

**BAJO LA LUPA Y EL MICROSCOPIO:
ESTADO DE LA CUESTIÓN Y PERSPECTIVAS DE FUTURO
DE LOS ESTUDIOS DE HUELLAS DE USO**

UNDER THE STEREOMICROSCOPE AND THE MICROSCOPE:
STATE OF THE ART AND FUTURE PERSPECTIVES OF USE-WEAR STUDIES

Cristina López Tascón

Universidad de Oviedo
Contratada postdoctoral Margarita Salas
(MU-21-UP2021-03015507010L)
c.lopeztascon@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9936-727X>

Recepción: 09/11/2023. Aceptación: 19/12/2023
Publicación on-line: 31/12/2023

RESUMEN: Los análisis de huellas de uso, traceológicos o funcionales forman parte de una metodología aplicada a materiales arqueológicos que permite, a través del análisis microscópico de su superficie, determinar las actividades en las que han participado. En este trabajo se lleva a cabo una aproximación historiográfica de la disciplina desde sus orígenes hasta la actualidad, incidiendo en los estudios de huellas de uso aplicados a la industria lítica prehistórica.

Palabras clave: Huellas de uso; funcionalidad; historiografía; industria lítica; Prehistoria.

ABSTRACT: Use-wear, traceological or functional analysis are part of a methodology applied to archaeological materials that allows, through the microscopic analysis of their surface, to determine the activities in which they have participated. In this paper, a historiographical approach to the discipline from its origins to the present day is carried out, focusing on the use-wear studies applied to prehistoric lithic industry.

Keywords: Use-wear; functionality; historiography; lithic industry; Prehistory.

Cómo citar este artículo / How to cite this article: López Tascón, C. (2023). Bajo la lupa y el microscopio: estado de la cuestión y perspectivas de futuro de los estudios de huellas de uso. *Salduie*, 23 (2): 7-20.
https://doi.org/10.26754/ojs_salduie/sald.202329860

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios funcionales, también llamados estudios de análisis de huellas de uso, han vivido un resurgimiento en las últimas dos décadas; sin embargo, su trayectoria es amplia, remontándose a la mitad del siglo XX.

En este trabajo se presenta un recorrido historiográfico a lo largo de la disciplina centrado en el análisis del material lítico, pues la metodología de la llamada Traceología puede aplicarse asimismo a materiales de otra naturaleza como es el caso de la industria ósea, la malacofauna, la cerámica, los metales, etc.

Las huellas de uso se definen como los rastros presentes en la superficie de un artefacto lítico como resultado de una acción o tarea. La Traceología es la línea de investigación que tiene por objeto de estudio su descripción y análisis, pudiéndose llegar a establecer la cinemática a la que el útil fue sometido y la materia que con él se procesó (Mazo 1991: 61).

El término "Traceología" fue tomado por S. A. Semenov de la criminalística. Para el científico ruso, la Traceología iba más allá del simple análisis de las huellas de uso, ya que incluía las huellas tecnológicas, postdeposicionales o las huellas derivadas del enmague; sin embargo, la implantación de la disciplina en Occidente se enfocó principalmente hacia el estudio de las huellas de uso, utilizándose el término "use-wear". En el país vecino, los investigadores franceses se decantaron por la utilización del término "Tracéologie", centrándose en la determinación de los rastros de uso y creándose para ese fin listas de movimientos y materias trabajadas (Clemente 2005: 193).

En la península Ibérica, tras el congreso celebrado en 2002 en Barcelona (Clemente *et al.* 2002), parece haber alcanzado un consenso en delimitar la denominación de "Traceología" al análisis de las huellas de uso, reservando el de "análisis funcional" para definir un estudio que englobaría aspectos más amplios y una visión integral de las huellas documentadas en las herramientas líticas (Briz 2003). A nivel internacional, esta distinción también se ha implementado (Fuentes y Pawlik 2023), aunque en ocasiones siguen empleándose como sinónimos Traceología, análisis de huellas de uso y estudios funcionales.

2.1 Evolución historiográfica de la disciplina

"¿Para qué sirve?" Quizás esta sea una de las preguntas más intuitivas y recurrentes que nos hacemos, especialistas y aficionados, al situarnos frente a un útil lítico extraído de una excavación arqueológica (Anderson *et al.* 1987). Desde los comienzos del estudio del comportamiento de las sociedades prehistóricas ha existido un interés por desentrañar la utilidad dada a los útiles por los grupos humanos primitivos. Por su parte, la instauración de la disciplina de los análisis funcionales vino a cubrir un espacio difícilmente rellenable sin una metodología científica ad hoc que permitiera abordar esta cuestión. Las mejoras a nivel técnico del equipamiento han contribuido de forma decisiva al avance y definición de la identificación de las huellas, así como la aparición de otras problemáticas, a saber: la identificación de las huellas postdeposicionales, la formación de los rastros laborales, la determinación de los residuos adheridos, así como la elección y combinación de distintos medios técnicos para el análisis funcional.

2. ANTECEDENTES

En aquellos investigadores decimonónicos, que ya podemos considerar prehistoriadores o proto-prehistoriadores, encontramos una preocupación por descifrar las huellas dejadas en los artefactos producto de su uso.¹ A comienzos del siglo XIX, el anticuario S. Nilsson (1868) recoge en su trabajo de 1838 sobre los habitantes del norte de Escandinavia la necesidad de analizar de forma macroscópica los filos de los útiles de sílex empleando analogías etnográficas para comprender su utilización. Su estela será seguida, entre otros, por Ch. Rau (1864), J. Lubbock (1865), J. Evans (1872), G. de Mortillet (1883) y F. Spurrell (1884) (Olausson 1980), aunque la tónica general que guía las investigaciones prehistóricas del siglo XIX, como la de J. Boucher de Perthes, entre otros, estaba orientada hacia la demostra-

¹ Aunque suele citarse principalmente a estos investigadores del siglo XIX, la funcionalidad de los útiles en piedra había sido del interés ya de M. Mercati (s. XVI) y de M. Jussieu, M. Mahudel y K. Stobée (s. XVIII), quienes realizaron las primeras clasificaciones de útiles haciendo referencia a su supuesta funcionalidad, apoyándose para ello en datos etnográficos (Mazo 1989: 27).

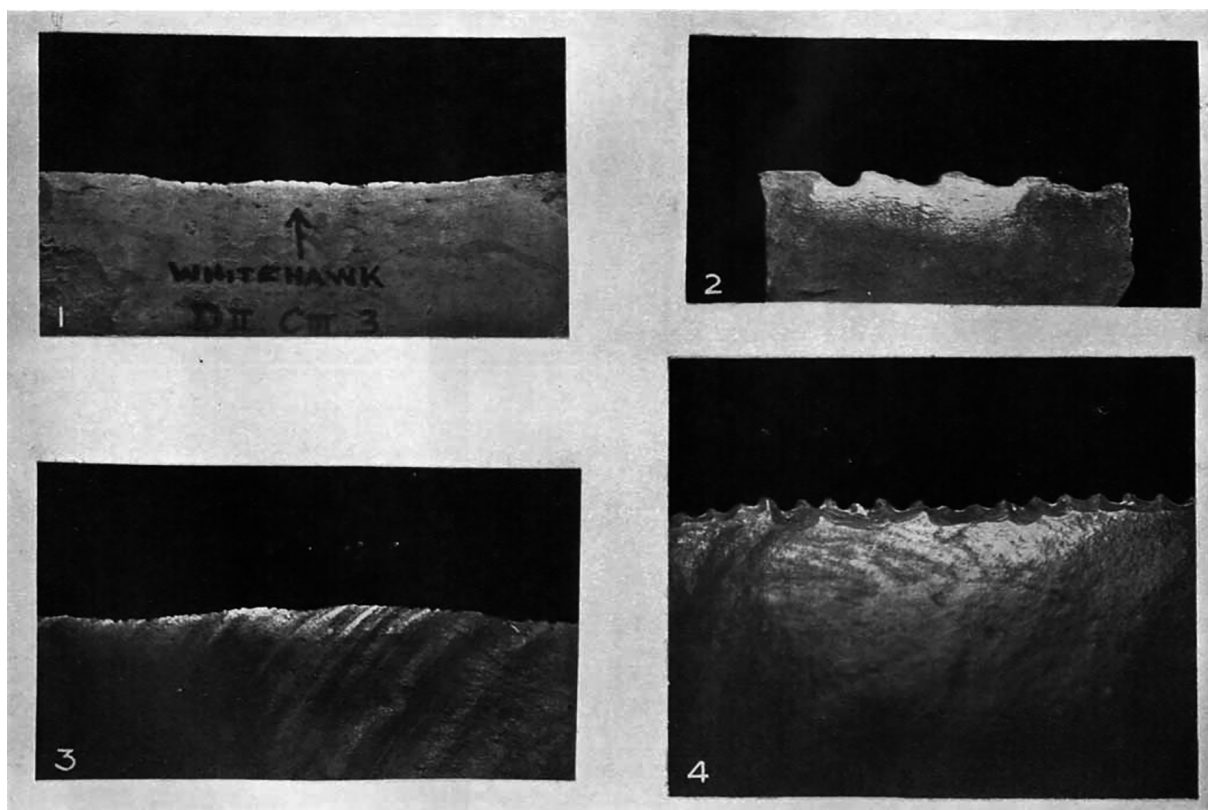


Figura 1. Fotografías de C. Curwen (1930) tomadas, aproximadamente, a escala 2x. La fotografía n.º 1 se corresponde con una lasca del yacimiento neolítico de Whitehawk (Brighton) utilizada para cortar madera, mientras que la fotografía n.º 2 se trata de un diente de hoz del yacimiento de Tel-el-Obeid (Iraq) con el típico lustre de cereal. Las dos imágenes inferiores son dos piezas experimentales utilizadas para cortar madera (n.º 3) y paja (n.º 4).

