

NOTAS EN TORNO A LA IDENTIFICACION EN LAS HUELLAS DE USO: LA CUESTION DEL PULIMENTO *

CARMEN GUTIERREZ SAEZ
DPTO. DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGIA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

Resumen

La traceología o estudio de las huellas de uso sobre material lítico, ha creado nuevas expectativas en la reconstrucción funcional prehistórica.

Pretendemos aquí la evaluación de una de las principales huellas -el pulimento-, con el fin de centrar un debate cada vez más controvertido entre los especialistas.

Summary

The micro-wear analysis on lithic raw material has originated news expectations over the prehistoric functional reconstruction. In this paper we try to evaluate the polish, one of the first micro-wear.

Our aim is to centre a discussion every day more disputed among the specialist.

Desde la publicación en occidente en 1964 del libro de Semenov los estudios de huellas de uso sobre material lítico o traceología han recorrido un largo camino de controversias en torno a las posibilidades de reconstrucción de la cinemática del útil y la materia trabajada. Una de las primeras y más enconadas entre los traceólogos occidentales se ha centrado en la cuestión de los medios de observación: lupa binocular, que permite la observación de desconchados y embotamiento del borde (R. Tringham et alii 1974, Odell 1975, 1983), frente a microscopio petrográfico y microscopio electrónico de barrido, que amplían el registro de huellas a pulimento, estrías y residuos de la materia trabajada (Keeley 1980, Anderson 1981, Mansur 1983, Vaughan 1985, Plisson 1985).

* Queremos agradecer a Manuel Hoyos Gómez las innumerables discusiones mantenidas en torno al problema del pulimento, auténtico campo de batalla de la traceología actual. A través de ellas se han ido generando algunas de las observaciones expuestas en este trabajo.

Ha quedado ampliamente demostrado por los seguidores de los altos aumentos que el diagnóstico funcional basado únicamente en los desconchados y el embotamiento carece de fiabilidad, dada la cantidad de variables que influyen en la formación de los desconchados y la gran convergencia de formas entre tipos de origen distinto. A raíz de este debate la mayor parte de la traceología ha seguido el denominado “método Keeley” (Keeley 1978, 1980). Este autor considera que en la interpretación funcional deben de tenerse en cuenta todas las huellas observadas, aunque destaca la importancia del pulimento.

El pulimento es una alteración de la microtopografía del sílex provocada por el uso. Para Keeley (1980) su apariencia es distinta a la de una ruptura fresca de sílex y *está directamente relacionada con el tipo de materia trabajada*. Este autor lo define más específicamente como “aspecto de la superficie del borde utilizado que refleja la luz de forma diferente a la de las zonas no utilizadas del sílex”, y describe sus características en función de las siguientes cualidades: cantidad de luz reflejada, aspecto o textura de la superficie y presencia o ausencia de ciertos rasgos topográficos o accidentes. Su aspecto más conocido es el denominado lustre de cereal, que es un pulimento vegetal muy desarrollado. Es, asimismo, una alteración real y permanente de la microtopografía del sílex, puesto que permaneció inalterable después de tratamientos con productos que abarcaban toda la gradación del pH (Keeley 1980), y sólo fue eliminado con baños de ácido fluorídrico.

Para Plisson (1985: 14), las definiciones dadas hasta el momento son “imprecisas”, porque se refieren al tiempo a una superficie, al aspecto de esa misma superficie (Keeley 1980) y a una estructura (Mansur 1983); “limitadas”, porque se refieren al pulimento sobre sílex, cuando también existen sobre otros materiales; “discutibles semánticamente”, ya que una superficie no puede ser eliminada, e “inexactas” desde el punto de vista de la química, dado que toda materia es alterable.

El test-ciego de Newcomer y Keeley (1979) formó un juicio favorable a los pulimentos como huella diagnóstica; su estudio ha sido seguido por la mayor parte de los traceólogos de altos aumentos, que en la primera mitad de la década de los años 80 han confirmado con sus investigaciones los resultados del trabajo de Keeley respecto a los tipos de pulimento y la identidad con la materia trabajada que lo genera.

EL ORIGEN DEL PULIMENTO

Posteriormente a la tesis de Keeley, las de P. Anderson (1981) y E. Mansur (1983) siguiendo su método, investigaron en torno al proceso de formación del pulimento. La hipótesis más aceptada hasta el momento había sido la que atribuye la formación a un proceso mecánico, la abrasión, que provoca la pérdida de material y el suavizamiento de la superficie trabajada por la presencia de agentes abrasivos como arena, polvo, esquirlas y la propia sílice contenida en las materias vegetales; esta hipótesis está apoyada por Crabtree (1974), Dauvois (1977), Diamond (1979), Kamminga (1979), Masson (1981, 1982; Masson et alii 1981) y Yamada (en prensa).

Del Bene (1979) y Holley y Del Bene (1981) sugieren, a su vez, dos explicaciones para la formación del pulimento. Una por deposición de silicatos opalinos y otros materiales, mediante enlace eléctrico, químico o por tensión superficial; la segunda por abrasión. Así, algunos de los pulimentos, como los de plantas, son debidos a deposición, y otros a abrasión.

Whitthoft (1967) había explicado la formación del lustre de cereal por un proceso de fusión, en el que el calor engendrado por el trabajo funde la sílice del borde activo y la contenida en las estructuras vegetales. Esta sílice redepositada, al solidificarse, forma el lustre de cereal.

