

Métodos y técnicas arqueológicas

Articulando teoría y práctica

Norma Ratto, María Agustina Ramos van Raap,
Violeta Di Prado, y Marcela Leipus

n
naturales

FACULTAD DE
CIENCIAS NATURALES Y MUSEO


EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

MÉTODOS Y TÉCNICAS ARQUEOLÓGICAS

ARTICULANDO TEORÍA Y PRÁCTICA

Norma Ratto

María Agustina Ramos van Raap

Violeta Di Prado

Marcela Leipus

(Coordinadoras)

Facultad de Ciencias Naturales y Museo



A quienes nos precedieron y abrieron camino en la construcción de esta disciplina; a quienes, con su trabajo, preguntas y debates, hicieron posible que hoy sigamos investigando. Este libro de Cátedra se inscribe en ese recorrido colectivo, hecho de continuidades, revisiones y aprendizajes compartidos.

Agradecimientos

A las cohortes de estudiantes que, con sus preguntas, intereses y recorridos, nos impulsaron a diseñar y escribir esta obra didáctica, orientada al aprendizaje y a la formación de futuras generaciones en el campo de la arqueología.

Índice

Presentación

<i>Mariano Bonomo</i>	8
-----------------------	---

Introducción	11
---------------------	----

Capítulo 1

De paradigmas, corrientes teóricas, conceptos, unidades y la construcción del dato

<i>Norma Ratto</i>	14
--------------------	----

Introducción	14
--------------	----

Parte I. Posicionamientos teóricos, paradigmas metafísicos, métodos de inferencia y construcción de hipótesis	15
---	----

Parte II. Diseños de investigación y distintos tipos de unidades	23
--	----

Box temático. El diseño de investigación como proceso iterativo: aprendizajes desde el sur pampeano, <i>por Gustavo Martínez</i>	30
--	----

Parte III. Arqueología de gestión en clave estudios de impacto arqueológico	35
---	----

Cerrando el recorrido	43
-----------------------	----

Capítulo 2

El registro arqueológico y los procesos de formación más allá de los marcos teóricos

<i>Violeta Di Prado y María Agustina Ramos van Raap</i>	46
---	----

Introducción	46
--------------	----

Cultura material, registro arqueológico y evidencia arqueológica ¿son sinónimos?	46
--	----

Sobre los factores que condicionan el descubrimiento y las propiedades del registro arqueológico	50
--	----

¿Qué son y cómo se clasifican los procesos de formación de sitios?	55
--	----

¿Para qué sirve estudiar los PFC?	59
-----------------------------------	----

¿Cómo se estudian los procesos de formación (PF)?	63
---	----

Box temático. Etnoarqueología y su aporte a los procesos de formación, <i>por Gustavo Politis</i>	65
---	----

Box temático. Tafonomía y Arqueología, <i>por María Gutiérrez y Luis Borrero</i>	71
--	----

Ejemplo integrador: registro arqueológico y procesos de formación en un sitio	
---	--

a cielo abierto _____	75
Cerrando el recorrido _____	75

Capítulo 3

Prácticas alfareras: preguntas de investigación, herramientas teórico-metodológicas y estrategias de análisis

<i>Violeta Di Prado</i> _____	78
-------------------------------	----

Introducción _____	78
Preguntas de investigación y herramientas teórico-metodológicas _____	79
¿Cómo iniciamos el análisis? _____	83
Lo que nos dice la pasta cerámica _____	84
Lo que nos dicen las superficies cerámicas _____	87
Box temático. La tecnología del color en la cerámica: materiales, saberes y prácticas, <i>por</i> <i>Marcela Sepúlveda</i> _____	93
Lo que nos dicen la forma y las dimensiones de las vasijas _____	100
Box temático. El análisis de residuos orgánicos en cerámicas arqueológicas, <i>por Irene Lantos</i> _____	103
Cerrando el recorrido _____	107

Capítulo 4

Materiales líticos: tecnología, métodos de análisis y estudios de caso

<i>Marcela Leipus</i> _____	112
-----------------------------	-----

Introducción _____	112
Tecnología lítica, concepto de artefacto y variabilidad de los conjuntos _____	112
Recursos líticos y paisajes de aprovisionamiento _____	114
Secuencias de producción, organización tecnológica y cadenas operativas _____	117
Categorías y niveles de clasificación: tipológicos, tecnológicos y funcionales _____	121
Estudios tecnológicos en macro y microescala _____	128
Rastros tecnológicos y postdepositacionales _____	132
Métodos y técnicas arqueométricas aplicadas al estudio de conjuntos líticos _____	136
Criterios, preguntas e integración interpretativa en arqueología _____	139
Cerrando el recorrido _____	142

Capítulo 5

Los restos arqueobotánicos y sus técnicas analíticas

<i>María Agustina Ramos van Raap</i> _____	144
--	-----

Introducción _____	144
Los restos vegetales en el registro arqueológico _____	145

Los microrrestos vegetales	146
Box temático. Análisis de fitolitos en sedimentos de contextos arqueológicos como proxy para la reconstrucción paleoambiental y la interpretación de prácticas antrópicas relacionadas con el uso de las plantas, <i>por María de los Milagros Colobig</i>	159
Los macrorrestos vegetales	163
Cerrando el recorrido	171

Capítulo 6

Biomateriales y técnicas analíticas

<i>Norma Ratto y Diego Andreoni</i>	176
Introducción: ¿qué entendemos por biomateriales en arqueología?	176
Cadenas operativas y subcadenas en el estudio de biomateriales	178
Ejes de análisis para los distintos biomateriales: cueros y pieles, malacológicos, cestería y textiles	181
Box temático. Análisis químico de textiles: fibras naturales y colorantes orgánicos, <i>por Marta Maier</i>	205
Balance y proyecciones para el estudio de los biomateriales	208

Capítulo 7

La minería prehispánica y sus técnicas analíticas

<i>Norma Ratto y María Florencia Becerra</i>	213
Introducción	213
La minería como vector social y simbólico	214
Cadena operativa y evidencia arqueológica	218
Técnicas de manufactura de objetos de metal	221
Técnicas arqueométricas: qué miran, hasta dónde llegan y qué preguntas permiten	227
Box temático. Análisis isotópicos y su aplicación en arqueometalurgia, <i>por María Florencia Becerra</i>	230
Casos de estudio: recorrido de un proceso de investigación	232
Cerrando el recorrido	235

Conclusiones	239
---------------------	-----

Glosario	241
-----------------	-----

Los autores	258
--------------------	-----

Presentación

Métodos y técnicas arqueológicas. Articulando teoría y práctica, coordinado por Norma Ratto, María Agustina Ramos van Raap, Violeta Di Prado y Marcela Leipus, es el resultado de una experiencia colectiva de docencia, investigación y reflexión crítica desarrollada por las docentes de la cátedra Métodos y Técnicas de la Investigación Arqueológica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. Esta asignatura, ubicada en el tramo final de los cinco años de formación de la Licenciatura en Antropología, tiene la responsabilidad de acompañar a las y los estudiantes en la transición hacia el ejercicio profesional de la arqueología, brindándoles herramientas conceptuales y técnicas para la construcción rigurosa del conocimiento arqueológico. En este sentido, el libro pone de relieve la importancia de los antecedentes como punto de partida, la pluralidad de enfoques teóricos para abordar la complejidad del registro arqueológico y, con ello, la variabilidad del comportamiento a lo largo de la historia de la humanidad. Ofrece un panorama actualizado de los análisis disponibles y de su aplicación a diferentes materiales para resolver problemas concretos, al tiempo que enfatiza el carácter inter y multidisciplinario de la práctica arqueológica, tanto en el ámbito académico-científico como en el profesional. Esta articulación entre disciplinas constituye una marca característica de nuestra institución, que vio nacer y desarrollarse, a nivel nacional, subdisciplinas clave como la zooarqueología, la paleoecología y la etnobotánica.

La obra se inscribe en la colección *Libros de Cátedra* de la Editorial de la Universidad Nacional de La Plata y se suma a otras seis publicaciones producidas por distintas asignaturas de la carrera, que constituyen un aporte sustantivo a una enseñanza superior de calidad. La elaboración de estos libros implica un esfuerzo considerable por parte de los equipos docentes, que transforman materiales de clase en obras de consulta permanente, disponibles en acceso abierto a través del repositorio institucional Sedici (<https://sedici.unlp.edu.ar/>). Este esfuerzo adquiere un valor adicional en el contexto social y político actual, marcado por el desfinanciamiento de la universidad pública y del sistema científico nacional, y reafirma el compromiso de la UNLP con la producción y democratización del conocimiento.

El libro reúne a un destacado equipo interdisciplinario de investigadoras e investigadores con amplia trayectoria en arqueología, vinculados a universidades y centros de investigación de Argentina -como la UNLP, la UBA, la UNICEN y el CONICET- y a la Universidad de Tarapacá, en Chile. Sus trayectorias abarcan enfoques arqueométricos, tafonómicos, arqueobotánicos, zooarqueológicos y químicos, así como estudios sobre el poblamiento americano, las tecnologías originarias, las prácticas alimentarias, la gestión patrimonial y las relaciones socioambientales en diversas regiones del país y de Sudamérica. Esta diversidad de perspectivas, junto con su

experiencia en docencia de grado y posgrado, proyectos nacionales e internacionales, extensión universitaria y gestión académica, garantiza una visión plural sobre los temas abordados.

En términos de contenidos, la obra propone un recorrido integral por los fundamentos teóricos y metodológicos de la investigación arqueológica, articulando discusiones conceptuales con herramientas técnicas y casos de estudio. Los primeros capítulos presentan los principales paradigmas y enfoques teóricos que orientan la construcción del dato arqueológico, las decisiones metodológicas y los diseños de investigación, incluyendo la arqueología de gestión y los estudios de impacto arqueológico. Se reflexiona sobre la naturaleza del registro arqueológico y los procesos de formación de sitios, integrando aportes de los estudios actualísticos de la tafonomía y de la etnoarqueología, que contribuyen a acotar los horizontes interpretativos. Los capítulos dedicados a la cerámica y a los artefactos líticos abordan la tecnología y las cadenas operativas, incorporando no solo aproximaciones tecno-económicas sino también el estudio del lenguaje visual y simbólico codificado en la cultura material. La sección sobre arqueobotánica desarrolla el potencial de los macrorrestos y microrrestos vegetales para la reconstrucción paleoambiental y el análisis de las prácticas sociales del pasado, destacando cómo estos enfoques han transformado nuestra comprensión del uso pretérito de las plantas, anteriormente sesgada por las condiciones de preservación de los macrorrestos en ambientes particulares.

El libro se amplía luego hacia el estudio de diversos biomateriales -cueros, fibras, textiles, cestería y materiales malacológicos- y hacia la minería y la metalurgia prehispánica andina, integrando nuevamente las cadenas operativas y los procesos de manufactura mediante métodos arqueométricos, incluidos los fructíferos análisis isotópicos. Al igual que en otros libros de cátedra, los capítulos se enriquecen con box temáticos elaborados por especialistas invitados/as, que profundizan en metodologías, subdisciplinas y estudios de caso, funcionando como ventanas que ilustran aplicaciones concretas de técnicas y miradas sobre cómo estudiar procesos de larga duración. A las conclusiones que resumen los aportes de la obra se suma un glosario que sistematiza conceptos teórico-metodológicos y materialidades, facilitando la lectura, homogeneizando el lenguaje y contribuyendo a la formación académica de las y los estudiantes con precisión terminológica.

Un rasgo distintivo del libro es la atención puesta en las estrategias analíticas multiescales y multiproxy, que articulan distintas líneas de evidencia fisicoquímicas, mineralógicas y elementales. Asimismo, se destaca la reflexión sobre la necesidad de protocolos específicos de recuperación, muestreo, descripción y conservación de los materiales, el desarrollo de colecciones de referencia y la experimentación como herramienta para generar ideas a contrastar con el registro arqueológico. Como se menciona en las conclusiones, la obra constituye una guía y no agota todas las unidades del programa de la materia, muchas de las cuales -como ciertas metodologías de campo- se abordan con bibliografía específica durante las clases.

Finalmente, esta obra trasciende el ámbito de la cátedra y de la Facultad al reunir en lengua castellana una vasta información producida en distintos campos disciplinares, países e idiomas, y se constituye en un material didáctico de utilidad para la docencia universitaria en Argentina y

en otros países de la región. En un contexto en el que gran parte de los manuales sobre métodos y técnicas arqueológicas provienen de producciones anglosajonas, este libro cubre un área significativa al ofrecer un texto de producción nacional que refleja las particularidades de la práctica arqueológica local, sus condiciones de trabajo, marcos institucionales y limitaciones presupuestarias. Se trata, en definitiva, de una contribución sustantiva a la formación de nuevas generaciones de arqueólogas y arqueólogos y al fortalecimiento de una arqueología crítica, rigurosa y situada.

Dr. Mariano Bonomo

CONICET - División Arqueología del Museo de La Plata

Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata

Introducción

Este libro surge de una larga trayectoria de reflexión, práctica docente y trabajo colectivo en el marco de la asignatura **Métodos y Técnicas de la Investigación Arqueológica**, correspondiente a la carrera de Licenciatura en Antropología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. Su objetivo principal es ofrecer al estudiantado -y a la comunidad académica en general- una obra que articule de manera integrada los enfoques metodológicos, las técnicas analíticas y los marcos conceptuales que estructuran la práctica arqueológica contemporánea.

La arqueología es una disciplina intrínsecamente diversa, tanto en sus escalas de análisis como en las herramientas que emplea para construir conocimiento sobre el pasado. Desde los diseños de investigación y los trabajos de campo, pasando por los procesos de formación del registro, hasta los análisis de laboratorio y la interpretación de la cultura material, cada etapa del proceso investigativo implica decisiones teóricas, metodológicas y técnicas que condicionan los datos producidos y, en consecuencia, las lecturas posibles. En este sentido, el libro se propone fortalecer la comprensión crítica de esa trama compleja, enfatizando la necesaria coherencia entre los objetivos de investigación, las unidades de análisis seleccionadas y los métodos y técnicas utilizados para construir los datos arqueológicos.

La obra está organizada en siete capítulos que abordan, de manera articulada, dos grandes ejes de la práctica arqueológica. Por un lado, aquellos vinculados con el trabajo en terreno, tanto a escala regional como de sitio, incluyendo la reflexión sobre los procesos de formación del registro arqueológico. Por otro lado, los capítulos centrados en el estudio de distintas clases de materiales -cerámicos, líticos, arqueobotánicos, biomateriales y evidencias de minería prehispánica- y en las técnicas analíticas y arqueométricas que permiten su caracterización. Este recorrido busca ofrecer una mirada integrada del quehacer arqueológico, evitando la fragmentación entre “teoría”, “método” y “técnica”, y resaltando su mutua interdependencia.

El objetivo principal de este libro es producir un texto que funcione como una herramienta formativa sólida, no sólo en términos de contenidos, sino también desde una perspectiva didáctica. Se busca acompañar al estudiantado en la consolidación de lecturas comprensivas y críticas sobre los distintos temas que atraviesan la materia, al mismo tiempo que se ponen en valor los saberes y las experticias de las integrantes de la cátedra. Entre los objetivos específicos se destacan: transmitir la importancia del equilibrio entre preguntas de investigación, datos requeridos y abordajes metodológico-técnicos; presentar un panorama actualizado de las herramientas analíticas disponibles y su aplicación en estudios de caso; y enfatizar el carácter inter y multidisciplinario de la investigación arqueológica, tanto en el ámbito académico como profesional.

Nuestra asignatura se dicta en el último año de la carrera y se nutre del amplio bagaje teórico y empírico que el estudiantado ha adquirido a lo largo de su formación, pero también es optativa para otras orientaciones de la Licenciatura en Antropología. Por lo que nuestro desafío no radica en introducir conceptos básicos, sino en articular, profundizar y problematizar los aspectos metodológicos y técnicos de la disciplina, mostrando cómo se construye el conocimiento arqueológico en la práctica concreta. Este libro se concibe, así, como una columna vertebral que permite integrar conceptos teóricos, estrategias metodológicas y herramientas analíticas, y que a la vez facilita el abordaje crítico de la bibliografía especializada que compone el programa de la materia.

Asimismo, la obra busca trascender el ámbito específico de la cátedra y constituirse en un material de consulta para estudiantes de otras universidades del país, así como para graduados y graduadas de distintas disciplinas que cursan estudios de posgrado vinculados con la arqueología y la arqueometría. En un contexto en el que gran parte de los manuales sobre métodos y técnicas arqueológicas provienen de producciones extranjeras y en idioma inglés, este libro aspira a cubrir una vacancia significativa: la de un texto de producción nacional que dé cuenta de las particularidades del ejercicio de la práctica arqueológica en nuestro país, donde las condiciones de trabajo, los marcos institucionales y las limitaciones presupuestarias requieren enfoques metodológicos creativos, rigurosos y ajustados a contextos locales.

Con el fin de enriquecer los contenidos y dialogar con debates y desarrollos recientes, la mayoría de los capítulos incluye **boxes temáticos** elaborados por especialistas invitados, quienes aportan miradas específicas, actualizaciones metodológicas y estudios de caso que complementan el desarrollo central de cada capítulo. Agradecemos especialmente la generosa participación del Dr. Gustavo Martínez en el capítulo 1; de los Dres. Gustavo Politis, María Gutiérrez y Luis Borrero en el capítulo 2; de las Dras. Irene Lantos y Marcela Sepúlveda en el capítulo 3; de la Dra. María de los Milagros Colobig en el capítulo 5; de la Dra. Marta Maier en el capítulo 6; y de la Dra. María Florencia Becerra en el capítulo 7. Sus contribuciones constituyen un valor fundamental de esta obra y reflejan el carácter colectivo y colaborativo de la producción del conocimiento arqueológico.

Queremos también agradecer a los colegas que han acompañado la autoría de algunos capítulos y que no forman parte de la cátedra de Métodos y Técnicas de la Investigación Arqueológica, como son el Dr. Diego Andreoni, coautor del capítulo 6, y la Dra. María Florencia Becerra, coautora del capítulo 7. Su participación refuerza el espíritu de trabajo conjunto que atraviesa todo el libro.

Finalmente, es importante advertir al lector que la obra se completa con un **Glosario de términos**, ubicado al final del libro y organizado por capítulos que así lo ameriten. Allí se reúnen definiciones de técnicas, métodos, escuelas teóricas y conceptos específicos de la temática abordada y de la disciplina arqueológica en general. Este glosario fue pensado como una herramienta de consulta permanente, que facilite la lectura y contribuya a la apropiación de un vocabulario especializado indispensable para la formación académica.

Desde la cátedra, esperamos que este libro se convierta en un espacio de encuentro entre docentes, estudiantes y colegas, y que contribuya a fortalecer una práctica arqueológica

reflexiva, crítica y comprometida con la producción de conocimiento científico. Entendemos, además, que la construcción de conocimiento sobre las sociedades del pasado es una práctica eminentemente colectiva, que se nutre del diálogo, la cooperación y el intercambio entre distintas trayectorias, saberes y experiencias. Ninguna interpretación sobre las dimensiones sociales, políticas o ideacionales de las sociedades pretéritas puede producirse de manera aislada: es siempre el resultado de aportes compartidos, discusiones sostenidas y trabajos articulados en el tiempo, mayormente dentro del seno de equipos de investigación. En ese marco, este libro busca también reconocer y poner en valor ese carácter colectivo de la práctica arqueológica.

Cátedra de Métodos y Técnicas de la Investigación Arqueológica (MyTIA)

Dra. Norma Ratto, Profesora Titular

Dra. Marcela Leipus, Profesora Adjunta

Dra. Violeta Di Prado, Jefe de Trabajos Prácticos

Dra. María Agustina Ramos van Raap, Ayudante Diplomada

CAPÍTULO 1

De paradigmas, corrientes teóricas, conceptos, unidades y la construcción del dato

Norma Ratto

Introducción

Como práctica habitual en arqueología, realizamos diversas actividades de laboratorio y de campo, y nuestra meta es generar observaciones, mediciones y conclusiones precisas, válidas y relevantes para el problema de investigación que enfrentamos. Para ello, articulamos diferentes tipos de evidencias con el fin de otorgar mayor solidez y confianza a nuestras interpretaciones. En este proceso, la selección de las muestras resulta fundamental, ya que en los procedimientos analíticos que llevamos a cabo se encuentra la base sobre la cual construimos nuestras lecturas del pasado, en el marco de determinados paradigmas metafísicos. Del mismo modo, la presentación de los resultados de la investigación es tan importante como la manera en que la llevamos adelante. Es fundamental incluir datos de base, tablas, gráficos y toda otra información que sustente nuestra lectura de los datos. En muchas ocasiones, este proceso implica el trabajo con investigadores de otras disciplinas, lo que permite conformar equipos de investigación multidisciplinarios y fomentar diálogos interdisciplinarios.

En este capítulo, proponemos un recorrido para presentar conceptos, sus definiciones y las relaciones entre ellos, directamente vinculados al ejercicio de la práctica arqueológica, tanto en el ámbito científico-académico como en el profesional. Para ello, lo dividiremos en tres partes. En la primera, desarrollaremos la posible relación entre los distintos posicionamientos teóricos, la manera en que se construye el conocimiento y los métodos y técnicas aplicados en la arqueología contemporánea. Dichos posicionamientos poseen una base filosófica que se manifiesta en las distintas dimensiones de los paradigmas metafísicos: ontológica, epistemológica y metodológica.

La segunda parte se centrará en los componentes de un diseño de investigación e incluirá un recuadro especial elaborado por el Dr. Gustavo Martínez (UNICEN-CONICET), donde reflexiona sobre el diseño de investigación como proceso iterativo a partir de sus investigaciones arqueológicas en el curso inferior del río Colorado, destacando decisiones metodológicas, sesgos y problemas de formación del registro.

Por último, la tercera parte del capítulo estará dedicada a la arqueología de gestión o práctica profesional, con énfasis en los estudios de impacto arqueológico, donde los conceptos desarrollados se aplican e interrelacionan. También se abordarán las implicancias del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) del año 1989 y del RIGI (Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones), aprobado por la denominada Ley Bases (Ley de Bases y Puntos de Partida para la Libertad de los Argentinos), sancionada por el Congreso el 27 de junio de 2024 y promulgada como Ley N.º 27.742, Título VII, junto con su Decreto Reglamentario N.º 749/2024.

Parte I. Posicionamientos teóricos, paradigmas metafísicos, métodos de inferencia y construcción de hipótesis

Si una palabra define a la arqueología, esa es diversidad teórica. En la década de 1980, surge la arqueología posprocesual como una reacción crítica frente a la arqueología procesual. El principal exponente de la primera fue Ian Hodder, y de la segunda, Lewis Binford; ambos formados en instituciones académicas europeas y norteamericanas, respectivamente. Las divergencias entre ambas corrientes se enfocaron principalmente en las siguientes dicotomías:

- a) sistema *versus* estructura: la arqueología procesual priorizaba la adaptación ecológica, sin contemplar estructuras profundas como el poder y el significado;
- b) comportamiento *versus* agencia: el enfoque adaptativo dejaba de lado el papel activo de los individuos al utilizar la cultura material para transformar su mundo social;
- c) antropología *versus* historia: la visión generalizante de la arqueología procesual rechazaba las tradiciones europeas que vinculan la arqueología con la historia;
- d) objeto *versus* sujeto: se adopta una visión anticuada de la ciencia, sin considerar las múltiples perspectivas posibles.

Así, la división de la disciplina entre estos dos grandes enfoques radica, en gran parte, en las diferencias sobre cómo conciben la ciencia y la cultura material. Sin embargo, los cimientos de estas divergencias son de base filosófica, relacionados con los paradigmas metafísicos de las distintas corrientes teóricas. Pero vamos por partes, “dijo Jack”, en este proceso formativo.

Los procesuales conciben a la ciencia como un espejo de la naturaleza, sin sesgos ni distorsiones, cuyo objetivo es descubrir, con el máximo grado de exactitud, cómo es el mundo real. Para ello, se basan en posiciones positivistas y en la contrastación empírica de hipótesis mediante el registro arqueológico. Desde su base filosófica, sostienen la independencia entre teoría y dato. Esta postura se refleja también en su concepción de la cultura material: algo neutro, separado del sujeto, que no influye en la percepción del mundo y actúa como reflejo de las dinámicas sociales. Su basamento teórico se nutre de la teoría de sistemas, la teoría de rango medio y la teoría evolutiva.

En cambio, los posprocesuales proponen una ciencia sociohistórica, en la que los científicos actúan como narradores, y la realidad puede ser descubierta a través de sus relatos, contruidos por los propios protagonistas. En este enfoque no existe un árbitro neutral, ya que cada historia

está influida por la orientación de quien la cuenta; por lo tanto, no hay una única historia válida. La investigación se desarrolla dentro de marcos no positivistas, cualitativos e interpretativos. Desde su base filosófica, sostienen la interdependencia entre teoría y dato. Esta postura también se refleja en su concepción de la cultura material, la cual consideran un agente activo: un hecho social que es a la vez reflejo y actor de las dinámicas y representaciones sociales en las que está inserta, formando redes dinámicas entre objetos y personas (enredos, ensamblajes). En este concepto, las relaciones entre objetos son más importantes que los objetos en sí mismos. Las influencias clave provienen de la teoría social, con autores como Bourdieu, Giddens, el marxismo, el feminismo y la teoría poscolonial. A diferencia del enfoque experimental de la arqueología procesual, la posprocesual propone una ciencia hermenéutica o interpretativa, donde los datos se comprenden a partir de contextos y preconcepciones. Esto exige transparencia sobre cómo se producen los datos e implica la inclusión de múltiples voces (multivocalidad), como en los métodos reflexivos aplicados en Çatalhöyük (*Çatalhöyük Research Project | Excavations of a Neolithic Anatolian Höyük*). En otras palabras, el proceso científico no es neutro, pero puede ser riguroso y autocrítico.

Ambas posturas teóricas tuvieron desarrollos distintos dentro de la arqueología, especialmente en Europa respecto de Estados Unidos. La tradición de articular arqueología con historia, propia de las escuelas europeas, favoreció un fuerte desarrollo del posprocesualismo, especialmente en el Reino Unido y Escandinavia. En cambio, en Estados Unidos tuvo impacto en la arqueología histórica, pero fue inicialmente rechazado en los estudios sobre momentos prehispánicos, donde prevalecieron los enfoques universalistas y positivistas.