ción de la antigüedad de los útiles, su asociación a los restos humanos que se iban localizando en las excavaciones y al establecimiento de las primeras clasificaciones tipológicas (Calvo 2007: 61).

Precisamente, J. Boucher de Perthes caracterizó, entre 1847 y 1865, las industrias del valle del Somme (Francia) con una terminología tipológica elaborada a partir de la Etnografía –comparándola con las herramientas de piedra de sociedades preindustriales contemporáneas– y de la comparación con el material metálico contemporáneo, dentro de la tendencia que se denomina “aproximación funcional especulativa” (Hayden y Kamminga 1979, Mazo 1989). Junto con la clasificación de M. Lefèbvre en 1877, se formó así la terminología para la industria lítica que sigue utilizándose hoy en día, basada fundamentalmente en una analogía morfológica y funcional.

A estas observaciones de carácter tecnológico se sumaron, a finales del siglo XIX y a inicios del siglo XX, los primeros trabajos experimentales, consis-

tes en la fabricación de réplicas de útiles prehistóricos con el fin de comprobar las actividades que pudieran cumplir, que diferenciamos en dos categorías. Los denominados “estudios de eficiencia” se centran en valorar las posibilidades funcionales que tenía un útil sin, generalmente, registrar las huellas de uso. Las “verificaciones directas”, por su parte, pretendían comprobar una hipótesis inicial del investigador, por lo que las piezas experimentales eran sometidas a una acción concreta para, con posterioridad, ser comparadas con las arqueológicas (Keeley 1974a, Vaughan 1985).

Encontramos a varios prehistoriadores que aplicaron estudios de eficiencia como N. F. B. Sehested (1884), interesado en replicar las estrías registradas en hachas pulimentadas de piedra y en demostrar la antigüedad de las herramientas de sílex (Thrane 1984); F. Spurrell (1892a, b), quien intentó replicar con sus experimentos sobre distintas materias trabajadas el lustre localizado sobre láminas líticas arqueológicas, documentando así por primera

vez el que después será denominado “pulido de cereal o *sickle gloss*”; M. Muller (1903), L. Pfeiffer (1912), P. Quente (1914), quien combinó la experimentación con el uso de una lupa para proponer distintos tipos de empuñadura y de uso de colecciones arqueológicas de hachas celtas; J. Moir (1914) y S. H. Warren (1914), quienes demostraron la influencia de las huellas postdeposicionales en la formación de estrías y, en el caso de J. Moir, ha sido reconocido como el primer investigador en publicar microfotografías de sus experimentos; A. Vayson de Pradenne (1920, 1922) y L. Capitan (1922), entre otros. Vayson rechazó la tradicional analogía entre forma y función, ya que consideraba necesario examinar los paralelos etnográficos, pero también los filos de las herramientas líticas con el fin de evitar interpretaciones erróneas en cuanto al uso de los filos (Olausson 1980: 49).

La introducción de los estudios de eficiencia hizo avanzar el conocimiento sobre el uso de los útiles, aunque bien es cierto que la mayoría de ellos se realizaron con poco rigor y sistematización, exceptuando el caso de C. Curwen (1930). Este último afirmó, mediante una experimentación similar a la llevada a cabo por F. Spurrell en 1892 y con la ayuda de un microscopio de pocos aumentos, que el lustre apreciado a simple vista en el filo de un útil se debe a su contacto con un material que contiene sílice, así como a la influencia del tipo de materia prima en cuanto al desarrollo del pulido. En su estudio sobre un conjunto de hoces llegó a diferenciar el pulido de madera, de hueso y de siega y, de forma pionera, publicó las fotografías de sus observaciones microscópicas sobre las piezas e incluyó un control de la variable “tiempo” (Curwen 1930) (Fig. 1).

Estas diferentes aproximaciones a finales del siglo XIX y primeros años del XX supusieron un acercamiento muy importante a la funcionalidad de los útiles de piedra y a la consideración de la misma dentro de la investigación en Prehistoria, planteando nuevas hipótesis e ideas de trabajo a desarrollar. Aunque precursores de la Traceología, los datos que obtuvieron los investigadores nombrados deben tomarse con cautela, pues no contaban ni con las bases teóricas ni con el equipamiento necesario mínimamente exigibles hoy en día, desde un punto de vista científico, para ser consideradas investigaciones rigurosas.

3. SEMENOV Y LA CREACIÓN DE UNA METODOLOGÍA CIENTÍFICA

Sergei Aristarkhovich Semenov (1898-1978), investigador y arqueólogo de origen ruso, es considerado el padre de la Traceología actual, pues a él se le debe la implantación de las bases de esta nueva metodología. El método que aplica S.A. Semenov consiste en observar a través del microscopio las huellas reales derivadas de la utilización de los útiles y contrastar estas huellas con las producidas durante la experimentación.

Hablar de S. A. Semenov implica referirnos al contexto en el que se ejecutaron sus trabajos, los cuales comenzaron en la década de los años 30 del siglo XX, bajo el mandato de Stalin en la desaparecida URSS. Semenov pertenecía a la tradición soviética de explícita ideología marxista, incluyéndose dentro de la tendencia llamada “Arqueotecnología”, caracterizada por el estudio técnico de los materiales en laboratorios académicos (Klejn 1993: 70) (Fig. 2).

El resultado de más de veinte años de trabajo en el laboratorio de Traceología y Experimentación del Instituto de Arqueología de la Academia de Ciencias de Leningrado (la actual San Petersburgo) es su tesis doctoral *Pervobytnaya Tekhnika*, publicada en ruso en 1957, por la que recibirá un premio especial de la Academia Soviética de Ciencias (Vila 1981: 2). Su libro fue considerado un auténtico manual, pues no sólo presentaba los resultados de sus investigaciones, sino que dedicaba parte de este a establecer la metodología y a describir los pasos preparatorios y el equipo necesario para aplicar la disciplina traceológica, aunque no de una forma minuciosa y detallada (Semenov 1970a, Hernández y García, 2019).



Figura 2. S. A. Semenov en su despacho y durante un trabajo experimental (Skakun y Terekhina 2017).

S. A. Semenov buscaba alejarse de la interpretación evolucionista-tipológica de la arqueología descriptiva, de la que era perfectamente conocedor como demuestra la inclusión de las investigaciones de Occidente en la bibliografía de sus artículos (Semenov 1970b, Anderson *et al.* 2005: 11), anhelando encontrar un método estrictamente objetivo y universal (Claude y Plisson 2006: 192) que pudiera aplicarse a diversas materias primas de diferentes cronologías. Así lo atestiguan sus estudios, en los que se aborda el análisis de materiales de procedencia geográfica diversa (Rusia, Asia Central, Vietnam, Iraq, Tanzania), a pesar de no haber salido nunca de la URSS, y también de materias primas diferentes como el sílex, la obsidiana, la cerámica, la madera, el hueso o el marfil (Clemente 2005: 192). Si bien es cierto que el investigador ruso estaba influenciado por la corriente del marxismo, éste pretendía establecer una metodología aplicable a cualquier tipo de estudio, más allá de ideologías o corrientes historiográficas.²

El investigador ruso entendía, influenciado por este bagaje ideológico, que la Traceología no debe centrarse únicamente en la constatación de una determinada tarea realizada con un útil, sino que es primordial ir más allá para observar la evolución de la tecnología y de los medios y la organización de producción, y en qué grado afecta ello a la evolución socio-económica de las sociedades prehistóricas (Korobkova 1984). Se valió de la Etnología, pero también de la experimentación, que le permitía no sólo “corroborar las cualidades mecánicas empleadas para la realización de los útiles, sino que también permite participar de las costumbres de trabajo primitivas, vivirlas en primera persona” (Semenov 1981: 9).

