

Estudios microscópicos de huellas de uso en artefactos líticos: algunas observaciones teóricas y metodológicas*

Stephen Castillo Bernal

Escuela Nacional de Antropología e Historia

RESUMEN: Los análisis microscópicos de huellas de uso sobre la industria de piedra tallada constituyen, sin lugar a dudas, una de las técnicas de análisis más importantes para inferir las actividades pretéritas de una sociedad concreta. Sin embargo, a lo largo del tiempo se han presentado omisiones muy importantes en torno a los agentes posdeposicionales de transformación del registro arqueológico. Este breve escrito se constituye como un intento de vertebrar, teórica y metodológicamente, la postura de esta técnica auxiliar de análisis. Los conceptos de la arqueología conductual schifferiana, al igual que la arqueología experimental, se convierten en la herramienta teórica y heurística para caracterizar la funcionalidad probable de los artefactos líticos.

ABSTRACT: Microscopic analysis of use traces in the industry of chipped stone is, with no doubts, one of the most important analysis techniques to infer the past activities of a concrete society. However, along the time there have been very important omissions around the post-depositional transformation agents of the archaeological record. This brief paper is a building intent, theoretical and methodological, about the posture of this auxiliar analysis technique. The concepts of schiffer's behavioral archaeology, the same as the experimental archaeology, become the theoretical and heuristic tool to characterize the probable functionality of lithic artifacts.

PALABRAS CLAVE: lítica tallada, huellas de uso, arqueología conductual, arqueología experimental, procesos de formación y transformación del registro arqueológico

CONTEXTO

En últimas fechas, ¿quién no ha oído hablar sobre los estudios microscópicos de huellas de uso en arqueología? Los estudios microscópicos sobre diferentes clases

* El presente manuscrito es parte de una investigación mayor que actualmente realizamos sobre utensilios líticos provenientes de excavaciones arqueológicas en el municipio de Tepetitlán, Hidalgo, dentro de la denominada Región de Tula.

de materiales arqueológicos iniciaron aproximadamente a mediados del siglo pasado, y actualmente se insertan en las llamadas técnicas arqueométricas de análisis.

Los estudios microscópicos de huellas de uso abocados a la industria de piedra tallada no son la excepción. Quizá esta clase de utensilios prehistóricos son los “consentidos” de este tipo de análisis, pero hay pocos aportes teóricos que se aboquen a esta mecánica de estudio. La referencia obligada y pionera en este tema es el trabajo de Semenov [1964]¹, donde el autor aplica una serie de análisis microscópicos sobre diferentes utensilios de sílex, y provee de un adecuado léxico sobre las modificaciones de los artefactos por agentes de afectación tanto naturales como culturales.

Con el tiempo, y a partir de esta investigación, se ha desarrollado una cantidad considerable de estudios sobre las huellas de uso en materiales arqueológicos líticos. No obstante, pocos autores ofrecen un detallado corpus léxico y teórico que permita discernir entre afectaciones de índole natural o cultural. Se menciona esto debido a que la mayoría de las investigaciones se centran o en estudios microscópicos o en la arqueología experimental, aunque en algunas ocasiones se emplean ambas variables de análisis. Entre los autores que mencionan y estudian las afectaciones por agentes naturales podemos mencionar a Vaughan [1985], Keeley [1980], Kay [1996], Lewenstein [1990], aunque también George Odell [1977] ha empleado esta técnica de análisis.

Con lo mencionado antes no se pretende decir que las investigaciones estén mal realizadas, simplemente consideramos que ha habido omisiones muy importantes con respecto a los agentes naturales de transformación del registro y materiales arqueológicos. El reto estriba, básicamente, en insertar mecánicas de análisis referidas a estos procesos de transformación, apoyando a las técnicas microscópicas y a la arqueología experimental. Esta investigación busca ofrecer categorías más viables, basadas en las pertinentes observaciones de la Arqueología Conductual schifferiana, evitando así caer en la llamada “premisa de Pompeya”.²

¹ Nuestro autor también se refiere en su investigación a los diferentes utensilios de hueso. De igual manera, apunta algunos indicadores sobre sus huellas de uso, producidas tanto por agentes naturales como culturales.

² Schiffer [1998] denomina “premisa de Pompeya” a las investigaciones arqueológicas que ignoran los procesos de formación y atribuyen las distribuciones artefactuales o contextuales del registro arqueológico a causas funcionales pretéritas. Schiffer critica esta visión porque ésta supone que el contexto arqueológico es estático, cuando las múltiples transformaciones naturales y culturales tornan indiscutiblemente dinámico. Si el lector desea profundizar con respecto al ejemplo concreto con que el autor debate esta problemática, puede confrontar con Schiffer [1988:5-31].

HUELLAS DE USO: ¿PARA QUÉ?

Los estudios que se llevan a cabo mediante análisis microscópicos tienen una finalidad básica: detectar la funcionalidad probable de cierta clase de artefactos.³ Sin embargo, la finalidad de estas investigaciones puede ampliarse con tópicos como la tecnología productiva, o abstraer regularidades en torno a las afectaciones de índole natural que se presenten en los artefactos líticos. Lo anterior puede ejemplificarse con la siguiente cita:

El hombre, desde las etapas más tempranas, trabajó la piedra para hacer artefactos que le permitieran realizar ciertas actividades en forma más eficiente. En estos materiales, como consecuencia, quedaron huellas tanto de su manufactura como de su uso [Mirambell, 1994:105].

La primera instancia de análisis lítico se enmarca en el universo formal. Esto es lógico ya que, en gran medida, la forma está condicionada por el contenido [Castillo, 2003:108], si bien existen excepciones en las que una forma puede corresponder a diferentes contenidos.⁴ Aquí entendemos como contenido a la función pretérita de un conjunto artefactual.⁵ Sin embargo, no toda forma corresponde a un contenido determinado [Bate, 1998:124]. No obstante, la funcionalidad teórica y morfológicamente definida de un conjunto artefactual puede inferirse mediante los estudios microscópicos de huellas de uso. En pocas palabras, los análisis de huellas de uso permiten definir las actividades realizadas con ciertas clases de artefactos. Estos análisis buscan reconstruir, tanto como sea

³ Claro está que la detección de funcionalidad probable de un artefacto lítico puede inferirse mediante el análisis macroscópico, esto es, desde la clasificación inicial. Por otro lado, la inserción de análisis microscópicos de huellas de uso sobre utensilios de piedra puede ofrecer información más específica sobre los patrones de utilización o desgaste del implemento, evidenciando las morfologías del microastillamiento producido en los bordes activos de uso.