Por lo dicho, el enfoque procesual se enmarca en posiciones positivistas que sostienen la prueba de hipótesis en el registro arqueológico; mientras que el posprocesual se adecua a una ciencia reflexiva y crítica, donde hay una articulación constante entre teoría y dato para construir narrativas interpretativas. Lo interesante es que la prueba -o no- de las hipótesis en el registro arqueológico está directamente relacionada con el paradigma metafísico que sustenta la corriente teórica del proyecto de investigación, el cual se caracteriza por tres dimensiones: ontológica, epistemológica y metodológica. Es esta base filosófica la que, en gran parte, explica las divergencias entre las posturas teóricas de los procesuales (P) y los posprocesuales (PP), lo cual se hace explícito al responder a las siguientes preguntas:

- a) ¿cómo conciben la forma y la naturaleza de la realidad? Los P proponen un realismo crítico, según el cual la realidad existe, aunque no sea completamente aprehensible; mientras que los PP sostienen una postura relativista, que considera que la realidad existe solo como múltiples construcciones mentales y sociales, es decir, como un constructo social. Hodder aclara que los posprocesuales no defienden un relativismo absoluto -al estilo de “todo vale”-, sino una postura hermenéutica: las interpretaciones deben ser coherentes, basadas en datos y abiertas al diálogo;
- b) ¿cómo conciben la relación entre lo investigado y el investigador? Los P defienden la objetividad como ideal regulativo; mientras que los PP adoptan una posición subjetivista,

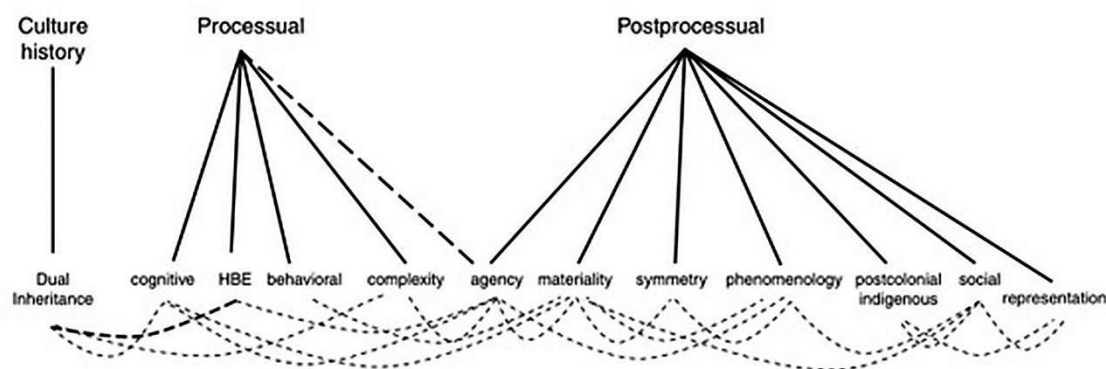
según la cual no existe diferenciación entre sujeto y objeto del conocimiento, ya que ambos se funden en una sola entidad epistemológica;

- c) ¿cómo se construye el conocimiento? Los P abogan por el método científico hipotético-deductivo; mientras que los PP emplean diversos enfoques (dialéctico, interpretativo, comprensivo), en los cuales predominan los criterios coherentistas, a modo de red entretejida de proposiciones coherentes.

Este recorrido teórico-metodológico, desarrollado a lo largo de décadas, ha llevado a que quienes integramos la comunidad arqueológica intentemos articular ambas perspectivas o seleccionar los aspectos más útiles de cada una. Hoy, nuestra disciplina se caracteriza por albergar una gran cantidad de posicionamientos teóricos, aunque en esa diversidad también existe una amplia variabilidad interna. En este sentido, Hodder (2014) logró sistematizar el amplio abanico de posturas teóricas. Allí establece una genealogía de escuelas de pensamiento arqueológicas contemporáneas derivadas de tres grandes tradiciones: la histórica-cultural (herencia dual); el procesualismo (arqueología cognitiva, ecología conductual humana, arqueología conductual y teoría de la complejidad); y el posprocesualismo (agencia, materialidad, arqueología simétrica, fenomenología, arqueología poscolonial e indígena y representación social). En el glosario del capítulo 1 se podrán consultar definiciones ampliadas de estas corrientes teóricas, como así también otros términos utilizados. Lo interesante del planteo de Hodder es que propone conexiones y cruces entre ellas (Figura 1.1).

Figura 1.1

Relaciones históricas entre algunos enfoques teóricos en arqueología: historia cultural, arqueología procesual y posprocesual



Nota. Tomado de *Post-Processual Archaeology* de Hodder, 2014, figura 1. Referencias: Culture history (Histórica cultural), Processual (Procesual), Postprocessual (Postprocesual), Cognitive (Cognitivo), HBE (Ecología conductual humana), Behavioral (Conductual), Complexity (Complejidad), Agency (Agencia), Materiality (Materialidad), Symmetry (Simetría), Phenomenology (Fenomenología), Postcolonial (Postcolonial), Indigenous (Indígena), Social (Social), Representation (Representación).

También aclara que estas relaciones o cruces entre diferentes enfoques no gozan de consenso total, pero sí existe acuerdo en reconocer las diferencias entre aquellos enfoques

donde los actores actúan racionalmente según principios universales (optimización o minimización), y aquellos donde la acción se produce de forma socialmente significativa, en contextos históricos y culturales complejos.

Estos aspectos, de base filosófica y teórica, también se relacionan con el alcance que las distintas corrientes arqueológicas otorgan a las hipótesis dentro de un proyecto de investigación. El término proviene del griego (hipo, subordinación o por debajo, y tesis, conclusión que se sostiene mediante un razonamiento).

Podemos decir que una hipótesis es una proposición o suposición formulada de manera tentativa para explicar un fenómeno, resolver un problema o responder una pregunta de investigación, y que puede ser comprobada o refutada mediante la observación, la experimentación o el análisis lógico. Como todo enunciado, puede resultar verdadero o falso. Esta definición se ajusta adecuadamente a las corrientes teóricas de la escuela procesual, pero no ocurre lo mismo con el enfoque posprocesual. Este último no sostiene una definición única de hipótesis, ya que, como vimos anteriormente, cuestiona la noción de objetividad y la idea de una ciencia arqueológica universal. Por lo tanto, su concepción de la hipótesis se distancia considerablemente del modelo científico positivista tradicional, principalmente porque:

- a) no concibe a las hipótesis como afirmaciones universales orientadas a encontrar leyes generales o tendencias holísticas, sino como propuestas interpretativas situadas en contextos culturales, sociales e históricos específicos;
- b) suelen estar más orientadas a comprender significados (ideológicos, simbólicos, sociales) que a explicar fenómenos en términos funcionales y/o ecológicos;
- c) reconocen que una misma evidencia puede sostener múltiples hipótesis interpretativas, por lo cual no les adjudican exclusividad, ni las refutan según los criterios del método hipotético-deductivo;
- d) sostienen que las hipótesis están influidas por la posición del profesional en arqueología (cultura, género, ideología), lo que implica que no existe neutralidad en su formulación, y
- e) en lugar de buscar lecturas generales o totalizadoras del pasado, tienden a construir narrativas interpretativas sobre él.

Por lo tanto, podemos decir que, para las diferentes corrientes neopositivistas, las hipótesis son enunciados singulares susceptibles de ser contrastados empíricamente; es decir, se apoyan en la teoría de la verdad como correspondencia entre teoría y dato, y además sostienen su independencia mutua. El racionalismo popperiano se basa en la creencia de que la experiencia y la deducción lógica bastan para comparar teorías rivales y decidir entre ellas.

En cambio, las corrientes interpretativistas han criticado enfáticamente este enfoque, al considerarlo inadecuado para las ciencias humanas y sociales. En su lugar, proponen una articulación constante entre dato y teoría. Sostienen que no existe una separación neutral entre ambos, ya que todo dato arqueológico está mediado por una interpretación teórica previa. Por esta razón, consideran que las hipótesis son enunciados que se justifican a partir de criterios de verdad coherentistas, es decir, como parte de un tejido argumental en el que cada proposición debe ser coherente con las restantes que la acompañan.

Por supuesto, los neopositivistas señalan que una proposición puede ser coherente, pero no necesariamente verdadera. Sin embargo, hasta el propio Popper reconoció que la verdad se presenta al científico de manera semejante al desafío que representa, para un andinista, el ascenso a una cumbre: el objetivo es alcanzarla y se trabaja incansablemente en esa dirección, pero al llegar, una gran nube cubre la cima y solo puede divisarse la cumbre de otro cerro. El trabajo, es decir el ascenso, continúa. La moraleja de esta imagen es que la búsqueda de la verdad es permanente y en espiral.

Este recorrido muestra que detrás de estas grandes escuelas existen métodos de inferencia diversos. Por un lado, el método inductivo, propio de la postura histórico-cultural y/o del evolucionismo unilineal, condujo a la construcción de generalizaciones empíricas que fueron aceptadas como verdades sin pasar por la categoría de hipótesis, ni ser contrastadas o argumentadas a través de otras líneas de evidencia. Por otro lado, el método hipotético-deductivo se basa en un razonamiento lógico mediante el cual las hipótesis se ponen a prueba en el registro arqueológico para ser confirmadas o refutadas.

No obstante, el refutacionismo ingenuo de Popper fue reemplazado por el programa de investigación de Lakatos, quien propuso que la ciencia no se basa en teorías aisladas, sino en programas de investigación conformados por un núcleo duro (resistente al cambio) y un “cinturón protector” de hipótesis auxiliares (colaterales o subsidiarias). Así, cuando los datos parecen refutar una teoría, no se la abandona de inmediato: los científicos modifican hipótesis secundarias o ajustan el marco teórico. Esto significa que, si una hipótesis es refutada, antes de desecharla se trabaja sobre los procedimientos y supuestos que sustentaron su primera prueba fallida.

De lo expuesto se desprende que ambas posturas coinciden en que las teorías científicas deben ser refutables, pero discrepan en cómo ocurre ese proceso y en cómo debe gestionarse la falsación. Para Lakatos, la propuesta original de Popper era demasiado drástica y simplificadora. En su visión, un programa de investigación se considera progresivo si produce nuevas predicciones y descubrimientos, y degenerativo si solo se adapta para evitar la refutación sin generar avances (Tabla 1.1).

Tabla 1.1

Cuadro comparativo entre las posturas del refutacionismo

Aspecto	Karl Popper	Imre Lakatos
Objeto de análisis	Teorías individuales	Programas de investigación
Refutación	Inmediata y decisiva	Flexible, puede demorarse
Hipótesis auxiliares	Poco consideradas	Son parte del "cinturón protector"
Evaluación de teorías	Por falsación directa	Por progreso teórico a lo largo del tiempo
Visión del cambio científico	Rupturista	Progresiva y estructural

Finalmente, como mencionamos anteriormente, las arqueologías posprocesuales sostienen que no existe una separación neutral entre teoría y dato. Esta postura se fundamenta en diversos tipos de razonamiento, provenientes principalmente de la filosofía hermenéutica, el constructivismo y la crítica pospositivista, que sustentan la articulación entre teoría y dato:

- a) Razonamiento hermenéutico: parte de la idea de que comprender es interpretar, y que no existe una observación objetiva. El arqueólogo no simplemente recupera objetos y construye datos, sino que interpreta evidencias desde marcos teóricos, valores y contextos culturales. Esto implica un círculo hermenéutico: la teoría guía la interpretación del dato, y el dato, a su vez, puede modificar la teoría.
- b) Razonamiento abductivo (o inferencia a la mejor explicación): a diferencia de la deducción (que parte de premisas generales) o la inducción (que generaliza a partir de casos), la abducción propone la mejor explicación posible para un conjunto de datos en un contexto interpretativo. Es propio de situaciones en las que no hay una única respuesta y se requiere construir una narrativa plausible. En arqueología interpretativa, este tipo de razonamiento permite explicar hallazgos en términos de significados, creencias, ideologías y prácticas, entre otros.
- c) Razonamiento constructivista: considera que tanto el dato como la teoría son construcciones sociales: no son entidades neutras, sino productos de discursos, elecciones metodológicas, intereses, entre otros factores. Por ello, la articulación entre teoría y dato no es jerárquica -como en la ciencia positivista-, sino dialógica y contextual. Esto conduce a una arqueología más reflexiva, que reconoce la influencia del presente y del investigador en la producción de conocimiento sobre el pasado.

El razonamiento analógico se vincula con el inductivo, ya que ambos parten de lo particular (no son deductivos), utilizan observaciones empíricas como base, y sus conclusiones no se derivan lógicamente con certeza, sino que son probables o plausibles. El razonamiento analógico consiste en trasladar un conocimiento desde un contexto conocido (fuente) hacia uno desconocido (sujeto), a través de la comparación de relaciones (Wylie, 1985; Politis, 2002). La inferencia analógica es central en la arqueología interpretativa, aunque también ha sido empleada por la arqueología procesual para construir hipótesis de rango medio (Binford, 1967). No se trata de comparar objetos en sí, sino las relaciones entre el comportamiento humano y el registro material. “La fortaleza de la analogía... reside en la estructura lógica de la argumentación y en la similitud entre los términos de la relación” (Politis, 2002, p. 63).

En resumen, para las arqueologías procesuales, la teoría se considera independiente de los datos, los cuales son objetivos, neutros y pueden ser recolectados del registro arqueológico sin sesgos. La teoría, en forma de hipótesis generales o modelos, se aplica sobre los datos para ser corroborada o refutada mediante el método hipotético-deductivo: se deducen consecuencias observacionales a partir de la teoría, y se las contrasta con los datos empíricos. En cambio, las arqueologías interpretativas no consideran a la teoría independiente de los datos generados, sino que entienden que teoría y dato se encuentran en una relación de co-construcción, interpretación y reflexión (Tabla 1.2 y Figura 1.2).

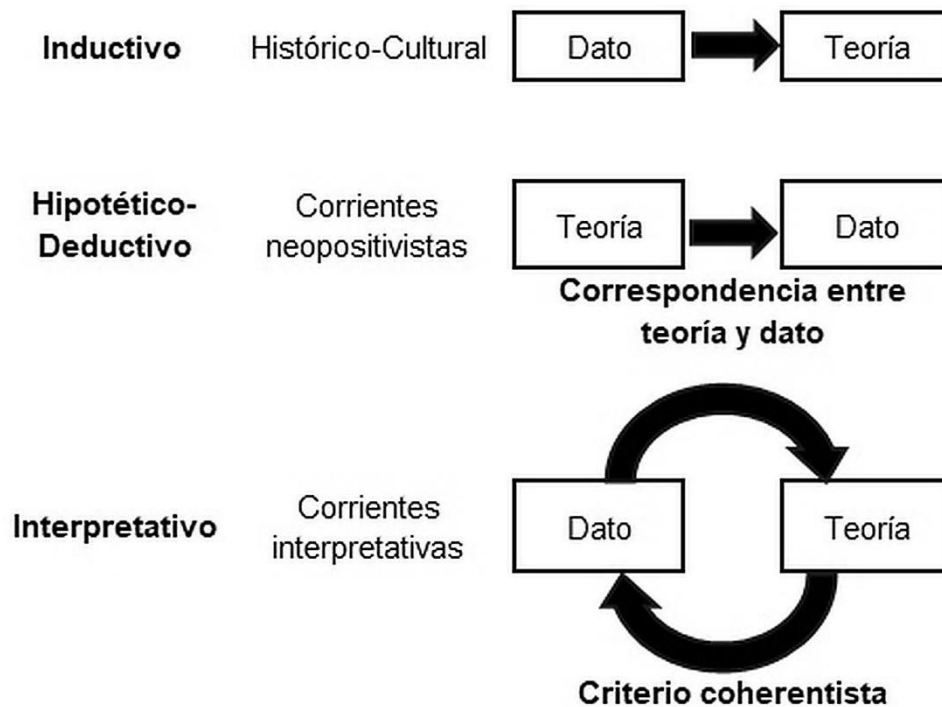
Tabla 1.2

Comparación entre los acercamientos de las corrientes arqueológicas procesuales y posprocesuales

Aspecto	Arqueología/s	
	Procesual	Posprocesual
Relación teoría–dato	Separadas; teoría se prueba con datos	Interdependientes; los datos son interpretados desde la teoría
Naturaleza del dato	Objetiva, medible, neutral	Teóricamente cargado, contextual
Método dominante	Hipotético-deductivo	Hermenéutico, abductivo, reflexivo
Rol del arqueólogo	Neutral, científico	Actor interpretativo, consciente de su influencia
Finalidad	Explicar procesos universales	Comprender significados y particularidades

Figura 1.2

Diferentes métodos de inferencia y su relación entre teoría y dato para distintas posturas teóricas



Otro ejemplo lo constituye el concepto de paisaje arqueológico, considerado inherentemente polisémico, ya que su significado varía según los marcos teóricos desde los cuales se lo aborde (Tilley, 1994; Anschuetz et al., 2001; Acuto, 2013). Por un lado, algunas corrientes procesuales lo han entendido como un escenario físico y estático en el que se inscriben las actividades humanas. Esta concepción determinó que las investigaciones se centraran en la dimensión

económica del espacio, donde el entorno físico proveía refugio y materias primas, y el paisaje ocupaba un lugar pasivo, neutro y sin articulación con las personas que lo habitaban.

Para ilustrar cómo cada corriente construye una hipótesis, podemos decir -basándonos en ejemplos de Hodder- que una hipótesis procesual sería: *“El aumento de cerámica decorada se debe al crecimiento demográfico”*, mientras que una hipótesis posprocesual podría formularse así: *“La mayor complejidad decorativa en la cerámica expresa una intensificación de las identidades comunitarias frente a procesos de colonización”*. Esta última no busca una proposición holística ni una ley general, sino comprender intenciones, símbolos y experiencias sociales en un contexto histórico determinado.

En cambio, en las últimas décadas han surgido perspectivas que consideran las dimensiones políticas, sociales, económicas y simbólicas, en las que el espacio es creado, reproducido y transformado en relación con otros espacios previamente construidos. Aquí, el paisaje adquiere una dinámica propia, ya que cada comunidad y generación impone su propio mapa cognitivo del mundo. Esta visión corresponde a las corrientes posprocesuales, que entienden el paisaje como moldeado por las prácticas, experiencias y memorias de las comunidades que lo habitan.

En enfoques aún más recientes, el paisaje es concebido como un entramado dinámico de relaciones entre humanos, materiales, seres vivos y elementos naturales, lo que desdibuja los límites entre naturaleza y cultura. Esta pluralidad conceptual no solo enriquece el análisis arqueológico, sino que también exige reconocer que todo paisaje es una producción histórica, situada y relacional.

A modo de balance, puede afirmarse que, a lo largo del proceso de investigación en las ciencias humanas, es posible combinar métodos de inferencia hipotético-deductivos con enfoques interpretativos. Esto se debe a que existe una relación inversamente proporcional entre las teorías de nivel bajo y alto, en cuanto al mayor o menor contenido empírico que presentan, respectivamente (Figura 1.3).

Figura 1.3

Relación entre el nivel de teoría y el contenido empírico



	Nivel de Teoría	Contenido empírico
	Alto	Bajo
	Medio	Medio
	Bajo	Alto

Nota. Referencias: + = más; - = menos.

Parte II. Diseños de investigación y distintos tipos de unidades

La buena arqueología consiste en tomar decisiones, incluida nuestra elección de la muestra y de las medidas correctas para estudiar algún fenómeno de interés, cómo mostrar esas medidas y cuánta confianza depositar en ellas. La siguiente frase resume en gran parte lo que se quiere transmitir en esta sección:

A thread woven ... is the quality and validity of archaeological arguments and the data we use to support them. No matter what our theoretical orientation, we want to make academic arguments and heritage recommendations that are convincing. At a bare minimum, we want to convince ourselves and others that the results we seem to have are not just due to measurement errors or poor research design. We want to draw inferences that are at least reasonable given the evidence available to us, and to present conclusions or hypotheses that arguably fit the evidence better than some competing hypotheses, and especially the competing hypothesis that apparent patterns are only due to sampling problems, investigator bias, or measurement error. (Banning, 2020, p. vii).¹

En todo proceso de investigación hay nuevas preguntas para viejos problemas: “Plantear nuevas preguntas, nuevas posibilidades, mirar viejos problemas desde un ángulo nuevo, requiere de imaginación creativa y provoca un verdadero avance en la ciencia” (Atribuido a Albert Einstein, fuente no verificable).

Toda investigación aplicada, tanto de campo como de laboratorio, requiere de un diseño para llevarla a cabo, al que llamamos **diseño de investigación**, que puede definirse como un plan explícito, estructurado y guiado que da coherencia al proceso de indagación científica (Redman, 1987). Incluye tres dimensiones fundamentales:

- a) un **plan**, algo explícito, concreto, para dar cuenta qué vamos a hacer, por qué lo queremos hacer, cómo lo vamos a hacer, qué resultados esperamos;
- b) una **estructura**, es la que le da sostén, solidez y coherencia interna al plan, y
- c) una **guía**, a modo de hoja de ruta que marca el camino a ser recorrido dentro del proceso de investigación, desde las preguntas hasta las respuestas generadas, para solucionar los problemas (pragmáticos o conceptuales) planteados y de interés del investigador, pero

¹ Traducción: Un hilo entretejido es la calidad y validez de los argumentos arqueológicos y los datos que utilizamos para respaldarlos. No importa cuál sea nuestra orientación teórica, queremos hacer argumentos académicos y recomendaciones patrimoniales que sean convincentes. Como mínimo, queremos convencernos a nosotros mismos y a los demás de que los resultados que parecemos tener no se deben a errores de medición o diseño de investigación deficiente. Queremos extraer inferencias que sean razonables sobre la base de la evidencia disponible, y presentar conclusiones o hipótesis que se ajusten mejor a la evidencia en comparación con otras hipótesis en competencia, y que los patrones aparentes en esas hipótesis en competencia solo se deben a problemas de muestreo, investigador sesgo o error de medición.

que debe tener la particularidad de ser flexible y adaptable, ya que nada es rígido, y menos en arqueología.

En el armado de un diseño de investigación hay intereses, temas y problemas. Pero el tema no es lo mismo que el problema. Un tema de investigación en el ámbito científico-académico es una idea o área de interés que suele definirse al principio de una investigación y que sirve de orientación al resto de trabajo que realizan los investigadores. Además, debe tener cierto interés o importancia para el campo de la investigación y ser manejable en plazos y recursos limitados. El tema debe:

- a) despertar interés tanto al investigador como a la comunidad científica en relación con las tendencias, problemas y las normas actuales;
- b) contar con la posibilidad de recolección de datos y su posterior análisis, por lo que debe ser accesible a través de una metodología de investigación;
- c) ser significativo para contribuir al cuerpo de conocimientos existente en la disciplina;
- d) ser factible de realizar en función de las destrezas y/o habilidades del investigador/a, los recursos necesarios y las restricciones de tiempo, y
- e) ser redactado en lenguaje sencillo y comprensible.

El punto de partida es la transformación de un tema de interés en un problema de investigación, lo cual ocurre cuando se formulan preguntas orientadas al conocimiento: ¿por qué?, ¿cuándo?, ¿cómo?, ¿quiénes? Estas preguntas son brújulas que orientan la elección de objetivos, teorías y métodos. Así, la meta no es repetir lo ya estudiado, sino identificar las zonas inexploradas del conocimiento. Por estas razones un tema bien definido es el punto de partida que permite que el diseño de investigación sea exitoso y manejable. Los investigadores a menudo necesitan establecer límites manejables en su trabajo, incluso cuando identifican áreas para futuras investigaciones.

De esta forma, la selección de un tema ayuda a establecer los límites adecuados de la investigación, mismos que son importantes para garantizar que se cumpla dentro de una limitación de tiempo y que se disponga de los recursos necesarios. ¿Qué sentido tiene repetir lo ya estudiado? La meta es decantar los conocimientos que ya se poseen, para identificar aquellos aspectos, dimensiones o rasgos que aún faltan por estudiar; a esa zona aún no estudiada es a la que llamamos PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. De esta manera, puede considerarse que un problema de investigación representa un vacío en medio de los conocimientos que ya se poseen en un área de estudio y/o de una materialidad determinada. Es una ausencia, una carencia, algo que no se posee o de lo cual existe muy poca información.

El diseño de investigación constituye el andamiaje conceptual y operativo de toda indagación científica en arqueología. Lejos de tratarse de una mera formalidad, se trata de una instancia clave para organizar la mirada del investigador o investigadora, orientar la recolección y análisis de datos, y garantizar la coherencia entre los planteos teóricos y las estrategias empíricas. En este marco, tres componentes resultan centrales: los objetivos, las hipótesis y los métodos y técnicas, y el entretejido se completa con la generación de datos y la selección de las unidades adecuadas al problema de investigación. ¿Qué entendemos por cada uno de estos componentes del diseño?:

1) **Objetivos:** los objetivos expresan con claridad qué se espera lograr con la investigación. Constituyen formulaciones explícitas del propósito general del estudio y de los pasos específicos para alcanzarlo. En el caso de la arqueología, un objetivo general puede estar orientado a comprender una dinámica social, económica o simbólica del pasado a partir del estudio de un conjunto de evidencias materiales, mientras que los objetivos específicos delimitan aspectos particulares que deben resolverse para cumplir con el propósito general (por ejemplo, caracterizar el uso del espacio en un sitio, analizar la variabilidad cerámica, o reconstruir patrones de movilidad). Es fundamental diferenciar entre objetivos y actividades cuando se formula un plan de investigación. Esta es una confusión habitual en la formulación de proyectos de investigación. Por lo que es importante tener claro que los objetivos indican qué se quiere conocer, explicar o comprender; en cambio, las actividades son las acciones concretas que se realizan para alcanzar esos objetivos. Esta distinción es fundamental, ya que permite organizar de manera lógica y eficiente el desarrollo del trabajo. Por ejemplo, un objetivo de investigación podría ser: *“Conocer el estado de salud y la paleodieta de las poblaciones prehispánicas que habitaron el valle de Ambato durante el primer milenio de la era”*; mientras que una actividad para alcanzar ese objetivo sería: *“Realizar análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno en restos óseos humanos recuperados en contextos funerarios”*. En resumen, mientras que el objetivo apunta al conocimiento general que se busca construir, la actividad describe una tarea específica que aporta evidencia empírica para lograr ese conocimiento. Perder de vista esta diferencia puede llevar a redactar objetivos como si fueran listas de procedimientos, dificultando la coherencia lógica del diseño de investigación.

2) **Hipótesis:** son proposiciones tentativas que anticipan posibles respuestas a los problemas de investigación, las que deben estar formuladas de manera clara. Sin embargo, su definición varía según el enfoque epistemológico del investigador o investigadora, y los paradigmas procesual y posprocesual ofrecen contrastes clave al respecto, siguiendo la amplia división planteada por Hodder (2014). En ambos enfoques, las hipótesis cumplen una función orientadora: son herramientas que guían la investigación y permiten articular preguntas con evidencia arqueológica. La arqueología procesual concibe a la hipótesis como una herramienta de verificación científica en busca de leyes generales, mientras que la arqueología posprocesual la entiende como una guía interpretativa situada, que busca reconstruir significados desde múltiples perspectivas. Ambos enfoques valoran a la hipótesis como un elemento central del diseño de investigación, pero difieren profundamente en su concepción del conocimiento arqueológico. En la Tabla 1.3 se presenta cómo ambas corrientes teóricas conciben sus diferencias en cuanto a la naturaleza de las hipótesis, sus objetivos dentro del proceso de investigación, su grado de formalización, la relación con los datos.

Tabla 1.3

Comparación entre la concepción de hipótesis en los enfoques procesual y posprocesual de la arqueología

Aspecto	Arqueología Procesual	Arqueología Posprocesual
Naturaleza de la hipótesis	Enunciados causales o funcionales que explican patrones observables en el registro material	Proposiciones interpretativas más abiertas, vinculadas a significados, contextos y experiencias humanas
Objetivo de la hipótesis	Formular regularidades generales sobre el comportamiento humano pasado	Comprender la diversidad cultural, las múltiples perspectivas y la agencia de los actores del pasado
Grado de formalización	Alta formalización: hipótesis claras, específicas, falsables. Se espera contrastarlas mediante métodos cuantitativos y replicables	Menor énfasis en la falsación: las hipótesis pueden ser más flexibles, interpretativas y sensibles al contexto histórico y social
Relación con los datos	Se considera que los datos pueden verificar o refutar hipótesis objetivamente	Se reconoce que los datos son interpretados desde el presente y que las hipótesis también construyen el significado de esos datos
Ejemplo	<i>“La distribución de sitios agrícolas está determinada por la disponibilidad hídrica y el acceso a suelos fértiles.”</i>	<i>“La elección de ciertos paisajes para enterrar a los muertos refleja concepciones cosmogónicas y relaciones sociales específicas.”</i>

Además, en la Tabla 1.3, se da un ejemplo de la construcción y contenido de las hipótesis para cada una de esas grandes corrientes teóricas. En cuanto a las semejanzas, podemos decir que para ambos enfoques las hipótesis cumplen una función orientadora, ya que son herramientas que guían la investigación y permiten articular preguntas con las evidencias arqueológicas (datos empíricos), a pesar de que comprenden la relación entre teoría y dato en forma diferente (Figura 1.2) y, además, son formuladas a partir de un marco teórico y de un problema de investigación claramente planteado.