Sin embargo, el método de S. A. Semenov también ha contado con detractores. Las críticas se orientan hacia la falta de una estructura experimental, la no especificación de los criterios de interpretación funcional y la ausencia de información sobre la muestra que es analizada bajo el microscopio (Labordada 2010: 12). A pesar de esas deficiencias, no hay duda de que este investigador representa un

papel innovador en la disciplina, y su legado es, hoy en día, todavía patente.

4. LA LLEGADA A OCCIDENTE Y EL GRAN DEBATE DE LOS AÑOS 70

La lengua materna de S. A. Semenov dificultó su recepción en Occidente hasta su traducción al inglés en 1964, *Prehistoric Technology* –y una segunda edición en 1970–, y en 1981 al castellano, *Tecnología prehistórica*. Además, el contexto histórico influyó negativamente en la difusión de la disciplina. La Guerra Fría abrió una brecha entre los dos bloques enfrentados, Occidente versus la URSS, que inevitablemente también alcanzó a la Traceología. La importancia de estas traducciones es tal que puede diferenciarse una etapa pre-Semenov, antes de 1964, y post-Semenov (Mazo 1989: 57), siendo la publicación del libro el punto de partida para considerar a la Traceología como ciencia. Además, vale la pena reseñar que la Traceología se trata de la única disciplina que surge a partir de la propia Arqueología para estudiar los materiales excavados (Vila y Clemente 2000).

El valor de la obra de S. A. Semenov es innegable, pero antes de la traducción de su libro ya había algunas publicaciones en América del Norte sobre la formación de los rastros funcionales como son los trabajos de J. Witthoft (1955), R. W. Nero (1957) y J. Sonnenfeld (1962). J. Witthoft describió varios tipos de huellas de uso –a saber: pulidos, abrasiones, estrías y redondeamiento de filos– en un intento de promover la creación de clasificaciones sistemáticas basadas en la funcionalidad.

Por su parte, R. W. Nero realizó sobre una colección de piezas consideradas grabadores (gravers) una experimentación que incidía en las huellas que se generaban tras sus diferentes usos. Pero realmente fue J. Sonnenfeld el que integró en su estudio de 1962, iniciado en 1957 desconociendo las investigaciones de S. A. Semenov, el empleo del microscopio y la experimentación para el estudio de las huellas de uso en hachas celtas. Destaca especialmente su riguroso programa experimental –en el que investigaba la influencia del tipo de suelo, el empuje, ángulos de uso, tiempo de uso, etc., en la formación de los rastros laborales– y su concienzuda documentación del desgaste de los filos tras su uso.

² Tampoco está de más recordar que la principal institución arqueológica del país era la Academia de la Historia y la Cultura Material (Klejn 1993: 22), por lo que cualquier investigación fuera de la línea marcada desde instancias superiores posiblemente hubiera encontrado más obstáculos para llevarse a cabo.

A pesar de los inconvenientes de partida, el método de S. A. Semenov fue acogido en un principio con bastante entusiasmo. No debe olvidarse que entre los años sesenta y setenta en Occidente existían profundos debates teóricos que desembocarían en la gestación de la Nueva Arqueología, tendencia historiográfica que se había marcado como uno de sus propósitos fundamentales analizar las claves interpretativas del registro arqueológico (González e Ibáñez 1994: 12). Pero esa buena recepción poco a poco fue perdiendo apoyos debido, entre otros factores, a las críticas antes referidas. Los investigadores occidentales tenían dificultades para llegar a conseguir los mismos resultados que el prehistoriador soviético como el caso de la identificación de las estrías que se mostraban en el libro de S. A. Semenov, posiblemente visibles en los trabajos soviéticos por el uso de la técnica del ahumado con polvo de magnesio. En general, el escepticismo se fue apoderando de la opinión sobre la eficacia de la llamada Traceología (Jardón 1990: 11). Como acertadamente apuntan A. Vila e I. Clemente (2000), estos problemas partían de una mala comprensión del trabajo del investigador ruso, pues S. A. Semenov, embebido dentro de la corriente del materialismo histórico, no pretendía elaborar listas tipológicas a partir de la funcionalidad de los artefactos, sino que buscaba determinar la cinemática de los útiles de forma individualizada para indagar sobre las técnicas de trabajo. Además, en estos primeros momentos en Occidente se buscó obtener resultados rápidos sin comprender adecuadamente la metodología –publicada de forma más extensa en ruso– y los experimentos no se estaban realizando de la forma adecuada como apunta L. H. Keeley (1974b) a J. D. Nance.

Algunos autores, como C. M. Keller (1966) y G. Frison (1968), sí que obtuvieron un éxito relativo en sus planteamientos, aunque los trabajos más reseñables de finales de los años 50 y 60 son los que introdujeron la incorporación de los aspectos funcionales a los estudios de carácter tipológico o tecnológico, como es el caso de J. Tixier y F. Bordes. En estos trabajos se observaron con lupa binocular algunas huellas de uso en los filos de los útiles e incluso se realizaron experimentos replicativos, pero no se llevaron a cabo estudios sistemáticos que aunaran experimentación y observación arqueológica, sino que se perseguía incluir los datos funcionales en las listas tipológicas. El paradigma de la Nueva Arqueología, unido a los nuevos métodos de datación, hizo

que estos autores formados en el análisis morfológico se empezaran a preocupar por desvelar la funcionalidad de los útiles sin renunciar a las listas tipológicas elaboradas. Mientras, en la Unión Soviética, la escuela formada por S. A. Semenov continuaba el análisis formado por la asociación de tecnología y Traceología, aplicándolo al estudio de variados yacimientos como, por ejemplo, el trabajo sobre conjuntos neolíticos de G. F. Korobkova (Plisson 1988).

La década de los setenta recoge el testigo de los primeros años de la llegada de los estudios de huellas de uso a Occidente. El número de investigadores interesados por estos tipos de análisis creció de forma exponencial, sobresaliendo las figuras de R. Tringham, G. H. Odell, G. Cooper, B. Voytek y A. Whitman que trabajaban con bajos aumentos, y L. H. Keeley que trabajaba con microscopio. Junto a sus equipos comenzaron a realizar programas experimentales que establecían las características de las huellas de uso, buscando así poner solución a la falta de información que proporcionaba el libro de S. A. Semenov. Será en 1974 cuando se produzca un punto de inflexión generándose a raíz de ello un debate metodológico.

En dicho año confluyeron dos publicaciones fruto de la experimentación y de la utilización de instrumentos técnicos diferentes, que han sido presentadas como antagónicas durante mucho tiempo. Por una parte, R. Tringham desde la Universidad de Londres puso en marcha en 1971 un programa experimental sobre actividades realizadas en el Neolítico Antiguo. Con posterioridad, en la Universidad de Harvard, y con la colaboración de G. H. Odell, continuó utilizando piezas en sílex en actividades relacionadas con la Prehistoria. Los resultados de esa labor fueron recogidos en el artículo *Experimentation in the formation of the damage: a new approach to lithic analysis* (Tringham *et al.* 1974), en el que se aboga por la utilización de lupas binoculares o estereomicroscopios de bajos aumentos (40x-80x) para el estudio de los artefactos líticos. Se forma así la “escuela de bajos aumentos”, “análisis de macrodesgaste” o “*Low Power Approach*”, consolidada por G. H. Odell. Con este método el equipo de Harvard era capaz de analizar los desconchados –considerados como elementos diagnósticos– y el embotamiento del filo de las piezas, lo que únicamente les permitía identificar el tipo de acción o cinemática (longitudinal, transversal y rotativa) y la dureza relativa del material de contacto, sin llegar a precisar con exactitud

cuál era la materia trabajada. Para ello se crearon tres grupos atendiendo al grado de dureza del material trabajado: materiales duros (asta y hueso), semiduros (madera) y materiales blandos (piel, carne, etc.).

En esos mismos años L. H. Keeley, desde la Universidad de Oxford, desarrolló el “*High power approach*”, “método Keeley” o “escuela de altos aumentos”, publicando sus resultados en 1974 en el artículo *Technique and methodology in microwear studies: a critical review* y en su libro *Experimental Determination of Stone Tool Uses. A Microwear Analysis* (Keeley 1980). En su programa experimental utilizaba microscopios ópticos de altos aumentos (100x-400x) consiguiendo distinguir en las piezas de sílex seis tipos de micropulidos dependiendo de la materia que había entrado en contacto con el útil (madera, hueso, asta, carne, piel y plantas no leñosas). Su opinión se fundamentaba en que los micropulidos eran las huellas con mayor valor diagnóstico, por lo que el estudio de sus variables (trama, reticulación, microtopografía, extensión, localización y brillo) suponía una cuestión fundamental en su trabajo (Fig. 3). Demostró así a Occidente que el método de altos aumentos que proponía S. A. Semenov era realmente una técnica de análisis efectiva (Yerkes 2019).