⁴ Por ejemplo, si se pretende perforar un elemento determinado, no se realizará el trabajo con un artefacto circular. Por el contrario, se procurará utilizar un utensilio con un ápice punzo-penetrante, que bien podría ser un perforador, buril o incluso una punta de proyectil. No obstante, la morfología convexa de un raspador no conlleva necesariamente a la actividad de corte-desgaste de materiales varios, ya que también puede ser utilizado como raedera, por ejemplo. Esto quiere decir que la morfología no condiciona necesariamente la funcionalidad, aunque una actividad determinada no puede realizarse con cualquier artefacto.

⁵ Un conjunto artefactual, dentro de la caracterización teórica de la arqueología social latinoamericana, se refiere a todos aquellos objetos que se distinguen entre sí por su materia prima y funcionalidad [Fournier, 1997:5].

posible, las actividades económicas básicas de los grupos prehistóricos [Keeley, 1980:1]. Empero, es ineludible tomar en cuenta otro tipo de procesos de afectación no culturales que, por ejemplo, pueden modificar morfológicamente los bordes activos de uso. Entre estos tipos de procesos podemos citar el rodamiento, el pisoteo de animales, el congelamiento, la expansión y dilatación, la acción animal y vegetal, entre otras variables. Ahondaremos en esta temática más adelante.

Ahora bien, los resultados que se obtienen mediante este tipo de estudios son la observación de las figuras que forman tanto las estrías como el pulimento, tras someter un artefacto de piedra a una actividad específica [Mirambell, *op. cit.*:107]. De igual manera, las dimensiones de estas formas pueden indicar el tipo de material trabajado, así como el grado de resistencia de la materia prima con la que se confeccionó el artefacto.

Como podemos darnos cuenta hasta el momento, existen diferentes actividades en torno a los análisis microscópicos de huellas de uso. El primero de ellos es la observación de los distintos conjuntos artefactuales líticos mediante técnicas microscópicas. La segunda instancia serían los estudios y análisis pertinentes de arqueología experimental (tallado de piezas, someterlas a diferentes procesos de afectación) y, finalmente, la tercera etapa de esta metodología de investigación es la referida a la teorización sobre procesos de formación del registro arqueológico. Cabe mencionar que la segunda y la tercera variable se encuentran vinculadas íntimamente.

Conviene mencionar aquí que estos niveles de análisis serán abordados más adelante para conformar un cuerpo teórico con conceptos, categorías y variables que permitan afrontar con mayor firmeza la problemática que representan los estudios microscópicos de utensilios líticos.

Es necesario argumentar que los estudios microscópicos se centran, espacialmente hablando, cerca de los bordes activos de uso de los artefactos [Andrefsky, 2001:5]. También estudian los patrones de desgaste en las partes donde serían sujetados o enmangados [Lewenstein, 1990:406], evidenciando de esta manera microlascas, saltaduras, abrasión, pulimento y lustre. Todas estas variables son fundamentales para la construcción inferencial de la funcionalidad de los artefactos líticos.

Pero, como habíamos notado anteriormente, es necesario teorizar sobre la afectación posdeposicional de los utensilios sometidos a este tipo de análisis. Lo anterior se ejemplifica con lo siguiente:

Post-depositional alteration of the tool, raw-material color, and replicability of polish signatures have been suggested as other factors that reduce effectiveness of functional

identifications of tools undergoing microwear analysis. Some researchers strongly disagree that high-powered microscopy can discriminate tool function [Andrefsky, 2001:6].

De acuerdo con lo anterior, consideramos que lo mencionado antes es de suma importancia e injerencia para la asignación de funcionalidades en los artefactos de piedra tallada. Resulta ineludible volver la vista hacia los procesos de transformación del registro arqueológico y a las obras de Schiffer [1976, 1996].

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS MICROSCÓPICOS

Se comentó en líneas precedentes que tres categorías desempeñan papeles muy importantes en estos estudios. Una de esas categorías es el aspecto teórico-conceptual, otro es el aspecto técnico y, finalmente, la experimentación-recreación. Comencemos, pues, a describir cada una de estas categorías.

Sistema conceptual

Es necesario explicitar, de manera no muy extensa, las categorías fundamentales de esta técnica auxiliar de análisis de materiales arqueológicos. Posteriormente se hará mención de los principales agentes que afectan física, morfológica y químicamente a las distintas clases de materiales arqueológicos, poniendo especial énfasis en las modificaciones que pueden sufrir los artefactos de piedra tallada. Debido a lo anterior, iniciaremos describiendo brevemente algunos de los términos más socorridos de los análisis de huellas de uso.

Conviene acotar que el lector podrá darse cuenta de que existe un eclecticismo teórico en los postulados sustantivos de los análisis microscópicos de huellas de uso que abordamos en este ensayo. En este sentido, los postulados de la arqueología conductual y soviética serán integrados para conformar un aparato teórico congruente. Estas variables serán integrantes de una teoría observacional, en la que se teoriza sobre la naturaleza de los referentes de cultura material arqueológica. Por tal motivo, por ser una propuesta teórica cuya finalidad no es la explicación de procesos sociales, podemos mezclar diferentes alternativas teórico-prácticas para conformar una metodología de análisis viable. Esta propuesta teórica, que consideramos congruente (por no romper con los postulados generales de la arqueología conductual), tiene como finalidad principal entender y explicar los diferentes procesos de afectación de los materiales arqueológicos.

- a) Microlasqueo o microastillamiento: son todas aquellas “saltaduras” desprendidas del borde activo de uso, producto del accionar de un artefacto sobre cierta clase de objeto o material trabajado [Bate, 1971:6; Lewenstein, 1990:408]. No obstante, las microlaschas también pueden ser producidas por agentes naturales, aunque su ordenación y patrón puede sugerir qué tipo de afectación (natural o cultural) se presentó en el ejemplar lítico. A últimas fechas se ha profundizado sobre lo anterior, y se considera que algunos agentes como el pisoteo, la agitación del agua, la arena o incluso otras piedras, llegan a provocar microlasqueos. Estas afectaciones son aleatorias y se presentan en distribuciones no focalizadas con respecto a las cicatrices de las lascas del perímetro de uso [Vaughan, 1985:11].⁶

Ya se mencionó que el microastillamiento (o microlasqueo) se produce por la acción del instrumento sobre el objeto a trabajar. Semenov [1964:13] maneja una serie de factores que inciden directamente en el grado de deterioro del artefacto: la velocidad del trabajo y la posición de la herramienta (ángulo de utilización). Además, el grado de deterioro depende, a su vez, de la calidad de la materia prima, la forma del borde activo de uso y el tiempo de vida del artefacto [*ibid.*].