En resumen, la arqueología procesual concibe a la hipótesis como una herramienta de corroboración científica en busca de formulaciones generales, mientras que la arqueología posprocesual la entiende como una guía interpretativa situada, que busca reconstruir significados desde múltiples perspectivas. Ambos enfoques valoran la hipótesis como elemento central del diseño de investigación, pero difieren profundamente en su concepción del conocimiento arqueológico.

3) Métodos y técnicas: los métodos y las técnicas constituyen el conjunto de procedimientos sistemáticos que permiten operacionalizar los objetivos y contrastar las hipótesis. Los métodos refieren a estrategias generales de investigación (por ejemplo, excavación estratigráfica, prospección regional, análisis espacial, cronología relativa y absoluta), mientras que las técnicas son herramientas concretas aplicadas en el trabajo de campo o laboratorio (como el uso de GPS para el registro, el análisis de microdesgaste en artefactos, la datación por radiocarbono o la aplicación de espectrometría para estudios de procedencia de la alfarería o los artefactos líticos). La elección de métodos y técnicas debe ser coherente con los objetivos propuestos, los tipos de

materiales disponibles y las escalas de análisis requeridas. Se recomienda relacionar con los capítulos 3 y 4 donde se presentan técnicas arqueométricas para el estudio de los conjuntos cerámicos y líticos, respectivamente. Lo importante es conocer los alcances y limitaciones de cada una de las técnicas a ser implementadas, como así también la necesidad de su complementariedad, cuando los recursos y presupuestos disponibles lo permiten.

4) **Datos:** ocupan un lugar central dentro de la **estrategia metodológica**, ya que constituyen la evidencia empírica que permite abordar los objetivos y poner a prueba o fundamentar las hipótesis, según el marco teórico de la investigación. Los datos no existen *per se*, sino que son contruidos por los investigadores (Banning, 2020, p. vii). Por lo que son observaciones, conteos y/o medidas de ciertas propiedades de los objetos, cosas y materiales que estudiamos y consecuentemente de las relaciones estructurales o patrones que logramos establecer entre ellos. Ejemplos de datos arqueológicos son: la categoría de un artefacto; la densidad de fragmentos cerámicos por metro cuadrado; la distancia entre sitios arqueológicos; el tipo de retoque en una pieza lítica; la forma de articulación de un motivo en una pieza cerámica decorada; una datación radiocarbónica; la proveniencia espacial de un artefacto ya sea por sus coordenadas geográficas o por su contexto estratigráfico, por ejemplo, capa 6; la malla de la zaranda usada para tamizar sedimentos; el volumen de sedimento excavado; la distancia entre operadores en una prospección arqueológica (intervalo); entre otros. Por lo dicho, los datos operan durante **todo el proceso de investigación** desde la elaboración del diseño hasta el informe final, pero se plasman durante la etapa de recolección de datos a través de la definición de las unidades de análisis y la implementación de técnicas de investigación, cuali y cuantitativas. Su ubicación puede explicarse en relación con los distintos componentes del diseño: (i) los datos no existen por sí solos, sino que se generan y analizan en función de los objetivos planteados e hipótesis que guían la investigación; (ii) en la metodología se debe especificar a través de qué métodos se obtendrán los datos (excavación, prospección, análisis de laboratorio, etc.) y mediante la aplicación de qué técnicas, por ejemplo, un relevamiento sistemático, la excavación estratigráfica y el análisis de fitolitos generarán datos espaciales, contextuales y paleoambientales, respectivamente, y (iii) luego de ser contruidos, los datos son organizados, analizados e interpretados en relación con el marco teórico de la investigación. Así, los datos no solo se obtienen, sino que se construyen analíticamente para responder las preguntas de investigación. La construcción del dato es una de las etapas más importantes del proceso de investigación dado que será la base sobre las lecturas e interpretaciones que hacemos del pasado. De ahí la importancia de los lineamientos metodológicos en un proyecto de investigación.

5) **Unidades:** son las categorías que crea y emplea el investigador para agrupar, clasificar, analizar e interpretar a los objetos que integran el registro arqueológico. Por lo tanto, las unidades son contruidas a partir de los intereses y características de los objetos en estudio. Ramenofsky y Steffen (1998) enfatizan que las unidades no son “naturales” ni preexistentes, sino constructos conceptuales y metodológicos diseñados para mediar entre observaciones empíricas (artefactos, contextos, rasgos) y explicaciones sobre procesos culturales. La validez de cualquier estudio depende de la definición explícita y coherente de estas unidades. Así, las unidades cumplen dos

funciones fundamentales: (i) organizar y medir el registro material, y (ii) servir de base para inferencias comparativas e interpretaciones. Por ello, deben ser definidas con criterios claros, ser replicables y ajustarse a las preguntas de investigación. Su elección determina qué aspectos de la cultura material son visibles o invisibles en el análisis. Los autores diferencian entre dos grandes categorías, empíricas y abstractas, pero aclaran que son complementarias entre sí, dado que las primeras permiten describir y cuantificar el registro, mientras que las segundas, las abstractas, facilitan comparaciones e interpretaciones sobre fenómenos como producción, intercambio, movilidad o jerarquía social. A saber:

i) Unidades empíricas: derivadas directamente del registro observable. Son medibles, tangibles y constituyen la base del análisis. Como ejemplos son: los artefactos muebles como tiestos, herramientas líticas, textiles, entre otros; los rasgos o *features* como fogones, pozos de almacenamiento, hornos o muros; los sitios arqueológicos definidos como concentraciones de materiales y rasgos en un espacio delimitado; o los depósitos o estratos identificados en excavación.

ii) Unidades abstractas: construcciones conceptuales usadas para organizar, agrupar o interpretar los datos empíricos. No son observables directamente en el registro, como por ejemplo, los tipos tipológicos; las fases o complejos culturales (agrupaciones de sitios y materiales que comparten cronología y estilo); las regiones culturales o áreas de interacción, delimitadas por criterios geográficos y culturales; las categorías de asentamiento como “aldeas”, “campamento estacional” o “centro administrativo”; entre otras.

Sin embargo, dentro de un diseño de investigación se articulará unidades de distinto tipo:

Unidades de observación (empíricas): son los elementos directamente observables y registrados en el trabajo de campo o laboratorio (tiestos, estructuras, rasgos, depósitos estratigráficos, sitios), o sea, los datos brutos del registro arqueológico que se documentan miden y clasifican. Estas unidades coinciden con las “unidades empíricas” (ver más arriba).

Unidades de análisis: son las entidades sobre las que se formulan inferencias, se comparan atributos o se aplican modelos interpretativos, por ejemplo, un sitio arqueológico, un tipo cerámico, un grupo químico, una región cultural, un patrón de asentamiento. Se las usa para estructurar el análisis y responder preguntas de investigación, por lo que deben estar claramente definidas en términos de tres componentes (contenido, definición y escala) interrelacionados entre sí:

- a) Contenido: los elementos que integran la unidad, por ejemplo, todos los tiestos de un tipo en un sitio, un conjunto de estructuras asociadas, todos los sitios de una región.
- b) Definición: los criterios que delimitan la unidad, que pueden ser espaciales (límites geográficos o contextuales), temporales (periodización), tipológicos (forma, estilo, técnica), funcionales (uso o actividad) o combinaciones de estos.
- c) Escala: el nivel de agregación, que puede variar desde lo micro (artefactos individuales) hasta lo macro (paisajes o regiones). Debe responder a las preguntas de investigación; por ejemplo, el estudio de redes de intercambio requiere escalas regionales, mientras que el análisis de producción puede centrarse en conjuntos artefactuales o talleres.

Unidades de clasificación (o categorías analíticas abstractas): son construcciones teóricas que agrupan unidades observadas y analizadas bajo etiquetas comunes. Por ejemplo, tipos

cerámicos, fases culturales, regiones ethnohistóricas, clases funcionales (cocina, almacenamiento), categorías de asentamiento (aldea, pukara, tambo). Son las que permiten comparar fenómenos culturales a distintas escalas y construir explicaciones sobre la dinámica cultural. Estas unidades coinciden con las unidades abstractas (ver más arriba).

Unidades de inferencia (o interpretativas): son niveles analíticos en los que se sitúan las interpretaciones teóricas derivadas de los datos. Por ejemplo, red de intercambio, control territorial incaico, producción descentralizada, entre otras. No son observables en forma directa, pero dependen de cómo se agrupan y analizan las unidades empíricas y abstractas. Por lo tanto, son una demostración de cómo la elección de esas unidades anteriores condiciona las posibles inferencias.

Se enfatiza que todas las unidades son arbitrarias hasta cierto punto, ya que implican decisiones sobre qué agrupar y cómo. Sin embargo, para que sean útiles, deben cumplir con ciertos requisitos básicos:

- ser claras y no ambiguas (fácilmente identificables por cualquier investigador);
- ser replicables (pueden ser aplicadas en otros contextos sin resultados contradictorios);
- mantener consistencia interna (los elementos que la integran deben compartir criterios comunes);
- ser adecuadas para los objetivos del estudio (la escala y los criterios deben ajustarse a las preguntas), y
- ser operacionalizables (sus atributos pueden contarse, medirse o clasificarse de manera sistemática).

En resumen, las unidades no son categorías fijas ni universales: se construyen en función del problema de investigación, del contexto arqueológico y de los datos disponibles. Además, una misma entidad (por ej. un sitio) puede funcionar como unidad de observación en un estudio, y como unidad de análisis o inferencia en otro. Lo relevante es que **las unidades acompañan a quienes ejercemos la práctica arqueológica a lo largo de las distintas instancias de la investigación**, desde los diseños de investigación regionales, pasando por la excavación de los sitios, la realización de estudios actualísticos y el análisis de las diversas materialidades, tanto producto de la actividad humana como de las modificaciones fisicoquímicas producidas por estas.

La elección de las unidades de análisis conlleva un proceso de construcción, que en gran parte articula con las posiciones teóricas del investigador. Invitamos a leer el box preparado por el Dr. Gustavo Martínez donde en forma articulada se presentan los distintos componentes de un diseño de investigación de arqueología sobre la base de sus pesquisas llevadas a cabo desde larga data en la región pampeana, con apoyo de las Figuras 1.4 y 1.5.

BOX TEMÁTICO

El diseño de investigación como proceso iterativo: aprendizajes desde el sur pampeano

Por Gustavo Martínez

Durante el año 2001 inicié, junto a mi equipo, las investigaciones arqueológicas en el curso inferior del río Colorado, en el sur de la provincia de Buenos Aires, en los partidos de Villarino y Patagones. La zona de estudio se localiza en la denominada área Sur Pampeana y constituye un espacio de transición pampeano-patagónica. Se trata de un ambiente árido a semiárido de estepa arbustiva, atravesado por un río alóctono que desagua en el océano Atlántico a través de un delta. Es un área ecotonal desde el punto de vista florístico, faunístico e ictiográfico, caracterizada por antiguas superficies geomórficas, extensos mantos medanosos y una red de paleocauces relictos (Figura 1.4).

Figura 1.4

Curso inferior del río Colorado. Corredores eólicos, antiguo delta, interfluvio y ubicación de sitios arqueológicos



Nota. Tomado de Earth Resources Observation and Science (EROS) Center (2020). Landsat 8-9 Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor Level-2, Collection 2. U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.5066/P9OGBGM6>.

Las razones para la elección del área de estudio fueron tanto personales como científicas. Las primeras se vinculan con el hecho de haber crecido en un pueblo de la región, mientras que las segundas se relacionan con la ausencia casi total de investigaciones arqueológicas sistemáticas. En sectores vecinos de la región Pampeana y en áreas del noreste de Patagonia ya existían trabajos de campo, una producción sostenida de datos y modelos arqueológicos sobre sociedades cazadoras recolectoras. En contraste, para esta área solo se contaba con una breve descripción costera realizada por Félix Outes en 1908 y con la excavación del sitio La Petrona, llevada a cabo junto con María José Figuerero Torres a fines de la década de los ochenta y publicada en el año 2000. Ese era todo el material editado disponible.

Al iniciar un proyecto de investigación de largo plazo, que continúa activo, surgió la pregunta sobre por dónde comenzar. La respuesta fue inmediata: por lo conocido. Durante mi adolescencia, mientras trabajaba como apicultor, había recorrido gran parte del área y detectado algunos sectores con presencia de materiales arqueológicos. En consecuencia, la estrategia inicial se basó en una prospección dirigida, en la cual no se realizó una sectorización del área según criterios ambientales, fisiográficos y/o geomorfológicos, ni se aplicó un diseño de muestreo probabilístico. La selección de los lugares de trabajo se sustentó en un conocimiento previo que no tenía un origen estrictamente arqueológico.

Junto con mi equipo se investigaron sitios arqueológicos con una notable riqueza en cultura material y una gran diversidad funcional, entre ellos El Tigre, Loma Ruiz 1, San Antonio, El Puma, Caldén Guazú, Zoko Andi 1 y Paso Alsina 1 (Figura 1.4).

Se registraron tanto campamentos residenciales ocupados de manera reiterada como extensas áreas formales de entierro compuestas por entierros secundarios, en las que estuvieron representados aproximadamente 80 individuos. Estos sitios se distribuyen desde la costa atlántica hasta unos 80 km hacia el interior (Figura 1.4). Los resultados de 55 dataciones radiocarbónicas obtenidas en este conjunto no superaron los 3000 años AP. Si se consideran las cronologías de áreas vecinas como la Pampa Húmeda y el norte de Patagonia, donde existen evidencias de los primeros cazadores recolectores fechadas entre 12400 y 11000 años AP, surge inevitablemente la pregunta de por qué no era posible superar ese umbral cronológico. Una observación de la Figura 1.4 permite advertir que muchos de los sitios se ubican asociados a grandes corredores eólicos, vinculados hacia el sur con una compleja red de paleocauces y el antiguo delta del río Colorado. Este conjunto de rasgos, junto con el cauce actual, imprime al paisaje una fisonomía muy moderna, producto de una intensa dinámica fluvial y eólica.

Durante casi 15 años priorizamos la excavación de sitios localizados en esta porción del paisaje, lo que permitió comprender aspectos centrales de la adaptación y el modo de vida de estas sociedades, pero también impuso un límite cronológico. En el año 2014, a partir de indicaciones de pobladores locales, se relevó un sitio emplazado en cadenas de dunas bajas, alejadas de las grandes estructuras geomórficas, de los corredores eólicos y del cauce actual. El área se vincula con el interfluvio de los ríos Colorado y Negro. En una hoyada de deflación, ubicada a pocos metros de un paleocauce antiguo, se registraron en superficie numerosos materiales, entre ellos artefactos líticos, restos faunísticos, restos óseos humanos y cáscaras de

huevo de *Rheidae* grabadas. Debido a la dinámica eólica de la geoforma, el registro se encontraba muy disperso. No obstante, dada su riqueza, se decidió datar restos faunísticos de guanaco y coipo, así como restos humanos.

Las cronologías obtenidas a partir de cuatro muestras del sitio, denominado La Modesta, arrojaron edades cercanas a los 5800 años AP, correspondientes al Holoceno medio. Los fechados resultaron estadísticamente indistinguibles entre sí, lo que indicó una elevada consistencia cronológica. A unos 3 km de este sitio se registró otro, Loma de los Morteros, con un conjunto artefactual similar y cronologías de 6400, 4400 y 1100 años AP, correspondientes al Holoceno medio y tardío. Los sitios localizados en el interfluvio, en el límite o inmediatamente al sur de la línea punteada (Figura 1.4), se asocian a geoformas más antiguas y permitieron duplicar la profundidad cronológica conocida hasta ese momento para el área. De este modo, se alcanzó uno de los objetivos del proyecto: registrar ocupaciones más antiguas para comprender mejor las trayectorias adaptativas y evolutivas de estas sociedades cazadoras recolectoras. Sin embargo, los fechados provenían de contextos superficiales y resultaba necesario comprender los procesos que explican la presencia de estos materiales en superficie a partir de contextos originalmente sepultados. Para ello se excavaron amplias superficies en ambos sitios.

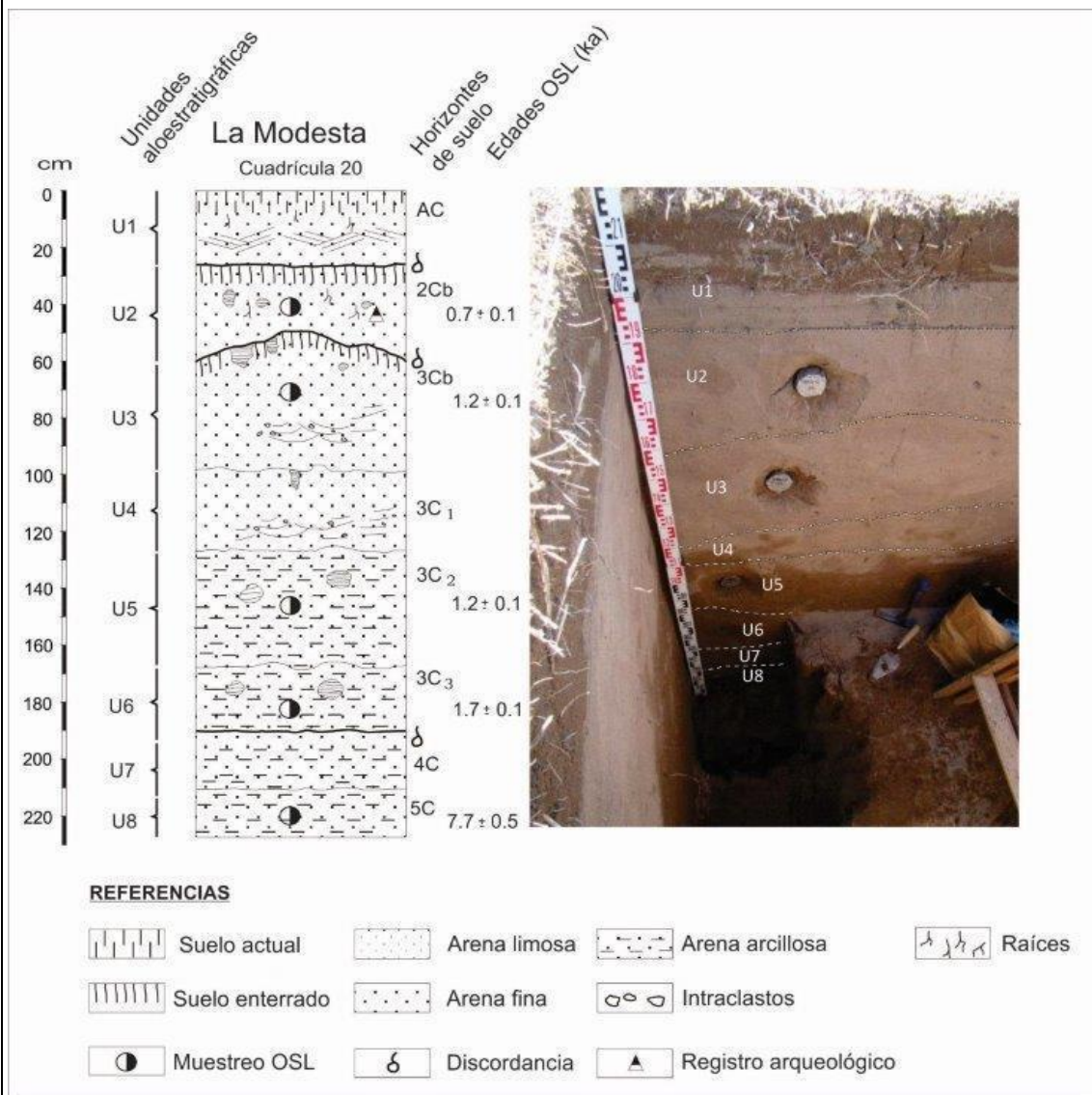
En La Modesta, las excavaciones revelaron la superposición de estratos fluviales en la base y depósitos eólicos en las porciones superiores, junto con la presencia de suelos enterrados poco desarrollados. En contraste con la abundancia de materiales recuperados en superficie, los hallazgos en estratigrafía fueron escasos, carecieron de asociaciones claras con unidades estratigráficas y los restos óseos no conservaron colágeno suficiente para su datación. La marcada diferencia entre el registro superficial y el estratigráfico motivó una nueva etapa de investigación centrada en la formación de las secuencias sedimentarias y en sus características texturales y fisicoquímicas.

Ante la ausencia de fechados radiocarbónicos directamente asociados a los estratos, se decidió datar los sedimentos de cada unidad estratigráfica en cuatro secuencias distribuidas en distintos sectores de la duna. Para ello se empleó la técnica de luminiscencia estimulada ópticamente, cuyas edades se expresan habitualmente en *kiloannum*, una unidad equivalente a miles de años. A modo de ejemplo se presenta la secuencia de la cuadrícula número 20 (Figura 1.5).

Los depósitos fluviales basales de las unidades 8 y 7 fueron fechados en aproximadamente 7700 años AP (Figura 1.5). Sobre ellos, luego de una discordancia erosiva, se depositó la unidad eólica 6, fechada en torno a 1700 años AP, lo que evidencia una discontinuidad estratigráfica y cronológica de unos 6000 años. Las unidades 5 y 3 arrojaron edades similares, cercanas a los 1200 años AP, lo que indica procesos de sedimentación continuos y rápidos. Sobre la unidad 3 se desarrolló un suelo enterrado posteriormente truncado. La unidad 2 corresponde a otro suelo truncado y es el único nivel donde se registraron escasos materiales arqueológicos, con una antigüedad aproximada de 700 años AP. Finalmente, se desarrolló el suelo actual, correspondiente a la unidad 1.

Figura 1.5

Sucesión estratigráfica de la cuadrícula 20, sitio La Modesta. Unidades alostratigráficas, horizontes edafológicos, ubicación del registro arqueológico y edades OSL



El análisis de estas secuencias muestra importantes vacíos temporales y sedimentarios, o hiatos, generados por procesos morfogenéticos intensos que destruyeron o removieron sedimentos que originalmente contenían el registro arqueológico. Como resultado se formaron contextos secundarios, tanto en superficie como en estratigrafía, configurando palimpsestos de materiales. Estos conjuntos no carecen de valor arqueológico, sino que constituyen una expresión particular del registro que debe ser comprendida e integrada en escalas regionales mediante el uso de diversas técnicas y metodologías, como ocurrió en este caso con la luminiscencia estimulada ópticamente.

Otro sector del área de estudio que no había sido analizado en detalle corresponde a su porción sur. Inicialmente las investigaciones se concentraron en la localidad arqueológica San

Antonio, en la desembocadura del río Colorado, donde predominan geoformas muy modernas asociadas al delta y las cronologías rondan los 1000 años AP. Sin embargo, al sur de la Bahía Anegada, en el área del sitio Tres Bonetes (Figura 1.4), el relieve es más marcado, las playas se vuelven escarpadas y se desarrollan barrancas que favorecen la visibilidad arqueológica. Allí se preservan antiguos cordones litorales formados durante las ingresiones del Holoceno medio. La explotación de estos cordones para la obtención de rodados permitió registrar los sitios Tres Bonetes, Cantera de Rodados Villalonga y Cantera Atlántida. Los restos humanos recuperados en estos contextos fueron datados entre 4900 y 4100 años AP, reforzando el patrón de ocupación humana temprana asociada al Holoceno medio.

En esta etapa del proyecto, el diseño de investigación regional se consolidó en un esfuerzo metodológico y técnico que aportó elementos clave a la discusión sobre los supuestos vacíos ocupacionales del Holoceno medio en la región Pampeana. Frente a propuestas que sostienen la existencia de interrupciones poblacionales, extinciones o reemplazos, la identificación de ocupaciones claras durante este periodo en el sur pampeano se alinea con evidencias provenientes de otras áreas de la región, como la zona interserrana y el sistema serrano de Tandilia, que indican una continuidad poblacional y cultural a lo largo del Holoceno. Este recorrido pone de manifiesto la articulación y retroalimentación constante entre las distintas etapas del diseño de investigación, en el sentido propuesto por Redman, y destaca la relevancia de las dinámicas poblacionales y de las trayectorias culturales locales en la construcción del conocimiento arqueológico.

Referencias

- Banning, E. B. (2002). *Archaeological Survey. Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique*. Springer, New York. First Edition.
- Martínez, G. (2017). Arqueología de cazadores recolectores del curso inferior del río Colorado (provincia de Buenos Aires, Argentina). En G. Martínez (Ed.), *Aportes al conocimiento de las ocupaciones humanas pampeano-patagónicas* (pp. 29–44). INCUAPA FACSO UNICEN.
- Martínez, G., Martínez, G. A. y Owen, L. A. (2023). Human occupation, site formation, and chronostratigraphy of a mid Holocene archaeological site at the eastern Pampa Patagonia transition, Argentina. *Quaternary Research*, 114, 52–68.
- Martínez, G., Owen, L., Flensburg, G., Stoessel, L., Carden, N., Alcaráz, A. P., Santos Valero, F. y Martínez, G. A. (2024). A review of mid Holocene hunter gatherer occupation in the eastern Pampa Patagonia transition of Argentina: Assessing cultural continuities and population dynamics. *Quaternary Environments and Humans*, 2, 100007.
- Politis, G. y Borrero, L. (2024). *The Archaeology of the Pampas and Patagonia*. Cambridge University Press.
- Redman, C. L. (1987). Surface collection, sampling, and research design: A retrospective. *American Antiquity*, 52(2), 249–265.

Parte III. Arqueología de gestión en clave estudios de impacto arqueológico

Estudios de impacto ambiental y social y estudios de impacto arqueológico

La **Arqueología de gestión** es una disciplina aplicada que se ocupa de la identificación, protección y conservación del patrimonio arqueológico frente a los impactos derivados de actividades humanas contemporáneas, como la construcción de infraestructuras, la explotación minera, obras viales o proyectos urbanísticos. Su propósito principal es evitar la destrucción o pérdida irreversible de sitios y restos arqueológicos, garantizando que el desarrollo económico y social se realice en armonía con la preservación del patrimonio cultural (Merriman, 2004). Se define como: “El conjunto de actividades arqueológicas que se llevan a cabo con la finalidad de evaluar, gestionar y mitigar los impactos de proyectos de desarrollo sobre los recursos arqueológicos, asegurando su conservación y el cumplimiento de la legislación vigente” (Fairclough et al., 2008, p. 12). De esta manera, este campo de la práctica arqueológica es la herramienta apropiada para afrontar los problemas que afectan al patrimonio arqueológico, pero su desarrollo continúa estando condicionado a un conjunto de cuestionamientos que hacen que esta práctica no esté totalmente legitimada por todos los agentes de la comunidad arqueológica. Esto se materializa en que las formaciones de grado en arqueología se focalizan mayormente en los aspectos científicos-académicos, y no de formación profesional.

Sobre la base de lo expuesto, consideramos que es una responsabilidad de la cátedra brindar conceptos básicos acerca de la gestión, particularmente en la realización de estudios de impacto ambiental para el componente arqueológico. De esta manera, todo egresado contará con los conocimientos mínimos para desarrollarse en el ámbito profesional, llamada arqueología de contrato, que es muy diferente a la arqueología que desarrollamos dentro de un proyecto de investigación. Esto es porque como veremos las áreas de afectación y las preguntas que guían el estudio son diferentes, al igual que los *timing* de ejecución. Para un desarrollo armónico debemos primero dar algunas definiciones, basándonos principalmente en Ratto (2006-2009) y otros autores.