Ambas metodologías obtuvieron seguidores y detractores, estando las críticas dirigidas hacia la causa de la generación de los microsaldados (talla, uso y procesos postdeposicionales como el trampling) y la poca capacidad diagnóstica de los mismos para el primer caso y hacia la formación de los micropulidos para el segundo. Además, en términos económicos y temporales, una cuestión que la escuela de bajos aumentos reprochaba a los altos aumentos, es que su metodología no permitía observar conjuntos amplios debido a la cantidad de dinero y de tiempo invertido para realizar dicha tarea.

La polémica suscitada benefició la evolución de la disciplina, generándose amplias colecciones experimentales en diferentes centros de investigación y un buen número de publicaciones que podían ser leídas por otros investigadores que se estuvieran iniciando en el análisis de huellas de uso. La toma de conciencia de la necesidad de una puesta en común y de una estandarización de la terminología empleada (Hayden y Kamminga 1973) promovió la celebración de la primera reunión monográfica en 1977 dirigida por B. Hayden en Burnaby (Columbia Británica).

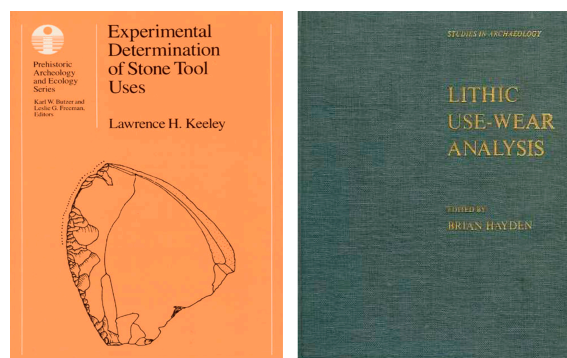


Figura 3. Obras de referencia para los estudios funcionales: *Experimental Determination of Stone Tool Uses* (1980) de L.H. Keeley y *Lithic Use-Wear Analysis* (1979) dirigida por B. Hayden.

Por título llevaba *Lithic Use-Wear Analysis* (1979), estaba dedicada a K. Marx, S. A. Semenov, F. Bordes y D. Crabtree y el contenido de las sesiones, junto con los debates que se generaron durante las mismas, fueron publicados en una monografía que se ha convertido en una lectura obligatoria para los especialistas en huellas de uso.

Mientras este debate metodológico tenía lugar en Occidente, en la URSS el Laboratorio de Traceología-Experimental del Instituto de Arqueología de Leningrado (actual San Petersburgo), liderado por G. F. Korobkova, sucesora de S. A. Semenov, continuaba su labor. En esta institución se llevaba a cabo un análisis que combinaba los altos y los bajos aumentos, así como un minucioso programa experimental a gran escala, en el que se estudiaban distintos yacimientos prehistóricos de diversas cronologías (Levitt 1979).

Los puntos fuertes de este laboratorio eran la experiencia acumulada de investigadores bien formados en la metodología traceológica como G. F. Korobkova, V. E. Schchelinski, A. K. Filippov y A. N. Rogachev; la importancia dada a la experimentación con diferentes materias primas, materias trabajadas, cinemáticas, etc.; y, sobre todo, el estudio de todos los artefactos de los yacimientos arqueológicos (Phillips 1988, Plisson 1988).

Sin embargo, traceólogos de Occidente y de Oriente trabajaban de manera aislada sin compartir sus avances que, en muchas ocasiones, sólo eran publicados en ruso. A pesar de ello, la misma P. Phillips o J. Levitt fueron calurosamente acogidos durante sus estancias de investigación en el Laboratorio.

5. LOS AÑOS 80 Y 90

El cuestionamiento de los equipamientos empleados obligó a los autores a recurrir a los test ciegos (blind-test) para demostrar su validez. Estos consisten en la realización de diversas tareas prehistóricas con útiles empleados por un investigador diferente del que se encarga del análisis microscópico. Así, el traceólogo debe descifrar la cinemática y la materia trabajada en cada una de las piezas (Martín 2008). En 1977, M. H. Newcomer y L. H. Keeley realizaron un test ciego con buenos resultados, lo que fortaleció la “escuela de altos aumentos” (Keeley y Newcomer 1977). En este test ciego, los resultados se dividieron en tres: identificación de la zona activa, cinemática y materia trabajada. L. H. Keeley identificó la zona activa en 14 de 16 filos utilizados (87,5%), 12 de 16 en el caso de la cinemática (75%) y 10 de 16 en cuanto a la identificación de la materia trabajada (62,5%). Este último nivel de inferencia es el más complicado para cualquier traceólogo, y debe reconocerse el esfuerzo de L. H. Keeley de acercarse directamente al tipo de materia trabajada (madera, hueso, carne, etc.), y no sólo a agrupar las materias por tipos de dureza. Sin embargo, dicho test no estuvo exento de polémica. G. A. Holley y T. A. del Bene (1981) analizaron el test ciego de L. H. Keeley y concluyeron, basándose en los porcentajes de errores y aciertos, que L. H. Keeley no utilizaba la distinción entre las características de los micropulidos para determinar la materia trabajada. La crítica tuvo su contestación por parte del investigador americano en un demoledor artículo donde refutaba la “reconstrucción” del método que le atribuían sus detractores (Keeley 1981).

Desde el *Institute of Archaeology* de Londres, se publicó un nuevo test-ciego liderado por M. H. Newcomer que desacreditaba a la escuela de los altos aumentos atendiendo a la subjetividad de la descripción de los pulidos (Newcomer *et al.* 1986) y a la imposibilidad de cuantificación de la textura de los mismos a partir de imágenes digitalizadas (Grace 1989). Varios investigadores como E. Moss (1987) y L. Hurcombe (1988) respondieron a este estudio, sin dejar de reconocer las distintas variables que influyen en el desarrollo de los micropulidos, tales como el tipo de materia prima, el tiempo de uso, la temperatura y humedad de la materia trabajada, etc.

Estos debates enriquecieron el estudio de los rastros laborales. G. H. Odell y F. Odell Vereecken

en 1980 y J. Shea en 1988, especialistas en macro-desgaste, también realizaron test ciegos que resultaron bastante satisfactorios en cuanto a la identificación de las zonas activas y cinemáticas, pero no en cuanto a la dureza relativa de las materias trabajadas. En cualquier caso, resulta significativo que las piezas que conferían las colecciones experimentales analizadas estaban retocadas o presentaban retoques intencionales en un porcentaje muy bajo, lo que facilitaba la identificación de las huellas en los filos no modificados. Este hecho unido a los buenos resultados del test de L. H. Keeley, hizo que, a lo largo de la década de los ochenta, autores como P. Anderson-Gerfaud (1981), E. Moss (1983), H. Plisson (1985), P. C. Vaughan (1985), M. E. Mansur-Franchomme (1986) y A. L. van Gijn (1989), utilizaran el análisis de bajos aumentos como un aspecto complementario de sus trabajos con altos aumentos (Calvo 2007: 72), que, en líneas generales, reproducían el programa experimental de L. H. Keeley.

En el caso de la península Ibérica, la llegada de la obra de S. A. Semenov se retrasó como en el resto de Occidente por el problema idiomático. Los primeros estudios relacionados con la Traceología en España tuvieron lugar en Barcelona a mediados de los años 70. Aunque existe un trabajo sobre hachas pulimentadas de Tierra de Campos (Delibes 1974), el primer trabajo completo de carácter funcional es el de A. Vila, investigadora precursora que realizó su tesina (1977) –publicada en parte en 1980– y su tesis (1981) aplicando el análisis traceológico combinado con la descripción morfotécnica de G. Laplace. A sus trabajos, carentes de referencias a las colecciones experimentales, se suma la también pionera tesis doctoral de C. Mazo (1989) –publicada en parte en su trabajo Glosario y cuerpo bibliográfico de los estudios funcionales en Prehistoria (1991)–, y la tesis doctoral de C. Gutiérrez, leída en 1991 y publicada en 1996, centradas, entre otros aspectos, en dotar de un cuerpo experimental y metodológico sólido y unificado al análisis de huellas de uso.

Las posibilidades que ofrece el método traceológico cada vez interesaron más a la comunidad científica, por lo que las reuniones a nivel internacional se sucedieron. En 1982, *Traces d'utilisation sur les outils néolithiques du Proche Orient* en Lyon (Francia), en 1987 en Upsala (Suecia) el encuentro denominado *The interpretative Possibilities of Microwear Studies*, y en 1990 en Lieja (Bélgica) la reunión *Traces et Fonction* (Gibaja 2007: 50), entre

otros. Sin embargo, en la década de los 90 el número de estos congresos descendió drásticamente, quizás debido a un desinterés generalizado por los análisis funcionales al no responder estas todas las preguntas que se les exigían (Mazo 1997, Vila y Clemente 2000).