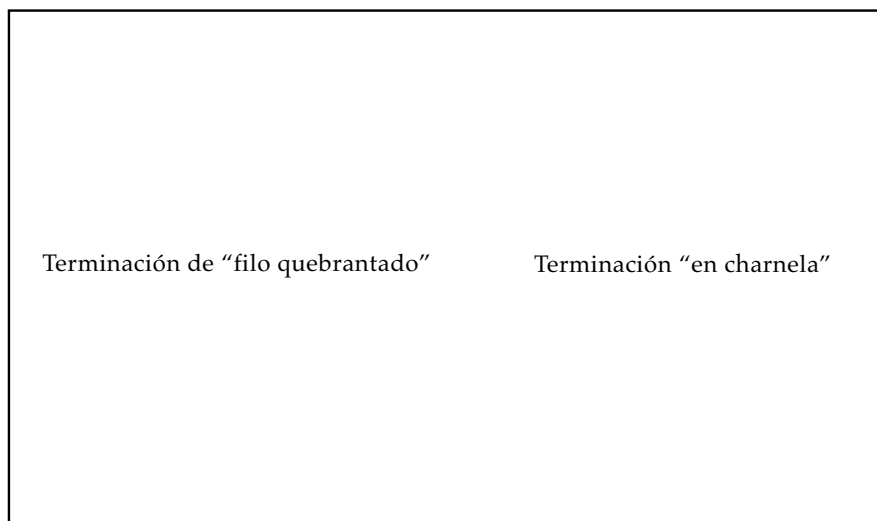
De acuerdo con la distribución de las microlaschas se han establecido ciertas clases de funcionalidades. Por ejemplo, si existe una distribución unifacial de microlaschas, el artefacto pudo servir para raspar o cepillar, en tanto que la cara sin estas saltaduras representa la superficie a la que se aplicó la fuerza de trabajo [Lewenstein, 1990:408]. Por el contrario, si estas evidencias se presentan de forma bifacial, pueden indicar que el artefacto fue empleado para cortar o aserrar [*ibid.*].

La morfología de las terminaciones de las cicatrices es fundamental para asignar funcionalidades probables de los artefactos. Las formas más representadas son las terminaciones *snap* o de “filo quebrado”, la terminación

⁶ Aún así, es complicado discernir entre microastillamientos producidos por agentes culturales o naturales. Si se ha establecido que un astillamiento que presente un patrón ordenado, más o menos lineal, puede catalogarse como una transformación de índole cultural, ¿cómo sabemos que nuestra inferencia es plausible? Es probable que también se presenten astillamientos producidos por agentes naturales, cuya ordenación puede ser confundida con un proceso cultural de transformación o utilización de la materia pétreo. Discernir entre estos dos tipos de agentes productores de modificaciones en los bordes de utilización de implementos líticos es una labor que aún debe teorizarse y explicitarse, sobre todo con principios angulares de la arqueología conductual, una labor que rebasa los alcances de este escrito.

“gradual”, la terminación en “charnela” y la terminación “abrupta” o “escalonada” (Figura 1).

FIGURA 1. Tipos de terminación de miscrolascas



Figuras tomadas de Lewenstein [1990: 408-409, 412], adaptadas por el autor.

- b) Pulimento: otra afectación frecuente que presentan los utensilios de piedra es el frotamiento, también llamado pulimento. El pulimento llega a conformar bordes redondeados o alisados. Estos fenómenos son ocasionados por el contacto del artefacto con el objeto trabajado, especialmente en la superficie de trabajo, y provocado por el movimiento de uso [Vaughan, 1985:12; Semenov, 1964:14]. El pulimento es producido por la abrasión que sufre el material lítico al trabajar cierta clase de materia [Lewenstein, 1990:419], además de ser un buen indicador de actividades productivas pretéritas. Sin embargo, es necesario tomar en consideración los procesos naturales de transformación de la materia para aventurarnos a aseverar ciertas actividades. Dentro de los estudios abrasivos del pulimento se encuentran las investigaciones conocidas como análisis de micropulimento. Estos estudios basan sus observaciones en el empleo de microscopios de alta magnificación para identificar la localización exacta, la morfología y las calidades específicas del tipo de pulimento [Vaughan, 1985:12 y s].

- c) Estriaciones: estas marcas de uso son pequeños rasguños lineales que aparecen, tanto en grupos como aisladamente, a lo largo del margen de una herramienta [Lewenstein, 1990:415], y son elementos muy importantes para asignar la funcionalidad probable de un artefacto [*ibid.*]. También es necesario comentar que estos estudios se pueden enriquecer con la identificación de otros patrones, como la simetría de distribución, la profundidad, el largo y ancho de las estrías y la anchura de las bandas de las estriaciones [*ibid.*]. De acuerdo con la distribución del conjunto de estrías se pueden asignar funciones probables de los artefactos. Claro está que debe mediar una experimentación previa con agentes erosivos y de desgaste de índole natural. Sólo así podremos argumentar con mayor certeza la función de un instrumento de piedra tallada.

Procesos de transformación del registro arqueológico (arqueología conductual schifferiana)

La investigación de Michael Schiffer, titulada *Behavioral Archeology* [1976], abrió un nuevo campo de inferencia y análisis en la disciplina arqueológica. El autor teorizó sobre los procesos de transformación del registro arqueológico, tanto naturales como culturales. Otra obra de suma importancia sobre lo anterior es la titulada *Formation Processes of the Archaeological Record* [1996], en la que se profundiza con mayor amplitud y precisión sobre estos aspectos de alteración del registro arqueológico.

Aquí nos referiremos sólo a los agentes naturales de transformación, aunque lo anterior no quiere decir que los procesos culturales de transformación no intervengan directamente sobre los materiales líticos. Por solo citar un ejemplo, la misma excavación arqueológica constituye un proceso de perturbación, alterando las calidades espaciales y morfológicas tanto del contexto como de sus componentes artefactuales.⁷ Sin embargo, se hará mención del pisoteo (*trampling*), enmarcado dentro de los procesos culturales de transformación.

⁷ El lector puede remitirse a Schiffer [1996] para ampliar la explicitación sobre los diversos agentes culturales de transformación del registro arqueológico. De hecho, toda investigación arqueológica seria debe remitirse a los postulados de este autor, sobre todo para evaluar la calidad de los referentes empíricos y, además, para formular hipótesis mejor sustentadas. Por ejemplo, la mayoría de nosotros, como arqueólogos, nos hemos topado con materiales que presentan las "huellas de uso" de la excavación. Tal es el caso de la cerámica, lítica o algunas estructuras arquitectónicas que acusan despostillamientos o rasguños producidos por la cucharilla del excavador.

Procesos de formación del registro arqueológico

Los procesos de formación son todos aquellos eventos, actividades y procesos que afectan a los artefactos posteriormente a su uso inicial. Estos procesos pueden ser tanto naturales como culturales [Schiffer, 1991:40]. Hablemos a continuación de los procesos naturales de afectación más relevantes.

