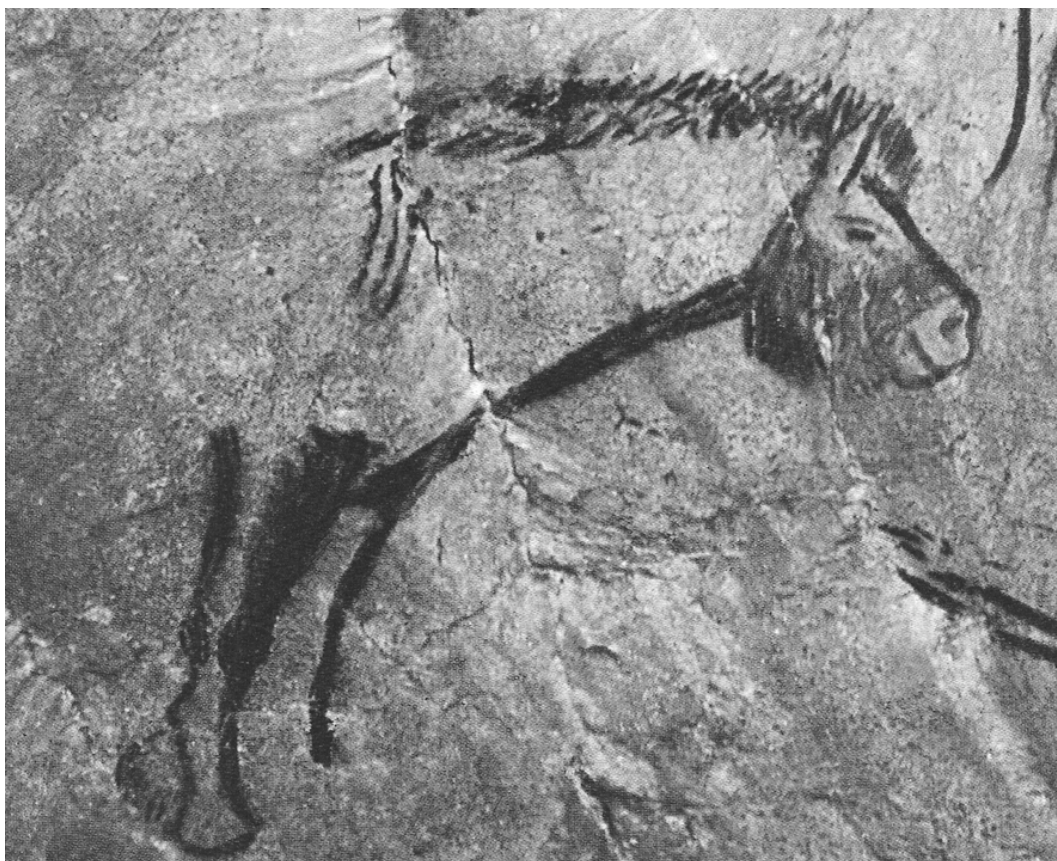


Fig. 10. Prótomo de caballo semejante a los "tarpanes".

La forma sólo puede compararse con la de los "tarpanes" superponiendo el prótomo a las figuras normalizadas de aquellos. Haciéndolo así, se observa una práctica identidad entre todas. Podría decirse, pues, que representa el prótomo de un "tercer tarpán", que quedó sin terminar.

Las partes representadas repiten sistemáticamente las del prótomo de los tarpanes: en la cabeza, presenta oreja, flequillo, ojo, ollares, boca, barba y pliegue de las fauces; la crinera a medio terminar en su extremo distal y la mancha cebraide bordeando la tabla del cuello; el contorno de éste y la mano derecha completa, incluida la cerneja, y la izquierda a falta del casco.

La manera de dibujarlas es prácticamente idéntica. La oreja está hecha con dos contornos, de los que el proximal es recto y el distal ligeramente arqueado; el ojo consistente en dos trazos cortos convergentes, está rodeado por una ceja arqueada; los ollares y la boca, están separados del resto de la cara por una línea arqueada; el ollar encajado en una depresión del morro; la barba pendiente invadiendo la carrillera y el pliegue de las fauces apuntado hasta dar a la base de la oreja. La crinera está construida de manera que las dos hileras de pelos converjan hacia el vértice de la oreja.