No obstante, esto no impidió que en los años noventa se continuara con la eclosión de investigaciones que habían proliferado en los años ochenta, y se entrara en una etapa de autocrítica o balance (Labordada 2010: 19). Ello se debió a la serie de reproches recibidos hacia la disciplina por parte de otros arqueólogos al no cumplir los objetivos que se habían pretendido conseguir en un claro momento de entusiasmo en el que las expectativas habían sido muy elevadas. Una de las principales críticas emitidas, especialmente por el *Institute of Archaeology* de Londres, tenía que ver con la determinación de las materias trabajadas a partir del micropulido, ya que los atributos de los pulidos asociados a esas materias no eran siempre mensurables, pero sí bastante subjetivos, y con que el origen de la formación del pulimento tampoco estuviera claro (Gutiérrez 1991) (Fig. 4).

A pesar de ese desánimo, los esfuerzos de la mayoría de los investigadores estuvieron destinados a perfilar un método que ofreciera la posibilidad de aplicarse de forma universal, aunando el análisis de rastros macroscópicos y microscópicos con una descripción objetiva, en los que no influyeran criterios interpretativos que restaran valor a los resultados. Este fue el caso de la terminología de la obra de C. Mazo (1991), la cuantificación a partir de imágenes de R. Grace (1989), el manual de J. E. González Urquijo y J. J. Ibáñez Estévez (1994) o el control de las variables implicadas en la formación de los rastros laborales de C. Gutiérrez (1990; 1996).

En estos trabajos se ofrecía una terminología unitaria, diferentes procedimientos de almacenaje, cuantificación de los resultados, formación de huellas postdeposicionales derivadas del trabajo de laboratorio (Gutiérrez *et al.* 1988), etc. También es reseñable en el desarrollo de la disciplina la introducción de nuevas técnicas como el microscopio electrónico de barrido (MEB) o Scanning Electron Microscope (SEM), que permite alcanzar una visión volumétrica de detalle con más aumentos que la microscopía óptica. En un principio, su uso estuvo relacionado con las teorías de formación de los pulidos y el comienzo de los estudios de residuos presentes

en los materiales líticos (Anderson 1980, Mansur 1983). También la aplicación del MEB estuvo completamente en consonancia con el estudio de otras materias primas diferentes a las silíceas. Los trabajos pioneros sobre cuarzo de C. Sussman (1985, 1988) y K. Knutsson (1988), esquisto silíceo (Kajiwara y Akoshima 1981), obsidiana (Vaughan 1985, Grace 1989), pórfido (Knutsson y Taffinder 1986), cinerita, toba, lutita, ignimbrita, basalto y andesita (Mansur 1984), cuarcita y lidita (Plisson 1985) y sobre basalto de A. Rodríguez (1998) ofrecieron una nueva forma de aproximación a materiales con alta reflectividad, que no podían ser observados con los medios más convencionales, como el microscopio óptico, ni estudiarse con las mismas características aplicadas a las huellas generadas sobre superficies silíceas.

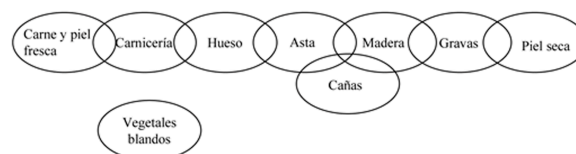


Figura 4. Esquema propuesto por P. C. Vaughan sobre el solapamiento de la apariencia del micropulido (adaptado de Vaughan, 1981).

6. LOS ANÁLISIS FUNCIONALES EN EL SIGLO XXI

El cambio de siglo trajo consigo la reafirmación de la Traceología, disfrutando de un auténtico repunte. En el 2000 se celebró el Simposium dedicado a S. A. Semenov en San Petersburgo (Rusia): *The Recent Archaeological Approaches to the Use-Wear Analysis and Technical Process*. En 2002 se llevó a cabo el 1er Congreso de Análisis Funcional de España y Portugal, en el que se pretendía evitar que el debate versara sobre las "trazas de uso". El objetivo era poner en común los análisis de las tareas productivas, el nivel tecnológico y la organización social de los procesos de producción en diversas sociedades prehistóricas (Clemente *et al.* 2002: 3-4). En 2005, en el congreso de Verona (Italia) denominado *Prehistoric Technology. 40 years later: Functional Analysis and the Russian Legacy* se dio a conocer la traducción al inglés de algunos de los artículos, escritos originalmente en ruso, de S. A. Semenov y su equipo (Gibaja 2007: 50).

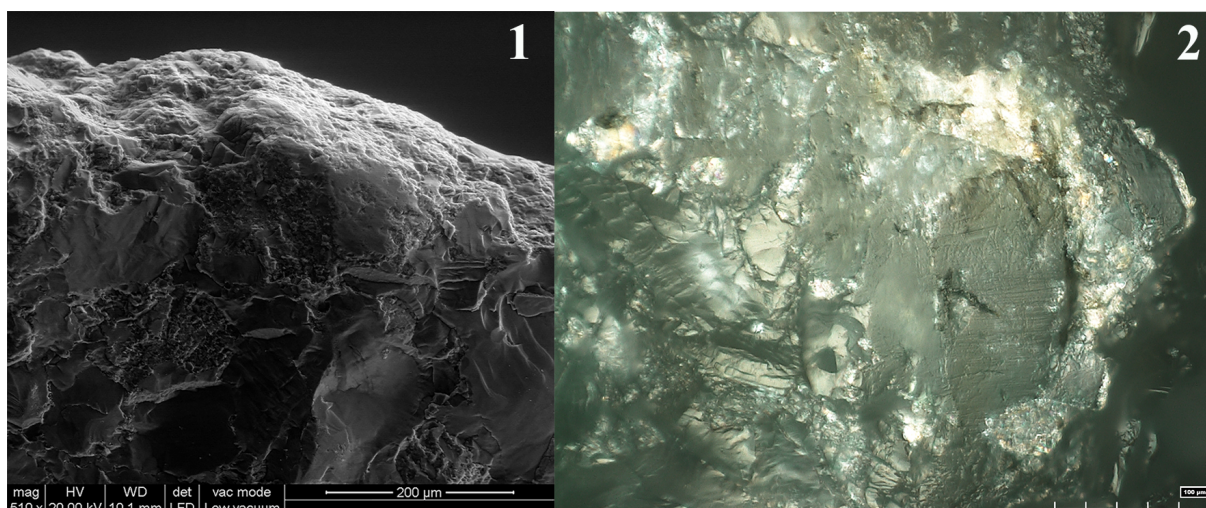


Figura 5. Huellas de uso experimentales resultado del trabajo de roca caliza con una herramienta de cuarcita.

1. Micropoluido analizado con el microscopio electrónico de barrido.

2. Identificación de estrias en uno de los cristales de cuarzo con microscopio digital Hirox.

De nuevo existe una efervescencia de los estudios funcionales, siendo actualmente diversas las líneas de investigación: metodológicas, cronológicas, de residuos, etc. En 2012 tuvo lugar el coloquio *Use-wear 2012: International Conference on Use-Wear Analysis*, en la ciudad de Faro (Portugal), donde se reunieron especialistas con el fin de poner en común sus investigaciones en curso, así como reflexionar de forma conjunta sobre las perspectivas que ofrece esta disciplina (Mazzucco 2012). En este congreso se gestó el germen de lo que hoy es ya una realidad: la AWRANA (Association of Archaeological Wear and Residue Analysts) (Bicho *et al.* 2015).³

La multiplicidad de estudios funcionales hace imposible resumir en unas pocas líneas el panorama internacional de trabajos sobre esta cuestión, por lo que únicamente nos referiremos aquí al aspecto metodológico. El uso del MEB de forma combinada con otros medios ópticos –tanto para la observación de materias primas silíceas como metamórficas (cuarzo, cuarcita, basaltos)– ha sido comprobado en un buen número de publicaciones que avalan la identificación de las huellas de uso y de distintos tipos de residuos (Ollé 2003, Martínez Molina 2005, Borel *et al.* 2014,

Ollé y Vergès 2008, 2014, Asryan y Ollé 2020) (Fig. 5). Entre las nuevas herramientas que se han comenzado a utilizar en estas dos primeras décadas de siglo, y que han tenido continuidad, debe citarse el LSCM (Laser Scanning Confocal Microscopy), que combina la facilidad de manejo y la rapidez del microscopio convencional con la alta resolución y amplitud focal del MEB. El uso del microscopio confocal ha sido destinado por el momento a la diferenciación de las materias trabajadas a través del análisis cuantitativo de los pulidos (Evans y Donahue 2008, Pedergrana *et al.* 2020a y b; Ibáñez y Mazzucco 2021).