Procesos naturales de transformación

Los procesos naturales de transformación, de acuerdo con lo establecido por Schiffer [1991; 1996], abarcan tres amplios campos: el deterioro de artefactos, la alteración de los sitios y los procesos regionales de afectación. En las siguientes líneas se hará mención del deterioro de los materiales (únicamente de la piedra), así como los procesos de perturbación vegetal y faunística dentro de la alteración de los sitios y parte de los agentes implicados en los procesos regionales de afectación.

Deterioro de los artefactos de piedra

Cuando un artefacto entra en contacto con el medio ambiente comienza a sufrir ciertas modificaciones, tanto en su morfología como en su composición.⁸ En este momento empiezan a interactuar agentes químicos, biológicos y físicos que, tanto aislados como en conjunto, reducen los artefactos hasta convertirlos en formas más estables [Schiffer, 1996:143]. Lo que se acaba de mencionar sugiere que los materiales sufren un continuo proceso de deterioro, descomposición y alteración, y llegan a nuestras manos con un bagaje muy pesado y marcado de afectaciones morfológicas y composicionales. Tomemos como referencia los procesos de afectación que sufre la piedra.

A pesar de que las rocas son uno de los materiales más resistentes de la naturaleza, las afectan muchos procesos de deterioro. Sin embargo,

[...] various minerals and rocks differ greatly in chemical composition, isotropy, porosity, grain size, thermal conductivity, and other properties that influence their susceptibility to specific agents of decay. Although one cannot generalize to all stone artifacts as a group, a number of common processes affect many types of stone in many environments [Schiffer, 1996:151 y s].

⁸ Cuando un artefacto se desvincula de la actividad humana pasa inmediatamente a formar parte del contexto arqueológico [Bate, 1998:109]. De ahí que desde el momento de deposición de cualquier clase de artefacto, éste comience a interactuar y a sufrir paulatinos procesos de deterioro o, en algunos casos, de preservación.

- a) Pátina: éste se refiere a la alteración química de la piedra, y tiende a variar de acuerdo con la composición química, color, textura de la superficie y el reflejo de la luz [*ibid.*:152]. Estos patrones pueden simularse en trabajos de laboratorio. Como puede notarse, la formación de una pátina es producto del accionar del intemperismo sobre el material pétreo, donde los agentes químicos, físicos y biológicos tienden a descomponer paulatinamente el material. El agua es uno de los agentes más agresivos en este tipo de afectaciones.

En términos analíticos, la pátina puede ser confundida con un pulimento sobre la pieza y dar pie a interpretaciones erróneas, razón por la cual es necesario discernir entre estos dos diferentes aspectos de modificación.

Dentro de los aspectos químicos de afectación tenemos las diferentes clases de ácidos que disgregan las rocas, mientras que la interacción con organismos vivos tiende a modificar la coloración original del material.

- b) Hidratación: si el material pétreo se encuentra en continuo contacto con fuentes hídricas, éste penetrará en la composición interna de la roca y producirá, a largo o corto plazo, el proceso de exfoliación y fractura [*ibid.*:154]. Este mecanismo puede llegar a confundirse con un microastillamiento, aunque puede discernirse por el patrón de ordenamiento del astillamiento de la(s) lasca(s), aunque con sus respectivas reservas. La humedad que penetra en la estructura de la roca se puede mover en tres direcciones: movimiento ascendente, descendente y lateral [García, 2001:125]. No obstante, la movilidad de la humedad dependerá de la composición y el patrón de porosidad de la piedra.
- c) Ciclos de congelamiento: este proceso de afectación se presenta por lo general en rocas como el granito o el basalto [Schiffer, 1996:154]. Este proceso es muy destructivo, ya que la humedad se infiltra en los poros de las rocas y, una vez que inicia el proceso de congelamiento, el agua se convierte en cristales de roca. Estos cristales disgregan y abren cada vez más los poros de las piedras, acelerando el proceso de exfoliación.
- d) Contracción y dilatación: podemos ejemplificar este proceso con la siguiente nota:

Thermal shock, created by expansion and contraction of stone under the influence of sunlight, can produce cracks in large blocks, which also makes them vulnerable to freeze-thaw cycles and other processes [Torraca *apud* Schiffer, 1996:154].

- e) Agentes hídricos: el arrastre de los materiales por los cauces de ríos, arroyos o escorrentías de agua produce el choque de piedras o guijarros contra los materiales arqueológicos. En el caso de los artefactos líticos, estos choques traerán como consecuencia el despostillamiento de lascas y microlascas, así como abrasiones de diversas magnitudes [*ibid.*:155].
- f) Erosión salina: este tipo de alteración destruye paulatinamente la superficie exterior de la roca, produciendo oquedades que pueden acelerar las afectaciones provocadas por el congelamiento. Para que esta variante de afectación se presente, debe existir una fuente de agua salina y una superficie sujeta a evaporación periódica [*ibid.*]. Cuando el ingreso de sales en la roca es muy intenso, tienden a precipitarse en la superficie exterior los componentes salinos, los cuales se expanden y provocan la formación de estrías por la exfoliación de las partes afectadas [*ibid.*:156].⁹

Alteración de los sitios

Todo sitio arqueológico o depósito es afectado y originado por los procesos ambientales de formación. Dentro de estos procesos se encuentran los originados por los suelos y sedimentos, la perturbación faunística y vegetal, los procesos de congelamiento e intrusión, deposición por gravedad de sedimentos, perturbación eólica, entre otros mecanismos de alteración. Aquí solamente hablaremos sobre la perturbación faunística y vegetal, haciendo al lector la referencia obligada si le interesan los agentes de formación y transformación restantes [Schiffer, 1996:199].

- a) Perturbación faunística: los depósitos arqueológicos son alterados y modificados por las distintas clases de organismos vivos. Intervienen en estas modificaciones desde los gusanos hasta los vertebrados superiores que interactúan con los depósitos y componentes. Estos organismos intruyen en los contextos arqueológicos al hacer en ellos sus madrigueras, y dejan indicios químicos de su presencia (secreciones, por ejemplo).

La principal afectación provocada por los organismos que subsisten en el subsuelo es la intrusión de materiales o componentes en capas inferiores (llamado también movimiento vertical), aunque también intruyen sedimentos en diferentes

⁹ Claro está que el grado de inserción de líquidos, así como la eventual formación de sales al interior de la roca dependerá del grado de porosidad y de la resistencia original de la matriz pétreo. Las calidades esenciales de las rocas, así como sus diversos procesos de afectación, se pueden revisar de manera clara y simple en García [2001].

tipos de depósitos. En ocasiones estas modificaciones se centran, en gran medida, en las calidades del depósito arqueológico y los movimientos de componentes artefactuales y estratigráficos hacia niveles inferiores, o superiores.