Para Anderson (1981: 101) el calor generado durante el uso no sería suficiente para provocar la fusión de la sílice, ni explica las diferencias de los pulimentos sólo por el calor, pero apoyándose en esta hipótesis y reelaborándola concluye que la formación del pulimento se debe a un proceso de disolución. En él una temperatura y presión elevadas, una fricción alta y las condiciones de un pH extremo (alrededor de 9), durante el uso, facilitarían la disolución de la sílice del borde activo en forma de gel. A la formación del gel ayudaría también la sílice de las plantas, aportada de tres maneras: en cuerpos sólidos (los fitolitos), en gel procedente de estos cuerpos sólidos y en solución coloidal. Este gel, al solidificarse posteriormente, sería el pulimento.

La hipótesis de la disolución, iniciada por Anderson, ha sido seguida por Mansur (1980; 1983), quien la completa además con la investigación de la formación de las estrías según el estado de gel de la superficie sílicea.

Tanto para Anderson como para Mansur la abrasión debiera de provocar arañazos en la superficie del sílex, que no se observan en el microscopio electrónico de barrido (MEB) a altos aumentos, ni explica por qué un proceso mecánico produce pulimentos diferenciados según la sustancia trabajada. Por el contrario, en el MEB, el pulimento aparece como una colada depositada sobre el borde activo, cuyo espesor disminuye según se aleja del borde y ofrece un aspecto liso y disuelto. Además, embebidos en el pulimento se han identificado flores de sílice y residuos de la materia trabajada.

El proceso de disolución de la sílice del borde trabajado supone la formación de un gel de sílice que se solidifica en forma de sílice amorfa, el pulimento. El aspecto vidrioso de la superficie de los pulimentos, en el MEB, es típico de esta sílice amorfa (Anderson 1981: 100). La formación del gel de sílice se debe a la amorfización de la superficie criptocristalina provocada por el uso. Este es, para ambas autoras, el único mecanismo de formación para todos los pulimentos, que explica no sólo su diferenciación, sino también la presencia de las flores de sílice, de los residuos de la materia trabajada y de la diferencia de la morfología de las estrías. Ciertos cationes (Fe^{+3}) favorecen la disolución de la sílice, mientras que otros la frenan (Al^{+3} y Ca^{+2}), lo que explicaría el mayor desarrollo del pulimento de origen vegetal sobre el de origen animal, principalmente hueso y asta (Mansur 1981a, 1983).

La hipótesis de la disolución, como única explicación de la formación del pulimento, ha sido rechazada desde su origen por A. Masson (1981, 1982; Masson et alii 1981). Para esta autora, el proceso de disolución no está documentado, puesto que mediante análisis de difracción de rayos X no parecen observarse ni la capa de sílice disuelta ni los fitolitos señalados por Anderson. Por otra parte, en la observación de piezas con lustre de Mureybet, no ha encontrado restos de sílice amorfa, y lo achaca a la propia inestabilidad de este elemento, que impediría su conservación. En conclusión, parece probable que exista una pequeña disolución de la superficie debida a la abrasión, pero que no explicaría toda la hipótesis anterior.

Respecto a la presencia de inclusiones en el pulimento, éstas pudieran ser debidas al propio sílex, ya que estructuras interpretadas como huellas de uso pueden tener un origen geológico. Estas conclusiones han sido apoyadas por diferentes autores como Meeks et alii (1982) y Yamada (en prensa), que en un amplio programa experimental sobre este tema tampoco aprecian el aspecto aditivo de la capa de pulimento ni la superficie vidriosa que delataría la presencia de sílice amorfa. Igualmente, Unger-Hamilton (1984) ha observado en el MEB la presencia de residuos similares a los fitolitos vegetales publicados por Anderson sobre superficies frescas de sílex recién tallado y sin usar.

Las flores de sílice, así mismo, son indicio de un fenómeno de recristalización y se las ha encontrado sólo sobre pulimentos espesos, lo que conduce a Mansur a apoyar la teoría de la disolución; pero su origen puede deberse al propio proceso de formación del sílex, en el que la calcedonita

cristaliza en poros donde existen yesos. Una observación más extensa podría determinar si su existencia está únicamente relacionada con pulimentos bien desarrollados.

IDENTIDAD DEL PULIMENTO Y LA MATERIA TRABAJADA

Ligado al problema del origen del pulimento, falto de investigaciones más concluyentes, se sitúa la cuestión central de la identificación de la materia trabajada, que sólo podrá ser enfocada correctamente por el conocimiento profundo de este fenómeno. Para Keeley hay una relación directa entre cada tipo de pulimento y la materia trabajada que lo produce, llegando incluso a ser tajante en esta cuestión al proponer la conveniencia de hablar de tipos específicos, como pulimento de madera, pulimento de hueso... (1980: 22-23). Únicamente reconoce que su apariencia cambia según la granulometría de la materia prima, porque los sílex de grano fino ofrecen una superficie más reflectante, que puede afectar a la observación.

Las primeras dudas sobre esta relación directa fueron planteadas por Kajiware y Akoshima (1981) y Serizawa, Kajiware y Akoshima (1982). En sus análisis de los tipos de pulimento encuentran que la relación establecida por Keeley no es directa y única, a pesar de afirmar que para cada tipo sí hay relaciones significativas con materiales trabajados específicos. Publican entonces dos listas sucesivas donde relacionan de manera diferente los tipos definidos de pulimento con las materias trabajadas.

Esta discrepancia fue destacada por P. Vaughan (1981) y Mansur (1983: 97 y 137) y explicada por el proceso de formación del pulimento en varias fases. Según la hipótesis de ambos autores, los pulimentos pasan por varios estadios de formación hasta alcanzar los rasgos característicos que los definen. "Grosso modo", han fijado tres estadios que denominan *indiferenciado* (se distingue por una mayor regularidad en la superficie del sílex), *medio* o "smooth pitted polish" (donde se inicia la formación de rasgos característicos) y *bien desarrollado* (en que cada pulimento es típico de cada clase de material trabajado). El tiempo de formación es diferente para cada materia trabajada, e incluso hay alguna, como la carne, que no suele sobrepasar el estadio inicial. Además, en un mismo borde puede encontrarse pulimento en diferentes fases de desarrollo.