La práctica identidad del trazado se manifiesta en que la factura de los contornos es la misma. Así, para dibujar el frontonasal, se hace un contorno estrecho formado por tres trazos medianos entrelazados; para el cuello, un contorno ancho, formado por varios trazos cortos, entrelazados, muy juntos; para las fauces uno apuntado formado por trazos cortos; para el antebrazo derecho, uno muy ancho, formado por trazos medianos repetidos, que invaden el interior; para la crinera, trazos cortos,

ligeramente separados, oblicuos, inclinados hacia la cabeza, ligeramente entrelazados; y para la cerneja de la mano derecha trazos cortos paralelos pendientes y ligeramente separados.

Es evidente que a medida de que los elementos de comparación entre las figuras se reducen, el margen de probabilidad de la atribución también se reduce.

Conclusiones generales

Desde el punto de vista cuantitativo, la evidencia de la semejanza del trazado de los dos tarpanes se suma a la obtenida a través del estudio de la forma segmentada. Los resultados de los análisis estadísticos indicaron que las dos figuras son muy semejantes en las proporciones de sus partes. Esto mismo sucede con otras cuatro figuras de Niaux en las que se observa una regularidad en la relación de proporciones relacionadas con variables de anchura y longitud. Sin embargo, el trazado de los dos "tarpanes" es mucho más semejante entre si que el de cualquiera de los demás.

De los análisis que preceden se deducen algunos principios que permiten fundamentar una hipótesis más general del arte paleolítico. Esta se basa en el concepto de la forma o estructura de la forma y sus derivados como el de la variación y cambio, el de la cronología y el de la geografía. La forma o estructura de la forma consiste en la identidad de la proporción de todos los puntos de al menos una de las partes de la figura y su correlación con el resto de las partes. La figura paleolítica es más fácilmente comprensible si se la analiza parte por parte, que si se hace en el conjunto. De esta manera, la diferencia entre las figuras se reduce a una variación de la estructura latente resultante de la relación entre las proporciones de las partes. Según esto, las diferencias y las semejanzas de la totalidad de la forma entre figuras pueden no ser necesariamente reconocibles de manera macroscópica.

El análisis de la figura del caballo, la más frecuente en este arte, permite suponer que lo que se predica de ella puede predicarse de todas las demás, acomodándolas a sus condiciones peculiares y segmentándolas por variables que describen las líneas de cambio (puntos de curvatura máxima y mínima) incluyendo también la longitud total y parcial. Los resultados indican que la estructura de la forma resultante del análisis de los segmentos no cambia según el tiempo y el espacio geográfico, de lo que se deduce que las figuras paleolíticas no forman una secuencia de estilos determinados por cambios generalizados y sucesivos.

La atribución debe comenzar por el análisis de la forma, en el que se detectan las mayores afinidades entre sujetos, cuyo valor también puede precisarse de manera matemática. A este mecanismo se añade el análisis del trazado, que, cuando se trata de figuras grabadas puede hacerse mediante procedimientos estadísticos y lo mismo que en el dibujo cuando se explote la posibilidad de conocer las variables aplicables, como se ha hecho en el trazado del grabado.

Por lo tanto, la búsqueda de la semejanza como criterio de autoría debería tener en cuenta el siguiente principio: "en el caso de dos figuras de contornos muy semejantes se debería proceder inicialmente por el análisis estadístico de su trazado para continuar por el de su forma, dado que las figuras paleolíticas son muy homogéneas en sus proporciones mientras que el trazado es menos imitable y más revelador de la individualidad del autor. Por el contrario, en el caso de dos figuras de contorno macroscópicamente diferente, se debería proceder inicialmente por el análisis estadístico de su forma para continuar por el de su trazado."