Por su parte, los animales que hurgan en la superficie, como los conejos, zorros, perros de la pradera, termitas y roedores, construyen túneles y madrigueras [*ibid.*:208] de diferentes dimensiones, lo cual provoca disturbios. De la misma manera, los organismos que habitan en la superficie provocan movimientos verticales de los componentes de los contextos arqueológicos [*ibid.*]. Los animales subterráneos también pueden provocar rasguños en los materiales (al construir sus madrigueras y túneles) que, de no ser bien identificados, pueden confundirse con estrías de uso. Ya dijimos que se puede discernir entre las afectaciones naturales y culturales de acuerdo con la ordenación de las modificaciones, aunque esto no es una constante en todos los casos.

De igual manera, es conveniente argumentar que si se pretenden realizar estudios abocados a los residuos que se presentan en los bordes de uso de los artefactos líticos, es irremediable tomar en cuenta los procesos faunísticos de afectación e interacción. Decimos lo anterior debido a que las secreciones, los restos de flora, alimento, etcétera, que lleguen a contener los agentes animales al entrar en interacción directa con los depósitos y componentes artefactuales, pueden contaminar y dejar “rastros falsos” de actividades productivas, reflejadas en los bordes activos de uso de los utensilios de piedra tallada.¹⁰

b) Perturbación vegetal: la perturbación ocasionada por la acción vegetal es producida en su totalidad por la acción de las raíces. Las raíces pueden

¹⁰ Tomar en cuenta a lo anterior resulta indispensable, sobre todo si se pretenden realizar estudios de residuos orgánicos (hemoglobina, lípidos) en cualquier clase de artefacto arqueológico (esto también es aplicable para las estructuras arquitectónicas, por ejemplo, los pisos de estuco o de lodo apisonado, o incluso para la asignación de “áreas de actividad”). Esto permitirá inferir patrones conductuales con un menor grado de error. Por ejemplo, si se estudian los microrrestos del borde activo de un cuchillo de calcedonia, deben tomarse en cuenta a los procesos de perturbación animal del contexto arqueológico. Se dice esto debido a que se pueden asignar funciones erróneas de acuerdo con los restos perpetuados en el borde de uso del artefacto. En otras palabras si se presentan en dicho cuchillo restos orgánicos de un animal determinado, esto no quiere decir que el utensilio se empleó para cortar a ese animal. Es necesario revisar el contexto de aparición y el registro de excavación, dado que pudieron intruir en diversas capas estratigráficas animales que pudieron contaminar con secreciones los componentes del contexto arqueológico. Lo mismo podría decirse para las fibras vegetales en un artefacto lítico, dado que éstas podrían haberse depositado cerca del artefacto a causa de los múltiples procesos de transformación del registro arqueológico.

fracturar, presionar y trasladar espacialmente los artefactos enterrados [*ibid.*:210]. Este proceso puede provocar astillamiento en los niveles micro o macro, y confundir al analista acerca del retoque de cierta clase de artefacto. Asimismo, la interacción directa de las raíces y su crecimiento continuo tienden a oscurecer los depósitos arqueológicos y dificultar la identificación de capas estratigráficas. Además, la acción de las raíces produce la redeposición de componentes artefactuales, al adherirse éstos a las raíces [*ibid.*:211 y s], lo cual se une a la presión y fragmentación del artefacto.

Procesos regionales de afectación

Los procesos regionales de afectación constituyen una amplia gama de agentes de modificación, tanto de sitios o depósitos arqueológicos como de materiales arqueológicos diversos. Entre los procesos de afectación más importantes destacan el vulcanismo, los procesos eólicos de desgaste, los procesos hidrológicos (mantos freáticos, lagos, cuerpos de agua), glaciaciones, procesos aluviales y coluviales, así como la erosión. En las siguientes líneas se hará mención únicamente de los procesos eólicos, hídricos y erosivos, aunque esto no quiere decir que los demás procesos de afectación no son importantes para validar las inferencias sobre la funcionalidad de los artefactos líticos a través del análisis de huellas microscópicas de uso.

1. Procesos eólicos de alteración

La erosión eólica se presenta cuando los sedimentos no consolidados (o los materiales arqueológicos mismos) son expuestos a la acción del viento [*ibid.*:238 y s]. Básicamente la modificación que produce la acción erosiva del viento es la abrasión paulatina de la superficie afectada, creando una textura desgastada, pulida y porosa. En artefactos líticos este proceso puede confundirse con el pulimento creado al trabajar cierta clase de materiales.

2. Procesos hídricos de alteración

Este tipo de afectación tiende a producir el desgaste paulatino de los artefactos y sitios. Cuando los artefactos son arrastrados por una corriente de agua tienden a presentar bordes redondeados y desgastados (por ejemplo, los cantos rodados), así como fracturas y desprendimientos del material o artefacto en cuestión. De igual manera, los procesos hídricos aceleran el proceso de deterioro químico del elemento.

3. Erosión

Este proceso está íntimamente relacionado con la erosión hídrica mencionada en el párrafo anterior. Este mecanismo es responsable de transportar hacia lugares más bajos, por la acción de la gravedad, distintas clases de materiales por mecanismos fluviales de transportación [*ibid.*:251]. De igual manera, la erosión mueve partículas pequeñas y grandes, de ahí que cualquier sitio, yacimiento o material arqueológico ubicado topográficamente en una ladera, sea muy susceptible de sufrir este proceso de deterioro y transporte [*ibid.*].

Los resultados que se obtienen mediante este tipo de alteraciones son similares a los mencionados en el apartado de agentes hídricos de afectación, y no conviene mencionarlos de nueva cuenta.

4. Pisoteo (*Trampling*)

Este proceso de afectación se enmarca dentro de los procesos culturales de transformación, y se refiere al deterioro que sufren los materiales arqueológicos al ser pisados paulatinamente por humanos, animales, apisonadoras, etcétera. El resultado de este fenómeno es la creación de microastillamientos y despostillamientos que el analista podría confundir con modificaciones culturales. Posiblemente se pueda discernir este proceso de una alteración cultural mediante el patrón de ordenación del astillamiento; sin embargo, en este campo resulta imprescindible teorizar y experimentar un poco más.¹¹

Observación microscópica

La primera parte de esta saga es la observación microscópica de los utensilios líticos. Como primer paso es necesario tener los contactos pertinentes con instituciones o laboratorios que permitan efectuar este tipo de investigaciones, eso sin dejar de lado el aspecto financiero con el que se costearán los estudios. Por tal motivo, este proceso puede requerir una inversión considerable de tiempo.