Las matizaciones acerca del desarrollo progresivo explicaron de momento el problema en torno a la identidad pulimento/materia trabajada, ya que los tipos que los autores japoneses ponen de manifiesto no serían pulimentos típicos, sino en diferentes fases de desarrollo. Igualmente Keeley (1980) había comentado que los pulimentos producidos por algunas materias pueden prestarse a confusión cuando no se trata de casos típicos.

La hipótesis de la disolución parece haber asumido la dependencia de los tipos de pulimento respecto de las materias trabajadas, puesto que uno de los argumentos en contra de la abrasión era la imposibilidad de que un proceso mecánico produjese la diferenciación de pulimentos según las sustancias trabajadas, pero la propia Mansur (1983: 223) reconoce que la correlación es aún estrictamente empírica.

Si el pulimento es un fenómeno progresivo en el que algunas materias apenas superan la fase inicial, el tema de la identidad nos lleva a la siguiente cuestión: ¿existen pulimentos típicos de materias trabajadas y, por tanto, una vez que alcanzan estos rasgos no progresan más o se trata de un mismo pulimento en diferentes fases de desarrollo?

La opinión de los analistas es ambivalente. Por una parte se siguen interpretando huellas de uso, y por tanto pulimentos, sobre material arqueológico, pero cada vez son más frecuentes las llamadas de atención acerca de la dificultad de distinción entre los pulimentos. Aunque con algunos antecedentes, Dumont (1982), Gysels y Cahen (1982) y los autores japoneses, el punto de infle-

xión en la confianza de esta huella lo marca la publicación del segundo test-ciego de Newcomer (Newcomer et alii 1986) y, a partir de este momento, los trabajos del Instituto de Arqueología de Londres. Entre ellos, Levi-Sala (1988: 83), resume muy acertadamente el nuevo enfoque del problema al anotar que existe una coincidencia entre pulimentos de diversas materias y que, a su vez, la misma materia puede producir varios tipos de pulimento.

La misma Levi-Sala, experimentando con pasta de diamante a torno, produce lustre de cereal, semejante al originado por cereal auténtico. De sus investigaciones, destaca una serie de evidencias. Primeramente no encuentra diferencias entre los pulimentos variando la presión del trabajo. Pero la principal es que una vez que el pulimento está completamente insertado en la microtopografía y ha adquirido lustre macroscópico, no se incrementa la cantidad del pulimento aumentando la duración del trabajo. De su trabajo destaca otro hecho: el lustre de cereal fue conseguido por pasta de diamante, carbón puro, sin entrar en contacto con fuentes externas de sílice, con lo que amplía las causas de formación del pulimento, sin argumentar en contra del proceso de disolución. Conjugando estos materiales con agua, petróleo, polvos de talco y tejido de gamuza, concluye que no existen los pulimentos producidos por un propio material, y las variadas apariencias observadas o pulimentos típicos se deben a los diferentes estadios en la formación del pulimento sobre la microtopografía y a una diversa distribución sobre los bordes. La formación de estas huellas, según sus experimentos, parece, entonces, un único proceso progresivo (Levi-Sala 1988).

Con una postura semejante Grace toma el proceso de formación del pulimento como un "continuum" en el que "los pulimentos se solapan en su aspecto más de lo esperado" (1989: 58-59). Como ejemplo cita el conocido pulido de extensión reticular (enlazado), típico de la madera: este aspecto se alcanza en la madera a los 20 ó 30 minutos de trabajo, pero en el asta a los 5 ó 10 minutos, lo que lleva a su confusión.

Para Dumont (1982: 210), la variabilidad del pulimento es jerárquica, y las diferentes microtopografías poseen similitud interna y diversidad en sus apariencias. Pero ¿cuál es la escala de la jerarquía?. Gysels y Cahen (1982: 222) inician un intento de diferenciación según las materias trabajadas, entre las que producen pulimento débil y un fuerte redondeamiento del borde, y las que originan poco embotamiento y un pulimento en capa. Ahora bien, existen todos los grados intermedios entre ambos tipos, y tomando el redondeamiento sólo desde el punto de vista macroscópico, ya que a través del microscopio metalográfico los pulimentos espesos, o en capa, muy a menudo cubren el filo dándole una apariencia curvada.

La interpretación de la acción a partir del pulimento apenas ha sido mencionada porque tradicionalmente el pulimento ha sido enfocado hacia la materia trabajada. Sin embargo, todos los analistas citados aluden a su situación en las caras de cada pieza como rasgo indicativo de la acción, suponiendo su equivalencia en las acciones longitudinales de ángulo de trabajo alto y diferente extensión en las transversales de ángulo de trabajo bajo, con mayor desarrollo en la cara en contacto con la sustancia trabajada y también, como con las estrías, en la dirección de los rasgos lineares.

COMPOSICION DEL PULIMENTO

La observación microscópica de los pulimentos ha llevado a la constatación de una extrema variabilidad respecto a las materias trabajadas. Pero esta observación únicamente es posible con el microscopio metalográfico, ya que todos los autores señalan que en el MEB los diferentes pulimentos ofrecen una apariencia similar (Keeley 1980; Anderson 1981; Mansur 1983).

Varias determinaciones químicas de la composición de los pulimentos se han llevado a cabo también mediante análisis con microsonda electrónica (Mansur 1983; Anderson 1981) y con EDS (Van Gijn 1984/85/86; D'Errico 1987).

