
Caracterización de los micropulidos de uso : ejemplo de aplicación del análisis de imágenes digitalizadas

Asunción VILA, Francesc GALLART***

RÉSUMÉ

Il est fondamental en archéologie d'aboutir à des descriptions objectives des critères utilisés à fin de les rendre vérifiables et, autant que possible, quantifiables, et par conséquent fiables. Dans l'analyse fonctionnelle ce besoin est déjà urgent, car l'utilisation généralisée des descriptions subjectives est à l'origine de graves erreurs, accordant au « maître » ou à l'expérience un poids excessif. Nous proposons l'application de l'Analyse d'Images Digitalisées comme exemple d'une des voies possibles à suivre. Cet exemple concret concerne le micropoli. En prenant directement l'image du microscope on isole des zones pour analyser leur ton, leur dimension et leur contour. L'étude a été faite sur 60 zones de micropoli, appartenant à 5 outils expérimentaux. Nous avons réussi à obtenir 6 variables, avec peu de corrélation, qui permettent de décrire chacune de ces zones ; une de ces variables, au moins, nous permet de distinguer entre chaque paire d'utilisations comparées. Les résultats suggèrent qu'il serait possible, à partir de l'AID, de faire des associations probabilistes entre des micropolis et des matériaux travaillés.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to show one of the possible uses of Digital Image Analysis applied to microwear research, as a means to obtain objective descriptions of the criteria used in the identification of use-wear traces. This particular example concerns microwear polish. The employed analysis technique starts by taking the image directly from the microscope, which means without the intermediary of photographs. This procedure permits to isolate particular zones in order to define their outline. From there, it is possible to analyse their tone and their area, as well as to calculate the relationship between them. This study was carried out on 60 microwear polish zones, corresponding to 5 experimental tools. Six variables with low correlation were thus obtained, allowing to describe each zone. In each case one of them at least permits to distinguish between each pair of compared utilisations. These results suggest that it would be possible to make, by means of Digital Image Analysis, probabilistic associations between microwear polishes and worked materials.

La incorporación (siendo optimistas) de técnicas matemáticas e informáticas a la Arqueología, desde

la simple cuantificación y gráficos sencillos de los años 40 hasta la asimilación de la informática

propia de los 80, ha sido en parte el resultado de otra incorporación previa : la de las técnicas y/o ciencias auxiliares.

La aplicación sistemática de variadas técnicas, más o menos complejas según los casos, provocó un aumento considerable de datos a tratar, sólo y conjuntamente. La posibilidad de usar la informática para su tratamiento implicó cambios importantes respecto a cómo recoger y describir estos datos.

Para empezar, las descripciones debían objetivarse, es decir, los criterios usados deben ser contrastables y/o cuantificables para poder ser fiables (criterio decisivo para poder ser útiles).

Por su parte, los avances tecnológicos externos a la Arqueología posibilitan cada vez más esta objetivación/cuantificación para cualquier tipo de datos, por imposible que pareciera.

El problema de las descripciones es básico en Arqueología. Las descripciones de los datos publicados en nuestros trabajos son tomadas, lo pretenda o no la autora o autor, como base o comparación para otros muchos estudios e incluso interpretaciones.

Si las descripciones, que pasan ya a definiciones, no son objetivas no son fiables, criterio decisivo a la hora de que lo sean las posteriores interpretaciones pues la solidez o no de los datos-base tiene un peso fundamental en la rigurosidad/fiabilidad tanto de las comparaciones como de la interpretación final.

El problema se agudiza cuando descripciones subjetivas son publicadas con el ánimo de que se conviertan en patrones. La acumulación de errores pronostica un abultado error final. Aunque el encadenamiento lógico entre datos y conclusiones sea impecable, la conclusión final está viciada desde el principio, desde la misma descripción del objeto. Si se trabaja con datos no fiables tampoco lo es la conclusión a la que llegamos desde estos datos.

Las descripciones subjetivas provocan inmediata y fácilmente interpretaciones personales : todo el mundo entiende lo que le interesa y nadie entiende lo mismo. Entramos así en otro problema : la poca operatividad real de esas descripciones.