Una vez terminado el trámite necesario y habiendo establecido contacto con la institución o laboratorio indicado, los pasos siguientes de la investigación son:

¹¹ El ejemplo más claro sobre este tópico es el siguiente: ¿qué tal si un animal de ganado pasa sobre un artefacto lítico determinado? Lo más seguro es que despostille una parte del utensilio, provocando una muesca que podría confundir al analista. Tal vez se trate de una lasca no modificada, pero, con la aparición de esta muesca natural (que podría ser confundida con una modificación cultural), el encargado del análisis lítico podría creer que la pieza es un instrumento con muesca o un instrumento denticulado.

1. Limpieza de la superficie a observar

Para hacerlo, es suficiente lavar la pieza con agua y jabón neutro [Mirambell, 1994:111], aunque también puede emplearse ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) diluido en un rango del 20 al 30 por ciento, o incluso con agua oxigenada tibia (H_2O_2), aunque se sigue experimentando al respecto [*ibid.*:110 y s]. También puede utilizarse alcohol metílico para limpiar las impurezas de las superficies del utensilio [Kay, 1996:320].

2. Preparación para la observación

Se puede emplear la argentación, donde se emplea una solución de nitrato de plata al 10 por ciento que tiende a eliminar la transparencia y permite observar el microrrelieve de la pieza [Mirambell, 1994:110]. También se pueden emplear filtros de diferentes tonalidades adaptados al microscopio [*ibid.*]. Posteriormente se realiza el montaje de las piezas y las sujeciones convenientes para su observación directa en el microscopio.

3. Observación en el microscopio

El equipo básico para iniciar estos análisis es la lupa binocular [Semenov, 1964:22; Mirambell, 1994:112], ya que ésta permite estudiar superficies en luces reflejantes. Las magnificaciones visuales que se obtienen con esta herramienta son de aproximadamente 40x.

Otros mecanismos de magnificación más poderosos son los efectuados con microscopios metalográficos y electrónicos, cuyas magnificaciones varían entre 200 y 5000x [Lewenstein, 1990:407; Vaughan, 1985:10; Andrefsky, 2001:5]. Es conveniente comentar que la elección del mecanismo de observación puede variar de acuerdo con los objetivos de investigación, así como de los aspectos financieros y temporales asignados a la misma.¹² Como expone claramente Lewenstein:

En relación al estudio de las herramientas líticas, no existe un nivel ideal de aumento. La decisión de emplear un cierto grado de aumento óptico para obser-

¹² No se obtienen los mismos resultados tras un análisis microscópico de huellas de uso con un microscopio de 40 aumentos y uno de 5000. Obviamente los resultados diferirán en función de las preguntas iniciales de la investigación. Por ejemplo, para evidenciar morfologías de microastillamiento o "saltaduras" de la materia prima sobre los bordes activos de uso, conviene utilizar un microscopio con 40 aumentos. Si, por el contrario, se desean observar las calidades esenciales de la composición de la roca, su morfología de cristalización y cementación, la utilización de un microscopio de 5000 aumentos se vuelve imprescindible.

var una colección de herramientas usadas, se basa tanto en la cantidad de artefactos que han de ser analizados y las limitaciones de presupuesto y tiempo, como en los objetivos del estudio y la posibilidad de discernir huellas de uso dada una combinación de materia prima lítica con el nivel de aumento [1990:407].

La iluminación, por otra parte, es un aspecto fundamental para llevar a buen término las observaciones realizadas con las diferentes clases de microscopios. De hecho "*in practice the most important part of micro-analysis is lighting*" [Semenov, 1964:22]. Se puede emplear la luz integrada del microscopio, aunque también es recomendable utilizar una microlámpara de bajo voltaje e independiente del microscopio y que contenga algún dispositivo portafiltros [Mirambell, 1994:112]. El ángulo correcto en que se debe proyectar la luz debe fluctuar entre 45 y 10°, es decir, lo más rasante que se pueda [*ibid.*].

La parte final de estos análisis es el registro gráfico. Este registro se obtiene mediante microfotografías [Kay, 1996:323]. Las microfotografías pueden optimizarse utilizando filtros verdes y una iluminación que fluctúe entre brillante y oscuro. Lo anterior permitirá mejorar o ajustar el contraste de las microfotografías [*ibid.*]. Lo ideal para realizar esta labor es contar con un equipo fotográfico adaptado al microscopio [Mirambell 1994:114], manipulando así la incidencia de luz, el tiempo de exposición, etcétera, aunque vale la pena señalar que este proceso es un continuo ensayo de prueba y error. Quizá una experimentación con diferentes tipos de ASA y de condiciones de luminosidad permitirán llevar a cabo más ágilmente este tipo de ejercicios gráficos en un futuro próximo.

Arqueología experimental

La arqueología experimental tiene como principal finalidad "[...] probar, evaluar y explicar métodos, técnicas, supuestos, hipótesis y teorías en cualquiera de todos los niveles de la investigación arqueológica" [López y Nieto, 1986:33]. De igual manera, se pretende manipular la mayor cantidad de variables posibles para tener un universo más amplio de las diferentes situaciones de la investigación.

De acuerdo con la arqueología experimental, las finalidades que se suscitan en esta materia son la repetición controlada de artefactos, probar la validez de los resultados confrontando el dato arqueológico, cuantificar los deterioros del artefacto (o sitio) a través del tiempo y, finalmente, se encuentran las actividades etnoarqueológicas.

Conviene mencionar que adoptar esta mecánica de análisis para inferir las formaciones socioeconómicas pretéritas no nos llevaría a grandes resultados, ya

que parte de un método inductivo y no de un planteamiento general que derive hipótesis y principios puente [*ibid.*:36]. Sin embargo, su utilidad puede ser muy valiosa si se insertan en el ámbito teórico-metodológico que le corresponde, esto es, como una técnica auxiliar de repetición de materiales, cuyos datos obtendrán la categoría de hipótesis y serán corroboradas con el registro arqueológico. Debido a esto, la arqueología experimental puede constituirse como una técnica adecuada para la formulación de hipótesis de trabajo, pero no como una propuesta explicatoria que de cuenta de los procesos sociales que el arqueólogo busca (y debe) inferir.

Ahora bien, volvamos la vista hacia la manufactura contemporánea de artefactos líticos. Esta mecánica se denomina recreación lítica, y puede definirse como un conjunto de estudios que

[...] encompass a broad fields of experimental approaches to stone tool analysis and attempt to understand the mechanisms of stone fracture and how these mechanisms produce lithic artifact assemblages [Andrefsky, 2001:6].