1. **Evaluación de impacto ambiental y social (EIAyS).** Constituye un instrumento de la política ambiental que tiene como objetivo establecer un método de estudio y diagnóstico para identificar, predecir, interpretar y comunicar el impacto de una acción sobre el funcionamiento del medio ambiente. Constituye un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales, tanto negativos como positivos, de las acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados para asegurar un desarrollo ambiental y social sustentable. Es una herramienta de gestión ambiental que permite prever e identificar los impactos negativos en el ambiente causados por las acciones de proyectos de diversa

naturaleza, y en consecuencia brinda alternativas de acción y medidas orientadas para mitigar los impactos o, más aún, determinar que no se lleve a cabo.

Por lo dicho, es un procedimiento previo a la toma de decisiones, que registra y valora de manera sistemática y global los efectos potenciales de un proyecto, con el objeto de evitar daños o desventajas para los componentes del ambiente. De esta manera, en toda EIAyS predominan las medidas preventivas por sobre las correctivas, donde hay que diferenciar entre: los aspectos conceptuales que hacen a su definición y alcance, los procedimientos técnicos para el análisis y la esfera administrativa que dependerá de las leyes nacionales y/o provinciales.

Lo importante es comprender que, como herramienta de gestión ambiental, se compone de dos instancias fundamentales cuya diferenciación conceptual resulta indispensable para todo arqueólogo que ejerza profesionalmente en el ámbito de la gestión ambiental:

- a) el **Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)** es el documento científico-técnico elaborado por el titular del proyecto, mediante equipos profesionales competentes, en el que se identifican, describen, analizan y valoran los efectos que una obra o actividad puede producir sobre los distintos componentes del ambiente. Comprende la caracterización del proyecto y de su área de influencia, el establecimiento de las líneas de base física, biológica y sociocultural, la identificación y valoración de los impactos previsibles y la formulación de medidas destinadas a prevenirlos, mitigarlos, corregirlos o compensarlos. Asimismo, incluye programas de seguimiento, monitoreo y gestión ambiental. El análisis debe contemplar las diferentes etapas del ciclo del proyecto, entre ellas la prefactibilidad, factibilidad, diseño, construcción, operación y cierre, particularmente en el caso de la actividad minera, así como las eventuales situaciones de abandono o poscierre cuando correspondan.
- b) la **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)** o **Licencia Ambiental (LA)** es el acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental competente, luego de evaluar el Estudio de Impacto Ambiental presentado por el titular del proyecto, decide aprobarlo, aprobarlo de manera condicionada o rechazarlo. Su emisión expresa la decisión estatal respecto de la viabilidad ambiental de la obra o actividad y establece las condiciones, obligaciones, medidas de prevención, mitigación, corrección, compensación, monitoreo y control que deberán cumplirse durante las distintas etapas del proyecto. La DIA o LA puede incorporar requerimientos adicionales, plazos, mecanismos de actualización y obligaciones de presentación de informes ante la autoridad de aplicación. Aunque estas denominaciones se utilizan de manera general, cada jurisdicción provincial establece, de acuerdo con su normativa, las características del procedimiento, la autoridad interviniente, los alcances del acto administrativo y las condiciones para su renovación o actualización.

En la Figura 1.6 queda expresada la articulación fundamental de los EIAyS, para las distintas etapas del ciclo del proyecto, que consiste en: (i) determinar las acciones del proyecto, (ii) en definir los impactos del proyecto (medio físico y sociocultural) y (iii) diseñar medidas para mitigar

los impactos negativos e incrementar los positivos. Es importante aclarar que cada etapa del ciclo de un proyecto (prefactibilidad, factibilidad, diseño, construcción, operación y cierre, si es el caso) va a generar distintos tipos de acciones por lo que los impactos variarán en una u otra etapa y, por lo tanto, las medidas a generarse en cada caso para minimizar el impacto.

Figura 1.6

Esquema de la metodología conceptual de la Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAyS) en los proyectos de distinto tipo



2. **Estudios de impacto arqueológico (EslArq).** No debe olvidarse que cualquier tipo de obra implica movimientos de suelo y/o alteraciones de la superficie. La mayoría de los proyectos de infraestructura generan movimiento de suelo a GRAN ESCALA que pueden ocasionar pérdidas y roturas de los bienes culturales del pasado si no median MEDIDAS CONCRETAS para evitarlo. Así, los movimientos de suelo sin ningún tipo de control (previos y/o *in situ*) alteran los contextos arqueológicos ocasionando pérdidas de información sobre las formas de vida de los pueblos del pasado. Como señalan Darvill y Fulton (2003), los estudios de impacto arqueológico son esenciales para integrar el patrimonio cultural dentro de los procesos de planificación de un país, logrando que la arqueología no sea un impedimento para el desarrollo, sino un elemento que aporte valor social y científico. Además, la arqueología de gestión funciona en un marco legal que varía según cada país, pero que generalmente obliga a realizar evaluaciones arqueológicas previas para otorgar permisos de obra, reforzando el papel de los EIA como herramientas preventivas y reguladoras (Smith, 2006). No obstante, es saludable tener presente los potenciales efectos de la aplicación del RIGI en nuestro país, según lo aprobado por la ley Bases (ver más adelante). Por lo expuesto, los estudios de impacto arqueológico constituyen una evaluación anticipada que analiza cómo un proyecto específico podría afectar a los recursos arqueológicos en un área determinada, con el fin de diseñar estrategias que minimicen o eviten daños. Los EslArq puede concebirse como peldaños (Fases) diseñados dentro de una estructura orgánica que articulan entre sí y conforman una escalera. Así cada una de las Fases se diseña en función de los resultados de la anterior y permite proyectar la siguiente,

las cuales se desarrollan al compás de las etapas del Ciclo de un proyecto, adaptándolas a las complejidades inherentes en sus historias particulares (Figura 1.7).

Figura 1.7

Recorrido de los Estudios de Impacto Arqueológico en función de las distintas etapas de un proyecto



Cada una de las etapas del proyecto, reseñadas en la Figura 1.7, involucra a escalas diferentes, ya que, en factibilidad, por ejemplo, se proyecta construir un gasoducto en un departamento de una provincia, pero no hay una traza delimitada; mientras que a medida que se avanza en el proyecto se definen las trazas, y eso es en la etapa diseño, la cual luego se ejecuta en la etapa construcción y se monitorea en la etapa operación. En cada una de estas etapas las acciones serán diferentes, por lo que también lo serán los impactos que produzcan y los tipos de medidas necesarias para revertirlos. En forma general puede decirse que la etapa de diseño es fundamental porque la obra está en papel y se pueden realizar cambios de la traza, en función de los resultados de la construcción de la línea de base arqueológica. Mientras que la etapa construcción será la más problemática, especialmente cuando las etapas anteriores no fueron ejecutadas cabalmente. Debemos tener presente que el impacto arqueológico tiene determinadas características distintas:

- Afecta el medio sociocultural, dado que son bienes del conjunto de la sociedad (derechos de tercera generación -colectivos);
- es relevante, dado que es: (i) total, ya que la destrucción del bien puede ser completa; (ii) puntual por afectar evidencia arqueológica emplazada en un área determinada; (iii) permanente, ya que la alteración es indefinida en el tiempo, y (iv) continuo, dado que las alteraciones son regulares durante su permanencia;
- es irreversible debido a que los bienes culturales no son renovables;

- d) es directo y/o indirecto dado que la acción puede afectar al bien cultural en el mismo tiempo y lugar, o pueden realizarse acciones en otro lugar del entorno que repercutirán en forma negativa en el bien, y
- e) es impredecible porque puede existir evidencia arqueológica enterrada sin visibilidad superficial.

Por lo expuesto, es necesario diseñar metodologías de relevamiento eficaces que permitan construir modelos de sensibilidad arqueológica subsuperficial mediante la integración de variables culturales y naturales, considerando los procesos naturales y culturales de formación y transformación del registro arqueológico (véase el capítulo 2). Además, debe maximizarse el uso articulado de sistemas de información geográfica, herramientas digitales, sensores remotos y relevamientos mediante drones, para generar modelos de superficie, registrar rasgos del terreno y reconocer indicadores indirectos de posibles depósitos subsuperficiales (Ratto, 2026).

Antes comentamos que los estudios de impacto arqueológico tienen un *timing* propio, que no es el mismo que el de los proyectos de investigación, debido a que cada etapa del proyecto tiene tiempos específicos. La fortaleza de estos estudios es que son generadores de nueva información, nuevo conocimiento en zonas y/o regiones que mayormente carecen de información sobre la historia del territorio en tiempos prehispánicos, además de tener la potencialidad de encontrar “agujas en pajares” debido a la extensión e intensidad de los movimientos de suelo que demandan las grandes obras. Por lo tanto, su valía es que la nueva información generada permite articular los ámbitos de la arqueología de contrato y la científica-académica, para lo cual es imprescindible la comunicación entre los profesionales de ambos campos disciplinares.

Los EslArq comprenden varias fases que serán adaptadas a cada una de las etapas del proyecto:

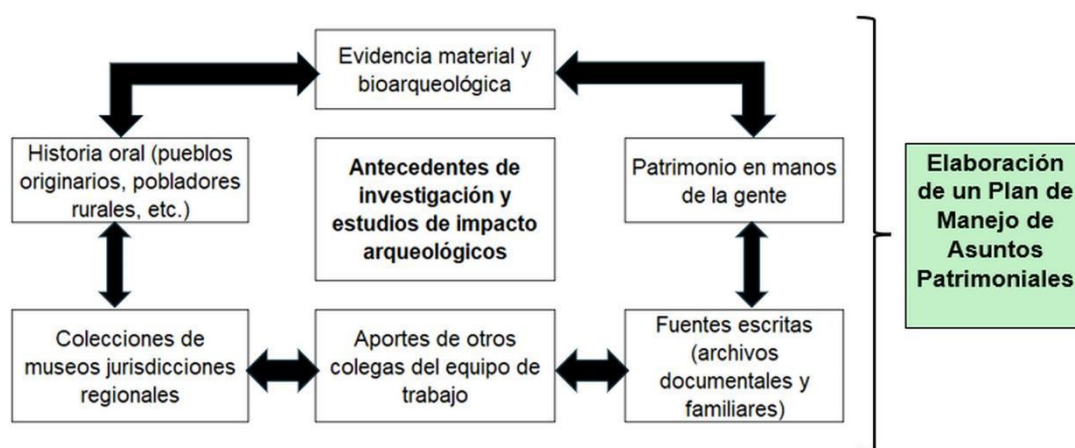
- a) **Revisión documental y contextualización:** consiste en recopilar información histórica, arqueológica y ambiental existente sobre la zona de influencia del proyecto. Esto permite identificar áreas potencialmente sensibles.
- b) **Prospección arqueológica y muestreo:** mediante técnicas de campo, como reconocimiento superficial, excavaciones de sondeo o prospección geofísica, se detectan y delimitan sitios arqueológicos presentes en el área.
- c) **Evaluación del impacto:** se determina el grado de afectación directa o indirecta que el proyecto causaría sobre los sitios, considerando factores como el tamaño, integridad y valor patrimonial.
- d) **Propuesta de manejo y mitigación:** se diseñan medidas preventivas, como la reubicación del trazado, la protección *in situ*, la excavación de rescate o la documentación exhaustiva previa a la intervención.

Personalmente soy defensora de utilizar todas las herramientas tecnológicas disponibles, especialmente de análisis espacial (SIG) y satelital (imágenes de alta resolución); de revisar no sólo todos los antecedentes del área del proyecto sino también las colecciones de museos y/o colecciones en manos de pobladores; de entablar comunicaciones con las poblaciones locales, originarias y rurales; de realizar revisiones de fuentes históricas disponibles en internet como la

Encuesta de Magisterio de 1921 y/o archivos familiares de pobladores; y de entablar una sólida relación con los colegas que investigan en la región (Ratto, 2026). La articulación de los resultados generados por cada una de estas fuentes de información es fundamental para construir un modelo teórico de la sensibilidad arqueológica que tiene el área que será atravesada por la traza de una obra (gasoducto, oleoducto, línea de alta tensión o la construcción de una presa, campamentos, etc.). Recién con esa información articulada se debe salir a realizar los relevamientos puntuales en terreno para construir la llamada línea de base arqueológica, cuyos resultados articulará con los antes obtenidos y en conjunto aportarán a la generación de las medidas que conformarán el Plan de Manejo de Asuntos Patrimoniales (Figura 1.8).

Figura 1.8

Líneas de trabajo a ser desarrolladas antes y/o junto con la construcción de la línea de base arqueológica (etapa diseño) y que permitirá generar las medidas del Plan de Manejo de Asuntos Patrimoniales a ser implementados en la etapa construcción de la obra en cuestión



En el diseño metodológico presentado estas etapas previas conforman lo que se puede denominar un *scoping arqueológico*, que tiene mayor potencialidad cuando se cuenta con un diseño técnico de la obra, por ejemplo, una traza con progresivas totalmente geo-referenciada. Es fundamental comprender que esta metodología tendrá la mayor tasa de éxito cuando un profesional adquiere la responsabilidad de preservar el patrimonio arqueológico-histórico desde las primeras etapas de un ciclo de un proyecto de infraestructura o desarrollo. Se debe tener siempre presente que el ingreso a un proyecto en etapa avanzada conlleva mayor riesgo, si no se cuenta con la producción de información de base de las etapas previas. Por lo que el profesional interviniente debe conocer cabalmente estos riesgos y generar desde el comienzo de su incorporación medidas tendientes a cubrir los “*gaps*” de la falta de información, o también deficiente, producto de la participación de otros profesionales de la disciplina en las etapas previas del proyecto.

Por todo lo expuesto, podemos afirmar que la arqueología de gestión y los estudios de impacto arqueológico son prácticas indispensables para compatibilizar la conservación del patrimonio cultural con el desarrollo sostenible, asegurando que la historia material de las sociedades no se pierda ante las transformaciones contemporáneas.

El Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

El Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), adoptado en 1989 y ratificado por Argentina en el año 2000 mediante la Ley 24.071, establece un marco normativo internacional para la protección de los derechos de los pueblos indígenas y tribales. Uno de sus pilares fundamentales es el derecho a la consulta previa, libre e informada ante cualquier medida legislativa o administrativa susceptible de afectar directamente sus territorios, culturas o modos de vida. En este sentido, el Convenio plantea una obligación legal para los Estados parte, que deben garantizar mecanismos eficaces de participación y consentimiento, especialmente en lo que respecta a proyectos de desarrollo, extracción de recursos naturales y obras de infraestructura en territorios indígenas.

En Argentina, la implementación del Convenio 169 se ha vinculado estrechamente con el desarrollo de la legislación ambiental y patrimonial, en particular a través de instrumentos como la Ley General del Ambiente (Ley 25.675), que establece el principio de participación ciudadana y la evaluación de impacto ambiental como requisitos previos para la ejecución de obras o actividades con potencial impacto significativo. En el caso de territorios habitados o reclamados por comunidades indígenas, esta legislación se articula con normas específicas como la Ley 26.160, que establece la emergencia en materia de posesión y propiedad comunitaria de las tierras que tradicionalmente ocupan. Sin embargo, en la práctica, la consulta previa suele ser débil o extemporánea, y no siempre se ajusta a los estándares internacionales establecidos por el Convenio 169.

En lo relativo al patrimonio cultural, la Ley Nacional 25.743 de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico también se cruza con los principios del Convenio 169, al prever medidas para la protección de sitios arqueológicos vinculados con comunidades originarias. No obstante, la normativa nacional no reconoce explícitamente el derecho de estas comunidades a participar activamente en la toma de decisiones sobre la gestión de su patrimonio, como sí lo exige el convenio internacional. La ausencia de reglamentaciones claras para la consulta en el ámbito patrimonial y ambiental genera tensiones recurrentes en contextos donde las obras de infraestructura -como represas, rutas, minería o desarrollos turísticos- se superponen con áreas de significación cultural o espiritual para los pueblos originarios.

Aunque Argentina ha suscrito compromisos internacionales que refuerzan los derechos indígenas frente a proyectos de desarrollo, su aplicación efectiva sigue siendo fragmentaria y tensa. Esto se debe a que es el Estado quien omite comunicar los proyectos que tienen injerencia directa y/o indirecta con las comunidades desde las primeras etapas del ciclo del proyecto. En

pocas palabras es el Estado quien debe abrir los canales de diálogo mucho antes de licitar una obra. Sin embargo, mayormente se lleva a la práctica el procedimiento inverso. Por lo tanto, podemos afirmar que la implementación del Convenio 169 demanda no solo la adecuación de la legislación nacional, sino también la voluntad política y administrativa de incorporar procesos interculturales de toma de decisión, que reconozcan las cosmovisiones indígenas y sus vínculos con el territorio, el ambiente y el patrimonio, como así también de fijar los criterios y procedimientos marcos, generales, para llevarlos a cabo.

El RIGI y los estudios de impacto ambiental

En el marco de las reformas legislativas promovidas por el gobierno nacional, el Régimen de Incentivos para Grandes Inversiones (RIGI) se presenta como un instrumento diseñado para atraer capitales en proyectos de gran escala en sectores estratégicos como minería, energía e infraestructura. Ofrece incentivos fiscales, cambiarios y aduaneros, además de estabilidad normativa por un plazo de hasta 30 años (International Bar Association, 2024). Sin embargo, ha sido objeto de fuertes críticas desde el campo del derecho ambiental por el impacto que puede tener sobre la gobernanza federal de los recursos naturales y la preservación patrimonial. En particular, el artículo 165 del RIGI establece que toda norma —nacional, provincial o municipal— que obstaculice un proyecto adherido será considerada nula de nulidad absoluta, lo que en los hechos anula la capacidad regulatoria local en materia ambiental (Gulman, 2024; International Bar Association, 2024).

Este criterio entra en contradicción directa con el artículo 124 de la Constitución Nacional, que establece que las provincias tienen propiedad originaria sobre sus recursos naturales y la facultad exclusiva de legislar al respecto. De este modo, leyes fundamentales como la Ley General del Ambiente (Ley 25.675), la Ley de Bosques Nativos (Ley 26.331) o la Ley de Glaciares (Ley 26.639), así como normativas provinciales que regulan el uso del agua, el suelo o el patrimonio arqueológico y paleontológico, podrían quedar desplazadas frente a proyectos bajo el régimen. Además, el RIGI no exige de manera explícita la realización de estudios de impacto ambiental, ni contempla regímenes de pasivos, sanciones o medidas reparatorias frente a posibles daños ambientales, lo que representa una regresión normativa y un debilitamiento institucional de la política ambiental argentina (Gulman, 2024; FARN, 2024).

Frente a este escenario, ciertos proyectos que recurren a financiamiento internacional -como el de la International Finance Corporation (IFC), parte del Grupo Banco Mundial- pueden verse obligados a cumplir con estándares ambientales y sociales más exigentes. Las Normas de Desempeño del IFC (IFC Performance Standards), en conjunto con las Directrices sobre Salud, Seguridad y Medio Ambiente (EHS Guidelines), definen requisitos específicos sobre la gestión de riesgos, prevención de contaminación, protección del patrimonio cultural y respeto por los pueblos indígenas (International Finance Corporation, 2012). Estos estándares también exigen

la implementación de mecanismos de reclamo y la rendición de cuentas ante instancias independientes como la Oficina del Asesor en Cumplimiento (CAO, por sus siglas en inglés).

No obstante, el alcance de estas salvaguardas depende enteramente del origen del financiamiento. Si el capital es puramente privado y no involucra a organismos multilaterales, los estándares del IFC no se aplican. En consecuencia, el efecto regulador de estas normas internacionales resulta parcial y condicionado. El riesgo estructural que plantea el RIGI persiste, ya que al no incorporar requerimientos ambientales obligatorios ni reconocer la normativa vigente, establece un régimen de excepción que debilita los principios de prevención, precaución, participación y equidad intergeneracional que rigen el derecho ambiental argentino desde la reforma constitucional de 1994 (Gayoso Haro, 2022; FARN, 2024).

Cerrando el recorrido

Este capítulo propone una visión integral del quehacer arqueológico, partiendo de la reflexión crítica sobre los fundamentos filosóficos y metodológicos que orientan nuestras prácticas científicas y profesionales. En primer lugar, se resalta la diversidad teórica como una característica definitoria de la arqueología contemporánea, y se analizan con claridad las diferencias entre enfoques procesuales y posprocesuales. Se subraya que dichas diferencias no son meramente técnicas, sino que responden a posicionamientos ontológicos, epistemológicos y metodológicos divergentes. Esta reflexión permite comprender que la manera en que formulamos hipótesis, interpretamos datos y construimos conocimiento arqueológico está profundamente mediada por nuestras concepciones teóricas previas.

En segundo término, se presenta el diseño de investigación como un eje estructurador del proceso científico en arqueología. Se explicita que el diseño no es un requisito formal sino un instrumento esencial para guiar desde la formulación del problema hasta la recolección, análisis e interpretación de los datos. Los componentes centrales del diseño -objetivos, hipótesis, métodos, técnicas, datos y unidades de análisis- son abordados con profundidad, destacando su interdependencia y la necesidad de coherencia interna. Se insiste, además, en la importancia de distinguir entre objetivos y actividades, y en comprender que los datos no se recogen, sino que se construyen activamente dentro de marcos teóricos definidos. Esta sección cuenta con un box sobre la temática preparado por el Dr. Gustavo Martínez.

Finalmente, el capítulo incorpora una dimensión aplicada mediante el análisis de la arqueología de gestión, con énfasis en los estudios de impacto arqueológico. Se aboga por una praxis profesional crítica y responsable, capaz de articular el conocimiento académico con la protección del patrimonio frente a los procesos de desarrollo. En este sentido, se destacan tanto los aportes como los desafíos de integrar los saberes arqueológicos en contextos de gestión ambiental y territorial. Asimismo, se expusieron las áreas grises de aplicación de los lineamientos del Convenio 169 de la OIT, como así también se alertó sobre los riesgos que plantean políticas como el RIGI frente a la legislación ambiental vigente.

En síntesis, el capítulo propone una arqueología que se reconoce como una ciencia social compleja, situada, interdisciplinaria y reflexiva, que construye conocimiento a partir de decisiones teóricas, metodológicas y políticas. Una arqueología que, lejos de ofrecer verdades absolutas, se compromete con la rigurosidad, la coherencia interna y la responsabilidad social frente a los pasados que estudia y los presentes en los que actúa.

Referencias

- Acuto, F. A. (2013). ¿Demasiados paisajes?: Múltiples teorías o múltiples subjetividades en la arqueología del paisaje. *Anuario de Arqueología*, 5, 31-50. Universidad de Rosario.
- Anschuetz, K. F., Wilshusen, R. H. y Scheick, C. L. (2001). An archaeology of landscapes: Perspectives and directions. *Journal of Archaeological Research*, 9(2), 157-211.
- Banning, E. (2020). *The Archaeologist's Laboratory: The Analysis of Archaeological Evidence*. Springer.
- Binford, L. R. (1967). Smudge pits and hide smoking: The use of analogy in archaeological reasoning. *American Antiquity*, 32(1), 1-12.
- Darvill, T. y Fulton, A. (2003). *Managing Archaeology: Excavation and Conservation in the Development Process*. Routledge.
- Fairclough, G., Harrison, R., Jameson, J. H. y Schofield, J. (2008). *The Heritage Reader*. Routledge.
- FARN (Fundación Ambiente y Recursos Naturales). (2024). El RIGI en debate: riesgos e impactos sobre la institucionalidad ambiental. https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2024/05/FARN_RIGI.pdf
- Gayoso Haro, V. (2022). Closing the gap between environmental standards and practice in Latin American infrastructure projects. *International Association for Impact Assessment*. https://conferences.iaia.org/2022/final-papers/598_Gayoso-Haro_Closing%20the%20gap%20between.pdf
- Gulman, A. (2024, 21 de agosto). El nuevo régimen de inversiones argentino mantiene en vilo a los ambientalistas. *El País*. <https://elpais.com/america-futura/2024-08-21/el-nuevo-regimen-de-inversiones-argentino-mantiene-en-vilo-a-los-ambientalistas.html>
- International Bar Association. (2024). Overview of the Incentive Regime for Large Investments in Argentina. <https://www.ibanet.org/overview-of-incentive-regime-for-large-investments-in-Argentina>
- International Finance Corporation. (2012). IFC Performance Standards on Environmental and Social Sustainability. <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/ifc-performance-standards.pdf>
- Hodder, I. (2014). Post-Processual Archaeology. En *Encyclopedia of Global Archaeology* (pp. 6087-6094). Springer.
- Merriman, N. (2004). *Public Archaeology*. Routledge.

- Politis, G. G. (2002). Arqueología, etnografía y analogía: una revisión crítica. En A. C. Muñoz (Ed.), *Pueblos indígenas y arqueología en América Latina* (pp. 249-276). Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Ramenofsky, A. F. y Steffen, A. (1998). Units as tools of measurement. En A. F. Ramenofsky y A. Steffen (Eds.), *Unit issues in archaeology: Measuring time, space, and material* (pp. 3-17). Salt Lake City: The University of Utah Press.
- Ratto, N. (2006-2009). Arqueología y la Evaluación de Impacto Ambiental. *Revista Xama*, (19-23), 357-376.
- Ratto, N. (2026). Una Metodología en Tándem para la Construcción de Líneas de Base Arqueológicas. En A. Nielsen, I. Gordillo y V. Seldes (Eds.), *Perspectivas en Arqueología*, en prensa.
- Redman, C. L. (1987). Research Design and the Structure of Regional Archaeological Investigations. En C. L. Redman (Ed.), *Regional Archaeology in the Southwest: A Symposium Organized by the Arizona State University* (pp. 1-10). New York: Academic Press.
- Smith, L. (2006). *Uses of Heritage*. Routledge.
- Tilley, C. (1994). *A phenomenology of landscape: Places, paths and monuments*. Oxford: Berg.
- Wylie, A. (1985). The reaction against analogy. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8, 63-111.

CAPÍTULO 2

El registro arqueológico y los procesos de formación más allá de los marcos teóricos

Violeta Di Prado y María Agustina Ramos van Raap

*Si fallamos al registrar el contexto, o si leemos o interpretamos incorrectamente ese contexto, es imposible una interpretación arqueológica adecuada.
(If we fail to record the context, or if we misread or misinterpret that context, proper archaeological interpretation is impossible) (Wood y Johnson, 1978).*

Introducción

La conceptualización, configuración y caracterización del registro arqueológico (RA) constituyen uno de los ejes centrales de la arqueología, ya que a partir de lo que se entiende por este concepto se construyen luego inferencias e interpretaciones sobre las sociedades del pasado. Asimismo, a veces suele utilizarse de manera indistinta como sinónimo de cultura material y evidencia arqueológica. En este capítulo, en la primera parte, proponemos un recorrido sobre las diferentes conceptualizaciones de estas nociones desde diferentes marcos teóricos. Con eso en mente, luego abordamos los factores que condicionan el descubrimiento y cuáles son las propiedades del RA. Estos ejes conceptuales constituyen un punto de partida necesario para luego abordar los procesos de formación naturales y culturales (PFNyC) que actúan en la conformación del registro y que tampoco están exentos de debates acerca de cómo se definen y para qué sirve su estudio.

Cultura material, registro arqueológico y evidencia arqueológica ¿son sinónimos?