Los resultados han sido diversos. Mansur no ha encontrado más composición que sílice, pero no especifica las condiciones del análisis; Anderson alude a la presencia de calcio, pero parece referirse más a residuos que al pulimento en sí, y tampoco ofrece detalles del material; D'Errico detecta sobre la zona usada de un buril, sílice, níquel, hierro, cobre, aluminio y fósforo. Van Gijn (1984/85/86: 15- 19) encuentra calcio, fósforo y carbono en piezas experimentales utilizadas para trabajar pescado fresco, pero especifica que de los tres tipos de pulimento de pescado observados, dos de ellos desaparecen después de un tratamiento de ClH; concluye que la distinción entre pulimento y residuos es compleja, proponiendo llamar pulimento a aquello que observamos después de una limpieza con agua y jabón (con pH 7) a pesar de que sea eliminado más tarde con ClH.

Con el mismo propósito, encontrar una relación más estrecha entre la materia trabajada y el pulimento generado, hemos llevado a cabo un pequeño programa experimental con 11 piezas de sílex, talladas para este caso de dos nódulos del afloramiento de Kurtzia (Vizcaya).

Las materias trabajadas fueron: piel fresca de liebre, parte interna (L1); vegetales no leñosos - gramíneas salvajes- (L1); madera fresca de sicomoro con corteza (L1, L2); piedra caliza (L1, L2); asta seca de ciervo (L1, L2); hueso fresco de vaca (L1, L2, L3). Se optó por no llevar ninguna actividad de uso específica en lo referente al movimiento y producir pulimentos por el frotamiento continuado de las materias trabajadas sobre la superficie del sílex. De ésta se trabajó preferentemente en las zonas de las caras ventrales, con el objeto de presentar una superficie pulimentada lo más lisa posible en el análisis de microsonda. El hecho de utilizar la superficie ventral interna en vez de los bordes de la pieza, fue para evitar la formación de desconchados que saltasen durante el trabajo, llevándose parte del pulimento con ellos. Las piezas se trabajaron durante 3 horas y las materias fueron lavadas con agua y detergente amoniacal o agua y Teepol en cubeta ultrasónica en varias ocasiones a lo largo del trabajo para poder seguir este proceso de desarrollo a través del microscopio petrográfico.

Se probaron tres procedimientos diferentes de limpieza con el objeto de evitar posibles errores de interpretación. L1 o tratamiento fuerte (6 piezas) con detergente amoniacal al 25%, ClH al 10% durante 30 minutos y KOH al 10% durante 30 minutos. L2, más suave (4 piezas), con detergente neutro (Teepol), H₂O₂ de 110 vol. durante 3 horas y ácido acético - (CH₃CO)₂O- al 50% con 1 hora de inmersión. L3 (1 pieza) corresponde a una pieza que trabajó hueso y no fue tratada de ninguna forma, ni siquiera lavada con agua.

No se encontraron diferencias según el tratamiento, con una excepción. A simple vista las piezas lavadas con Teepol tenían un aspecto general grasiento y de ellas la pieza que había trabajado hueso en la zona usada ofrecía un brillo macroscópico pastoso, diferente al del lustre de cereal. En el microscopio este pulimento se semejaba a una pasta pegada. En toda la colección experimental sólo tenemos una pieza con estas características, se trata de un sílex del mismo afloramiento de Kurtzia que ha serrado asta remojada una hora.

Lavadas las piezas, fueron observadas con el microscopio petrográfico para registrar los datos del pulimento según la ficha habitual. Se tomaron fotografías antes y después del lavado con ácidos, no apreciándose ninguna diferencia óptica, excepto en el caso del trabajo de la caliza, en el que el supuesto pulimento se redujo casi en su totalidad. Posteriormente las piezas fueron recoradas y se rebajó la cara opuesta a la pulimentada dejando láminas tan delgadas como fue posible. A continuación se pegaron en portaláminas de cristal y se metalizaron con carbono. Así mismo,

se hizo una lámina del hueso trabajado siguiéndose el mismo procedimiento. Para el análisis se empleó una microsonda Camebax con dispersión de longitud de onda.

Se hicieron dos análisis de todas las zonas pulimentadas, así como de las zonas no pulimentadas. Igualmente se analizó el hueso. Los resultados fueron idénticos en todas las piezas lavadas, tanto en el pulimento como en el sílex sin pulimento: únicamente sílice y elementos traza como aluminio, que fueron considerados ruido de fondo, y por tanto, no significativos. En la pieza no lavada se encontró sílice junto con pequeñas cantidades de calcio y fósforo. La lámina de hueso dio también fósforo y calcio.

RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL PROGRAMA DE USO

Los análisis sobre una colección de 433 piezas experimentales (Gutierrez Sáez 1990) nos han dado los siguientes resultados:

En los datos generales no observamos variaciones acusadas que nos lleven a justificar una diferenciación clara de las materias trabajadas por las huellas de uso, salvo rasgos muy generales del pulimento o determinados tipos de estrías, para amplios grupos de materias.

Por otra parte, después de un segundo análisis de atributos del pulimento a lo largo de todas las etapas del desarrollo, sigue quedando confusa la existencia de los pulimentos típicos de cada materia trabajada. Si el pulimento es una huella progresiva, su carácter típico habrá que buscarlo entre aquellos considerados más desarrollados, independientemente de la proporción en que aparezcan.