La réplica de utensilios líticos es fundamental para confrontar, con los materiales arqueológicos analizados, si existe o no una correspondencia entre las técnicas de manufactura o, en este caso, con las diferentes clases de huellas de uso. Sin embargo, las recreaciones líticas deben ser sometidas a otros procesos de experimentación, esto es, a actividades productivas y a procesos de afectación posdeposicional, específicamente los procesos naturales y culturales de transformación del registro arqueológico. Si se realiza lo anterior es posible confrontar las huellas de uso de los materiales arqueológicos líticos con los resultados de las experimentaciones previas, y evaluar así si se efectuó una actividad determinada con algún conjunto artefactual o si, por el contrario, las evidencias del microastillamiento deben su génesis a agentes naturales de transformación.

PERSPECTIVAS SOBRE LOS ESTUDIOS MICROSCÓPICOS DE HUELLAS DE USO

Como podemos observar, el estudio sobre huellas microscópicas de uso constituye una valiosa herramienta para inferir la función probable de un artefacto de piedra tallada. No obstante, la teorización sobre los agentes naturales y culturales de transformación se vuelve imprescindible para cruzar el umbral de la inferencia arqueológica con mayor certeza y precisión.

La observación de trazas de uso “a ciegas”, puede llevarnos a erróneas interpretaciones sobre las conductas productivas pretéritas. Mencionamos lo anterior debido a que no solamente se deben observar en el microscopio los bordes activos de los utensilios líticos. Obtener las microfotografías de las morfologías del microastillamiento no lleva a determinar fehacientemente la función tecnológica original de un artefacto de piedra tallada. ¿Que pasaría si la morfología obtenida tras una actividad cultural productiva es muy similar al despostillamiento producido por agentes naturales, como, por ejemplo, el pisoteo o algún proceso regional de afectación?¹³ La única manera de minimizar esta problemática es realizar estudios experimentales de utensilios líticos y evaluar la calidad de los referentes empíricos disponibles, mediante las formulaciones teóricas de los agentes de transformación del registro arqueológico. Esto no quiere decir tampoco que para obtener un mejor acercamiento a la realidad pretérita sea necesario explicitar ampliamente cada fenómeno de alteración, dado que, además de convertirse en una labor titánica y costosa, carecería de sentido en la investigación. A menos (salvo ocasiones extraordinarias) que un sitio o depósito presente la totalidad o la mayor parte de los fenómenos de alteración comentados en líneas precedentes.

Se menciona lo anterior porque los agentes erosivos varían de región a región y casi nunca se presentan juntos. Siguiendo este razonamiento, basta con tomar en cuenta únicamente los procesos y agentes que intervienen en una región específica.

Vale la pena comentar lo siguiente. Cuando se habla de efectuar estudios microscópicos de huellas de uso, lo ideal es que los utensilios de piedra tallada que se analizarán provengan de contextos de excavación. Se prefieren los materiales extraídos de excavaciones arqueológicas porque son utensilios que se ubican en “contextos sellados” y están libres de agentes naturales y culturales

¹³ Por ejemplo, los utensilios líticos de superficie de la Región de Tula también presentan evidencias morfológicas de despostillamiento en sus bordes activos de uso aunque en el nivel macroscópico. El problema estriba en que es muy difícil discriminar entre lascas no modificadas y lascas con astillamiento intencional. Los utensilios, al estar en superficie, son sometidos a múltiples procesos de transformación, como es el caso de los procesos erosivos o el pisoteo por animales de ganado. Estas zonas son dedicadas al pastoreo, razón que dificulta la identificación correcta entre lascas simples con modificación intencional cultural, lascas no modificadas o aquellas no modificadas que sufren algún proceso de alteración natural y que adquieren morfologías similares a las de astillamiento cultural.

de afectación. Sin embargo, aun los materiales que encontramos en una excavación arqueológica estuvieron dispuestos en superficie en algún momento, por lo que sufrieron los embates de los procesos de intemperismo, erosión y disgregación de los agentes de la naturaleza. Aun así, consideramos que, independientemente de que los materiales arqueológicos recuperados en contextos de excavación hayan sido afectados por procesos naturales y culturales de transformación, es mejor utilizar materiales de esta índole para elaborar estudios microscópicos de huellas de uso. Consideramos que es preferible utilizar esta clase de materiales a los de superficie por una razón simple: los correlatos de excavación pueden ser controlados en términos espaciales y estratigráficos (siempre y cuando la excavación tenga un registro ético y riguroso). Por su parte, los utensilios de superficie pueden provenir de diferentes sitios, sectores o regiones, aunque hayan llegado a diversos espacios debido a los procesos regionales de erosión. Además podemos asociar a los diferentes artefactos de excavación con diversas estructuras, habitaciones, o incluso con indicadores de áreas de actividad. Claro está que para efectuar lo anterior es necesario evaluar la calidad de los referentes empíricos, distinguir los procesos de formación que dieron forma al depósito arqueológico excavado, así como los procesos naturales y culturales de afectación.

Ahora bien, suponiendo que ya se tienen identificados los principales agentes de alteración del registro arqueológico, es necesaria la recreación de situaciones y condiciones de afectación de estos agentes sobre los artefactos líticos. En este momento la arqueología experimental cobra sentido y relevancia, permitiendo discernir entre afectaciones de índole natural o cultural a partir de la analogía.

No obstante, la recreación de artefactos líticos debe abarcar un universo amplio y no una muestra reducida. Lo anterior quiere decir que la experimentación debe llevarse a cabo a partir de una amplia gama de materias primas, sobre las que se confeccionaron las distintas clases de conjuntos artefactuales del sitio o la región que se desee investigar. Con lo anterior nos referimos al hecho de que no es válido efectuar estos estudios únicamente en utensilios manufacturados sobre obsidiana o sílex si la cultura estudiada empleó otras materias primas para satisfacer sus necesidades productivas líticas. Llevar a cabo una investigación con esta mecánica traería como consecuencia el desprendimiento de información "sesgada", cuyo reduccionismo explicatorio no permitiría tener una visión más completa de las actividades productivas de una sociedad concreta pretérita.

Lo que se acaba de exponer nos lleva a otro cuestionamiento: ¿qué debe hacerse? Primero se deben recrear las distintas clases de utensilios líticos (puntas de proyectil, raspadores, cepillos, cuchillos, etcétera) en las distintas materias primas que la sociedad estudiada empleaba en el contexto momento (o “contexto sistémico” en la terminología de Schiffer [1990:81-93]).

El segundo paso en esta mecánica de procesamiento de los datos sería la abocada a exponer las distintas clases de artefactos recreados a diversos procesos naturales de afectación, así como someterlos a actividades productivas específicas. En este momento se tendrán que obtener las observaciones microscópicas y las microfotografías. Vale la pena señalar que también será necesario contar con alguna instalación donde se puedan realizar las experimentaciones de afectación sobre las recreaciones líticas, tanto de agentes naturales como culturales. En estas actividades se controlarían las variables de afectación naturales, como la erosión hídrica, eólica, congelación, entre otras. En el caso de las actividades culturales de transformación nos referimos al corte de carne, destazamiento de animales, corte y raspado de fibras vegetales, pieles animales, entre múltiples actividades productivas.