Al anterior problema le sigue otro : para ser entendidas tienen que ser explicadas. Nadie puede trabajar con descripciones que usan criterios relativos ; sólo a fuerza de repetirlos pueden llegar a tener algún sentido, porque « lo ves ». Se hace

imprescindible el magisterio directo ; un arqueólogo/a es « de fiar » si tiene experiencia, es decir, si ha estado a la sombra directa de un gran maestro.

Una solución para evitar estas subjetividades, para transmitir información objetiva, parecería que fuera, en algunos casos o problemática, el hacerlo a través de fotografías. Pero tampoco esto es cierto : ni la fotografía ni el dibujo son buenos substitutos de la descripción analítica. Aparte de las dificultades técnicas para obtener y reproducir en publicaciones una buena imagen que sea útil (en todas las imágenes reales existe un componente de información auténtica y uno de « ruido » ; el más importante es sin duda la distorsión, siempre presente, que producen las condiciones de iluminación, del instrumento y del soporte de reproducción), estas ilustraciones siempre van acompañadas de descripciones verbales más o menos interpretativas por parte del autor/a. Y, por lo tanto, la descripción subjetiva de una fotografía o el uso de esa descripción como criterio no soluciona el problema.

Ello no significa que una imagen no sea una buena base, en muchos casos es la única manera de conseguir una descripción objetiva y cuantificable, sólo hay que tratarla adecuadamente.

Aunque no desarrollado ni potenciado a partir de las necesidades de la Arqueología, como muchas (¿todas?) de las llamadas ciencias auxiliares, el Tratamiento Digital de Imágenes permite actualmente mejorar, realzar, restaurar una fotografía a muchos niveles, hasta conseguir, depurando la imagen, una información insospechada que sólo con la visualización era impensable (ver García, Storch *e. a.*, 1985).

Pero seguimos, en el mejor de los casos, acumulando datos.

Y para objetivarlos y cuantificarlos el uso de la fotografía presenta variados problemas, como se pone de manifiesto en algunos trabajos publicados (ver Grace *e. a.*, 1985).

Pero el Tratamiento o Análisis Digital de Imágenes no trabaja sólo con fotografías, puede hacerlo con la imagen directamente : a través de scanners o cámaras de video. Y así, evitando las variables que surgen en los pasos intermedios, eliminamos los errores y problemas de la fotografía. Es decir podemos, por ejemplo, digitalizar directamente la imagen que estamos viendo a través del microscopio o de la cámara de video y

después aplicarle a través del ordenador y con el software adecuado, la técnica matemática adecuada para cuantificarla. El tratamiento de imágenes con ordenador tiene como objetivo mejorarlas y objetivarlas a través de filtros-algoritmos que permiten realzar o dulcificar los contrastes, resaltar los contornos, recortarlos, medirlos, calcular áreas comprendidas, reconocer formas, deformarlas, ponderarlas. Es decir, efectuar todo tipo de operaciones matemáticas y estadísticas con unos determinados valores que se obtienen de la digitalización binaria de la imagen. En esencia cada imagen se traduce a un número binario con el que se puede operar matemáticamente para lograr otra imagen que muestre mejor la información que el operador desea transmitir. También se pueden someter los parámetros cuantificados de la imagen a una serie de operaciones para obtener una caracterización estadística : medias, varianzas, desviación estandar, histogramas...

En definitiva se logra una caracterización objetivada de la imagen.

Como hemos dicho y publicado en varias ocasiones, sabiendo que existe la técnica es problema de la arqueóloga/o saber de qué manera puede serle útil, en qué puede ayudarle para su problemática concreta, qué modificaciones deberá hacer o qué partes de la técnica deberá aplicar.

Un ejemplo práctico : la objetivación de los micropulidos de uso

En nuestro caso queríamos resolver un tema básico para la investigación icneológica : la falta de objetivación y cuantificación de las descripciones de huellas de uso. En concreto pretendíamos caracterizar y describir cuantitativamente el micropulido de uso en las piezas líticas.

Los trabajos de S.A.Semenov, publicados en los años 50, fueron la base, los inicios, de una especialidad que en pocos años ha hecho grandes progresos, podríamos decir grandes saltos, y está ahora en período de asentamiento, reflexión, discusión, prueba... de mejora en definitiva.