Hemos analizado los caracteres del pulimento en cada materia, sólo en aquellos casos en que se ha registrado el máximo desarrollo. El análisis de atributos del pulimento y los tipos de estrías nos conduce sobre todo a una diferenciación de caracteres comunes para grupos amplios de materias. Podríamos distinguir en sentido laxo tres de ellos:

- Grupo vegetal: incluye a las plantas no leñosas y la madera. Los pulimentos son muy compactos, tienden a distinguirse nítidamente de la superficie a la que se superponen, tanto en su brillo, alto y luminoso, como en su textura suave y curvada. Su rasgo distintivo es la presencia de ondas, más pronunciadas en la madera; entre ellos el vegetal es más extensivo. Las estrías comunes son de fondo rugoso, y en la plantas, de fondo rugoso colmatadas; en la madera estrías en crestas paralelas, aunque con escasa frecuencia. Los pulimentos producidos por ambas materias son visibles macroscópicamente cuando están muy bien desarrollados, si bien en el caso de la madera el brillo se ciñe más al filo mientras que el de vegetal no fibroso - el conocido lustre de cereal- penetra más hacia el interior de la pieza.

- Grupo de las materias óseas: hueso, asta, diente, espina, marfil. El pulimento tiene dos aspectos, suave y curvado o escamoso; el primero puede ser liso o estriado, pero estas estrías presentan toda una gradación entre las de fondo rugoso, de márgenes agudos, y las de contornos suaves que no llegan hasta la superficie silíceas y toman la apariencia de ondas recortadas. El segundo aspecto es el de superposición en escamas o placas, menos homogéneo y raramente estriado. En ambos los contornos son netos frecuentemente, con o sin flecos que los prolonguen, y la masa del pulimento compacta. Sus características son los craquelados que fisuran la superficie del pulimentos dándole apariencia frágil. Las estrías son de fondo rugoso, tipo 1.1., y en el asta abundan las aditivas de percusión, 3.3.

- Grupo de materias animales blandas: carne, piel, pescado, cuero, tendón. Su apariencia más frecuente presenta brillo apagado y textura diluida que se va volviendo áspera y rugosa con el desarrollo; de todas las materias, la piel, y en concreto la seca, es la que puede conseguir puli-

mentos más nítidos. Se distingue con más dificultad de la superficie no pulimentada por su carácter poco compacto y contorno impreciso. No tiene accidentes característicos salvo la presencia de agujeros grandes, frente a los pequeños que son comunes en el resto de materias. Las estrías de fondo rugoso comparten frecuencia con las estrechas de fondo liso, más claras, tipo 2.2.2., y en la piel con las aditivas. Con la presencia de abrasivos el pulimento se incrementa en espesor y extensión, tornándose distinguible incluso a simple vista.

Pulimentos semejantes a los de este grupo de materias animales blandas son los generados por el trabajo de la tierra y de la parte interna del asta. El producido por la tierra es, en general, más brillante, pero hay que añadir la identidad del grado de embotamiento, lo que puede llevar a problemas en la identificación entre el trabajo de piel, de tierra y los fenómenos debidos a la sedimentación. El trabajo de la parte interna del asta presenta menos dificultades, ya que el pulimento ofrece un carácter mixto entre este grupo y el anterior, y además la presencia de estrías denominadas de "sílex sobre sílex" (Keeley 1980) y el grado de destrucción del borde lo relacionan con el grupo de materias óseas.

Restan algunas materias por incluir, la piedra y la concha. De la primera se han conseguido pulimentos desarrollados en muy pocos casos, y estos dan caracteres poco comunes, pero tienen, en el caso de la caliza y la arenisca, una presencia alta de estrías de percusión en cinta 2.2.3., y de estrías de fondo rugoso. Finalmente el trabajo de la concha no ha proporcionado prácticamente pulimento, y muy escasas estrías, todas 2.2.3.

La distinción de materias específicas dentro de cada grupo no presenta las mismas posibilidades. En el conjunto experimental se ha revelado más factible entre los vegetales, madera y plantas, y dentro de las materias animales en la piel, sobre todo la seca, respecto a la carne y el tendón, más equivalentes. Los materiales óseos producen pulimentos semejantes entre sí, por lo que no se prestan con facilidad a la diferenciación. Los tipos de estrías pudieran ayudar a la resolución, pero no siempre están presentes. Ahora es cuando el resto de las huellas, desconchados y embotamiento, tienen su papel fundamental, ya que son las que determinan el grado de destrucción del borde y, por consiguiente, la respuesta de la materia prima respecto a la dureza de la materia trabajada. El análisis de estos factores, junto al desarrollo del pulimento son los únicos que pueden posibilitar un cálculo relativo de la duración del trabajo.

LA IDENTIFICACION DE LA MATERIA TRABAJADA DESDE EL PROCESO DE FORMACION DEL PULIMENTO

Sin entrar en la polémica de la formación del pulimento por disolución o no, nos gustaría hacer algunas reflexiones en torno a este tema, necesitado de una base de investigación mucho más amplia. Tanto desde la idea de los pulimentos típicos como de la de un solo pulimento en diferentes fases (Levi-Sala 1988) o un continuum (Grace 1989), esta huella se plantea como un fenómeno de formación progresiva.

El argumento más sólido lo ha apoyado Levi-Sala produciendo pulimentos mediante un torno mecánico. De las conclusiones de su trabajo se desprende que existe un límite al desarrollo del pulimento y que, una vez alcanzado, ninguna condición añadida puede incrementarlo. El límite conseguido o pulimento óptimo toma la apariencia del lustre de cereal; las diferencias se refieren a la extensión ocupada y al tiempo de formación. Su conclusión general es que los pulimentos típicos, es decir, los diversos aspectos son estadios sucesivos de desarrollo.