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAGRO M. 1976. — Los omoplatos decorados de la cueva de “El Castillo”. Puente Viesgo (Santander). *Trabajos de Prehistoria*, 33, p. 9-112.
- APELLÁNIZ J.-M. 1978. — Ekain como obra de arte. In: ALTUNA J. & APELLÁNIZ J.-M., *Las figuras rupestres paleolíticas de la cueva de Ekain. Munibe*, 1-3, p. 122-142.
- APELLÁNIZ J.-M. 1982. — *El arte prehistórico del País Vasco y sus vecinos*. Bilbao.
- APELLÁNIZ J.-M. 1984. — L’auteur des grands taureaux de Lascaux et ses successeurs. *L’Anthropologie*, 96 (2-3), p. 453-472.
- APELLÁNIZ J.-M. 1987. — La aplicación de técnicas estadísticas al análisis iconográfico y al método de determinación de autor. *Munibe*, 39-40, p. 39-59.
- APELLÁNIZ J.-M. & CALVO GÓMEZ F. 1999. — *La forma del arte paleolítico y la Estadística. Análisis de la forma del arte figurativo paleolítico y su tratamiento estadístico*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- APELLÁNIZ J.-M., RUIZ IDARRAGA R., AMARA I. 2002. — *La autoría y la experimentación en el arte decorativo del Paleolítico*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- APELLÁNIZ J.-M. & AMAYRA I. 2008. — *La forma del dibujo figurativo paleolítico a través de la experimentación. Una aproximación desde la Prehistoria y la Psicología Cognitiva*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- ATTNEAVE F. & ARNOULT M.D. 1956. — The quantitative study of shape and pattern perception. *Psychological Bulletin*, 53 (6), p. 452-471.
- AUJOULAT N. 2004. — *Lascaux : Le geste, l’espace et le temps*. Paris: Éditions du Seuil, 278 p. (Coll. Arts rupestres).
- BIEDERMAN I. 1987. — Recognition by components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, p. 115-147.
- CARTAILHAC É. & BREUIL H. 1906. — *La caverne d’Altamira à Santillana, près Santander (Espagne)*. Monaco: imp. de Monaco.
- CLOTTES J. 1995. — *Les Cavernes de Niaux : Art préhistorique en Ariège*. Paris: Éditions du Seuil, 180 p. (Coll. Arts rupestres).
- DE WINTER J. & WAGEMANS J. 2006. — Segmentation of object outlines into parts: A large-scale integrative study. *Cognition*, 99, p. 275-325.
- FRITZ C. 1999. — Towards the Reconstruction of Magdalenian Artistic Techniques: The contribution of microscopic analysis of mobiliary art. *Cambridge Archeological Journal*, 9 (2), p. 189-208.
- FRITZ C. & TOSELLO G. 2007. — The hidden meaning of forms: methods of recording Paleolithic parietal art. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 14 (1), p. 48-79.
- FRITZ C. & TOSELLO G. 2010. — Le Secteur des chevaux. In: CLOTTES J. (dir.), *La grotte Chauvet. L’art des origines*, p. 116. Paris: Éditions du Seuil.
- GROENEN M. & MARTENS D. 2010. — Les peintures de la grotte de La Pasiega A (Puente Viesgo, Cantabrie) – à l’épreuve de la méthode de l’attribution. In: Actes du 15^e Congrès mondial de l’Union internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques (UISPP, Lisbonne, 4-10 septembre 2006), p. 13-21. Oxford: Archaeopress. (BAR International Series; 2108).
- GROENEN M., MARTENS D., SZAPU P. 2004. — Peut-on attribuer des œuvres du Paléolithique supérieur ? In: LEJEUNE M. & WELTÉ A.-C., *L’art du Paléolithique supérieur*, p. 127-138. Liège: Université de Liège. (ERAUL; 107).
- HOFFMAN D.D. & RICHARDS W.A. 1984. — Parts of recognition. *Cognition*, 18 (1-3), p. 65-96.
- PALES L. & TASSIN de SAINT PÉREUSE M. 1976. — *Les gravures de La Marche. II. Les humaines*. Paris: Éditions Ophrys.
- RUIZ IDARRAGA R. & APELLÁNIZ J.-M. 1998-1999. — Análisis de la forma y de la ejecución de las figuras grabadas de la cueva de Venta Laperra (Carranza, Bizkaia). *Kobie*, XXV, p. 93-140.

Citar este artículo

- APELLÁNIZ J.M. & AMAYRA I. 2012. — Aplicación de modelos matemáticos a la atribución de autoría de dos caballos completos llamados “tarpanes” de Niaux. In: CLOTTES J. (dir.), *L’art pléistocène dans le monde / Pleistocene art of the world / Arte pleistoceno en el mundo*, Actes du Congrès IFRAO, Tarascon-sur-Ariège, septembre 2010, Symposium « Art pléistocène en Europe ». N° spécial de *Préhistoire, Art et Sociétés, Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, LXV-LXVI, 2010-2011, CD: p. 309-324.