Finalmente, se tendrían que confrontar los resultados morfológicos de los utensilios recreados con las características vislumbradas en los artefactos arqueológicos mediante las técnicas microscópicas de análisis, diferenciando las clases de morfologías de acuerdo con las afectaciones naturales y culturales. Para realizar la citada corroboración se analizarán las distintas morfologías evidenciadas en las microfotografías. Aquí se compararán las morfologías de despostillamiento (o microastillamiento) provocadas por actividades culturales-productivas y aquellas que deban su génesis a procesos naturales. Claro está que las morfologías culturales o naturales vislumbradas sobre los utensilios recreados deberán ser confrontadas directamente con las de los materiales arqueológicos. Sólo de esta manera podremos saber si las huellas microscópicas de uso de diversos utensilios arqueológicos están relacionadas con alguna actividad tecnológica pretérita. También así podremos discriminar un microastillamiento producido por una actividad cultural de uno producido en forma natural.

Finalmente, tras realizar los dos pasos precedentes, la instancia de inferencias llegaría en este punto. Solamente realizando ejercicios de esta naturaleza podremos llegar a inferencias mejor sustentadas y a evitar la formulación de planteamientos “diagnósticos” en torno a la funcionalidad probable de un utensilio lítico. En principio, esto nos ayudará a superar el plano de la especulación y contrastación “a medias”, además de evitar la frecuente “premisa de Pompeya”.¹⁴

Por ejemplo, algunas ventajas que se podrían alcanzar con la realización de la mecánica de análisis planteada con anterioridad, es discriminar actividades productivas específicas. Teniendo en cuenta los diferentes resultados producidos por agentes naturales y culturales de transformación, podremos aislar diferentes actividades de producción. Asimismo, si se analizan diferentes materiales de excavaciones de cronologías diferentes dentro de una misma área cultural, podremos saber si se siguen practicando modos de trabajo específico a lo largo del tiempo. Esto nos llevará de la mano para caracterizar diversos modos de vida, distinguir continuidades, pervivencias o cambios estructurales en los procesos de producción y, tentativamente, distinguir entre diferentes tecnologías de producción de bienes de satisfacción social. Esto es parte de una investigación que aún se encuentra en desarrollo, pero anotamos algunas de las ventajas que se pueden desprender tras efectuar estudios de esta naturaleza.

También se podría elaborar un catálogo de las diferentes morfologías que se crean sobre diferentes utensilios de diversas materias primas tras las afectaciones naturales o culturales. Esto permitiría confrontar directamente las morfologías microscópicas de artefactos arqueológicos con aquellas registradas en dicho catálogo, además de que ahorraría una gran cantidad de tiempo. Obviamente, sería necesario realizar una gran tarea de recreación lítica y sometimiento a procesos naturales y culturales de transformación. Eso sin tomar en cuenta la amplia gama de rocas en que se puede confeccionar un artefacto lítico. Estamos conscientes de que realizar lo anterior es una labor más que titánica, pero consideramos que por algo se debe empezar.

Vemos, entonces, que el camino es largo, aunque es muy factible que los frutos serán favorables y prometedores para la inferencia de funcionalidades de los artefactos líticos arqueológicos, siempre y cuando se le asigne su verdadera importancia e injerencia en los procesos de transformación del registro arqueológico. Como podemos ver hasta ahora, eludir estos procesos tendría como resultado reducir sustancialmente nuestro campo de explicación y validación inferencial de lo social.

¹⁴ Véase la nota dos de este ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

Andrefsky, William

2001 *Lithics. Macroscopic approaches to analysis*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bate, Luis Felipe

1971 "Material lítico: metodología de clasificación", en *Noticiero Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*, Santiago de Chile.

1998 *El proceso de investigación en arqueología*, Barcelona, Crítica.

Castillo, Stephen

2003 *Tepetitlán, Hidalgo en el Posclásico: un acercamiento al modo de vida mediante los utensilios líticos*, tesis de licenciatura en Arqueología, México, ENAH.

Fournier, Patricia

1997 "Teoría y praxis de la arqueología social: la inferencia de procesos económicos con base en conjuntos artefactuales", en *Actualidades Arqueológicas*, núm. 12, pp. 1-6.

García, Valeria

2001 "Conservación preventiva de materiales arqueológicos pétreos", en Schneider Glantz, Renata (comp.), *Conservación in situ de materiales arqueológicos. Un manual*, México, CONACULTA, INAH.

Kay, Marvin

1996 "Microwear Analysis of Some Clovis and Experimental Chipped Stone Tools", en Odell, George (ed.), *Stone tools. Theoretical insights into human prehistory*, Nueva York, Plenum Press, pp. 315-344.

Keeley, Lawrence

1980 *Experimental determination of stone tool uses: a microwear analysis*, Estados Unidos, University of Chicago Press.

Lewenstein, Suzanne

1990 "La función de los artefactos líticos por medio del análisis de huellas de uso", en Soto de Arechavaleta (ed.), *Nuevos enfoques en el estudio de la lítica*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas, pp. 405-429.

López Aguilar, Fernando y Rosalía Nieto Calleja

1986 "Comentarios sobre la arqueología experimental aplicada a la repetición de artefactos", en *Boletín de Antropología Americana*, núm. 11, pp. 33-37.

Mirambell, Lorena

1994 "Fundamentos sobre el estudio de huellas de uso en materiales líticos arqueológicos", en *Anales de Antropología*, vol. 31, México, UNAM, IIA.

Odell, George

1977 *The Application of Micro-wear Analysis to the Lithic Component of an Entire Prehistoric Settlement: Methods, Problems and Functional Reconstructions*, tesis

de doctorado, Massachusetts, Universidad de Harvard, Departamento de Antropología.

Schiffer, Michael

- 1976 *Behavioral Archeology*, Nueva York, Academic Press.
- 1988 "Existe una 'premisa de Pompeya' en arqueología?", en *Boletín de Antropología Americana* núm. 18, pp. 5-31.
- 1990 "Contexto arqueológico y contexto sistémico", en *Boletín de Antropología Americana*, núm. 22, pp. 81-93.
- 1991 "Los procesos de formación del registro arqueológico", en *Boletín de Antropología Americana*, núm. 23, pp. 39-45.
- 1996 *Formation Processes of the Archaeological Record*, Estados Unidos, University of Utah Press.

Semenov, S. A.

- 1964 *Prehistoric technology*, Londres, Cory Adams-Mackay.

Vaughan, Patrick

- 1985 *Use-wear Analysis of Flaked Stone Tools*, Estados Unidos, The University of Arizona Press.