Podríamos suponer entonces que los pulimentos típicos abarcan sólo unos momentos precisos del desarrollo general, alrededor de los cuales y cuanto más nos alejamos la identificación empieza a ser dificultosa bien por carencia de rasgos, en un desarrollo bajo, bien por adición de otros propios de etapas más avanzadas, en uno excesivo.

Pero este proceso no significa necesariamente que las materias no puedan ser identificadas, porque dentro de un trabajo manual las posibilidades de incrementar el pulimento están limitadas; para que cada materia supere un estadio característico sería preciso aumentar extremadamente el contacto mediante la presión ejercida y/o el tiempo de trabajo, y en ambos casos el propio borde activo pone un límite físico a este exceso, bien desconchándose o embotándose, en las dos circunstancias perdiendo eficacia.

Surge el problema en el desarrollo hacia abajo. Si todas las materias pasan por un proceso idéntico la diferenciación debiera quedar excluida, porque una etapa o aspecto puede ser tanto estadio característico de un grupo de materias como fase previa de otro grupo en trance de desarrollo. Pero hay que tener en cuenta que no todas las sustancias parten con las mismas condiciones en el proceso, en este caso de fricción y la velocidad de formación del pulimento es sintomática de ello. El que el proceso general de formación sea un continuum no equivale a que cada sustancia cumpla todas sus etapas en idénticas circunstancias, al menos dentro de la misma materia prima.

La causa física responsable de la formación del pulimento es la fricción debida al contacto, esto está admitido tanto en la hipótesis de la disolución como de la abrasión. La fricción es un ataque mecánico entre dos superficies, la de la materia prima y la de la materia trabajada; el resultado de esa fricción es la erosión de ambas, el desbaste de una superficie de topografía desigual que pasa a otra ópticamente homogénea, de ahí el carácter de los atributos del lustre de cereal o pulimento óptimo: compacto, suave curvado, homogéneo, luminoso. Por otra parte que existe una pérdida de materia debida a la fricción es evidente por la presencia de embotamiento, huella esta presente en un alto porcentaje de experimentos.

El grado de la erosión quedará determinado forzosamente por las características físicas de las dos materias, la del borde activo y la sustancia trabajada, así como por la intensidad y continuidad del contacto. Es la conjunción de todos los elementos implicados la que regula el resultado, en este caso el estadio conseguido. Si el pulimento desarrollado es el exponente de la erosión por fricción, tendremos que recurrir a las materias implicadas para ver cuáles son los factores responsables del fenómeno.

Las materias trabajadas

Entre las materias trabajadas, las duras pueden permitir un grado de erosión alto, y de hecho tenemos buenos pulimentos producidos por madera, asta, hueso e incluso piedra. Pero el pulimento por excelencia lo genera una materia blanda, el vegetal no leñoso. Por otra parte, según los atributos examinados los pulimentos de vegetal tienen caracteres comunes con los de madera, y los de hueso con los de asta; semejantes a estos últimos son también los de espina y diente y, según Plisson (1985), los de marfil.

El otro grupo con caracteres comunes lo integran la piel, la carne, el tendón, el pescado, la tierra y las zonas internas del asta. Sus atributos se sitúan en el extremo opuesto del pulimento óptimo: diluidos, mates, con aspecto rugoso y desigual. La mayor parte de estas materias que los generan son blandas, con la excepción del asta.

Por homogeneidad de caracteres ¿qué existe de común en cada grupo?. Entre la madera y el vegetal no precisamente la dureza, pero ambos tienen un alto contenido en sílice en sus estructuras fibro-

sas. En el segundo grupo no sólo la dureza, que es comparable, sino también elementos como el calcio y el fósforo; en el tercero la presencia de grasa y, con excepción del asta, el tratarse de materias blandas. El trabajo de piel con abrasivos participaba de caracteres mixtos con el grupo vegetal y el de materias animales blandas, en su composición se encuentran los dos elementos, sílice y grasa.

¿Estamos ante un proceso en el que la sílice, como indican Anderson y Mansur, favorece la disolución?, ¿la presencia de grasa la retrasa?. Hemos observado que los pulimentos de las materias óseas no tienen un desarrollo inferior al de las vegetales, al menos al de la madera, frente a lo indicado por Mansur (1983). ¿Que papel juega entonces el calcio?. No sabemos con exactitud si existe una disolución de la sílice del borde ayudada por otros elementos, pero hay que reconsiderar algunos aspectos puramente mecánicos. Si tenemos en cuenta que las posibilidades de atacar físicamente una superficie no son las mismas en cada materia, podríamos explicar las diferencias de aspectos del pulimento por las materias trabajadas mediante un proceso físico.

Debemos de suponer que la regulación de la erosión durante la fricción está relacionada con los elementos que intervienen en ese proceso. La grasa puede actuar como lubricante retrasando la erosión, mientras que la sílice y el calcio, ejercerían de abrasivos acelerándola, y no necesariamente con idéntico resultado óptico. Una investigación puntual en torno a la composición de las sustancias y su influencia en sus características físicas pudiera ayudarnos a determinar su comportamiento en el proceso mecánico de la fricción.

Respecto al estado en que se trabaja cada sustancia hemos comprobado que no siempre la presencia de humedad incrementa la formación del pulimento, como se ha venido sosteniendo desde la hipótesis de la disolución. Buen ejemplo de ello son los casos del pino húmedo y de la piel húmeda con un desarrollo más débil que el de las mismas materias frescas o secas, y en el caso específico de la piel, en la seca presenta más intensidad que en el resto. La diferencia de humedad puede provocar un cambio de textura de la superficie de la materia trabajada, como sugiere Yamada (en prensa), pero este cambio puede facilitar o no la fricción y, en función de ella, la erosión, según la resistencia al trabajo que encuentre el borde activo. En este aspecto el conocimiento detallado de propiedades físicas de las materias como la dureza y la elasticidad, ayudaría al menos a una experimentación controlada, al poder introducir subvariables más precisas que el tipo de materia y el estado, que son en exceso generales.