El análisis de residuos también se ha beneficiado de la aplicación multianalítica de técnicas no destructivas, contándose con nuevas propuestas para analizar de forma microscópica y composicional estos restos adheridos a las piezas líticas (Croft 2021). Además de su caracterización mediante la lupa binocular, microscopio óptico, digital y microscopio electrónico, se ha venido utilizando el EDX (Energy Dispersive X-ray spectroscopy) incorporado al MEB, el FTIR (Fourier Transform Infrared microscopy) y el espectrómetro Raman (Pawlik 2004, Monnier *et al.* 2013) (Fig. 6). También se han realizado catálogos de forma experimental para identificar los residuos desde estas distintas aproximaciones y así facilitar su identificación por parte de otros investigadores (Pedergrana y Ollé 2018, Martín-Viveros y Ollé 2020a y b).

³ Esta asociación internacional de traceólogos (<https://awrana.org/>) se ocupa de poner en contacto a los distintos especialistas, así como de controlar la organización de los nuevos encuentros y sus futuras publicaciones. Tras el congreso de Faro, se han llevado a cabo otros en Leiden (2015), en Niza (2018) y, recientemente, en Barcelona (2022).

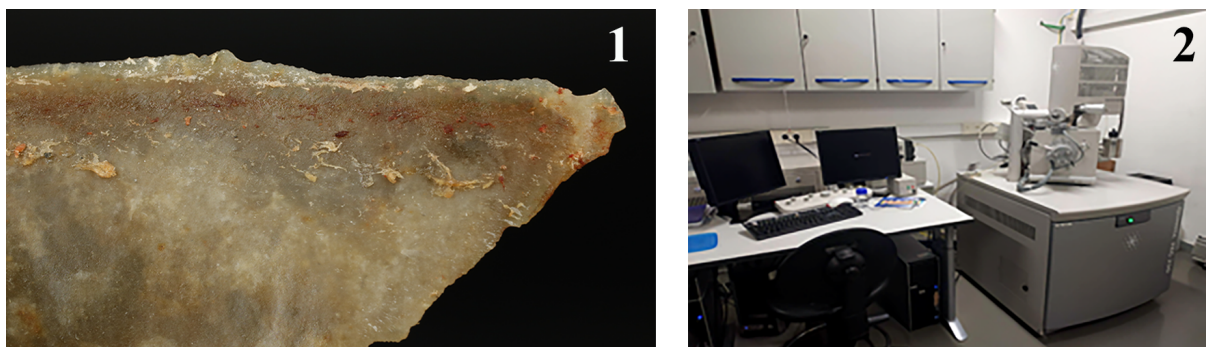


Figura 6. Identificación de residuos.

1. Residuos procedentes del trabajo experimental sobre piel fresca de ciervo.
2. Microscopio Electrónico de Barrido Ambiental (ESEM) del Laboratorio de Microscopías avanzadas de la Universidad de Zaragoza equipado con EDX.

Estas nuevas técnicas han ocasionado que la Traceología o análisis de huellas de uso haya despertado el interés de nuevos investigadores que se están formando en esta disciplina. Este renovado entusiasmo, por otra parte, no debe ir exento de crítica, debiéndose continuar por el camino de mejora de protocolos de excavación, limpieza (Pedergrana *et al.* 2016, Fernández Marchena *et al.* 2017) y análisis de las herramientas líticas de diferentes periodos cronológicos, y, especialmente, centrarse en la elaboración de criterios sistemáticos para identificar, clasificar e interpretar los rastros localizados en la industria lítica (Marreiros *et al.* 2015).

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson-Gerfaud, P., Moss, E., Plisson, H. (1987). A qui ont-ils servi? L'apport de l'analyse fonctionnelle. *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, 84(8): 226-237.
- Anderson, P. C., Korobkova, G. F., Longo, L., Plisson, H., Skakun, N. (2005). Various viewpoints on the work of S.A. Semenov. En L. Longo y N. Skakun (eds.): *The Roots of UseWear Analysis: Selected Papers of S.A. Semenov* (pp. 11-18). Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona (2. serie), Sezione Scienze dell'Uomo, no. 7.
- Asryan, L. y Ollé, A. (2020). Results of a functional study on the Middle to early Upper Pleistocene lithic assemblages from the Azokh 1 Cave site (South Caucasus). *Quaternary International*, 569-570: 168-180. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.05.028>
- Bicho, N., Marreiros, J. Gibaja, J.F. (2015). Use-Wear and Residue Analysis in Archeology. En J.M. Marreiros, J.F. Gibaja y N. Ferreira Bicho (eds.): *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology* (pp. 1-5). Springer. New York.
- Borel, A., Ollé, A., Vergès, J. M., Sala, R. (2014). Scanning electron and optical light microscopy: Two complementary approaches for the understanding and interpretation of usewear and residues on stone tools. *Journal of Archaeological Science*, 48(1): 46-59. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.031>
- Briz i Godino, I. (2003). Recensión Clemente, Risch y Gibaja (Eds.), 2002: *Análisis Funcional. Su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*. BAR International Series, 1073. Archaeopress. Oxford. *RAMPAS*, 6: 337-342.
- Calvo Trias, M. (2007): *Tallando la piedra. Formas, funciones y usos de los útiles prehistóricos*. Ariel Prehistoria, Madrid.
- Clemente Conte, I. (2004-2005). Recensión de la obra *The Roots of Use-Wear Analysis: Selected Papers of S.A. Semenov*. *RAMPAS*, 7: 191-195.
- Clemente, I., Risch, R., Gibaja, J.F. (2002). *Análisis Funcional: su aplicación al estudio de las sociedades prehistóricas*. BAR International Series 1073. Archaeopress. Oxford.
- Croft, S. (2021). *Lithic residue analysis – A review and guide to techniques*. BAR International Series 3023. Archaeopress. Oxford.
- Curwen, E. C. (1930). Prehistoric Flint Sickles. *Antiquity*, 4(14): 179-186.
- Delibes de Castro, G. (1974). Contribución al estudio de las funciones del hacha pulimentada. Resultados de la aplicación del sistema Semenov a 130 ejemplares de Tierra de Campos. *Zephyrus*, 25: 151-154.
- Evans, J. (1872). *The ancient stone implements, weapons and ornaments of Great Britain*. Longmans, Green, Reader and Dyer, London.
- Evans, A.A. y Donahue, R. E. (2008). Laser scanning confocal microscopy: a potential technique for the study of lithic microwear. *Journal of Archaeological Science*, 35 (8): 2223-2230. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.02.006>
- Fernández-Marchena, J. L., García-Argudo, G., Pedergrana, A., Valverde, I. (2017). Líneas, manchas y cía. Pautas metodológicas para una adecuada interpretación funcional. En L. Agudo Pérez, C. Duarte, A. García Escarzaga, J. M. Geiling, A. Higher Pliego, S. Núñez de la Fuente, F. J. Rodríguez Santos y R. Suárez Revilla (Eds.) *IX Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica. Santander 8-11 de junio de 2016* (pp. 241-250).
- Frison, G. C. (1968). A Functional Analysis of Certain Chipped Stone Tools. *American Antiquity*, 33(2):149-155.