Está claro lo que puede hacerse : determinar qué parte del instrumento fue usada, cual fue el material trabajado y cual el movimiento realizado,

si estuvo o no enmangado, si formaba parte de un útil compuesto... Ahora preocupa tanto el porqué de la investigación como el cómo. Es decir, objetivos y metodología.

En cuanto a los primeros podemos discutir si nos quedamos en una lista de piezas líticas con su determinación funcional al lado, si analizamos piezas « curiosas » o determinados « tipos » dentro de un conjunto, o determinada actividad a lo largo del tiempo, o bien estudiamos todo el conjunto lítico de un asentamiento y empezamos a hablar de actividades realizadas, dónde, y si ese dónde puede imbricarse con determinadas relaciones sociales..., o bien hacemos un análisis diacrónico para ver cómo cambió la manera de llevar a cabo el mismo tipo de actividades en una zona, integramos este estudio en el conjunto del medio en el que estas actividades se realizaron, vemos la relación grupo-medio a través de las mismas así como su evolución...

Es evidente que la discusión de estos objetivos, de qué pretendemos, en general, con el análisis funcional, es en realidad una discusión sobre los objetivos de la Arqueología y de los arqueólogos, sobre su concepto de ciencia y de investigación. Y el tema acaba de empezar en Icneología.

En cuanto a la metodología, aunque incuestionablemente unida a esos anteriores conceptos, parece que pueda discutirse « per se » y por ello la literatura que se le dedica es más abundante. Preocupan en la actualidad temas como la experimentación (cómo, qué tipo, variables...), factores que pueden alterar las huellas de uso, pocos o muchos aumentos, representación real de actividades por parte de un muestreo estadístico (validez de la muestra), y también el cómo tratamos los datos-base (las huellas de uso), es decir, cómo las describimos y caracterizamos para asegurar unas conclusiones fiables y validar unas comparaciones que utilizaremos para otras interpretaciones.

Dentro de este último apartado, que creemos básico para poder avanzar en lo demás, hemos centrado el presente trabajo en el que queremos, a la vez, demostrar la utilidad del T. de I. para nuestra técnica y la posibilidad de cuantificar variables que pueden parecer tan difíciles de objetivar como el micropulido de uso.

El tema de los micropulidos, a partir de las definiciones y descripciones de L. Keeley, suscita discusiones interesantes. Aparte de problemas

metodológicos (ésta no es La huella, es la combinación de todas ellas y su ubicación en el útil lo que interesa etc.) y de objetivos (¿interesa sólo sobre qué ha trabajado el útil o también, e igualmente básico, el cómo?), también acerca de la misma naturaleza del micropulido así como de su formación. Sobre todo, y debido a lo rápido de su difusión y aceptación, preocupan dos temas : uno, que las diferencias entre pulidos que se ven en útiles experimentales no son tan evidentes en útiles arqueológicos donde hay que tener en cuenta, además, los procesos post-deposicionales y, en segundo lugar, la subjetividad de las descripciones (utilizadas como definiciones-modelo) propuestas por L. Keeley. Términos tan poco específicos y relativos como « relativamente brillante » o « aspecto untuoso » o « más apagado que brillante » no permiten comparar resultados, no son operativos y contrarrestan su pretendida rotundidad de diagnóstico.

Y aquí las imágenes fotográficas no solucionan el problema. Llegamos así al análisis digital de imágenes.

El tratamiento de imágenes de micropulido digitalizadas : El método empleado

No somos los primeros (ver García *e. a.*, 1985 ; Grace *e. a.*, 1985, 1986 ; Rees *e. a.*, 1988 ; Knutsson *e. a.*, 1988), y esperamos no ser los últimos, en utilizar dicho análisis. Pero evidentemente intentamos mejorar o, al menos, no repetir errores anteriores.

En los trabajos publicados hasta ahora se han utilizado siempre fotografías y analizado histogramas de tonos de gris de imágenes completas o de ventanas escogidas al azar. Además del engorro que supondría en la práctica del análisis cotidiano todo el proceso de fotografiado previo y de los problemas ya comentados inherentes al mismo proceso fotográfico, este método tiene el inconveniente de que los resultados dependen en gran medida de las características de la superficie que rodea las áreas pulidas, además de que se pierde información pertinente al no analizar la forma y tamaño de estas áreas.