Existen diferentes **posicionamientos teóricos** respecto a la concepción de la **arqueología** como disciplina científica y cómo se comprende, desde esos enfoques, a la **cultura material** (ver capítulo 1). A modo de breve repaso, nos referimos a la arqueología **procesual** y a la arqueología **posprocesual**. Desde la primera de ellas se concibe a la cultura material con una perspectiva pasiva, neutral y estática. Específicamente, se la aborda como un reflejo de la adaptación ambiental (medios extra somáticos) de los grupos humanos y que, a través de su estudio, las/los

arqueólogas/os podrán acceder a las dinámicas sociales del pasado (Binford, 1962). Por su parte, el segundo enfoque teórico se asocia con una conceptualización dinámica y activa de la cultura. Esto implica comprenderla no como un reflejo de la sociedad sino como un actor de las dinámicas sociales y que está implicada en la conformación y transformación de la sociedad. Desde esta perspectiva, las interacciones entre las personas y los objetos son tan importantes como los contextos y las redes en las que ocurren esas interacciones (Hodder, 1982). Como detalla Hodder (2014) décadas después, la cultura material tiene un significado que va más allá de las propiedades físicas y las funciones adaptativas de un objeto.

Los marcos teóricos recién mencionados se relacionarán con las maneras de entender y de abordar el registro arqueológico, tanto desde el momento de la recuperación como hasta su posterior análisis e interpretación. Se han ofrecido diferentes **definiciones** sobre el **registro arqueológico**, según el énfasis otorgado a distintos aspectos. Por ejemplo, podemos mencionar a Parezo y Fowler (1995), quienes entienden que este registro está conformado por aquellos objetos (por ej. artefactos, ecofactos, material contextual asociado) recuperados mediante la práctica arqueológica en el campo. Por otro lado, McManamon (1984) puntualiza sobre la distribución espacial de los artefactos, instalaciones y restos orgánicos producidos por la actividad humana. Mientras que Stafford y Hajic (1992) remarcan cómo las características del paisaje influyen en esa distribución espacial de los restos culturales, y que el registro arqueológico será el producto de los eventos depositacionales a lo largo del tiempo. Otra definición interesante para mencionar es la que ofrecieron Moore y Keene (1983), ya que no sólo consideran a los objetos, sino que incorporan el rol de las/os arqueólogas/os en cómo los conceptualizan, los miden, los asocian y los contextualizan. En definitiva, tal como fuera desarrollado por Linda E. Patrik (1985), el término registro arqueológico es ambiguo en tanto no existe un claro consenso sobre su significado. Lo que sí distingue y desarrolla esta profesora en filosofía es la existencia de **dos modelos de interpretación del registro arqueológico**. Cada uno de ellos posee diferentes implicancias metafísicas y están relacionados con las dos grandes posturas teóricas respecto a la arqueología, como mencionamos anteriormente. Se trata del modelo físico y del modelo textual; el primero vinculado con una posición procesual y el segundo con una posición posprocesual (concretamente de las primeras corrientes posprocesuales, en base a la fecha de publicación de esta propuesta, a mitad de la década de 1980).

Según Patrik (1985), ambos modelos se diferencian en tres aspectos: en cómo conciben los componentes del registro arqueológico, en cómo definen lo registrado y en cómo interpretan los procesos de formación de los rasgos presentes. Desde el **modelo físico** el registro arqueológico es concebido como un fósil, en tanto son objetos físicos y/o rasgos estáticos que reflejan de manera directa las causas -el comportamiento humano y la naturaleza- que los originaron. Bajo esta concepción está implícito el principio de uniformismo, y que luego Schiffer va a poner en duda al desarrollar la diferenciación entre contexto sistémico y contexto arqueológico (ver más adelante en este capítulo). Mediante el registro de esos objetos físicos, desde este modelo se observarán regularidades o generalidades, se buscarán patrones y éstos serán expresados en términos de leyes universales o probabilísticas. Por el contrario, el **modelo textual** aborda al

registro arqueológico como un texto que puede ser leído. Los objetos físicos y/o rasgos son entendidos como signos materiales o símbolos de conceptos pasados, y lo que se registrará mediante su estudio serán acciones, ideas y eventos humanos del pasado. En términos de Hodder (2014), el significado reside en la forma en la que le da sentido tanto el actor social del pasado, como el/la arqueólogo/a en el presente; de modo tal que hay tantas lecturas como diferentes personas. Lejos de buscar generalidades, se prioriza la codificación de los significados y el entendimiento de las reglas o convenciones que son propias de cada grupo humano; más allá de que igualmente consideran los procesos físicos que pudieron haber actuado. Para el primer modelo el registro arqueológico se caracteriza por ser objetivo y accesible y su estudio se encara desde una escala a nivel poblacional. Mientras que, para el segundo modelo, el registro tiene carácter maleable por el presente, al que se adiciona también la visión o el accionar del arqueólogo/a y la escala de investigación es a nivel individual.

Estos conceptos y el extenso desarrollo de Patrik que aquí resumimos son retomados pocos años después por Hugo Yacobaccio (1988). Si bien Patrik lo había esbozado en su trabajo, este arqueólogo argentino escribió explícitamente sobre la diferenciación existente entre registro arqueológico y evidencia arqueológica. Estos términos no deben ser considerados como sinónimos, dado que **el registro arqueológico es inferido en base a la evidencia arqueológica**. Ahora bien, para profundizar sobre esto que plantea el autor, primero tenemos que detallar a qué nos referimos cuando hablamos de **evidencia arqueológica**. Se trata del conjunto de ítems que recupera el/la arqueólogo/a mediante los trabajos de campo, pudiendo diferenciar entre artefactos, rasgos, estructuras, restos orgánicos no artefactuales y ambientales, y también anomalías fisicoquímicas. A continuación, detallamos cada uno de ellos:

- **Artefactos:** objetos confeccionados, usados y/o modificados por la actividad humana. Estos objetos, en los que se incluyen a sus subproductos, pueden ser portables/muebles y no-portables/inmuebles. Como ejemplos de artefactos podemos mencionar a instrumentos y desechos líticos, piezas cerámicas y metalúrgicas, entre otros.

- **Rasgos:** aquellos componentes de lugares que fueron ocupados por grupos humanos, y que también podrían catalogarse como artefactos no-portables. Nos estamos refiriendo, por ejemplo, a fogones, agujeros de postes y pozos de almacenamiento.

- **Estructuras:** rasgos complejos o combinados como pueden ser las viviendas, corrales o graneros.

- **Restos orgánicos no-artefactuales y ambientales:** también referidos generalmente como “ecofactos”, son las partes de animales y plantas que fueron usados, modificados y/o consumidos directamente por los grupos humanos. Asimismo, engloba a aquellos materiales aportados por el medioambiente, como por ejemplo los granos de polen.

- **Anomalías fisicoquímicas:** se manifiestan a partir de cambios en las características (físicas y químicas) de los sedimentos y los suelos de los sitios arqueológicos. Estos cambios pueden deberse a la acumulación de diferentes clases de desperdicios, como son restos de basura, orina, excrementos, entre otros.

En base a lo recién expuesto, la **evidencia arqueológica** debe entenderse entonces como la evidencia material, es decir, la base empírica observable (artefactos, rasgos, estructuras...). Mientras que, como detalla Yacobaccio (1988), el **registro arqueológico** hace alusión al modelo científico vinculado con la teoría que explica o interpreta a la evidencia (vinculemos esto con el modelo físico y el modelo textual detallado antes). Igualmente, en la constitución del registro arqueológico no sólo considera a la evidencia arqueológica, sino también incluye a los **procesos de formación** que intervinieron. En términos del autor, “el registro arqueológico es algo estático (un hecho contemporáneo cuyo contenido en información deriva de la actividad del arqueólogo), que sirve para inferir un sistema de comportamiento dinámico del pasado” (Yacobaccio, 1988, p. 10). Para sintetizar esta visión, podríamos graficarlos en forma de ecuación de la siguiente manera:

$$\begin{array}{c} \text{REGISTRO ARQUEOLÓGICO (según Yacobaccio, 1988)} \\ = \\ \text{EVIDENCIA ARQUEOLÓGICA + PROCESOS DE FORMACIÓN} \end{array}$$

Esta conceptualización sobre el registro arqueológico quedaría incompleta si no aludimos a la propuesta de **Lucas (2012)**. Este arqueólogo de la Universidad de Islandia alertó sobre las definiciones que suelen plantearse sobre el registro arqueológico, porque expresan su fragmentación en distintos componentes: el trabajo de campo y la producción del arqueólogo/a (es decir, los datos recopilados y los archivos producidos), los procesos de formación y la materialidad. Para el autor, esto constituye un problema al abordar de manera independiente entre sí a cada una de las facetas recién mencionadas y estar, en definitiva, desconectadas de la práctica arqueológica. En base a ello, lejos de descartar algunas de esas visiones, y con una fuerte base filosófica, Lucas hace una **propuesta sintetizadora** de registro arqueológico, la cual no reemplaza a las anteriores, sino que las integra:

$$\begin{array}{c} \text{REGISTRO ARQUEOLÓGICO (según Lucas, 2012)} \\ = \\ \text{LOS RESTOS MATERIALES y ARCHIVOS PRODUCIDOS POR LOS/AS ARQUEÓLOGOS/AS} \\ + \text{ PROCESOS DE FORMACIÓN} \\ + \text{ CULTURA MATERIAL} \end{array}$$

Sobre esta perspectiva del registro arqueológico, puntualizamos algunas cuestiones. En cuanto a los **archivos producidos** por las/os arqueólogas/os, concretamente podríamos considerar por ejemplo a las anotaciones en las libretas de campo, así como también a las decisiones que se toman durante la práctica arqueológica, qué se considera importante y cómo se registra, o incluso qué muestras se seleccionan para realizar después determinados análisis. Esto último lo podemos relacionar con aquella definición de registro arqueológico de Moore y Keene (1983) que mencionamos antes, quienes ya reconocían el rol activo/subjetivo de las/os arqueólogas/os en la conformación del registro arqueológico. Sobre **los procesos de formación**, Lucas (2012) remarca la existencia de “**procesos duales de borrado y de inscripción**” que actúan constantemente sobre los restos materiales. Este autor considera, de

hecho, que el registro arqueológico está totalmente “atormentado” por las ausencias, es decir, por esos procesos de borrado / desintegración / destrucción, y de los cuales las/os arqueólogas/os son conscientes. En este sentido, podríamos decir entonces que el registro arqueológico se encuentra promediado por diferentes factores que han influido durante todo el tiempo desde su depositación; incluso influenciado en el presente a través del trabajo profesional de nuestra disciplina. En relación con estas ideas, Lucas también aclara sobre “la naturaleza agregada del registro” y que -más allá de la minuciosa metodología que se pueda aplicar- el registro arqueológico siempre será un **palimpsesto** de los eventos pasados, por esa misma coexistencia de inscripciones y de borrados. Finalmente, en cuanto a la **cultura material**, Lucas (2012) desarrolla que los objetos no deben dissociarse del contexto en el que estuvieron o del que formaron parte. Lejos de la concepción física de la **materialidad** (es decir considerarla desde las propiedades de las cosas), y como también lo plantea Hodder unos años después (2014), Lucas describe a la materialidad como un proceso relacional entre los objetos y las personas; a ese proceso lo denomina **materialización**. Si pensamos en muchas de las colecciones de museo conformadas principalmente a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, responden a una concepción de la cultura material centrada en los objetos en sí mismos, sin considerar los contextos en los que fueron recuperados. Esto queda evidenciado en las prácticas de resguardo y clasificación de aquellos tiempos, en los que se separaban los materiales provenientes de un mismo sitio según se tratase de cerámica, instrumentos líticos, o incluso entierros humanos.

Cómo son considerados estos términos de **cultura material**, **evidencia arqueológica** y **registro arqueológico** depende desde qué postura teórica se los refiere. Si bien el desarrollo que realizamos en los párrafos anteriores no se agota aquí, a partir de este breve recorrido podemos dar una respuesta a la pregunta planteada en el título de este apartado: si bien se encuentran estrechamente vinculados en la práctica arqueológica, estos tres términos **no son sinónimos**. Cuando hablamos de evidencia arqueológica, nos referimos a la base empírica observable recuperada durante el trabajo de campo, o que también constituya una actual colección museológica. Por su parte, el concepto de registro arqueológico no sólo integra a la evidencia, sino también a los procesos de formación, y a la subjetividad y al accionar del/la arqueólogo/a. Distinguir entre ambos términos no es únicamente una cuestión conceptual, sino que tiene implicancias metodológicas al incidir en cómo se excava, se muestrea, se registra, se analiza y se interpreta. En cuanto a la cultura material, no debemos reducirla a los objetos, sino que se refiere a las relaciones dinámicas entre los objetos, las personas y los contextos históricos y sociales donde esas relaciones tuvieron lugar. Tener presente estas distinciones, nos permite fortalecer la interpretación arqueológica.

Sobre los factores que condicionan el descubrimiento y las propiedades del registro arqueológico

A partir de los **diseños de prospección** elaborados en base a los objetivos de nuestra investigación, iremos en busca de esa evidencia y registro arqueológico. Por **prospección arqueológica** entendemos al conjunto de trabajos o procedimientos de laboratorio y de campo, superficial y subsuperficial, dirigidos a la búsqueda de evidencia arqueológica, es decir, de hallazgos aislados, de concentraciones de distintos tipos de restos materiales y/o de sitios arqueológicos. Ahora bien, la probabilidad de su descubrimiento y detección dependerá no sólo del nivel de esfuerzo y/o el alcance visual empleado durante la búsqueda (por **nivel de esfuerzo** nos referimos al tiempo destinado y a la cantidad de operadores, mientras que el **alcance visual** menciona la distancia al objeto). Además de estas propiedades del reconocimiento, también condicionarán al descubrimiento diferentes factores: las propiedades del ambiente actual, las propiedades de los artefactos (Tabla 2.1) y las propiedades del registro arqueológico (Tabla 2.2). A continuación, detallaremos algunas cuestiones para tener en cuenta sobre estas propiedades.

Tabla 2.1

Factores que condicionan el descubrimiento

Factores	Variables	Definición del concepto	
Propiedades del Ambiente Actual	Accesibilidad	Posibilidades de llegar a los diferentes puntos del espacio que queremos explorar.	
	Visibilidad	Grado en que un determinado fenómeno (artefactos, rasgos, etc.) ha quedado cubierto por vegetación y/o por sedimentos desde su descarte o abandono.	
Propiedades de los Artefactos	Obstrusividad	Forma Tamaño Color Material	Atributos de los artefactos que hacen que estos sean detectables dada una determinada técnica exploratoria.
	Cobertura	Extensión de terreno que está potencialmente expuesto o disponible a la detección. Puede ser: (a) total o (b) parcial.	
Propiedades del Reconocimiento	Intensidad	Grado de detalle con que la superficie o subsuperficie de un espacio es inspeccionada con una técnica exploratoria. Puede estimarse en: (a) tiempo; (b) cantidad de personas /días; (c) distancia entre operadores.	
	Forma y tamaño unidad de muestreo	Transectas	Técnica de observación y registro de datos a lo largo de una línea (real o imaginaria).
		Celdas	Unidad de muestreo (ej. 50x50 m).
	Estrategias de muestreo	Probabilísticos	Todos los elementos tienen las mismas probabilidades de ser elegidos.
		No probabilísticos	Pueden ser: (a) intencional o dirigido, o (b) accidental o causal (hallazgos fortuitos).
	Técnicas exploratorias	Invasivas	Barrenados, pruebas de pala, sondeos.
		No invasivas	Inspección visual (reconocimiento ocular); técnicas geofísicas.

Nota. Reproducida de material de cátedra de la Dra. Norma Ratto, de clase de la asignatura Métodos y Técnica de la Investigación Arqueológica (FCNyM, UNLP), años 2022 y sucesivos. Uso autorizado.

Los diferentes tipos de **ambientes** (desde lugares acuáticos, hasta yungas y desiertos) influyen directamente en la **accesibilidad** al área de estudio (a pie, en lancha, caballo, vehículo...), la **visibilidad** de diferentes rasgos (según el porcentaje de cobertura y tipo de vegetación, la tasa de sedimentación; y aspectos que la condicionan en diferentes plazos temporales por lluvia, niebla, sequías...) y la preservación de la evidencia arqueológica. Aquí entran en juego la topografía (por ej. valles, serranías, aleros, montañas, costas) y, como detallaremos más adelante en este capítulo, procesos de formación naturales propios de cada lugar. En la actualidad, las diferentes tecnologías y herramientas disponibles (por ej. drone, GPS, Sistemas de Información Geográfica, LiDAR) constituyen aliados clave para la práctica arqueológica, ya que facilitan precisamente la accesibilidad y visibilidad (por ej. Coll et al., 2021; Moralejo y Gobbo, 2017). No es menor recordar que las tecnologías actuales no reemplazan la interpretación, solo la facilitan.

Una cuestión fundamental es considerar y realizar **análisis paleoambientales** como parte de los diseños de investigación, independientemente del marco teórico desde el que se trabaje. Esto es porque lo que hoy vemos puede ser muy diferente a cómo era en el pasado (por ej. Coll et al., 2021; Borrazzo 2013; Storch Lobos 2018). En otras palabras, no podemos proyectar las condiciones y las características físicas / ambientales actuales hacia el pasado, salvo que contemos con información certera de la estabilidad del ambiente en un plazo temporal considerable. Los análisis paleoambientales nos permiten entonces reconstruir la variabilidad climática y ambiental holocénica para evaluar cómo impacta e incidió en el desarrollo de las estrategias de ocupación, explotación y organización sociopolítica y económica de las sociedades del pasado. Además, nos permiten generar hipótesis y modelos más precisos y explicativos sobre distintos aspectos de los grupos que habitaron la región o el área de estudio. Estos análisis interdisciplinarios, según Redman (1987), deben realizarse desde las primeras instancias de un diseño de investigación regional, en la etapa del reconocimiento general de la región de interés; aunque esto no significa que tales análisis no se continúen luego durante el desarrollo de la investigación. Para conocer el paleoambiente, primero debemos conocer cuáles son las condiciones actuales y definir cuál va a ser el proxy que utilizaremos para el abordaje (por ej. granos de polen, ostrácodos, diatomeas, fitolitos, coprolitos de roedores).

Respecto a los **artefactos**, sus diferentes atributos -como la forma, el tamaño, el color y el tipo de material- hacen que éstos sean visibles o detectables según la técnica exploratoria empleada. La **obstrusividad** -esta posibilidad de descubrir un cierto fenómeno arqueológico según sus atributos- estará en relación también con el sustrato en el que se encuentren los artefactos y el grado de contraste generado, así como también con las propiedades del ambiente actual. Lo que debemos tener bien presente es que la obstrusividad no es sinónimo de visibilidad, pero sí se complementan mutuamente y contribuyen a la detectabilidad de los materiales en superficie o enterrados.

En las **propiedades del reconocimiento** están implicadas diferentes variables (cobertura, intensidad, unidades y estrategias de muestreo y técnicas exploratorias; Tabla 2.1) y, cada una de ellas, estará mediada por las decisiones del/la arqueólogo/a. Un ejemplo concreto de ello es la cantidad de tiempo, la cantidad de operadores y los intervalos entre ellos durante una prospección arqueológica, en la cobertura -total o parcial- previamente elegida. Todas estas cuestiones, a su vez, estarán condicionadas por las características del ambiente actual, y por los recursos económicos, humanos, de tiempo y logística con los que se cuente.

Cuando nos referimos a las **propiedades del registro arqueológico**, hacemos alusión a la abundancia, la distribución y la composición (Tabla 2.2). Estas tres variables se irán modificando, claramente, de acuerdo con lo hallado en nuestros trabajos de campo. De tal modo, podemos estar frente a conjuntos con la misma composición (por ej. material lítico), pero su distribución y abundancia puede ser diferente. Sobre la distribución, específicamente, pueden hallarse sectores con altas o bajas concentraciones artefactuales a lo largo de una transecta, y eso deberemos interpretarlo también en base a las características del ambiente que podrían estar incidiendo en ello. En cuanto a la composición, podríamos ejemplificar a partir de las frecuencias de materias primas presentes en un conjunto lítico; o la representación de partes esqueléticas o de diferentes taxones de mamíferos en un conjunto zooarqueológico. Estas propiedades no sólo se describen cualitativamente, sino que pueden analizarse mediante herramientas cuantitativas que permiten comparar conjuntos arqueológicos (ver más adelante).

Tabla 2.2

Propiedades del registro arqueológico

Factores	Variables	Definición del concepto
Propiedades del Registro Arqueológico	Abundancia	Frecuencia de artefactos y/o rasgos que puede expresarse como valores de densidad (ítems x superficie o volumen).
	Distribución	Disposición espacial de los materiales sobre la superficie del terreno o dentro de él (por ej. un estrato).
	Composición	Clases artefactuales y naturaleza del material (materias primas) presentes.

Nota. Reproducida de material de cátedra de la Dra. Norma Ratto, de clase de la asignatura Métodos y Técnica de la Investigación Arqueológica (FCNyM, UNLP), años 2022 y sucesivos. Uso autorizado.

Lo que debemos puntualizar sobre la composición es que, para poder comparar diferentes muestras respecto a esa variable, primero tenemos que utilizar -independientemente del marco teórico desde el que trabajemos- herramientas analíticas que nos permitan integrar los datos de las muestras comparadas. Esto resulta fundamental para evitar posibles sesgos en relación con el tamaño de esas muestras a comparar; tamaños que dependen básicamente de la superficie

que se prospectó o se excavó, o de la composición de colecciones museológicas, por ejemplo. En este sentido, el estudio de la **diversidad artefactual** es ese paso previo que debemos realizar antes de las comparaciones entre conjuntos artefactuales, que proceden ya sea de una región, una localidad o de sitios arqueológicos. Este concepto de diversidad está en relación con el número de clases o categorías presentes, las cuales no son más que construcciones del/la investigador/a y deben seleccionarse según criterios tecnológicos, morfológicos, estilísticos o funcionales. Luego de esa selección, se realizan análisis cuantitativos mediante índices, fórmulas y pruebas estadísticas, surgidas de estudios ecológicos principalmente. Estamos hablando de dos medidas que dan cuenta de la diversidad, y que describen aspectos estructurales de las muestras utilizadas en arqueología. Estas medidas son **riqueza** y **homogeneidad**.

Uno de los **índices** utilizados es el de **Shannon-Weaver**, cuya aplicación permite sortear el problema de la incidencia del tamaño de la muestra, cuestión fundamental al momento de la comparación entre muestras tal como mencionamos antes. Este índice (H) expresa la probabilidad de que un elemento cualquiera, tomado al azar de un conjunto, caiga dentro de una determinada categoría. Cuando todos los elementos de un conjunto pertenecen a una misma categoría, es decir que no hay variabilidad, el valor mínimo de H es 0; mientras que a mayor valor de H implica presencia de más clases / categorías en el conjunto analizado. En arqueología, entonces, este índice permite medir y comparar la **riqueza** de las muestras analizadas, como por ejemplo capas dentro de la excavación, conjuntos provenientes de sitios diferentes, o materiales recuperados en transectas realizadas en geoformas con distinto porcentaje de cobertura areal. Específicamente, la **riqueza** se refiere al número de clases o categorías diferentes que componen una muestra artefactual y permite medir el grado de diferenciación entre muestras, teniendo en cuenta sus tamaños (Jones et al., 1983; Meltzer et al., 1992). Los valores que adquiere el índice varían entre 0 y 1, correspondiendo a riquezas baja y alta, respectivamente. Por su parte, cuando hablamos de **homogeneidad**, es para conocer cómo se distribuyen los artefactos en las diferentes clases o categorías que componen las muestras. Para evaluarla, se emplea el **Índice de Homogeneidad (J)**, cuyos valores varían entre 0 y 1, correspondiendo a homogeneidad baja y alta, respectivamente.

En definitiva, la utilización de estos índices y medidas permite entender las muestras con las cuales se está trabajando, es decir, cómo se componen y cuál es su variabilidad; y así como también permite plantear preguntas de investigación o hipótesis para trabajar. Lo que hay que tener en cuenta es que los resultados obtenidos no van a medir, clasificar o relacionar los contenidos y/o significados de las conductas humanas del pasado. Tales interpretaciones, a cargo del/la investigador/a, serán en función del análisis de los datos numéricos obtenidos, pero también de la distribución del registro arqueológico, de los contextos de hallazgo y cualquier otra información que pueda ser relevante de considerar.

Finalmente, para continuar con la caracterización de los conjuntos arqueológicos y relacionarlos con los procesos de formación que se desarrollarán en los siguientes apartados, es relevante mencionar algunos conceptos desarrollados por Binford (1981) que son clave al

momento de analizar precisamente los conjuntos arqueológicos. Estos conceptos son: integridad, resolución y grano:

La **integridad** mide la homogeneidad de los *agentes* responsables de los elementos materiales contenidos en un depósito dado. Tales materiales pueden resultar de una misma o de diferentes condiciones dinámicas del pasado (por ej. la acción de homínidos o predadores). A mayor cantidad de agentes interactuando sobre el registro arqueológico, se tendrá una baja integridad.

El **grano** hace alusión al grado de complejidad contextual de un conjunto arqueológico, considerando el *número de eventos* que ocurrieron durante la ocupación de un lugar y los conjuntos que éstos generaron. Estaremos en presencia de un conjunto arqueológico de grano fino si los ítems, rasgos y superficies son el resultado de pocos eventos de acumulación. Mientras que será de grano grueso si fueron acumulados durante un largo período y/o durante períodos con muchos eventos rápidos de depositación.

La **resolución** expresa la relativa homogeneidad de los *eventos o condiciones* cuyos subproductos están preservados en un depósito. En este caso los ítems, rasgos y otros elementos materiales pueden referirse a series de eventos o acciones pasadas, limitados y especificables. Para ejemplificar, podemos mencionar que un contexto de fogón con huesos fracturados presentaría una alta resolución. Mientras que un sitio de múltiples actividades y reiteradas en el tiempo, corresponde con una baja resolución.

A partir de estos conceptos, Binford (1981) considera la imposibilidad de reconstruir los “micro procesos” de la ocupación de un sitio. El registro arqueológico representa un palimpsesto masivo de elementos derivados de muchos episodios separados y es una unidad, con continuidad espacio temporal, incluyendo los procesos de formación que actuaron. Esos procesos no podrían analizarse independientemente y lo que la arqueología debería apuntar es a reconstruir el grano grueso de los conjuntos arqueológicos. Por el contrario, Schiffer (1985) plantea que los palimpsestos se pueden analizar y que es posible comprender los procesos de formación de pequeña escala que los configuraron. Apoyado en ese optimismo, va a dedicar todo un libro a desarrollar una teoría de los procesos de formación y a exponer los principios básicos que operan en los procesos que llevan del contexto sistémico (es decir, las circunstancias en las que los sitios y los objetos están en uso) al contexto arqueológico (Schiffer, 1987).

¿Qué son y cómo se clasifican los procesos de formación de sitios?

Los procesos de formación (PF) de sitios refieren a los eventos naturales y culturales que crearon y afectaron a un sitio arqueológico antes, durante y después de su ocupación. Son todos aquellos eventos, actividades y procesos que afectan, alteran, modifican, preservan o destruyen artefactos y estructuras después de su uso inicial en un tipo particular de actividad; pueden ser tanto culturales como no culturales.

- Los **procesos de formación culturales (PFC)** son todos aquellos fenómenos de alteración efectuados por agentes humanos que mantienen, desechan o reintegran artefactos tanto al contexto del momento de vida (sistémico) como al arqueológico. Básicamente existen cuatro tipos de procesos culturales de transformación: depósito cultural, reuso, reclamación y perturbación.
- Los **procesos de formación naturales (PFN)** refieren al conjunto de agentes químicos, ambientales, vegetales y animales que interactúan directamente tanto con un artefacto como con un sitio o región específica. Los agentes naturales que intervienen en la transformación pueden ser desde una lombriz hasta procesos regionales como movimientos tectónicos, vulcanismo, congelación, entre otros.