- Fuentes, R. y Pawlik, A. (2023). Barely scratched the surface: Development and future directions of lithic use-wear analysis in Island Southeast Asia. *Archaeological Research in Asia*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.ara.2022.100413>
- Gibaja Bao, J. F. (2007). Estudios de traceología y funcionalidad. *Praxis Archaeologica*, 2: 49-74.
- Gijn, A. L. van (1989). *The wear and tear of flint. Principles of functional analysis applied to Dutch Neolithic assemblages*. Analecta Praehistorica Leidensia 22, University of Leiden, Leiden.
- González Urquijo, J. E. e Ibáñez Estévez, J. J. (1994). *Metodología de análisis funcional de instrumentos tallados en sílex*. Universidad de Deusto. Cuadernos de Arqueología, 14. Bilbao.
- Grace, R. (1989). *Interpreting the Function of Stone Tools: The quantification and computerisation of microwear analysis*. BAR Int. Series 474. Archaeopress. Oxford.
- Gutiérrez Sáez, C. (1990). Introducción a las huellas de uso: los resultados de la experimentación. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria y Arqueología*, t. 3: 15-53.
- Gutiérrez Sáez, C. (1991). Notas en torno a la identificación en las huellas de uso: la cuestión del pulimento. *CuPAUAM*, 18, 21-33.
- Gutiérrez Sáez, C. (1996). *Traceología. Pautas de análisis experimental*. Foro. Arqueología, proyectos y publicaciones, S.L. Madrid.
- Gutiérrez Sáez, C., González Urquijo, J. E., Ibáñez Estévez, J. J. (1988). Alteraciones microscópicas en el tratamiento convencional del material lítico: su incidencia en las huellas de uso. *Munibe*, 6: 83-89.
- Hayden, B. (1979). *Lithic use-wear analysis*. Academic Press, Inc. New York.
- Hayden, B., y Kamminga, J. (1973). Gould, Koster, and Sontz on "Microwear": a critical review. *Newsletter of Lithic Technology*, 2(1/2), 3-8.
- Hayden, B. y Kamminga, J. (1979). An introduction to Use-Wear: The First CLUW. En B. Hayden (ed.): *Lithic use-wear analysis* (pp. 1-13). Academic Press, Inc. New York.
- Hernández, H.H. y García Rojas, M. (2019). Revisando los clásicos: tecnología prehistórica. Estudio de las herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de uso de Sergei Aristarkhovich Semenov. *Revista ArkeoGazte Aldizkaria*, nº 9: 311-326.
- Holley, G. A. y Bene, T.A. del (1981). An Evaluation of Keeley's Microwear Approach. *Journal of Archaeological Science*, 8: 337-347. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(81\)90033-9](https://doi.org/10.1016/0305-4403(81)90033-9)
- Hurcombe, L. (1988). Some Criticisms and Suggestions in Response to Newcomer *et al.* (1986). *Journal of Archaeological Science*, 15: 1-10. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(88\)90014-3](https://doi.org/10.1016/0305-4403(88)90014-3)
- Ibáñez, J. J. y Mazzucco, N. (2021). Quantitative use-wear analysis of stone tools: Measuring how the intensity of use affects the identification of the worked material. *PLOS ONE*, 16(9), e0257266. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257266>
- Jardón Giner, P. (1990). La metodología del análisis traceológico y su aplicación a conjuntos líticos prehistóricos. *SAGVNTVM*, 23: 9-37.
- Kajiwara, H y Akoshima, K. (1981): An experimental study of microwear polish on shale artifacts. *Kokogaku Zasshi*, 67 (1): 1-36.
- Keeley, L. H. (1974a): Technique and Methodology in Microwear Studies: A Critical Review. *World Archaeology*, 5(3): 323-336. <https://doi.org/10.1080/00438243.1974.9979577>
- Keeley, L. H. (1974b). The Methodology of Microwear Analysis: A Comment on Nance, *American Antiquity*, 39(1): 126-128. <https://doi.org/10.2307/279228>
- Keeley, L. H. (1980): *Experimental determination of stone tools uses: a microwear analysis*, The University of Chicago Press. London.
- Keeley, L. H. (1981). Reply to Holley and del Bene. *Journal of Archaeological Science*, 8: 348352. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(81\)90034-0](https://doi.org/10.1016/0305-4403(81)90034-0)
- Keeley, L. H. y Newcomer, M. H. (1977). Microwear Analysis of Experimental Flint Tools: a Test Case. *Journal of Archaeological Science*, 4: 29-62. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(77\)90111-X](https://doi.org/10.1016/0305-4403(77)90111-X)
- Klejn, L. S. (1993). *La arqueología soviética. Historia y teoría de una escuela desconocida*. Crítica, Barcelona.
- Knutsson, K. (1988). *Patterns of tool use. Scanning electron microscopy on experimental quartz tools*. Societas Archaeologica Upsaliensis, AVN 10, Uppsala.
- Knutsson, H. y Taffinder, J. (1986). Microwear traces on porphyry and hällflint. Preliminary results of experiments. En L.R. Owen y G. Unrath (eds.): *Technical aspects of microwear studies on stone tools* (pp. 29-34). Early Man News 9/10/11.
- Korobkova, G. F. (1984). El análisis experimental y las huellas de uso en el estudio de la economía de las sociedades antiguas. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de La Universidad de Granada*, 9, 305-325. <https://doi.org/10.30827/cpag.v9i0.1239>
- Laborda Martínez, M. A. (2010). *Análisis de huellas de uso. Su aplicación al estudio de la funcionalidad del instrumental lítico de la Cueva de Zatoya (Navarra)*. Tesis doctoral. Universidad de Navarra.
- Levitt, J. (1979). A review of experimental traceological research in the USSR. En B. Hayden (ed.): *Lithic use-wear analysis* (pp. 27-39). Academic Press. New York.
- Lubbock, J. (1865). *Prehistoric times: as illustrated by ancient remains, and the manners and customs of modern savages*. Edition Lord Avebury (1913). Williams and Norgate. London.
- Mansur-Francomme, M.E. (1983). Scanning electron microscopy of dry hide working tools: the role of abrasives and humidity in microwear polish formation. *Journal of Archaeological Science*, 10: 223-230. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(83\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0305-4403(83)90005-5)
- Mansur-Francomme, M.E. (1984). Préhistoire de Patagonie : L'industrie 'Nivel 11' de la province de Santa Cruz (Argentine). *Technologie lithique et traces d'utilisation*. BAR International Series 216. Archaeopress. Oxford.
- Mansur-Francomme, M.E. (1986). *Microscopie du matériel lithique préhistorique. Traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques. Exemples de Patagonia*, Cahiers du Quaternaire 9, CNRS, Paris.
- Marreiros, J., Mazzucco, N., Gibaja, J.F., Bicho, N. (2015). Macro and Micro Evidences from the Past: The State of the Art of Archeological Use-Wear Studies. En J.M. Marreiros, J. F. Gibaja, N. Ferreira Bicho: *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*, (pp. 5-26). Springer. New York.
- Martín Lerma, I. (2008): Análisis microscópico de la industria lítica: la Traceología. *Panta Rei III*, 2ª época, 15-25. <https://doi.org/10.6018/pantarei/2008/2>