A fin de eliminar los inconvenientes anteriores, se ha optado por identificar zonas pulidas

individualizadas, y analizar tanto su tono (brillo máximo, brillo medio, desviación típica, asimetría del histograma) como su tamaño y forma (perímetro, área, cociente entre ambos), tomando la imagen directamente del microscopio con la cámara de video. De este modo se ha procedido de un modo muy similar al que utilizamos cuando empleamos sólo el microscopio.

El equipo empleado consta de un microscopio Nikon Labophot con dispositivo de iluminación reflejada, utilizando un objetivo Plan Achromat de 20x, y un filtro verde de interferencia (GIF, 546 nm) para evitar problemas de dispersión cromática. Mediante una cámara de televisión, las imágenes fueron transferidas a un sistema de análisis de imagen IPS Kontron, dotado de software IBAS 2000. Es bien sabido que existen en el mercado otros tipos de Software que pueden efectuar procesos semejantes a partir de un simple ordenador tipo AT, p. e., con coprocesador matemático, tarjeta de imágenes y disco duro de mínimo 20 megas.

El aumento obtenido en nuestro caso (regulado por el software y por el microscopio) representa una resolución (tamaño de píxel) de 0.2 μ . El voltaje de la lámpara se ha fijado en el valor en el que se obtiene una lectura media de 155 (sobre 255) al observar la superficie de un portaobjetos de vidrio.

Se han analizado 60 áreas de pulido de 5 piezas de sílex experimentales empleadas para el trabajo en cinco materiales distintos : hierba, madera fresca, hueso, asta y piel seca.

El procedimiento ha sido el mismo que el empleado en un análisis normal : se colocan las piezas fijándolas con masilla bajo el objetivo del microscopio y se localizan las zonas con micropulido (en el borde activo). Seguidamente se entran directamente las imágenes de dichas zonas en la memoria del sistema. Después se han delimitado, por segmentación (fijando un umbral de tono), los « objetos » (áreas de pulido) a analizar. Posteriormente, a través del programa software citado, se obtienen los valores de las siguientes variables para cada uno de los objetos seleccionados :

are : área de la mancha en píxeles cuadrados (0.04 μ^2)

per : perímetro de la mancha en píxeles (0.2 μ)

p/a : cociente entre el perímetro y el área

mab : tono máximo bruto

mib : tono medio bruto
mim : diferencia entre el tono medio y el mínimo del fondo
dst : desviación típica del tono
asi : asimetría del histograma de tonos

El primer paso ha consistido en un Análisis de Componentes Principales tomando todas las observaciones individuales. La matriz de correlaciones muestra valores muy bajos, resaltando solamente una alta correlación entre las variables que definen el tono, por un lado, y entre las variables de tamaño y forma, por el otro, mostrando que las manchas de mayor superficie también tienen mayor perímetro, pero éste es menos sinuoso (menor relación P/A).

A continuación se muestra la matriz de correlaciones entre las 8 variables consideradas ; para 60 observaciones, los coeficientes son significativos al 1 % a partir de 0.35.

	ARE	PER	P/A	MAB	MIB	MIM	DST	ASI
ARE	1.00							
PER	0.87	1.00						
P/A	-0.54	-0.33	1.00					
MAB	0.14	0.05	-0.14	1.00				
MIB	-0.04	-0.06	0.02	0.92	1.00			
MIM	-0.21	-0.35	0.12	0.64	0.61	1.00		
DST	0.31	0.08	-0.35	0.31	-0.03	0.29	1.00	
ASI	0.18	0.24	0.11	0.09	-0.14	-0.10	0.29	1.00
	ARE	P/A	PER	MIB	MAB	MIM	DST	ASI

Las bajas correlaciones obtenidas sugieren que el análisis factorial no representa una simplificación importante del espacio definido por las variables originales, de modo que para clasificar los micropulidos será mejor utilizar las variables originales.

A continuación se ha procedido a seleccionar las 6 variables más significativas, y se han acumulado los valores obtenidos para cada variable en cada uso ; los valores medios obtenidos son :

	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA	MADERA
ARE	2220.00	1200.00	530.00	1040.00	1240.00
P/A	192.55	299.35	313.24	263.01	279.61
MIB	158.28	156.63	156.99	199.00	173.88
MIM	83.24	85.63	85.49	93.00	73.38
DST	7.37	7.86	3.60	4.19	4.39
ASI	0.38	0.67	0.49	0.19	0.64

En una primera contemplación de estos datos se pueden observar tendencias caracterizadoras : el pulido sobre hueso presenta el valor máximo de ARE y mínimo de P/A, completamente a la inversa

del pulido sobre piel.
Los valores del brillo (MIB, MIN) están corridos hacia valores más elevados en hierba. « Hueso » y « asta » dan valores de la desviación estandar también muy altos.