Procesos de formación culturales

En sus trabajos de las décadas de 1970 y 1980, Michael Schiffer defendía que el objetivo de la arqueología debía ser estudiar el comportamiento humano, pero que esto era imposible si no se comprendía previamente el registro arqueológico. La meta de la arqueología consiste en analizar las relaciones entre los objetos y las personas, sin dar por supuesto que los primeros son un mero espejo de las segundas. Como mencionamos, además de las actividades que interesa inferir, es necesario considerar qué otros procesos -los PF- contribuyen a la variabilidad que se observa en el registro arqueológico. En particular, Schiffer sistematizó la clasificación de los PFC y realizó significativos aportes metodológicos para su estudio. Para este autor, los PFC son principalmente de cuatro tipos.

Depósito cultural

Se incluyen los procesos responsables del pasaje de items de un contexto sistémico a uno arqueológico, tales como el descarte, la pérdida accidental, la disposición de los muertos y el abandono de artefactos aún útiles. La gran mayoría de los materiales que hallamos al excavar entran en la categoría de desecho: son cosas que han quedado abandonadas. Schiffer (1987) propuso una clasificación de los tipos de desechos:

- **Desechos primarios:** artefactos que se desechan en el lugar donde se usan, como por ejemplo restos de actividades de talla en una cantera o en torno a un fogón.
- **Desechos secundarios:** artefactos que se desechan en lugares diferentes al lugar original donde se utilizaron, como por ejemplo en un área doméstica se barren los productos del procesamiento de alimentos vegetales y se depositan en otro sector fuera del lugar de habitación (basurero) (Figura 2.1).
- **Desechos de facto:** herramientas, instalaciones y otros materiales culturales que, aunque todavía utilizables, se abandonan con un área de actividad como por ejemplo vasijas de almacenamiento en uso que quedaron *in situ* cuando se abandonó la vivienda por el colapso del techo.

Figura 2.1

Basura secundaria con restos de semillas y vaciado de fogón en un campamento Hoti



Nota. Fotografía tomada por Gustavo Politis en 2002, río Parucito, Venezuela. Gentileza del autor.

Existen otros tipos de desechos producto del depósito cultural, tales como los *caches* o escondrijos, que son generados por el entierro intencional de ítems en un lugar para ser usados posteriormente. Pueden consistir en reservorios de materias primas y artefactos, y son ingredientes comunes de las estrategias logísticas de cazadores-recolectores. En general, se encuentran en localidades reocupadas estacional o esporádicamente (Binford, 1980; Schiffer, 1987). Entre los ejemplos más frecuentes se encuentran los *caches* líticos, que incluyen pocas clases artefactuales -núcleos, preformas y artefactos formatizados- y materias primas no disponibles localmente. En estos casos, el objetivo es depositar materia prima (núcleos o preformas) lejos de sus lugares de afloramiento para disponer de un depósito secundario de esa materia prima en áreas donde no está disponible. Por sus características, en general es difícil la asignación cronológica de estos sitios. Otros tipos de depósitos menos frecuentes en el registro arqueológico consisten en ritual *caches* (producto del enterramiento ceremonial de objetos con fines ofrendatorios, Schiffer, 1987) y ceremonial trash (objetos implicados en actividades rituales -por ejemplo, placas grabadas- que han finalizado su vida útil y son descartados en lugares discretos para ser resguardados, Walker, 1995).

Reuso

Este proceso ocurre dentro de un contexto sistémico y alude a cambios de función asociados a la pérdida total o parcial de las propiedades de los artefactos (por ej. reciclaje, uso secundario).

El reciclaje es un tipo especial de reuso que implica el “retorno de un artefacto a un proceso de manufactura luego de un período de uso” (Schiffer, 1987: 29) como por ejemplo la adición a las pastas cerámicas de tiesto molido como antiplástico.

Reclamación

Es lo contrario al proceso de depósito cultural, ya que los artefactos vuelven a entrar al contexto sistémico desde el arqueológico, como por ejemplo a través de la excavación o saqueo de un sitio arqueológico, la utilización de piezas arqueológicas como amuleto, entre otros. Aunque en general el foco está puesto en los artefactos, los lugares previamente utilizados también son reincorporados al contexto sistémico. Tales lugares “reclamados” han sido reocupados. A continuación, detallamos algunos de los procesos de reclamación tipificados por Schiffer (1987):

- Reincorporación: cuando un asentamiento es reocupado por las mismas personas que lo abandonaron, algunos desechos de facto (vasijas, artefactos de molienda) pueden ser reincorporados al inventario sistémico.

- Salvamento: proceso de reclamación de artefactos (incluyendo estructuras) de ocupaciones de grupos anteriores, como por ejemplo la represa prehispánica Ricococha Alta, en la Cordillera Negra de Perú, que fue construida por el pueblo de los Huaylas, luego retomada por los Incas y recientemente rehabilitada para abastecer de agua a comunidades de altura por un equipo liderado por el Dr. Kevin Lane (Lane et al., 2025) (Figura 2.2).

Figura 2.2

Vistas de la represa prehispánica Ricococha Alta, en la Cordillera Negra de Perú



Nota. Reproducido del Proyecto Past Water Futures [Gerda Henkel Foundation, Rotary International, Mountain Institute - Peru, Harte Family Fund], dirigido por el Dr. Kevin Lane (IDECU, UBA-CONICET). Gentileza del director.

- *Scavenging* (carroñeo): las acumulaciones de artefactos previamente depositados en un asentamiento son frecuentemente explotadas por los habitantes de ese asentamiento. Implica dejar a mano objetos que pueden ser reutilizables o potencialmente reutilizables.

- *Displaced refuse* (desechos desplazados): desechos reclamados utilizados como relleno de estructuras, pisos de habitación, entre otros. Por ejemplo, tiestos utilizados para consolidar estructuras (variante de scavenging).

- *Gleaning* (cosechar): reclamación de ítems descartados, por ejemplo, en áreas secundarias de descarte o basureros (variante de scavenging).

Por último, mencionamos dos procesos de reclamación intersitio, en los que ocurre el transporte de material de un sitio arqueológico a otro lugar.

- *Collecting*: procesos que involucran la perturbación, la remoción y el transporte de materiales hallados en superficie.

- *Pothunting*: perturbación, remoción y transporte de materiales hallados en posición subsuperficial.

Perturbación

Son procesos que operan en el contexto arqueológico e incluyen la explotación minera, la excavación de un pozo que destruye o altera niveles anteriores, el saqueo de un sitio en busca de materiales reutilizables o de tesoros, las labores agrícolas. La reja del arado, por ejemplo, destruye y altera la parte superior de los sitios arqueológicos.

¿Para qué sirve estudiar los PFC?

Los procesos de formación generalmente se consideran un factor negativo para la inferencia del comportamiento en arqueología. Para Tani (1995) el concepto de procesos de formación, sin embargo, puede ser potencialmente de gran utilidad para realizar inferencias acerca de las conductas humanas pasadas. Variables relacionadas con la ocupación de los sitios, como el período de ocupación, el número de episodios de ocupación, y la ubicación de las actividades, se pueden inferir de las características de los depósitos de desechos o "estructura de los desechos". El registro arqueológico es considerado un producto final progresivamente formado por una serie de procesos que transforman el estado de los artefactos. Los procesos de formación cultural (PFC) consisten en un conjunto de conductas que alteran el estado de los materiales en los contextos sistémico y arqueológico. En este marco, la evidencia primaria son las trazas o huellas físicas dejadas por los PFC, que son buscadas en los productos de estos procesos culturales, es decir, en los depósitos de desechos. Además del contenido de los depósitos se tienen en cuenta otros atributos, tales como la ubicación, el tamaño, la forma, la densidad artefactual y el número de depósitos (estructura de los depósitos) (Tani, 1995).

Existen dos tipos de PFC que forman depósitos de desechos: 1) el primer tipo es responsable de la depositación primaria, como por ejemplo el descarte (proceso principal que crea la variabilidad inicial en los depósitos de desechos), y 2) el segundo tipo de proceso altera el estado de los residuos ya depositados (depositación secundaria), como por ejemplo las actividades de mantenimiento de los pisos de habitación (limpieza, barrido y rastrillaje). Siempre operan

después de los procesos "primarios" que crean los depósitos. La importancia de estos procesos de formación secundaria para la estructura de los residuos no es "secundaria". Más bien, estos procesos son la fuerza principal que le da la forma final a una estructura de desechos. Sin tales procesos, todos los sitios estarían compuestos exclusivamente de desechos primarios. La información derivada del estudio de los PFC de los depósitos de residuos puede tener dos usos fundamentales: 1) complementar la información obtenida de los estudios convencionales de los conjuntos artefactuales para inferir las actividades realizadas y la funcionalidad de los sitios; 2) inferir aspectos conductuales sobre los que los estudios convencionales no son sensibles, tales como la ubicación de las actividades, la duración de un episodio de ocupación y el número de episodios de ocupación ("variabilidad ocupacional").

Procesos de formación naturales

Además de los procesos de formación cultural, el registro arqueológico es afectado por una amplia variedad de procesos de origen natural que actúan con posterioridad al descarte de los materiales o de manera simultánea a las ocupaciones humanas. Estos procesos, denominados procesos de formación naturales (PFN), intervienen en la modificación, redistribución, enterramiento, exposición y preservación diferencial de los materiales arqueológicos, sin mediar una intencionalidad social directa. A diferencia de los PFC, los PFN dependen de variables ambientales, geomorfológicas, biológicas y fisicoquímicas, y su impacto puede variar significativamente según la escala temporal, el tipo de depósito y el contexto ambiental en el que se desarrollan. El reconocimiento y análisis de estos procesos resulta fundamental para evaluar la integridad, el grano y la resolución del registro arqueológico, así como para evitar interpretaciones directas o simplificadas de los conjuntos arqueológicos. Los suelos no son cuerpos estáticos sino dinámicos, sistemas abiertos en los que actúan diversos procesos que movilizan no solamente componentes propios de los suelos sino también objetos (artefactos incluidos) de una posición a otra (Wood y Johnson, 1978). El concepto de pedoturbación, sinónimo de mezcla de componentes del suelo, engloba la agitación, la mezcla y el reciclaje del material del suelo por nueve procesos biológicos, químicos o físicos que se detallan a continuación.

Crioturbación

En las regiones frías, ocurren procesos que son poco frecuentes en las regiones cálidas y templadas, y están ausentes en entornos cálidos y tropicales. El deshielo y los fenómenos relacionados en zonas árticas y montañosas, y en muchas latitudes medias generan alteraciones permanentes y profundas. En estas zonas, el suelo suele verse continuamente alterado por diversos procesos de congelamiento y descongelamiento. Esta alternancia ocasiona el desplazamiento vertical y lateral de partículas y puede conllevar la mezcla de materiales de distintos depósitos.

Graviturbación

También denominada remoción en masa consiste en la mezcla y el movimiento de suelo y escombros rocosos pendiente abajo, principalmente bajo la influencia de la gravedad, sin la ayuda de un medio de transporte fluido como el aire, el agua o el hielo glaciar. La solifluxión es uno de los procesos más extendidos de movimiento del suelo en las regiones periglaciares y alude al lento flujo descendente de suelos saturados de agua. Es un proceso que ocurre en todos los ambientes, no solo en regiones frías.

Argiliturbación

Consiste en la perturbación por expansión y contracción de arcillas. En zonas tropicales con estaciones lluviosas y secas bien marcadas, los vertisoles (suelos negros formados por arcillas expansivas que cambian mucho de volumen según estén secos o húmedos) al secarse presentan grietas profundas y anchas, a veces de un metro de profundidad. Esto puede ocasionar el desplazamiento de materiales de suelos superiores hacia otros más antiguos.

Aeroturbación

Se produce cuando el gas del suelo altera la estructura de este o cuando el viento arrastra partículas finas (deflación), dejando atrás partículas gruesas. Ambas formas de aeroturbación son más comunes en los desiertos, aunque no se limitan a ellos.

Aguaturbación

Ocurre en regiones de latitudes medias y altas cuando el agua bajo presión, artesisana o hidrostática perturba el suelo y genera asociaciones de materiales provenientes de diferentes niveles.

Cristalturbación

Es un proceso de mezcla del suelo común en zonas subhúmedas. Un ejemplo consiste en el aumento de la distancia entre las partículas y los objetos del suelo por el crecimiento gradual de los cristales (por ejemplo, de carbonato de calcio) a partir de soluciones precipitantes.

Sismoturbación

Consiste en el movimiento del suelo por la acción sísmica. Entre los efectos sísmicos se encuentra la formación de grietas, generalmente acompañada de movimiento lateral o vertical de la tierra. Estas grietas pueden llenarse de arena u otros sedimentos transportados por el agua, y pueden ser bastante visibles.

Faunaturbación

Se refiere a la mezcla de materiales del suelo generada por animales. Los pequeños mamíferos cavadores (ratones, ratas, topes, conejos y liebres) con sus madrigueras perforan niveles arqueológicos y mezclan material (Figura 2.3). Las madrigueras en un horizonte de suelo suelen

rellenarse con material de diferente color y textura proveniente de otro horizonte. Además de los roedores, otros animales como cangrejos de río, diversos insectos y lombrices de tierra generan alteraciones en los sitios arqueológicos. Por su parte, los animales de mayor tamaño, como los zorros, excavan sus nidos en cuevas y abrigos, que son también lugares preferenciales de ocupación por parte de los grupos humanos del pasado.

Figura 2.3

Perfil del sitio arqueológico Laguna Muscar 2, provincia de Buenos Aires, en el que se observa la perturbación generada por las vizcacheras



Nota. Reproducido de Use of the Plains Vizcacha (*Lagostomus maximus*) by Indigenous Societies in the Pampas Ecoregion (Argentina), de Massigoge et al., 2024, figura 7.3. Foto y composición de Cristian Kaufmann. Gentileza del autor.

Floraturbación

Consiste en la mezcla mecánica del suelo causada por plantas, como ocurre durante el crecimiento y la descomposición de las raíces, cuando se producen estructuras similares a las crotovinas, llamadas moldes radiculares, y durante la caída de árboles, cuando estos son arrancados y arrastran masas de tierra a la superficie. Mientras que las raíces de los árboles perforan niveles y mezclan artefactos de niveles más recientes y antiguos, la caída natural de árboles muertos puede dejar depresiones poco profundas donde se desgarran las raíces, la roca y el suelo adheridos; depresiones aún mayores pueden ser dejadas por árboles vivos derribados por el viento.

Es importante destacar que estos procesos no actúan de forma aislada y su impacto depende de la escala temporal, la energía involucrada y la naturaleza del depósito. Algunos son obviamente más comunes en determinadas regiones mientras que otros son solamente de ocurrencia local. Deberíamos estar familiarizados con aquellos procesos que actúan en nuestras regiones/áreas de estudio y entender que no son mutuamente excluyentes. Por ejemplo, la génesis de los flujos de solifluxión en las laderas de las regiones frías refleja la acción combinada de la crioturación, la gravituración y la aguaturación, pero de acuerdo con las definiciones aquí presentadas se engloban dentro del proceso de gravituración.

¿Cómo se estudian los Procesos de Formación (PF)?

El abordaje de los PF requiere de una estrategia integral que contemple, en primer lugar, técnicas exhaustivas de excavación y registro de los sitios arqueológicos. En segundo lugar, en el análisis y la interpretación de las distintas materialidades, resulta de utilidad articular la metodología y los marcos de referencia generados por distintas subdisciplinas actualísticas, tales como la geoarqueología, la etnoarqueología y la tafonomía, entre otras. A continuación, presentamos la definición y la metodología de la geoarqueología. Para interiorizarse acerca de los desarrollos en etnoarqueología invitamos a recorrer el box del Dr. Gustavo Politis, especialista en el tema que ha dedicado buena parte de su carrera académica a realizar trabajos de campo entre grupos tradicionales de América Latina y a teorizar sobre los alcances y limitaciones de la práctica etnoarqueológica. Por último, para conocer la historia de la tafonomía, su devenir teórico y su aporte al estudio de los PF, contamos con el box escrito por la Dra. María Gutiérrez y el Dr. Luis Borrero, especialistas en el tema, de larga trayectoria, que han realizado relevantes aportes al campo disciplinar a partir de trabajos experimentales y estudios regionales.

Geoarqueología

Los métodos para investigar la formación de un sitio dependen de su naturaleza y escala, así como del tipo de preguntas que se formulen. Sin embargo, la formación de un sitio se comprende mejor con un conocimiento profundo del entorno geomorfológico, incluyendo su posición en el paisaje, así como el conocimiento de los suelos y sedimentos cercanos. La geoarqueología es una subdisciplina de la arqueología que emplea métodos y técnicas de las geociencias (geomorfología, estratigrafía y sedimentología) (Figura 2.4), que busca comprender, además de los procesos de formación de los sitios, la cronología y los paleoambientes de las ocupaciones humanas y los geo-recursos utilizados en el pasado. La reconstrucción del contexto sedimentario, pedológico y geomórfico del registro arqueológico es clave para responder interrogantes, por ejemplo, ¿cómo se forman los sitios arqueológicos?, ¿por qué los materiales se encuentran en esos contextos?, ¿qué les sucedió desde que fueron depositados hasta que los encontramos?, ¿son todos del mismo momento o puede haber ocupaciones diferentes concentradas? (Favier Dubois, 2009).

Figura 2.4

Secuencia sedimentaria del sitio Los Tres Cerros 1, Delta Superior del Paraná, de donde se extrajeron muestras para realizar análisis geoarqueológicos



Nota. Modificado de The origin and construction of pre-Hispanic mounds in the Upper Delta of the Paraná River (Argentina), de Castiñeira et al., 2013, figura 10. Gentileza de los autores.

La metodología de la **geomorfología** aporta a una mejor interpretación de la génesis y el contexto temporal de las concentraciones arqueológicas, a través de la comprensión de las formas del paisaje donde se localizan y de los procesos que actúan en el presente y actuaron en el pasado. A partir de las cartografías disponibles es posible obtener información topográfica, hidrográfica y geológica, y elaborar cartografías provisionales. Durante el trabajo de campo se realiza el reconocimiento, la descripción y la representación de las morfologías, así como la descripción de las secuencias estratigráficas y litofacies de los depósitos y formaciones superficiales identificados, además de la toma de muestras si es necesario; se elaboran cartografías definitivas mediante SIG.

Por su parte, la **estratigrafía** estudia los diferentes estratos, sus interrelaciones espaciotemporales y la interpretación genética de los materiales que componen dichos estratos. Permite delimitar y ordenar las sucesivas unidades litoestratigráficas, correlacionar dichas unidades, posicionarlas en marcos temporales, y conocer su génesis y comprender su evolución a lo largo del tiempo. En base a conceptos clave (principio de la horizontalidad y continuidad lateral, principio de la superposición de estratos, principio del uniformismo o actualismo, entre

otros) en el campo se describen las secuencias estratigráficas (estrato, facies, continuidad y discontinuidad).

Por último, la **sedimentología** estudia las rocas sedimentarias y los sedimentos, describiendo su composición, su textura y sus estructuras para entender los procesos de formación de este tipo de rocas. Permite identificar las principales características de los depósitos sedimentarios y su morfología (litología, color, textura, geometría o estructuras sedimentarias) e inferir los procesos de transporte y de depósito que haya tenido el sedimento. Permite describir con precisión la textura, la forma y la composición de los sedimentos, especialmente de las partículas finas. Se aplican distintas técnicas de laboratorio: granulometría (Escala Udden-Wentworth); análisis químico (análisis de pH, materia orgánica y carbonatos); análisis composicionales (identificación de minerales y elementos químicos) a partir de Difracción de rayos X (DRX) (detecta minerales con estructura cristalina); Fluorescencia de rayos X (FRX) (identifica elementos químicos) y Espectrometría Raman (RS) (caracteriza compuestos orgánicos e inorgánicos).

BOX TEMÁTICO

Etnoarqueología y su aporte a los procesos de formación

Por Gustavo Politis

Este box introduce a la etnoarqueología como una herramienta **actualística** clave para comprender los procesos de formación cultural del registro arqueológico, especialmente en relación con el uso, descarte y mantenimiento de la cultura material. La etnoarqueología es una subdisciplina de la antropología que se enmarca en lo que Binford denominó estudios actualísticos (tales como la tafonomía o la arqueología experimental). Se diferencia de estos en que incluye la observación sistemática de sociedades vivas, y se distingue de otros tipos de etnografía por su enfoque explícito en la identificación de las implicaciones arqueológicas, es decir, materiales, del comportamiento humano. En el marco de este capítulo, interesa destacar que la etnoarqueología aporta, precisamente, a comprender cómo las prácticas de producción, uso y descarte de la cultura material generan los PFC que luego registramos en excavación.

Durante los últimos cincuenta años, los arqueólogos han realizado trabajo de campo en sociedades tradicionales con el fin de responder preguntas vinculadas con la interpretación del registro arqueológico y de desarrollar y refinar analogías. Esta estrategia de investigación ha sido denominada etnoarqueología y se ha transformado en una de las principales fuentes de analogías utilizadas en arqueología.

La analogía puede definirse, de manera general, como la transferencia de información de un objeto o fenómeno a otro, basada en ciertas relaciones de compatibilidad entre ambos. Aunque el uso del razonamiento analógico en arqueología ha sido objeto de debate (Wylie, 1985), actualmente existe consenso en que es necesario en cada etapa de la interpretación arqueológica. Como expresó Perrault (2020: pp. 15-16), “virtualmente, cada inferencia arqueológica está basada, de alguna manera, en una analogía contemporánea”. En este marco,

la etnoarqueología proporciona información a partir de una fuente mejor conocida, las sociedades vivas, con el fin de transferir dicha información a otro ámbito menos conocido, las sociedades extintas. A lo largo de las primeras etapas de desarrollo de la subdisciplina se propusieron diversos sinónimos, como “arqueología de la acción”, “arqueología viva”, “arqueoetnografía” o “arqueología etnográfica”. Sin embargo, el término etnoarqueología es el que ha prevalecido y el de uso más común.

Existen muchas definiciones de la etnoarqueología, pero puede resumirse de la siguiente manera: es una estrategia de investigación que tiene como objetivo la obtención de datos etnográficos originales destinados a contribuir a la interpretación arqueológica. También se define como el estudio de la relación entre el comportamiento humano y sus consecuencias arqueológicas en el presente, y se ocupa de la investigación de la cultura material y del entorno construido entre poblaciones vivas, en relación con los procesos que determinan su deriva hacia un depósito o contexto arqueológico (Lane, 2006: p. 402). Entre la diversidad de definiciones y características de la etnoarqueología, una de las más completas es la propuesta por Sillar, quien expresa: “El estudio de cómo la cultura material es producida, utilizada y depositada por las sociedades contemporáneas en relación con los aspectos sociales, ideológicos, económicos, ambientales y/o técnicos más amplios de la sociedad en cuestión, y con referencia específica a los problemas de interpretación del material arqueológico” (Sillar, 2000: p. 6). Desde esta perspectiva, la etnoarqueología permite observar en tiempo real cómo las decisiones y rutinas de las personas se encadenan en procesos de acumulación y remoción de materiales que, a lo largo del tiempo, dan lugar a distintos PFC reconocibles en el registro arqueológico.

El uso y la aplicación de datos etnográficos publicados para la interpretación del registro arqueológico no se consideran etnoarqueología, ni tampoco el estudio de colecciones etnográficas de museos con fines de interpretación arqueológica (David y Kramer, 2001: p. 11; Politis, 2015: pp. 44-45). Estas estrategias de investigación pueden ser muy útiles, pero no pueden encuadrarse dentro de la etnoarqueología porque no incluyen el estudio de sociedades vivas.

La etnoarqueología ha sido vista con cierto grado de desconfianza debido a las dificultades de extrapolar información contemporánea a sociedades del pasado y a la falta de bases epistemológicas plenamente desarrolladas sobre cómo realizar dichas extrapolaciones. Esto ha generado dudas y críticas respecto del razonamiento analógico. Sin embargo, en la actualidad, a pesar de ciertos problemas inherentes y difíciles de resolver, la gran mayoría de los investigadores reconoce la utilidad de los argumentos analógicos en el proceso de interpretación o explicación del registro arqueológico y los considera herramientas indispensables (David y Kramer, 2001; Ravn, 2011; Lyons, 2013; Perrault, 2020).

Otro motivo de desconfianza es que, en mayor o menor medida, las sociedades indígenas actuales, fuente de muchas analogías, han tenido contacto con la sociedad occidental y están integradas en el proceso de globalización, formando parte del mundo industrial. En consecuencia, se ha propuesto que las sociedades actuales no pueden servir como referentes analógicos para las sociedades del pasado, ya que la mayoría, si no todas, serían producto del impacto poscolonial (para el caso de la arqueología del Pacífico, véanse las críticas en Spriggs,

2008). Sin embargo, esta crítica es injustificada y se refiere, básicamente, al mal uso de la analogía, más que a la analogía como recurso para abordar el estudio de las sociedades del pasado. La investigación etnoarqueológica opera bajo los principios del razonamiento analógico y, por lo tanto, los dos elementos de la analogía, la fuente y el sujeto, no necesitan ser idénticos, en caso contrario el razonamiento analógico no sería necesario, sino que deben existir ciertas condiciones de comparabilidad entre ambos términos.

La fuerza de la analogía no reside en el grado de similitud entre la fuente, en este caso la sociedad actual, y el sujeto, la sociedad del pasado tal como se percibe a través del registro arqueológico, ni en el grado de aislamiento de una sociedad determinada, sino en la estructura lógica del argumento y en la similitud entre los términos de la relación (Wylie, 1985). Es evidente que, cuanto mayor sea la similitud entre la fuente y el sujeto, mayor será el potencial del argumento analógico. Sin embargo, el grado de similitud por sí solo no garantiza la solidez del argumento ni la veracidad de las afirmaciones. Asimismo, se reconoce que la fuerza de una analogía determinada no depende de cuán tradicional o “prístina” sea la fuente de la analogía, sino de su estructura lógica y de las condiciones de comparabilidad.

En este sentido, la subdisciplina busca formular modelos que permitan una mejor comprensión de los patrones culturales de las sociedades humanas, tanto del presente como del pasado. En esencia, la etnoarqueología es una forma de etnografía que considera aspectos y relaciones que las etnografías tradicionales no abordan en detalle. De algún modo, es una mirada a las sociedades contemporáneas con ojos y con preguntas arqueológicas en mente. El intento de utilizar información etnográfica para interpretar el registro arqueológico no es algo nuevo ni exclusivo de la etnoarqueología. En el pasado, este uso se denominaba “paralelo etnográfico” y consistía en emplear datos etnográficos ya existentes, sin definir criterios ni condiciones para su aplicación, proyectándose o imponiéndose sobre casos arqueológicos determinados.

Lo novedoso de la etnoarqueología contemporánea fue que la información etnográfica comenzó a ser obtenida por los propios arqueólogos, con el objetivo central de contribuir a la comprensión del registro arqueológico y con un foco explícito en la cultura material, desde su producción hasta su descarte. Al mismo tiempo, se hizo un gran esfuerzo por explicitar las variables observadas y el contexto de dichas observaciones. Estos factores hicieron que el razonamiento analógico resultara mejor sustentado y que su aplicación fuera más justificada. Aunque el término etnoarqueología fue utilizado por primera vez a comienzos del siglo XX por Jesse Fewkes, en relación con el uso del conocimiento local de los indígenas norteamericanos (David y Kramer, 2001: p. 6), la subdisciplina se consolidó recién en la década de 1960, con el surgimiento de la arqueología procesual. En ese contexto, los arqueólogos comenzaron a interesarse de manera sistemática por la analogía etnográfica, al tiempo que reconocieron que los etnógrafos no estaban prestando la debida atención al estudio de la cultura material de las sociedades que estudiaban.