Un aspecto que comúnmente no se tiene en cuenta, es el resultado en la propia materia trabajada, aunque Grace (1989) hace una llamada de atención a la necesidad de ampliar la observación a las huellas aparecidas en ella. Pero al menos microscópicamente los efectos de la fricción en la propia materia trabajada no han sido indagados debidamente. Las superficies del hueso, el asta y la madera, en general de las materias duras, se tornan suaves y homogéneas a simple vista. Un examen de los cambios microscópicos efectuados en las propias materias pudiera ayudarnos a ampliar el proceso.

Las materias primas

Las materias primas también tienen su papel en este proceso, y lo prueba el hecho de que en las mismas condiciones de trabajo la respuesta dada por cada tipo seleccionado de ellas es diferente. Esto significa que la materia prima acelera o retrasa el proceso de formación de las huellas. Pero queremos hacer hincapié, sobre todo, en el hecho de que sobre algunas de las materias la formación de pulimento por encima de un estadio de "brillo indefinido" o pulimento indiferenciable es poco probable, al menos manualmente, por lo que la no presencia de huellas, al menos de puli-

mento, no equivale siempre a ausencia de trabajo, aspecto este que hay que tener en cuenta en el análisis de las colecciones arqueológicas.

El problema de la identificación del pulimento debe de ser examinado, por consiguiente, desde la respuesta de la materia prima, y no únicamente desde las características de la materia trabajada. Para nuestro programa experimental recogimos sílex de diferentes afloramientos de la Cornisa Cantábrica y de la Submeseta Norte, que fueron clasificados en 10 tipos. De cada uno de ellos se hicieron análisis petrográficos de lámina delgada y químicos de roca total. Los resultados mostraron que los tipos seleccionados se agrupan en conjuntos de composición y estructura semejante según su procedencia, pero el análisis de datos del programa experimental evidencia que la presencia de las huellas es discriminatoria dentro cada uno de ellos. No hemos encontrado ninguna relación entre las huellas de uso observadas y los diversos tipos de sílex sobre los que se asientan. Ni el contenido en sílice, que oscilaba entre el 90 y el 95% de SiO₂ en el conjunto de la muestra, u otros elementos ni las estructuras internas ni el tamaño del mosaico explicaban por qué las diferentes huellas se manifiestan con intensidad variable en cada materia prima.

Creimos que la respuesta debería buscarse, entonces, en las características puramente físicas; aspectos como la textura y la microtopografía de la superficie silíceas, y la dureza y resistencia de cada tipo de roca ante un proceso de fricción podrían arrojar alguna luz sobre este problema, más allá de una relación directa, y no siempre cierta, entre textura fina y mayor desarrollo del pulimento. Con este objetivo realizamos un análisis posterior de las superficies específicas sobre las mismas muestras. Este análisis expresa la cantidad total de superficie expuesta al exterior, es decir, una superficie específica alta indica una topografía muy desigual, mientras que una baja es propia de un relieve más plano y regular. Los resultados, aunque preliminares por la exiguidad de la muestra, son alentadores: en general, los tipos de sílex que suelen presentar escaso desarrollo del pulimento ofrecen una superficie específica alta, mientras que aquellos en los que se detecta un pulimento más abundante han dado como resultado una superficie específica baja (Gutierrez; Fort y Bustillo 1991).

CONCLUSION

No pretendemos explicar un proceso de por sí complejo y necesitado de más investigación, puesto que, en la actualidad, se carece de una base amplia de conocimientos, pero creemos importante llamar la atención hacia otras evidencias. Se ha pretendido identificar la sustancia trabajada a través del pulimento dejado en el material lítico, pero estableciendo relaciones, en exceso, generales entre tipo de pulimento / tipo y estado de materia trabajada, obviando además la respuesta de la materia prima, con lo que percibimos intuitivamente las diferencias pero no conocemos las causas. Debemos volver hacia la comprensión del proceso, pero ello no será posible acudiendo únicamente a uno sólo de los elementos que lo integran, y máxime con un conocimiento intuitivo de él, sino atendiendo a todo el conjunto implicado.