Para verificar el grado de significación de estas diferencias observadas en la tabla anterior se ha utilizado el test de Student.

A continuación se listan las probabilidades de la hipótesis nula en un test de Student, es decir, las probabilidades de que las dos muestras comparadas sean equivalentes en cada una de las variables.

Probabilidades de la hipotesis nula-test de student

MIB				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.8412			
PIEL	0.8230	0.9550		
HIERBA	0.0000	0.0000	0.0000	
MADERA	0.0814	0.0672	0.0214	0.0010

MIM				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.8265			
PIEL	0.5913	0.9892		
HIERBA	0.0190	0.4729	0.0002	
MADERA	0.0475	0.2533	0.0009	0.0000

ASI				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.0135			
PIEL	0.2649	0.1270		
HIERBA	0.1065	0.0011	0.0187	
MADERA	0.0311	0.8168	0.2177	0.0025

DST				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.6756			
PIEL	0.0004	0.0000		
HIERBA	0.0019	0.0002	0.1184	
MADERA	0.0056	0.0008	0.1317	0.7041

AREA				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.2489			
PIEL	0.0221	0.2286		
HIERBA	0.1070	0.7780	0.0235	
MADERA	0.1935	0.9471	0.0233	0.5460

P/A				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.0003			
PIEL	0.0001	0.6289		
HIERBA	0.0082	0.1838	0.0813	
MADERA	0.0014	0.4562	0.2270	0.5153

Estos resultados nos muestran que hay algunos usos que pueden ser fácilmente discriminados de los restantes, mientras que otros poseen características muy parecidas. Resumiendo esta información, se pueden detallar las variables para las cuales la probabilidad de la hipótesis nula es inferior al 1 % para cada par de usos :

	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	P/A			
PIEL	DST P/A	DST		
HIERBA	MIB DST P/A	MIB ASI DST	MIB MIM	
MADERA	DST P/A	DST	MIM	MIB MIM ASI

Después de este proceso de contrastación podemos ver que es posible hallar por lo menos una variable discriminadora para cada comparación entre dos usos.

El « hueso » se ha mostrado como la categoría que produce una P/A más baja : es decir las áreas de pulido producidas por trabajo sobre hueso tienen unos contornos más netos. El pulido « piel seca » presenta una DST más alta, es decir, los tonos son más irregulares. La « hierba », o micro-pulido por trabajo sobre vegetales, un tono medio bruto superior a las otras categorías. Esto no viene sino a corroborar el carácter intenso del lustre producido por el trabajo sobre vegetales que se conocía ya desde Curwen (ver Curwen,1930). La « madera fresca » es el pulido que más problemas puede representar, puesto que no existe un único carácter que lo pueda diferenciar de los demás, aunque su discriminación de los otros materiales par a par sería también posible.

El carácter de las variables discriminantes que han resultado del análisis efectuado implica que no es nunca suficiente la identificación de una sola área de pulido ya que este sistema debe contemplarse como probabilístico.

Conclusiones

La técnica de análisis de imagen que hemos utilizado, basada en el análisis de tonos y forma de manchas de pulido escogidas por el operador, se ha mostrado mucho más eficaz que el análisis de tonos de imágenes o ventanas enteras utilizado en trabajos anteriores. Mediante esta técnica hemos obtenido 6 variables, poco correlacionadas entre ellas, que describen cada una de las manchas de

pulido ; por lo menos una de estas variables permite diferenciar entre cada par de usos comparados.

Por otro lado, esta técnica, al analizar más detalladamente la información contenida en las manchas individualizadas, puede resultar mucho menos sensible a la presencia de pátinas depositadas en los utensilios después de su uso que las técnicas empleadas anteriormente.