Estudios pioneros de M. R. Kleindienst y Patty Jo Watson, entre los indígenas Pueblo del sur de Estados Unidos en la década de 1950, Robert Acher, entre los Seri de México, y Peter White, en las Tierras Altas de Nueva Guinea, generaron los primeros conjuntos de datos etnográficos

obtenidos específicamente para contestar preguntas arqueológicas. Posteriormente, Lewis Binford desarrolló su enfoque etnoarqueológico desde un punto de vista teórico y conceptual en *Nunamiut Ethnoarchaeology* (Binford, 1978), basado en su investigación entre los Nunamiut de Alaska. Estas contribuciones, junto con las de Richard Gould (1980), quien también realizó trabajos pioneros en el Desierto Occidental de Australia, y John Yellen (1977), entre los Kung del Kalahari, establecieron las bases conceptuales de la etnoarqueología dentro del paradigma procesual y transformaron la subdisciplina en una de las principales productoras de modelos analógicos operativos para interpretar el registro arqueológico de las sociedades del pasado. A partir de estas investigaciones iniciales se desplegaron estudios etnoarqueológicos en muchas regiones del mundo (ver resumen en David y Kramer, 2001; Marciniak y Yalman, 2013; Politis, 2015) (Figura 2.5).

Figura 2.5

Pareja Hoti regresando de una salida de caza



Nota. Fotografía tomada por Gustavo Politis en 2002, río Parucito, Venezuela. Gentileza del autor.

En continuidad con este desarrollo, actualmente los estudios etnoarqueológicos se han multiplicado y abarcan una gran diversidad de sociedades. En las principales regiones del mundo se han iniciado proyectos etnoarqueológicos de largo plazo y, en los últimos años, se han llevado a cabo investigaciones en América, África, Asia, Oceanía y Europa. Estos estudios no se han limitado a grupos indígenas, sino que también han incluido pueblos criollos, campesinos y sociedades urbanas occidentales. En relación con esta ampliación del campo de estudio, algunos autores, como Alfredo González Ruibal, han planteado que el abordaje de las sociedades

occidentales debería incluirse en otra subdisciplina, desligada de la etnoarqueología, denominada “arqueología del presente”, y orientada a objetivos no analógicos. En la misma línea, se ha propuesto una reasignación de la subdisciplina bajo el nombre de “etnografía arqueológica” (Hamilakis y Anagnostopoulos, 2009).

Durante la década de 1990 y especialmente a partir de los años 2000, la etnoarqueología comenzó a desarrollarse también por parte de investigadores locales en muchas regiones del mundo. Esto incluye América Latina, donde desde los años noventa se encuentran en curso diversos proyectos etnoarqueológicos, principalmente desarrollados por investigadores brasileños y argentinos (ver revisión en Politis, 2015). En este contexto regional, los estudios sobre temas como el pastoralismo y la fabricación de cerámica han ocupado un lugar central en la etnoarqueología andina. En las Tierras Bajas, en cambio, la investigación sobre los cazadores-recolectores (Figura 2.6) y los horticultores-ceramistas ha sido objeto de atención prioritaria.

Figura 2.6

Awa despostando una tortuga



Nota. Fotografía tomada por Gustavo Politis en 2008, aldea Juriti, Brasil. Gentileza del autor.

Como corolario de lo expuesto, cabe señalar que, además de proporcionar análogos de manera operativa para ser aplicados en la interpretación del registro arqueológico, una de las principales contribuciones de la etnoarqueología es la mitigación del etnocentrismo que permea la visión arqueológica sobre el pasado y la interpretación de la experiencia humana a largo plazo. En este sentido, la subdisciplina ha contribuido a construir interpretaciones más sensibles a la diversidad de prácticas sociales, ayudando a crear la historia de los “otros” en sus propios términos, en la medida de lo posible y con profundidad histórica. Asimismo, la etnoarqueología, con su particular mirada sobre las sociedades contemporáneas, tanto tradicionales como

occidentales, contribuye no solo a la comprensión del comportamiento humano en el presente y en el pasado, sino también al desarrollo y a la construcción de la teoría arqueológica.

En las últimas décadas, sin embargo, la etnoarqueología también ha sido objeto de cuestionamientos metodológicos y éticos vinculados a las asimetrías de poder entre investigadores y comunidades, a la circulación y apropiación del conocimiento local y a las formas de representación de los “otros”. Lejos de conducir al abandono de la subdisciplina, estos debates han impulsado transformaciones relevantes orientadas a relaciones de trabajo más colaborativas y al fortalecimiento del consentimiento libre e informado. En este marco, la cuestión no es tanto si es posible continuar haciendo etnoarqueología, sino cómo hacerlo de manera ética, políticamente responsable y teóricamente explícita, de modo que las analogías producidas no solo contribuyan a la interpretación de los PFC y del registro arqueológico, sino también a la elaboración de narrativas significativas para las propias comunidades involucradas. En este sentido, la etnoarqueología constituye un insumo fundamental para interpretar la estructura de los depósitos arqueológicos y evaluar cómo las prácticas sociales se traducen en patrones materiales observables.

Referencias

- Binford, L. (1978). *Nunamiut ethnoarchaeology*. New York: Academic Press.
- David, N., y Kramer, C. (2001). *Ethnoarchaeology in Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- González Ruibal, A. (2008). De la etnoarqueología a la arqueología del presente. En A. González Ruibal y H. Bonet (Eds.), *Arqueología y franquismo*, (pp. 16-27). Valencia: Museu de Prehistòria de València.
- Gould, R. (1980). *Living archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hamilakis, Y., y Anagnostopoulos, A. (2009). What is archaeological ethnography? *Public Archaeology: Archaeological Ethnographies*, 8(2-3), 65-87.
- Lane, P. J. (2014). Hunter-gatherer-fishers, ethnoarchaeology and the archaeological record. En V. Cummings, P. Jordan y M. Zvelebil (Eds.), *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Hunter-Gatherers*, (pp. 104-150). Oxford: Oxford University Press.
- Lyons, D. E. (2013). Ethnoarchaeological Research in Africa. En P. Mitchell y P. J. Lane (Eds.), *The Oxford Handbook of African Archaeology* (pp. 86-101). Oxford: Oxford University Press.
- Marciniak, A., y Yalman, N. (Eds.). (2013). *Contesting ethnoarchaeologies. Traditions, theories, prospectus*. New York: Springer.
- Perrault, Ch. (2020). *The Quality of the Archaeological Record*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Politis, G. (2015). Reflections on contemporary ethnoarchaeology. *Pyrenae*, 41(1), 41-83.
- Ravn, M. (2011). Ethnographic analogy from the Pacific: Just as analogical as any other analogy. *World Archaeology*, 43(4), 716-725.

- Sillar, B. (2000). *Shaping culture: Making pots and constructing houses. An ethnoarchaeological study of pottery production, trade and use in the Andes*. BAR International Series 883. Oxford: Archaeopress.
- Spriggs, M. (2008). Ethnoarchaeological parallels and the denial of history. *World Archaeology*, 40(4), 538-552.
- Wylie, A. (1985). The reaction against analogy. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8, 63-111.
- Yellen, J. E. (1977). *Archaeological approaches to the present*. New York: Academic Press.

BOX TEMÁTICO

Tafonomía y Arqueología

Por María A. Gutiérrez y Luis A. Borrero

La tafonomía constituye actualmente un campo interdisciplinario esencial para comprender los procesos que intervienen en la formación, modificación y preservación de los registros fósiles y arqueológicos. Su utilidad es amplia, ya que permite discutir la relevancia paleobiológica de los fósiles, obtener datos paleoecológicos y, en el caso de los arqueólogos, evaluar la integridad de la información ecológica y cultural del registro arqueológico. Desde sus orígenes en la paleontología en el siglo XIX, fuertemente influida por el uniformismo y los enfoques actualistas de las ciencias naturales, la disciplina se ha centrado en estudiar cómo los procesos biológicos, físicos y químicos contemporáneos conducen a la formación de un conjunto de restos asociados y cómo estas observaciones pueden emplearse para generar hipótesis sobre acontecimientos del pasado, inaccesibles a la observación directa.

La tafonomía, término acuñado por el paleontólogo Efremov en 1940, ha experimentado una notable expansión conceptual y metodológica a lo largo de los 86 años de su desarrollo. Esta disciplina se amplió para incluir diversos procesos y abarcar muchos más tipos de materiales y objetos de los que se consideraron inicialmente, lo que dio lugar a un mayor acervo de conocimientos y a perspectivas teóricas, metodológicas y técnicas únicas para responder a nuevas preguntas de investigación (Gutiérrez y Borrero, 2024). Las definiciones vigentes abarcan desde la clásica formulación sobre el paso de los organismos de la biosfera a la litosfera, los enfoques más orientados a la reconstrucción paleoecológica mediante la identificación de modos o paisajes tafonómicos, hasta cómo los procesos modernos afectan los registros arqueológicos propuestos por la tafonomía regional. A pesar de la diversidad conceptual de la tafonomía, todas las definiciones coinciden en el interés por comprender cómo se preservan, alteran o destruyen los restos del pasado, con el objetivo de conocer los procesos que influyen en la información que generan los registros fósiles y arqueológicos. Este conocimiento enriquece nuestras interpretaciones de los registros, que en el presente son estáticos, promediados y fragmentados.

Si bien en la arqueología pueden identificarse esfuerzos tempranos que podrían enmarcarse en lo que actualmente consideramos problemáticas tafonómicas, el interés en la tafonomía al

servicio de la arqueología llega con el advenimiento de la Nueva Arqueología, a fines de la década de 1960 y principios de 1970 (Lyman, 1994). Este paradigma reconoce que el registro arqueológico no es un reflejo perfecto de la conducta humana y plantea un escenario teórico y metodológico propicio para el desarrollo de la tafonomía actualista. La tafonomía entró explícitamente en la arqueología mediante investigaciones multidisciplinarias sobre la evolución de los homínidos tempranos, enfocadas en la distinción entre los huesos modificados naturalmente y los modificados por ellos.

Aunque históricamente la tafonomía se centró en materiales orgánicos como huesos, moluscos o restos vegetales, recientemente ha ampliado su espectro para incluir materiales como cerámica, lítico y otros objetos elaborados o modificados por humanos. Esta ampliación ha generado debates que en la práctica son más nominales que sustanciales; prevalece la idea de que la tafonomía debe responder a preguntas sobre la formación de los contextos orgánicos o inorgánicos de los materiales estudiados (Gutiérrez y Borrero, 2024) defendiendo la necesidad de una “tafonomía irrestricta”, es decir, una disciplina aplicada a todo tipo de materiales (Borrero, 2011). Aunque el material orgánico, especialmente los huesos, presenta ventajas analíticas -su ciclo de reciclaje es relativamente breve y sus transformaciones pueden observarse en escalas temporales humanas-, limitar la tafonomía a este tipo de materiales obstaculiza la comprensión de los contextos arqueológicos, donde coexisten materiales de diversa naturaleza. La comparación de los ritmos de preservación y deterioro entre distintos tipos de objetos permite inferir tiempos de exposición, enterramiento y alteración, así como reconstruir interacciones sinérgicas entre agentes y procesos.

Durante los primeros 40 años de desarrollo de la disciplina, la tafonomía se consideró principalmente como una fuente de advertencias sobre la pérdida de información en el registro fósil. El propio Efremov se enfocó en el registro fósil como potencialmente sesgado en la representación de la comunidad biótica, por lo que la tafonomía fue percibida principalmente como una vía para identificar y corregir dichas distorsiones. A partir del tercer cuarto del siglo XX, la tafonomía reconoció que estas “distorsiones” rara vez pueden eliminarse y pasó a interesarse, a partir de patrones de muerte, acumulación, descomposición y enterramiento en entornos regionales contemporáneos, por elaborar marcos de referencia para interpretar los patrones ocurridos en el pasado. Esta perspectiva, también denominada “tafonomía positiva”, enfatiza los mecanismos de preservación y los procesos que contribuyen a la formación de los registros, más que únicamente a los que los degradan, y extrae información paleoecológica de cada proceso identificado.

Más que aspirar a reconstruir un pasado sin mediaciones, la tafonomía permite comprender los cambios que experimentaron los conjuntos materiales y seleccionar las escalas de análisis y las muestras más adecuadas para cada investigación. Un ejemplo proviene de investigaciones en el interfluvio de los ríos Coyle y Gallegos, en la provincia de Santa Cruz (Belardi et al., 2025). Los estudios tafonómicos actualistas en diferentes ambientes del interfluvio documentaron la incorporación continua de carcasas de guanacos muertos naturalmente, ya sea por enredos en alambrados o por muertes masivas debido a fríos extremos, y su mezcla con materiales

arqueológicos. Este conocimiento no corrige la contaminación del registro arqueológico, pero sí permite ajustar las preguntas de investigación arqueológica, las estrategias metodológicas y las escalas de análisis para encontrar las respuestas más adecuadas (Borrero et al., 2025).

El estudio actual de especies de hábitos fosoriales, como los armadillos y las vizcachas en la región pampeana, permite conocer la dinámica de formación de sus estructuras habitacionales e identificar la presencia de paleomadrigueros en contextos arqueológicos o paleontológicos (Rafuse et al., 2019; Álvarez et al., 2020). Esta información actualista constituye marcos de referencia para comprender las implicancias ecológicas de la presencia de madrigueras en los sitios, los patrones de distribución espacial del material arqueológico, el potencial de contaminación entre materiales de distintos momentos cronológicos, entre otros tantos aspectos. Todos los materiales -orgánicos e inorgánicos- participan en ciclos naturales de transformación. Aquellos que sobreviven a procesos destructivos y se entierran almacenan información sobre los agentes y procesos que los formaron. La capacidad de articular evidencias procedentes de contextos actuales, experimentales y fósiles convierte a la tafonomía en un instrumento fundamental para comprender procesos paleoecológicos y culturales, y para aportar datos relevantes a la historia humana y natural.

El actualismo, ya sea en contextos naturales o experimentales, es uno de los pilares metodológicos de la tafonomía, que se basa en observar en el presente los procesos que generan determinados efectos para luego utilizarlos como análogos interpretativos del pasado. No obstante, incluso en estos estudios existen “cajas negras”, es decir, situaciones en las que el proceso específico no puede reconstruirse por completo o en las que se conocen el inicio y el resultado, pero no con precisión las interacciones intermedias (Gutiérrez y Borrero, 2024). En consecuencia, no todas las respuestas pueden explicarse por dicho proceso.

La equifinalidad, cuando procesos tafonómicos producen el mismo resultado, es uno de los desafíos analíticos más persistentes. Por ejemplo, el patrón de fragmentación ósea causado por la extracción humana de médula ósea presenta similitudes con los patrones de fractura por pisoteo o por presión sedimentaria. Sin múltiples líneas de evidencia (contexto, distribución espacial, análisis microscópico, referencia experimental), atribuir un patrón particular a un agente específico sigue siendo incierto.

De Francesco et al. (2025), a partir del análisis del desarrollo de la tafonomía en América del Sur basado en publicaciones indexadas en diversas bases de datos, identifican un crecimiento sostenido de los estudios tafonómicos desde 1985. En este proceso, Argentina se posiciona como el país con mayor producción en esta disciplina, seguida de Brasil y Uruguay. Los estudios arqueológicos fueron los más prolíficos, con un claro predominio de los vertebrados, seguidos de los moluscos y del material lítico.

Borrero et al. (2024) mencionan que la zooarqueología y la tafonomía se beneficiaron mutuamente desde su propia inserción en la arqueología argentina, lo que constituye la causa principal de su exitoso desarrollo (De Francesco et al., 2025). A pesar de que aún queda mucho por hacer, la investigación en este campo disciplinar avanza con firmeza, por lo que el futuro de los estudios tafonómicos en Argentina es prometedor.

La tafonomía se erige hoy en día como un pilar fundamental de la arqueología. Es una disciplina que nos recuerda que el registro arqueológico no es un archivo neutral, sino un producto dinámico de las interacciones entre los seres humanos y los ecosistemas a lo largo del tiempo. Garantizar que se tenga en cuenta esa complejidad no es sólo un imperativo metodológico, sino también epistemológico. Una tafonomía positiva, irrestricta y regional debería formar parte de las agendas y de la planificación de proyectos desde el inicio de la investigación arqueológica.

Referencias

- Álvarez, M. C., Rafuse, D. J., Bellinzoni, J. E. y Kaufmann, C. A. (2020). Armadillos as taphonomic agents of archaeological sites in the Pampas Region, Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 31, 102293.
- Belardi, J. B., Borrero, L. A., Carballo Marina, F., Kaufmann, C. A., Massigoge, A., Álvarez, M. C. y Gutiérrez, M. A. (2025). Modern guanacos (*Lama guanicoe*) killed by winter stress in Southern Patagonia (Argentina). Archaeological Implications. En A. Milson Klemmer y G. Wong (Eds.), *Zooarchaeology: Beyond Human Subsistence* (pp. 7-35). University of Utah Press, Salt Lake City.
- Borrero, L. A. (2011). La función transdisciplinaria de la arqueozoología en el Siglo XXI: Restos animales y más allá. *Antípodas*, 13, 267-274.
- Borrero, L. A., Gutiérrez, M. A. y Borrazzo, K. (2024). Taphonomy and Archaeofaunas: Friends with Benefits? En M. L. Pochettino, A. Capparelli, P. Stampella y D. Andreoni, *Nature/s in construction: ethnobiology in the confluence of actors, territories and disciplines* (pp. 519-538). Springer, Cham.
- De Francesco, C. G., Archuby, F. M., Borrazzo, K., Borrero, L. A., Gutiérrez, M. A., Hassan, G. S., Martínez, S., Montalvo, C. I. y do Nascimento Ritter, M. (2025). The rise of actualistic taphonomy in South America. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*, 25(2), 68-83.
- Gutiérrez, M. A. y Borrero, L. A. (2024). Taphonomy in Archaeology. En T. Rehren y E. Nikita (Eds.), *Encyclopedia of Archaeology*, 2nd Edition, vol. 2 (pp. 657-664). London: Academic Press.
- Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rafuse, D. J., Kaufmann, C. A., Gutiérrez, M. A., González, M. E., Scheifler, N. A., Álvarez, M. C., y Massigoge, A. (2019). Taphonomy of modern communal burrow systems of the Plains vizcacha (*Lagostomus maximus*, Chinchillidae) in the Pampas region of Argentina: implications for the fossil record. *Historical Biology*, 31, 517-534.

Ejemplo integrador: registro arqueológico y procesos de formación en un sitio a cielo abierto

Imaginemos un sitio arqueológico a cielo abierto localizado en un ambiente árido del Noroeste argentino, con materiales líticos y cerámicos dispersos en superficie y en posición subsuperficial. Durante la prospección, la detectabilidad del registro estuvo condicionada por una baja cobertura vegetal y una alta visibilidad del sustrato, lo que favoreció la identificación de concentraciones artefactuales. Sin embargo, la abundancia y distribución de los materiales no reflejan de manera directa las actividades humanas originales.

El conjunto lítico presenta una alta frecuencia de desechos de talla y escasa representación de instrumentos formatizados, mientras que la cerámica se encuentra fragmentada y dispersa. Esta composición puede explicarse, en parte, por procesos de formación culturales, como el descarte secundario y las actividades de mantenimiento del espacio, que implican el desplazamiento de residuos hacia sectores específicos del sitio. Al mismo tiempo, procesos de formación naturales -como la acción eólica y el pisoteo de ganado- contribuyeron a la fragmentación, la redistribución horizontal y el enterramiento diferencial de los materiales.

Desde esta perspectiva, el conjunto arqueológico resultante presenta una integridad parcial, un grano relativamente grueso y una resolución temporal baja, ya que los materiales corresponden a múltiples eventos de ocupación superpuestos y afectados por distintos procesos posdeposicionales. En consecuencia, la interpretación del sitio requiere considerar estrategias metodológicas específicas, tanto en la prospección como en la excavación, que permitan evaluar la distribución espacial de los materiales, identificar posibles áreas de actividad y discriminar, en la medida de lo posible, la acción relativa de los procesos de formación culturales y naturales. Este enfoque integrado permite comprender al registro arqueológico no como un reflejo directo de las conductas pasadas, sino como un producto dinámico, construido a partir de la interacción entre prácticas sociales, procesos naturales y decisiones analíticas contemporáneas.

Cerrando el recorrido

A lo largo de este capítulo se abordaron distintas conceptualizaciones de la cultura material, la evidencia arqueológica y el registro arqueológico, así como los factores que condicionan su descubrimiento, sus propiedades y los procesos de formación que intervienen en su configuración. Este recorrido permitió destacar que el registro arqueológico no constituye un reflejo directo ni transparente de las conductas del pasado, sino un producto dinámico y promediado, resultado de la interacción entre prácticas sociales, procesos naturales y decisiones metodológicas tomadas en el presente.

El análisis de los procesos de formación culturales y naturales resulta central para evaluar la integridad, el grano y la resolución de los conjuntos arqueológicos con los que se trabaja, y constituye una herramienta fundamental para interpretar la distribución, composición y diversidad

de los materiales recuperados. En este sentido, la incorporación de enfoques actualísticos, como la geoarqueología, la etnoarqueología y la tafonomía, permite reconocer patrones, identificar transformaciones posdeposicionales y construir inferencias arqueológicas más robustas y contextualizadas.

Finalmente, considerar al registro arqueológico como una construcción analítica, y no como un simple depósito de objetos del pasado, implica asumir una mirada crítica sobre las condiciones de producción del conocimiento arqueológico. Esta perspectiva no debilita la interpretación, sino que la fortalece, al hacer explícitos los límites, alcances y supuestos de nuestras inferencias, y al integrar de manera reflexiva teoría, metodología y práctica arqueológica.

Referencias

- Binford, L. R. (1962). Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 28, 217-225.
- Binford, L. R. (1980). Willow Smoke and Dogs' Tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation. *American Antiquity*, 45(1), 4-20.
- Binford, L. R. (1981). *Bones: ancient men and modern myths: middle range research and the role of actualistic studies*. New York: Academic Press.
- Borrazzo, K. (2013). Tafonomía lítica y modelo de la dinámica eololacustre del norte de la Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Argentina). *Comechingonia*, 17, 149-169.
- Castiñeira, C., Blasi, A., Politis, G., Bonomo, M., del Puerto, L., Huarte, R., Carbonari, J., Mari, F. y García-Rodríguez, F. (2013). The origin and construction of pre-Hispanic mounds in the Upper Delta of the Paraná River (Argentina). *Archaeological and Anthropological Science*, 5, 37-57.
- Coll, L., Basile, M. y Ratto, N. (2021). Afinando resultados: una reevaluación de la visibilidad del sitio Los Morteros (Región de Fiambalá, Catamarca). *Revista Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales*, 9(1): 87-98.
- Favier Dubois, C. M. (2009). Geoarqueología: explorando propiedades espaciales y temporales del registro arqueológico. En R. Barberena, K. Borrazzo y L. A. Borrero (Eds.), *Perspectivas Actuales en Arqueología Argentina* (pp. 33-54). Buenos Aires: Dunken.
- González Ruibal, A. y Ayán Vila, X. (Eds.) (2018). La formación del registro arqueológico. En *Arqueología. Una introducción al estudio de la materialidad del pasado* (pp. 93-112). Madrid: Editorial Alianza.
- Hodder, I. (1982). *Symbols in Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lane, K. J., Branch, N., González, P. y Advíncula, M. (2025). El futuro del agua del pasado: rehabilitando antiguas represas para su uso actual en los Andes peruanos. *La Revista Agraria*, 27, 21-24.
- Lucas, G. (2012). *Understanding the Archaeological record*. Capítulos 1-5. Cambridge University Press. Traducción de Andrés Laguens.

- Massigoge, A., Rodríguez, J. M., Álvarez, M. C., Gutiérrez, M. A. y Kaufman, C. A. (2024). Use of the Plains Vizcacha (*Lagostomus maximus*) by Indigenous Societies in the Pampas Ecoregion (Argentina). En L.L. Rasia, C.G. Barbeito y F. Acuña (Eds.), *Plains Vizcachas* (pp. 99-144). Switzerland AG: Springer Cham.
- McManamon, F. P. (1984). Discovering sites unseen: The use of geophysical techniques in archaeological field evaluation. En M. B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (vol. 7, pp. 223-292). New York: Academic Press.
- Moore, J. D., y Keene, A. S. (1983). Archaeological classification, data, and concepts. En M. B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (vol. 6, pp. 1-42). New York: Academic Press.
- Moralejo, R. y G. Gobbo. (2017). Desde el camino: los SIG y El Shincal de Quimivil (Londres, Catamarca, noroeste argentino). En E. Arkush y G. Marcone (Eds.), *Nuevas tendencias en el estudio de los caminos, S. Chacaltana* (pp. 322-345). Ministerio de Cultura Proyecto Qhapaq Ñan - Sede Nacional.
- Parezo, N. J., y Fowler, D. D. (1995). Uses of the Past: Archaeology in the Service of the State. En D. D. Fowler y N. J. Parezo (Eds.), *Uses of the Past: Archaeology in the Service of the State* (pp. 1-18). New Mexico: University of New Mexico Press.
- Patrick, L. (1985). Is there an archaeological record? En M. B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (vol. 8, pp 27-62). New York: Academic Press.
- Redman, C. L. (1987). Surface collection, sampling, and research design: a retrospective. *American Antiquity*, 52, 249-265.
- Schiffer, M. (1985). Is there a "Pompeii premise" in Archaeology? *Journal of Anthropological Research*, 41(1), 18-45.
- Schiffer, M. (1987). *Formation processes of the archaeological record*. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Stafford, C. R., Jr., y Hajic, E. R. (1992). Perspectives on the geoarchaeology of long-term land use in alluvial valleys. En J. K. Stein (Ed.), *Deciphering a shell midden* (pp. 51-72). Academic Press.
- Storchi Lobos, D. (2018). Estudio geoarqueológico y tafonómico de palimpsestos en las dunas de la localidad Sayape (San Luis, Argentina). *Revista del Museo de Antropología*, 11(2), 73-84.
- Tani, M. (1995). Beyond the identification of formation processes: behavioral inference based on traces left by cultural formation processes. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 2, 231-252.
- Walker, W. H. (1995). Ceremonial Trash? En J. M. Skibo, W. H. Walker y A. Nielsen (Eds.), *Expanding Archaeology* (pp. 67-79). Utah: University of Utah Press.
- Wood, W. R. y Johnson, D. L. (1978). A Survey of Disturbance Processes in Archaeological Site Formation. En M. B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (vol. 1, pp. 315-381). New York: Academic Press.
- Yacobaccio, H.D. (1988). *Arqueología contemporánea argentina*. Introducción, pp. 7-12. Buenos Aires: Ediciones Búsqueda.

CAPÍTULO 3

Prácticas alfareras. Preguntas de investigación, herramientas teórico-metodológicas y estrategias de análisis

Violeta Di Prado

Se ha observado que las vasijas de cerámica son frágiles, pero sus fragmentos perduran para siempre (It has been observed that pots are fragile but potsherds last forever). F. R. Matson, (1992).

Introducción

La producción de **alfarería prehispánica** involucró diversas materias primas de origen inorgánico y orgánico: **arcillas, antiplásticos, maderas combustibles, agua** y, en ocasiones, pigmentos, ceras, cebo, entre otros. Generalmente, los barros fango-arcillosos, fundamentales para la manufactura cerámica, fueron mezclados y depurados en estado húmedo durante las primeras etapas de la producción y consolidados a través de la exposición a temperaturas que, en general, superaron los 500°C y no alcanzaron los 1.000°C, en los últimos estadios de la manufactura. Los cambios mecánicos (mezcla, tamizado) y estructurales (pérdida de agua estructural, neoformación de minerales) que sufren las materias primas durante el proceso de elaboración oscurecen la posibilidad de inferir de forma directa sus características originales. La complejidad de este proceso imprime a la cerámica particularidades al momento de plantear preguntas de investigación y construir estrategias teórico-metodológicas sólidas para responderlas. Mientras que estas características hacen posible una mejor preservación, en comparación con otros tipos de materiales, tales como restos vegetales y óseos, obligan a implementar múltiples técnicas de análisis si buscamos rastrear, por ejemplo, la procedencia y la circulación de las piezas que estudiamos.