- Martín-Viveros, J. y Ollé, A. (2020a). Use-wear and residue mapping on experimental chert tools. A multi-scalar approach combining digital 3D, optical, and scanning electron microscopy. *Journal Archaeological Science: Reports*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102236>.
- Martín-Viveros, J. I. y Ollé, A. (2020b). Using 3D digital microscopy and SEM-EDX for in-situ residue analysis: A multi-analytical contextual approach on experimental stone tools. *Quaternary International*, 569-570: 228-262. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.06.046>
- Martínez Molina, K. (2005). *Análisis funcional de industrias líticas del Pleistoceno superior. El Paleolítico medio del Abric Romani (Capellades, Barcelona) y el Paleolítico superior de Üçagizli (Hatay, Turquía) y del Molí del Salt (Vimbodí, Tarragona). Cambios en los patrones funcionales entre el paleolítico medio y superior.* Tesis Doctoral. Universidad Rovira i Virgili.
- Mazo Pérez, C. (1989). Análisis de huellas de uso en útiles de sílex del Paleolítico: Aplicación del método al estudio del nivel magdaleniense de Abautz (Arraiz, Navarra). Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Mazo Pérez, C. (1991). *Glosario y cuerpo bibliográfico de los estudios funcionales en Prehistoria.* Universidad de Zaragoza.
- Mazo Pérez, C. (1997). Análisis de huellas de uso: «del dicho al hecho...». *Veleia*, 14: 9-39.
- Mazzucco, N. (2012). Crónica: Use-wear 2012: International Conference on Use- Wear Analysis (Faro. 10-12 de octubre de 2012). *RAMPAS*, 14: 181-191.
- Moir, J. R. (1914). The Striation of Flint Surfaces. *Man*, 14: 177-181.
- Monnier, G. F., Hauck, T. C., Feinberg, J. M., Luo, B., Le Tensorer, J. M., Sakhel, H. et al (2013). A multi-analytical methodology of lithic residue analysis applied to Paleolithic tools from Hummal, Syria. *Journal of Archaeological Science*, 40(10): 3722-3739. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.03.018>
- Mortillet, G. de (1883). *Le Préhistorique: antiquité de l'homme.* C. Reinwald, Paris.
- Moss, E.H. (1983). *The functional analysis of flint implements: Pincevent and Pont d'Ambon: two case studies from the French final Palaeolithic.* BAR International Series 177. Archaeopress. Oxford.
- Moss, E. H. (1987). A Review of "Investigating Microwear Polishes with Blind Tests." *Journal of Archaeological Science*, 14: 473-481. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(87\)90033-1](https://doi.org/10.1016/0305-4403(87)90033-1)
- Nero, R. W. (1957). A "Graver" Site in Wisconsin. *American Antiquity*, 22(3): 300-304. <https://doi.org/10.2307/276575>
- Newcomer, M., Grace, R., Unger-Hamilton, R. (1986). Investigating Microwear Polishes with Blind Tests. *Journal of Archeological Science*, 13: 203-205. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(86\)90059-2](https://doi.org/10.1016/0305-4403(86)90059-2)
- Nilsson, S. (1868). *The Primitive Inhabitants of Scandinavia. An essay on comparative ethnography, and a contribution to the history of the development of mankind: Containing a description of the implements, dwellings, tombs and mode of living of the savages in the North of Europe during the Stone Age.* Longmans, Green and CO. London (3ª Edición).
- Odell, G.H. y Odell-Vereecken, F. (1980). Verifying the Reliability of Lithic Use-Wear Assessments by "Blind Tests": the Low-Power Approach. *Journal of Field Archaeology*, 7: 87-120. <https://doi.org/10.2307/529584>
- Olausson, D. S. (1980). Starting from scratch: the history of edge-wear research from 1838 to 1978. *Lithic Technology*, 9(2): 48-60.
- Ollé, A. (2003). *Variabilitat i patrons funcionals en els sistemes tècnics de mode 2. Anàlisi de les deformacions d'ús en els conjunts lítics del Riparo Esterno de Grotta Paglicci (Rignano Garganico, Foggia), Áridos (Arganda, Madrid) i Galería-TN (Sierra de Atapuerca, Burgos).* Tesis Doctoral. Universidad Rovira i Virgili.
- Ollé, A. y Vergès, J. M. (2008). SEM functional analysis and the mechanism of microwear formation. En L. Longo, N. Skakun (eds.): 'Prehistoric Technology' 40 Years Later: *Functional studies and the Russian Legacy, Proceedings of the International Congress Verona (Italy), 2023 April 2005* (pp. 39-49). BAR International Series 1783, Archaeopress. Oxford.
- Ollé, A. y Vergès, J. M. (2014). The use of sequential experiments and SEM in documenting stone tool microwear. *Journal of Archaeological Science*, 48(1): 60-72. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.028>
- Pawlik, A. F. (2004): Identification of hafting traces and residues by scanning electron microscopy and energy-dispersive analysis of X-rays. En E.A. Walker, F. Wenban-Smith, F. Healy (eds.): *Lithics in Action: Papers from the conference Lithic Studies in the Year 2000* (pp. 169-179). Oxbow Books. Oxford.
- Pedergrana, A. y Ollé, A. (2018). Building an Experimental Comparative Reference Collection for Lithic Micro-Residue Analysis Based on a Multi-Analytical Approach. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 25(1): 117-154. <https://doi.org/10.1007/s10816-017-9337z>
- Pedergrana, A., Asryan, L., Fernández-Marchena, J. L., Ollé, A. (2016). Modern contaminants affecting microscopic residue analysis on stone tools: A word of caution. *Micron*, 86: 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2016.04.003>
- Pedergrana, A., Calandra, I., Evans, A. A., Bob, K., Hildebrandt, A., Ollé, A. (2020a): Polish is quantitatively different on quartzite flakes used on different worked materials. *PLoS ONE*, 15(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243295>
- Pedergrana, A., Ollé, A., Evans, A. A. (2020b). A new combined approach using confocal and scanning electron microscopy to image surface modifications on quartzite. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102237>
- Pfeiffer, L. (1912): *Die steinzeitliche Technik und ihre Beziehungen zur Gegenwart: ein Beitrag zur Geschichte der Arbeit.* Festschrift zur XLIII allgemeinen Versammlung der deutschen anthropologischen Gesellschaft Vol. 1. Verlag von Gustav Fischer, Jena.
- Phillips, P. (1988). Traceology (Microwear) studies in the USSR. *World Archaeology*, 19(3): 349-356. <https://doi.org/10.1080/00438243.1988.9980045>
- Plisson, H. (1985). *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures: Recherche méthodologique et archéologique.* Thèse de 3 cycle. Université Paris I Pantheon Sorbonne.
- Plisson, H. (1988). Technologie et tracéologie des outils lithiques moustériens en Union Soviétique: Les travaux de V.E. Shchelinskii. *L'Homme de Néandertal, La Technique*, 4: 121168.
- Quente, P. (1914). Steinzeitliche Ackerbaugeräte aus der Ostprignitz, Erdhacken und Pflüge, und ihre Schaffungsmöglichkeit. *Praehistorische Zeitschrift*, VI: 180-187. <https://doi.org/10.1515/prhz.1914.6.1-2.173>

- Rau, C. (1864). Agricultural Implements of the North American Stone Period. *Smithsonian Institution, Annual Report for 1863*: 379-80.
- Rodríguez Rodríguez, A. C. (1998). Primeras experiencias de análisis funcional en los instrumentos de basalto tallado de Canarias. El ejemplo del material prehistórico de la isla de La Palma. *Vegueta: Anuario de La Facultad de Geografía e Historia*, 3: 29-46.
- Semenov, S. A. (1970a). *Prehistoric Technology: An Experimental Study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear*, Cory, Adams and Mackay, London.
- Semenov, S.A. (1970b). The forms and functions of the oldest tools. (A reply to Prof. F. Bordes). *Quartär*, 21: 1-20.
- Semenov, S.A. (1981). *Tecnología Prehistórica*, Akal, Madrid.
- Shea, J. J. (1988). Methodological considerations affecting the choice of analytical techniques in lithic use-wear analysis: tests, results and application. En S. Beyries, S. (ed.): *Industries lithiques tracéologie et technologie* (pp. 65-82). BAR International Series 411(ii). Archaeopress. Oxford.
- Skakun, N. y Terekhina, V. (2017). Significance of experimental works in research of functions of ancient tools (after materials of the settlement Bodaki of Tripolye culture). *Quaternary International*, 427: 6–24. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.030>
- Sonnenfeld, J. (1962). Interpreting the Function of Primitive Implements. *Antiquity*, 28(1): 56-65. <https://doi.org/10.2307/278078>
- Spurrell, F. C. J. (1884). On Some Palaeolithic Knapping Tools and Modes of Using Them. *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 13: 109-118. <https://doi.org/10.2307/2842002>
- Spurrell, F. C. J. (1892a). Some Flints from Egypt of 4th Dynasty. *Archaeological Journal*, 49, 48-52. <https://doi.org/10.5284/1018054>
- Spurrell, F. C. J. (1892b). Notes on early sickles. *Archaeological Journal*, 49: 53-69. <https://doi.org/10.5284/1018054>
- Sussman, C. (1985). Microwear on quartz: Fact or fiction?. *World Archaeology*, 17(1): 101-111. <https://doi.org/10.1080/00438243.1985.9979953>
- Sussman, C. (1988). *A microscopic analysis of use-wear and polish formation on experimental quartz tools*. BAR International Series 395. Archaeopress. Oxford.
- Thrane, H. (1984). Frederik Sehested: a Danish pioneer. *Antiquity*, LVIII: 113-116. <https://doi.org/10.1017/S0003598X0005153X>
- Tringham, R., Cooper, G., Odell, G., Voytek, B., Whitman, A. (1974). Experimentation in the formation of edge damage: A new Approach to Lithic Analysis. *Journal of Field Archaeology*, 1:171-196. <https://doi.org/10.1179/jfa.1974.1.1-2.171>
- Vaughan, P. C. (1985). Use-wear analysis of flaked Stone Tools. The University of Arizona Press.
- Vaughan, P. C. (1981): *Lithic microwear experimentation and the functional analysis of a lower magdalenian Stone tools assemblage*. UMI Dissertation Information Service, Publication nº 8208050.
- Vayson de Pradenne, A. (1920). La plus ancienne industrie de Saint-Acheul. *L'Anthropologie*, XXX: 441-496.
- Vayson de Pradenne, A. (1922). L'étude des outillages en pierre. *L'Anthropologie*, XXXII: 1-38.
- Vila Mitjà, A. (1980). Estudi de les traces d'ús i desgast en els instruments de sílex. *Fonaments: prehistòria i món antic als Països Catalans*, 2: 11-55.
- Vila Mitjà, A. (1981): Introducció. En S.A. Semenov: *Tecnología prehistórica* (pp. 1-4). Akal, Madrid.
- Vila Mitjà, A. y Clemente, I. (2000). Reflexiones en torno al Congreso-Homenaje a S. A. Semenov. *RAMPAS*, 3: 345-354.
- Warren, S. H. (1914). The Experimental Investigation of Flint Fracture and its Application to Problems of Human Implements. *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 44: 412–450. <https://doi.org/10.2307/2843364>
- Witthoft, J. (1955). Worn stone tools from southeastern Pennsylvania. *Pennsylvania Archaeologist*, 25: 16-31.
- Yerkes, R. (2019). Lawrence H. Keeley's contributions to the use of microwear analysis in reconstructions of past human behavior (1972–2017). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.101937>