Si el pulimento es un fenómeno de desarrollo progresivo originado por la erosión de dos materias mediante la fricción, cada etapa o aspecto óptico o pulimento típico quedará determinado por las características físicas de las dos materias en contacto, la prima y la trabajada, por la forma de aplicación de la fuerza, por la duración del trabajo y por las diferentes combinaciones de contacto y presión, las denominadas genérica y puntual por Grace (1989). Podemos deducir de esto que los pulimentos son el resultado de una combinación compleja de factores, y que el carácter de típico debe de ser encuadrado atendiendo a las variaciones introducidas en este conjunto.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON-GERFAUD, P. C., 1981: *Contribution méthodologique à l'analyse des micro-traces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. Thèse de 3^{ème} Cycle, n. 1607.
- CRABTREE, D., 1974: Grinding and smoothing of stone artifacts. *Tebiwa* 17, pp 1-6.
- DAUVOIS, M., 1977: Stigmates d'usure presentes par des outils de silex ayant travaillé l'os. Premiers résultats. *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*. pp. 275-292.
- DEL BENE, T. A., 1979: Once upon a striation: current models of striation and polish formation. *Lithic use-wear analysis*, pp. 167-177.
- D'ERRICO, F., 1987: Technologie et fonction du burin de Ripabianca dans le cadre culturel du Néolithique ancien de l'Italie septentrionale. *L'Anthropologie* 91 (2), pp. 411-432.
- DIAMOND, G., 1979: The nature of so-called polish surface on stone artifacts. *Lithic use-wear analysis*. B. Hayden (Ed), pp. 159- 166.
- DUMONT, J. V., 1982a: Interferometry and microwear analysis. *Studia Praehistorica Belgica* 2, pp. 199-212.
- ... 1982b: The quantification of microwear traces: a new use for interferometry. *World Archaeology* 14 (2), pp. 206-217.
- GUTIERREZ SAEZ, C, 1990: *Huellas de uso: pautas de análisis experimental*. Tesis Doctoral. Manuscrito inédito.
- GUTIERREZ SAEZ, C; FORT GONZALEZ, R. BUSTILLO REVUELTA, M., 1991: The influence of specific surface areas on determination of polish in flint raw materials. *Actas del "VI Flint Symposium International"*, Madrid, Octubre de 1991.
- GRACE, R., 1989: Interpreting the Function of Stone Tools. The quantification and computerisation of microwear analysis. *British Archaeological Reports* 497.
- GYSELS, J.; CAHEN, D., 1982: Le lustre des faucilles et les autres traces d'usage des outils en silex. *Bull. de la Société Préhistorique Française* 79 (7), pp. 221-224.
- HOLLEY, G. A.; DEL BENE, T. A., 1981: An evaluation of Keeley's microwear approach. *Journal of Archaeological Science* 8, pp. 337-352.
- KAJIWARA, H.; AKOSHIMA, K., 1981: An experimental study of microwear polish on shale artifacts. *Kokogaku Zasshi* 67 (1), pp. 1-36.
- KAAMINGA, J., 1979: The nature of use-polish and abrasive smoothing on stone tools. *Lithic Use-Wear Analysis*, B. Hayden (Ed). pp. 143-157.
- KEELEY, L. H., 1978: Los usos de los instrumentos de silex en el Paleolítico. *Investigación y Ciencia* 16, pp. 52-60.
- ... 1980: *Experimental Determination of Stone Tool Uses: a Microwear Analysis*. University of Chicago Press. Chicago.
- LEVI-SALA, I., 1988: Processes of polish formation on flint tool surface. *British Archaeological Reports* 411, pp. 83-98.
- MANSUR, E., 1980: Las estrías como microrrastreros de utilización: clasificación y mecanismos de formación. *Antropología y Paleoeología Humana*, pp: 21-41.
- MANSUR-FRANCHOMME, M.E., 1983: *Traces d'utilisation et technologie lithique: exemples de la Patagonie*. Thèse de 3^{ème} cycle presentee à l'Université de Bordeaux I.
- MASSON, A., 1981: *Petroarcheologie des roches siliceuses. Intérêt en Préhistoire*. Thèse de 3^{ème} Cycle. Université Claude Bernard. Lyon I.
- ... 1982: Les pièces lustrées des sources d'el Kown (Syrie). *Cahiers de l'Euphrate* 3, pp. 141-147.

- MASSON, A.; COQUEUGNIOT, E.; ROY, S., 1981: Silice et traces d'usage: le lustre des faucilles. *Naturelle de Lyon* 19, pp. 43-51.
- NEWCOMER, M.; GRACE, R.; UNGER-HAMILTON, R., 1987: Microwear polishes, blin-test and texture analyses. *The Human Uses of Flint and Chert*. G. de G. Sieveking, M.H. Newcomer (Eds), pp. 253-263.
- NEWCOMER, M.; KEELEY, L. H., 1979: Testing and method of microwear analysis with experimental flint tools. *Lithic Use Wear Analysis*, B. Hayden (Ed), pp. 195-205.
- ODELL, G.H., 1975: Microwear in perspective: a sympathetic response to Lawrence H. Keeley. *World Archaeology* 7 (2), pp 226-240.
- ... 1983: Problèmes dans l'étude des traces d'utilisation. *Travaux de la Maison de l'Orient* 5, pp. 17-24.
- PLISSON, H., 1985: *Etude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures: recherche méthodologique et archéologique*. Thèse de 3ème Cycle. Université de Paris I, Pantheon- Sorbonne. Paris.
- SEMENOV, S. A., 1964: *Prehistoric technology. An experimental study of the oldest tools and artifacts from traces of manufacture and wear*. Cory, Adams and Mackay Ltd., Londres. Traducc. española 1981, Akal.
- SERIZAWA, C.; KAJIWARA, H.; AKOSHIMA, K., 1982: Experimental study of microwear traces and its potentiality. *Archeologie et Sciences Naturelles* 14.
- TRINGHAM, R.; COOPER, G.; ODELL, G.H.; VOYTEK, B.; WHITMAN, A., 1974: Experimentation in the formation of edge-damage: a new approach to lithic analysis. *Journal of field Archaeology* 1, pp. 171-196.
- UNGER-HAMILTON, R., 1984: The formation of use-wear polish on flint: Beyond the "deposit versus abrasion". Controversy. *Journal of Archaeological Science* 11, pp. 91-98.
- VAN GIJN, A., 1984/85/86: Fish polish: fact and fiction. *Early Man News* 9/10/11; pp 13-28.
- VAUGHAN, P.C., 1981b: *Lithic microwear experimentation and the functional analysis of a Lower Magdalenian stone tools assemblage*. Ph.D. Dissertation. University of Pennsylvania.
- ... 1985: *Use-wear analysis of flaked stone tools*. The University of Arizona Press.
- Whittoft, J., 1967: Glazed polish on flint tools. *American Antiquity* 32, pp. 383-388.
- YAMADA, S., (en prensa): The formation process of use-wear polishes. En "*Le geste retrouvé: traces et fonction*". Edit. Erra 1992.