Los resultados obtenidos muestran que con la utilización de técnicas de análisis de imagen sería posible asociar probabilísticamente (y por tanto introduciendo un factor de objetivación) unos pulidos a unos materiales trabajados. A esta conclusión optimista sólo se opone la objeción de entrada : ¿son los pulidos experimentales equivalentes o comparables con los arqueológicos?. Pero ésto es un problema metodológico que se escapa a los objetivos de este trabajo y que requiere otra discusión.

Hemos querido demostrar aquí, con este ejemplo mejorable, las posibilidades del Análisis Digital de Imágenes aplicado a los problemas de objetivación en Arqueología. Como tal experimento ha superado nuestras expectativas iniciales, lo que no significa que deba concluirse que con este método es posible desde ahora determinar casi automáticamente la función de los instrumentos de piedra prehistóricos. Una vez comprobadas sus posibilidades continuaremos en esta línea, tan sólo iniciada, para poder llegar a definiciones concluyentes. De todas maneras queremos insistir en que la objetivación de los datos no es sino una condición previa para la mejora metodológica de nuestra ciencia que, en realidad, debe empezar por un buen planteamiento respecto a los objetivos que persigue y a la metodología científica a aplicar para alcanzarlos.

Agradecimientos

Tanto R.Mora como J. Estévez han estado constantemente a nuestra disposición para ayudarnos en múltiples y variados requerimientos. A los dos nuestro público agradecimiento.

* Instituto Milà i Fontanals. C.S.I.C. Egipcíques,
15. 08001 Barcelona, España.

** Instituto J. Almera. C.S.I.C. Martí i Franqués
s/n. 08028 Barcelona, España.

Bibliografía

- CURWEN (E.), 1930.— Prehistoric flint sickles. *Antiquity*, 4, p. 179-186.
- DJINDJIAN (F.), 1986.— Influence en retour des techniques statistiques et informatiques sur les méthodes et les théories de l'Archéologie. *BSPP*, t. 83, n° 10, p. 372-377.
- DUCASSE (H.), 1986.— La Néo-Archéo-Informatique ou les possibilités de faire du neuf avec de l'ancien. *BSPP*, t. 83, n° 10, p. 291-193.
- GARCIA (I.), STORCH DE GRACIA (J. J.), CISNEROS (G.), VICENTE (A.), 1985.— El proceso digital de imágenes en la investigación arqueológica. *Anales de Prehistoria y Arqueología*. Univ. de Murcia, p. 91-102.
- GRACE (R.), GRAHAM (I. D. G.), NEWCOMER (M. H.), 1985.— The quantification of microwear polishes. *World Archaeology*, vol. 17, n° 1, p. 112-120.
- GRACE (R.), GRAHAM (I. D. G.), NEWCOMER (M. H.), 1986.— Preliminary investigations into the quantification of wear traces on flint tools. *In* : Sieveking, Hart (Ed.), *The human uses of flint and chert*, p. 63-69.
- GRACE (R.), ATAMAN (K.), FABREGAS (R.), HAGGREN (C. M. B.), 1988.— A multi-variate approach to the functional analysis of the stone tools. *In* : S. Beyries (Ed.), *Industries lithiques, tracéologie et technologie*. BAR International Series, 411(ii), p. 217-230.
- KEELEY (L. H.), 1980.— *Experimental determinations of stone tools uses : A microwear analysis*. Univ. of Chicago Press. Chicago.
- KNUTSSON (K.), DAHLQUIST (B.), KNUTSSON (H.), 1988.— Patterns of tool use : The microwear analysis of the quartz and flint assemblage from the Bjusselet site, Vasterbotten, Northern Sweden. *In* : S. Beyries (Ed.), *Industries lithiques, tracéologie et technologie*. BAR International Series, 411(i), p. 253-294.
- REES (D.), WILKINSON (G. G.), ORTON (C. R.), GRACE (R.), 1988.— Fractal analysis of digital images of flint microwear. *In* : S. P. Q. Rahtz (Ed.), *Computer and quantitative methods in Archaeology*. BAR International Series, 446(i), p. 177-183.
- SEMENOV (S. A.), 1981.— *Tecnología Prehistórica*. Akal. Madrid.
- WHALLEY (W. B.), ORFORD (J. D.), 1986.— Practical methods for analysing and quantifying two dimensional images. *In* : Sieveking, Hart (Ed.), *The scientific study of flint and chert*, p. 235-242.