Partimos de esta reflexión para poner de relieve las ventajas y desventajas a considerar en el análisis cerámico y plantear una serie de interrogantes que estructuran el contenido de este capítulo: ¿Con qué herramientas teórico-metodológicas estudiamos la cerámica desde la Arqueología? ¿Qué preguntas nos guían en el estudio de esta materialidad? ¿Cuáles son los problemas que buscamos resolver? ¿Cuáles son los análisis específicamente arqueológicos que

realizamos en gabinete? ¿Qué técnicas arqueométricas aplicamos para complementar estos análisis? ¿Qué tipo de información brindan? ¿Con qué criterios seleccionamos las muestras? Como anticipo y síntesis de lo que repetiremos a lo largo de este libro para distintas materialidades, y la cerámica no es la excepción, es necesario diseñar estrategias metodológicas que contemplen múltiples escalas de análisis (por ej. macroscópica, microscópica, local, areal, regional), diversas técnicas fisicoquímicas, mineralógicas y elementales, como así también la articulación de distintas líneas de evidencia.

Preguntas de investigación y herramientas teórico-metodológicas

A lo largo de más de un siglo de investigación y desde diferentes marcos conceptuales, se le ha atribuido a la alfarería arqueológica la pesada carga de contribuir al abordaje de los más diversos problemas. Ciertos aspectos de la cerámica se han utilizado para reconstruir el tamaño de unidades domésticas, identificar áreas de actividad y procesos de formación de sitio, inferir situaciones de aprendizaje, intercambio, innovación, cambio tecnológico, negociación y delimitación de identidades, entre muchos otros (Gliozzo, 2020). La alfarería materializa diversas dimensiones de la vida económica y social, y, posiblemente, tenga “algo que decir” sobre cada uno de los temas mencionados, pero el grado de profundidad de sus aportes estará directamente relacionado con: a) la cantidad, variabilidad, preservación e integridad de la muestra; b) las condiciones de hallazgo; c) la información contextual y cronológica disponible, y d) la posibilidad de aplicar técnicas arqueométricas en función de la disponibilidad de recursos económicos, equipos y personal especializado. Es decir que las características de los conjuntos cerámicos bajo estudio y el hecho de contar (o no) con financiamiento nos imponen limitaciones al momento de definir las preguntas de investigación y el programa metodológico que pondremos en práctica para responderlas. Si bien no existe una receta, es imperativo considerar estas cuestiones, que pueden englobarse dentro del concepto de “factibilidad”, cuando abordamos la difícil tarea de darle forma a un plan de investigación.

Otro ingrediente clave dentro de un plan de trabajo es el posicionamiento teórico, desde donde conceptualizamos y damos forma a nuestros problemas de investigación. En el capítulo 1 repasamos las corrientes teóricas vigentes y cómo se articulan con los métodos y las técnicas aplicados en la arqueología contemporánea. El campo conceptual de los estudios cerámicos no es ajeno a los debates y contrapuntos teóricos generales, pero muestra especificidades. Aquí presentaremos muy brevemente herramientas teórico-metodológicas para el abordaje de la alfarería, que surgieron como antagónicas y que con el andar del tiempo acercaron posiciones. Recorreremos algunas críticas y contrapuntos entre sus exponentes y nos preguntamos ¿es posible una articulación fundada en la complementariedad?

Por un lado, en la tradición francesa de estudios etnológicos de mediados de siglo XIX, la tecnología es concebida como algo más que los medios utilizados por un determinado grupo

humano para adaptarse al entorno físico. Se busca aprehender la dimensión social de las acciones técnicas, que abarcan más que un conjunto de gestos corporales y acciones físicas generadoras de transformaciones en las materias primas. Estas acciones están incorporadas en el cuerpo social y actúan como una plataforma para crear y expresar (consciente e inconscientemente) identidad y diferencias sociales, y pueden estar motivadas por factores distintos a los físicos/técnicos/funcionales. En este marco, va tomando forma durante la primera mitad del siglo XX el concepto de *chaîne opératoire* (en adelante cadena operativa), de la mano del etnólogo André Leroi-Gourhan, discípulo de Marcel Mauss, para el estudio de las industrias líticas paleolíticas. A partir de las décadas de 1980 y 1990 comenzaron a realizarse esfuerzos para adecuar estas ideas al estudio de la materialidad cerámica y generar marcos de referencia, apoyados fundamentalmente en trabajos de etnoarqueología entre comunidades alfareras tradicionales (Lemonnier, 1986; Stark, 1999, en Chilton, 1999; Gosselain, 2008; Roux, 2017, en Hunt, 2017). La noción de cadena operativa se refiere tanto al proceso de transformación de una o varias materias primas en un producto terminado como a la herramienta analítica utilizada para documentar dicho proceso. Una **cadena operativa** cerámica puede incluir siete etapas o fases: (1) obtención de la arcilla, (2) procesamiento de la arcilla, (3) conformado, (4) terminación y decoración de las superficies, (5) secado, (6) cocción y (7) poscocción. Varias de estas fases no pueden ni suprimirse ni posponerse (Stark, 1999, en Chilton, 1999).

En este marco, la producción de cerámica se considera un *continuum* en el que se articulan distintas elecciones técnicas, condicionadas por complejos entramados de variables ambientales, técnicas, simbólicas, tradicionales y políticas. En las decisiones de alfareros/os influyen tanto las características físico-mecánicas de las materias primas, la distancia de los afloramientos y las cualidades funcionales de los artefactos como la cosmovisión y las formas de aprender a hacer y ser parte del grupo social de pertenencia. Esto se expresa a través de la variabilidad que observamos en distintos aspectos de la alfarería, tales como las pastas, las técnicas constructivas, los tratamientos de superficie, los repertorios morfológicos e iconográficos, entre otros. El estudio de estas variaciones en las vasijas (o en los fragmentos que las representan) permite reconocer los gestos técnicos de los ceramistas, desde la mezcla y el amasado de la arcilla, el modelado y la conformación de las piezas, el emparejado, alisado y pulido de las superficies, hasta la aplicación de mezclas pigmentarias, la ejecución de representaciones decorativas y el control del fuego durante la quema. La identificación de estos gestos y decisiones representa el punto de partida para caracterizar modos de hacer, que se configuraron dentro de contextos sociales particulares, a través de procesos de aprendizaje y se erigen como una vía de acceso a diferentes niveles de identidad de quienes elaboraron, circularon e intercambiaron piezas de alfarería.

Por otro lado, la arqueología conductual, encabezada por Michael Schiffer y consolidada durante la década de 1970 en el Laboratorio de Tecnología Tradicional de la Universidad de Arizona, Estados Unidos, ofrece una visión diferente de la tecnología. En un principio, desde esta corriente teórica se buscó identificar en la tecnología cerámica la porción de variabilidad artefactual que puede ser atribuida a la función utilitaria, es decir que se acentuaba la importancia

de factores ambientales, funcionales y técnicos como condicionantes de las decisiones que tomaron alfareros/as en el pasado. Los atributos observables y medibles de una vasija, tales como la forma, el tamaño y la densidad del antiplástico, el tratamiento de superficie, entre otros, estarán fundamentalmente relacionados con la función que ese contenedor desempeñará. Schiffer y sus discípulos desarrollaron una serie de experimentos para evaluar el comportamiento de diversos tratamientos de superficie y antiplásticos ante la acción de agentes erosivos. A la par, James Skibo realizó trabajo de campo etnoarqueológico entre comunidades alfareras Kalinga, en Filipinas, con el objetivo de estudiar en detalle las trazas generadas en los contenedores usados para cocinar distintos alimentos. En este marco, el concepto de **historia de vida** de un artefacto comprende todas las interacciones y actividades que se dan a lo largo de su vida desde el aprovisionamiento de materias primas y la fabricación hasta el uso, la reutilización, el descarte y los procesos posdeposicionales. Es en las interacciones entre artefactos y personas donde adquiere sentido la noción de **performance**, que originalmente englobó a las propiedades físicas y químicas de los artefactos (dimensión, forma y microestructura) que posibilitan, facilitan o restringen determinados usos.

El énfasis en los aspectos funcionales de la tecnología motivó críticas a interpretaciones que generan imágenes etnocéntricas de los/las alfareros/as como si fuesen ingenieros o técnicos de mantenimiento y tienden a ignorar la dimensión social del comportamiento tecnológico. Varias décadas después de aquellos primeros trabajos, Schiffer, junto con Kacy Hollenback, asumen que la fuerte dependencia en la arqueología experimental y en casos de estudio de los últimos 300 años ha dado lugar a publicaciones con sesgos demasiado utilitarios u occidentales (Hollenback y Schiffer, 2012). Sin embargo, defienden que la arqueología conductual no está necesariamente restringida a tales casos de estudio, sino que permite investigar sistemas de significado que se relacionan con la cultura material y proporcionar herramientas útiles para el estudio de la tecnología en cualquier sociedad. Por ejemplo, amplían el concepto de *performance* a partir de la consideración de aspectos estéticos, sensoriales y simbólicos de los artefactos, además de aquellos químicos y mecánicos, previamente mencionados.

Con el andar del tiempo, la incorporación de las críticas y la ampliación de los conceptos nodales para el estudio de la tecnología, consideramos que las herramientas metodológicas desarrolladas tanto en el marco del enfoque de **cadena operativa** como de **historia de vida** pueden articularse, en función del momento de la biografía de la cerámica en que se centra una investigación. Si se busca conocer el uso y los procesos posdeposicionales que afectaron a la alfarería luego del descarte resultan insoslayables los marcos de referencia generados por Schiffer y Skibo, entre otros, mientras que si el interés está puesto en las etapas de la manufactura serán de utilidad para la interpretación los modelos derivados de los trabajos de etnoarqueología cerámica llevados a cabo por Stark, Gosselain, Chilton, Roux, entre muchos otros. La clave de esta articulación reside en el desafío de considerar aspectos ambientales, técnicos, sociales y simbólicos como condicionantes no solamente de las prácticas tecnológicas sino también de las de uso y de descarte. Con fines analíticos, presentamos a continuación la subdivisión en etapas del proceso de elaboración, uso y descarte de alfarería, junto con las tareas

o actividades más comúnmente registradas al interior de cada etapa, tanto entre comunidades alfareras arqueológicas como contemporáneas (Tabla 3.1).

Tabla 3.1

Etapas del hacer, usar y descartar la cerámica

Etapas	Tarea
Aprovisionamiento de materias primas	selección de arcillas, antiplásticos y pigmentos
Preparación de materias primas	molienda, limpieza, mezcla, amasado
Levantado (técnicas de formación primaria y secundaria)	enrollamiento, pellizcado, raspado
Acabado (tratamientos de superficie y técnicas decorativas)	alisado, pulido engobado, pintado inciso
Secado y quema	cocción en fogón, cocción en horno
Tratamientos poscocción	ahumado, curado con sebo
Uso	culinario, funerario
Reuso	reciclaje, uso secundario
Descarte/desecho	primario, secundario

Las herramientas teórico-metodológicas aquí desarrolladas se nutren de datos y modelos generados, principalmente, por **investigaciones etnoarqueológicas y experimentales**. Los trabajos sobre producción, circulación y uso de cerámicas en contextos actuales o históricos permiten observar en detalle las decisiones técnicas, las formas de aprendizaje, las regulaciones sociales y simbólicas de las prácticas alfareras y las trayectorias de uso y descarte de las vasijas. Por su parte, los enfoques experimentales han permitido identificar las trazas que dejan en la cerámica procedimientos tecnológicos, usos específicos y procesos posdeposicionales; también ha sido posible abordar procesos tafonómicos y de formación de sitio. Estos estudios ofrecen marcos comparativos para interpretar las evidencias arqueológicas, pero también señalan los límites de la analogía y la necesidad de considerar cada conjunto cerámico en su contexto histórico particular. En los apartados siguientes retomaremos algunos de estos aportes al momento de discutir cómo definimos nuestras unidades de análisis y qué tipo de información podemos obtener del análisis de distintos aspectos de las piezas de alfarería.

¿Cómo iniciamos el análisis?

Una vez seteadas las preguntas de investigación y enmarcadas conceptualmente, es momento de comenzar el estudio de la alfarería. Debido a que, generalmente, el registro cerámico aparece muy fragmentado es fundamental realizar dos tareas que van a la par: definir la **unidad de análisis** y realizar **remontajes**. Un primer paso útil consiste en agrupar los tiestos de acuerdo con semejanzas en el color, tratamiento de superficie, espesor de las paredes, entre otros atributos. Si bien estos aspectos pueden variar en distintos sectores de una vasija, esta estrategia permite ordenar el registro cerámico en una primera aproximación. Estos conjuntos agrupan fragmentos que podrían corresponder tanto a una misma vasija como a diferentes contenedores con características similares. No poseen un carácter tipológico, sino que se realizan con el objetivo de: facilitar los remontajes, asociar a una pieza fragmentos que no remontan y estimar el **número mínimo de vasijas (NMV)**. Feely y Ratto (2013) diseñaron una estrategia metodológica para estimar el NMV mediante una serie de pasos sistemáticos. Para las autoras esta etapa en el abordaje de las muestras se vuelve necesaria y se contrapone a aquellos estudios basados en el relevamiento de atributos y la cuantificación de los resultados directamente sobre fragmentos. Otro aporte consiste en la propuesta de un procedimiento de muestreo de materiales cerámicos en posición superficial, en la que se detallan los criterios considerados para recolectarlos o dejarlos *in situ*. Es necesario aclarar que las piezas incluidas en el NMV son válidas como unidades de análisis para caracterizar diferentes aspectos de la manufactura y el uso de la alfarería. Por el contrario, cuando se busca conocer los procesos posdeposicionales que modificaron los conjuntos cerámicos, la unidad de análisis es el fragmento. En suma, la realización de remontajes incrementa la precisión en: la estimación del NMV; la reconstrucción de la forma de las piezas y, en consecuencia, las inferencias vinculadas con la elaboración y el uso; y la comprensión de los procesos de formación de sitio (tal como quedó ejemplificado en el capítulo 2). En la práctica, los fragmentos correspondientes a un mismo contenedor pueden ensamblarse con un adhesivo al agua, con el fin de que sea reversible y no altere la cerámica. En los casos en que sea necesario unir partes más grandes y pesadas, puede emplearse pegamento Paraloid B-72 (Di Prado, 2017). Una vez definida la unidad de análisis, se procede al relevamiento de atributos en laboratorio, contando para ello con lupa de mano, lupa binocular, calibre, circulómetro (plantilla para la estimación de diámetros) y guantes de nitrilo.

Un **atributo** es una variable del vestigio cerámico, como el tratamiento de superficie, la técnica de manufactura, la morfología del labio o el tipo de antiplástico o de matriz, para la cual existen muchos estados posibles (Chilton, 1999: p. 46). Su registro permite inferir las elecciones técnicas que los/as alfareros/as tomaron en diferentes momentos de la cadena operativa. Debido a que este capítulo está especialmente dirigido a quienes se inician en el análisis cerámico, se hace hincapié en aquellos relevamientos que pueden realizarse a ojo desnudo y/o con instrumental accesible en los lugares de trabajo. De forma complementaria, se puntualizan técnicas arqueométricas, cuyas definiciones y alcances son incluidos en el glosario, y bibliografía (Hunt, 2017) para profundizar el conocimiento de cada uno de los temas abordados. Comenzamos, de

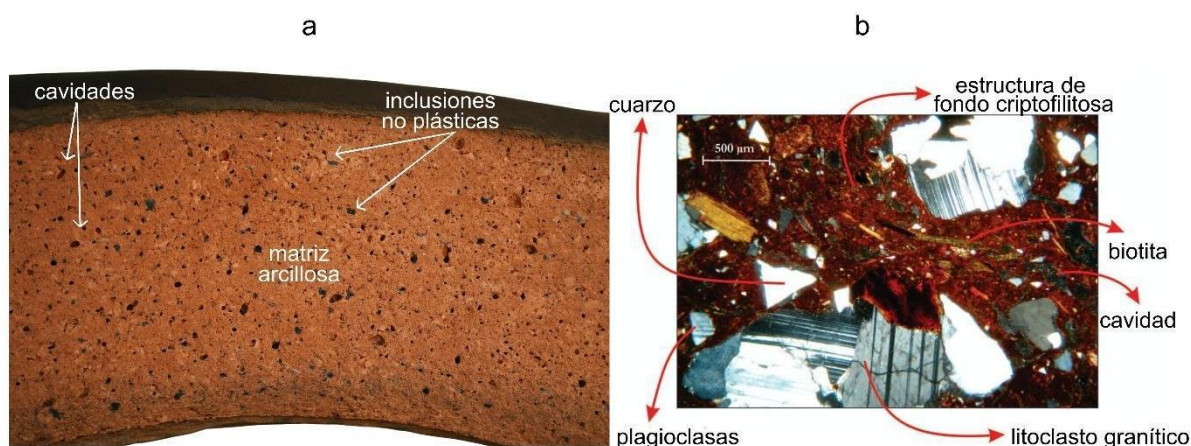
acuerdo con la secuencia lógica de la Tabla 3.1., con aquellas variables de las piezas de alfarería que nos permiten caracterizar las primeras etapas de la manufactura.

Lo que nos dice la pasta cerámica

En el marco de un proyecto de investigación, caracterizamos las estrategias de aprovisionamiento y preparación de materias primas fango-arcillosas para responder preguntas tales como ¿la muestra cerámica bajo estudio se elaboró con materias primas disponibles localmente? ¿Cuáles eran las recetas de preparación de esas materias primas? ¿Cambiaron a través del tiempo y el espacio? ¿Circularon las vasijas, los saberes artesanales y/o las personas? Estos y otros interrogantes pueden empezar a ser respondidos a través del estudio de la pared cerámica, o **pasta**, que está constituida por tres componentes: las inclusiones no plásticas, la matriz arcillosa y las cavidades (Figura 3.1).

Figura 3.1

Vistas de los componentes de pastas cerámicas con lupa binocular (a) y microscopio petrográfico (b)



Nota. (a) Adaptada de *Pasta, forma e iconografía. Estrategia para el estudio de la cerámica arqueológica*, de Cremonte y Bugliani, 2006-2009, figura 1. (b) Adaptada de *Atlas de pastas cerámica arqueológicas: petrografía de estilos alfareros del NOA*, de Cremonte y Pereyra Domingorena, 2013, figura 1.

Las **inclusiones no plásticas** pueden consistir en fragmentos de roca o litoclastos (volcánicos, metamórficos, plutónicos); fragmentos minerales o cristaloclastos (cuarzo, feldespatos, micas); materiales orgánicos (restos vegetales, valvas, espículas de esponja) y artificiales (tiesto molido), cuya granulometría varía entre limo muy fino (0,005 mm) hasta arena muy gruesa (1 - 2 mm) y sábulo (2 - 4 mm). La **matriz arcillosa** o fondo de pasta está constituida principalmente por argilominerales (illita, caolinita, esmectita) con un tamaño de grano inferior a 0,005 mm. Por último, las **cavidades** son huecos de diversas formas y tamaños, que pueden

originarse durante diferentes etapas del proceso de elaboración, tales como el amasado, el levantado y la cocción (Cremonte y Bugliani, 2006-2009). En general, el análisis composicional y textural de las pastas comienza con la observación de la cerámica en corte fresco con lupa binocular, y, posteriormente, en lámina delgada, con microscopio petrográfico (Figura 3.1)

Mientras que las observaciones con lupa binocular permiten caracterizar los componentes de las pastas con bajo grado de resolución, con el microscopio de polarización es posible determinar el **porcentaje** de inclusiones, matriz y cavidades, y las proporciones de cada tipo de inclusión. Además, es posible identificar los **tipos**, la **granulometría**, la **forma** y la **abundancia** de las inclusiones no plásticas. Una cuestión relevante es determinar si estaban naturalmente incorporadas en las materias primas fango-arcillosas o si fueron agregadas intencionalmente para modificar el comportamiento y las propiedades de la arcilla (en este caso se denominan antiplástico o desgrasante). El agregado intencional puede inferirse cuando se registra: a) la presencia de tiesto molido (reconocible por el color, la textura y los bordes angulosos o subangulosos); b) la forma angulosa de litoclastos y cristaloclastos, que es característica del material molido (aunque esta morfología puede tener un origen natural); y c) la presencia de dos poblaciones de tamaños o distribución bimodal, que puede indicar que las inclusiones más grandes fueron agregadas.

Por su parte, los argilominerales de la matriz arcillosa o fondo de pasta no pueden ser identificados con microscopio de polarización debido a su pequeño tamaño de grano. No obstante, sí pueden registrarse algunas de sus características ópticas, tales como la **coloración** y la **estructura**. Esta última puede ser de tres tipos: a) **seudolepidoblástica**, presenta abundantes microlaminillas de micas (biotita y/o muscovita) que envuelven las inclusiones no plásticas formando una masa detrítica; b) **microgranosa**, se observan grandes cantidades de microcristales que dificultan la visualización de la fracción arcillosa, y c) **criptofilitosa** (Figura 3.1b), no se observan claramente las microlaminillas de micas (biotita y/o muscovita) y la matriz arcillosa resulta bastante compacta con extinciones ondulantes difusas (Pereyra Domingorena, 2012).

Por último, para la descripción de las cavidades se registra la **abundancia**, la **forma** y el **tamaño**. Esta información nos permite inferir las características iniciales de las materias primas (cuando contienen inclusiones orgánicas, como tallos y raíces, el proceso de quema las desintegra dejando un hueco con la forma de la inclusión original); grados de amasado de la mezcla arcillosa (por ejemplo, las cavidades grandes y abundantes indican un tiempo de amasado insuficiente) y la técnica de manufactura (cuando las cavidades se encuentran en la unión entre dos rollos de arcilla).

Ahora bien, si nuestra pregunta de investigación se relaciona con la procedencia (Lyman, 2012) de las materias primas empleadas para la manufactura alfarera, es imprescindible complementar la información textural y mineralógica provista por la petrografía de pastas con datos sobre la composición química de los materiales empleados. Como mencionamos brevemente al comienzo de este capítulo, las arcillas son modificadas durante las primeras etapas de la producción por mezcla, limpieza o agregado de antiplástico y durante la quema, por las transformaciones que sufren los minerales a distintas temperaturas. Además, los procesos

geológicos de formación de arcillas a menudo no crean fuentes discretas y químicamente homogéneas, sino que producen extensos depósitos que varían en composición tanto en sentido vertical como horizontal (Glascock y Neff, 2003). Tanto las características particulares de las materias primas como las elecciones tecnológicas implicadas en la manufactura alfarera ponen de relieve las exigencias en términos de tiempo y recursos que se imponen a los/as investigadores/as que buscan conocer los lugares de procedencia de los bienes cerámicos. Abordar la procedencia requiere de la aplicación de una serie de pasos analíticos, tales como muestreo y experimentación con arcillas locales, aplicación de técnicas elementales y petrografía de láminas delgadas, análisis estadísticos de los datos obtenidos, entre otros.

El principio básico que sustenta la determinación de procedencia con base en la química se conoce como “**postulado de procedencia**” y afirma que existen diferencias en la composición química entre distintas fuentes naturales de materias primas que exceden, de manera reconocible, las diferencias observadas dentro de una misma fuente. Más precisamente, la fuente de la materia prima de una pieza cerámica puede determinarse con éxito mediante análisis químico siempre que las diferencias químicas entre afloramientos superen las diferencias existentes dentro de un mismo afloramiento. Los estudios de procedencia implican el abordaje comparativo de perfiles composicionales de artefactos y potenciales fuentes de aprovisionamiento, para trazar el recorrido desde el lugar de hallazgo hasta el lugar de origen. Como fue mencionado previamente, la información composicional es utilizada para identificar áreas de producción, patrones de movilidad y rutas de comercio e intercambio de materias primas y artefactos.

Aunque se han empleado varias técnicas para caracterizar químicamente diversos materiales arqueológicos, la técnica analítica con una de las trayectorias más largas y exitosas en los estudios de procedencia ha sido el **análisis por activación neutrónica** (AAN o NAA, por sus siglas en inglés). Es una técnica útil para el análisis multielemental cualitativo y cuantitativo de elementos mayores, menores y traza, presentes en numerosas matrices de muestras. Con la excepción de la **espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo** (ICP-MS) en muestras líquidas, el AAN ofrece una sensibilidad superior a la de cualquier otra técnica. Consiste en irradiar una muestra con neutrones para volverla radiactiva. Tras la irradiación, se miden los rayos gamma emitidos por la muestra radiactiva para determinar las cantidades de los diferentes elementos presentes. Debido al considerable volumen de datos químicos generados a partir de esta técnica (hasta 35 elementos como el hierro -Fe-, sodio -Na-, potasio -K-, antimonio -Sb-) en general se requieren métodos estadísticos multivariados para cuantificar las similitudes y diferencias entre muestras y grupos de muestras. Los métodos de reconocimiento de patrones, como el análisis de conglomerados, los gráficos de datos originales en dos o tres dimensiones y el análisis de componentes principales (PCA), son herramientas habituales para el manejo de este tipo de datos. La mayoría de los laboratorios que realizan AAN utilizan uno o más estándares de calibración multielementales. La calibración es un aspecto indispensable en los protocolos de aplicación de esta técnica, necesaria también en el empleo de otra técnica elemental de aplicación frecuente: la **fluorescencia de rayos X** (FRX). Es importante remarcar que las técnicas mencionadas brindan información útil para caracterizar y diferenciar los

depósitos arcillosos y los objetos cerámicos manufacturados con ellos, pero es indispensable complementar los resultados analíticos multielementales con estudios tecno-morfológicos y visuales de la alfarería, junto con una precisa adscripción cronológica, para un mejor ajuste de la discusión regional.

Un ejemplo de aplicación de este abordaje metodológico son los análisis por AAN de materias primas y conjuntos cerámicos, llevados a cabo por el equipo de la Dra. Norma Ratto en Tinogasta, Catamarca (Ratto et al., 2021). A partir de la información elemental, la presencia de hornos y las características de la cerámica determinaron que el alfar de La Troya (valle mesotérmico de Fiambalá) fue un lugar de extracción de materias primas cerámicas, reutilizado a lo largo del tiempo tanto por las sociedades de la etapa agropastoril inicial como de la incaica. La reutilización del alfar no obedece a que estos barro arcillosos sean de mejor calidad que otros también disponibles en la región, sino que responde a la construcción social del valor de esta fuente de materia prima dentro de un prolongado proceso histórico regional gestado por un contexto sociohistórico particular.

Lo que nos dicen las superficies cerámicas

Técnicas de manufactura

Una vez que los barro fango-arcillosos han sido seleccionados, preparados y amasados comienza la etapa de levantado de las piezas cerámicas. Conforme avanza el proceso de manufactura, en las superficies plásticas de la alfarería cruda van quedando indicios de las elecciones de alfareros/as. Estas marcas de manufactura (denominadas **macrotrazas**, de acuerdo con García Rosselló y Calvo Trías, 2013, 2019) se definen como aquellas huellas de fabricación superficiales o visibles en la fractura transversal de los objetos de cerámica, que tienen un origen tecnológico y que son observables a simple vista o con bajos aumentos. Estas marcas pueden ser generadas tanto por la acción directa de alfareros/as (estrías, variaciones de espesor, marcas de acabado) como consistir en evidencias indirectas (patrones de fractura y agrietamiento particulares); el relevamiento e interpretación de estas huellas se denomina traceología.

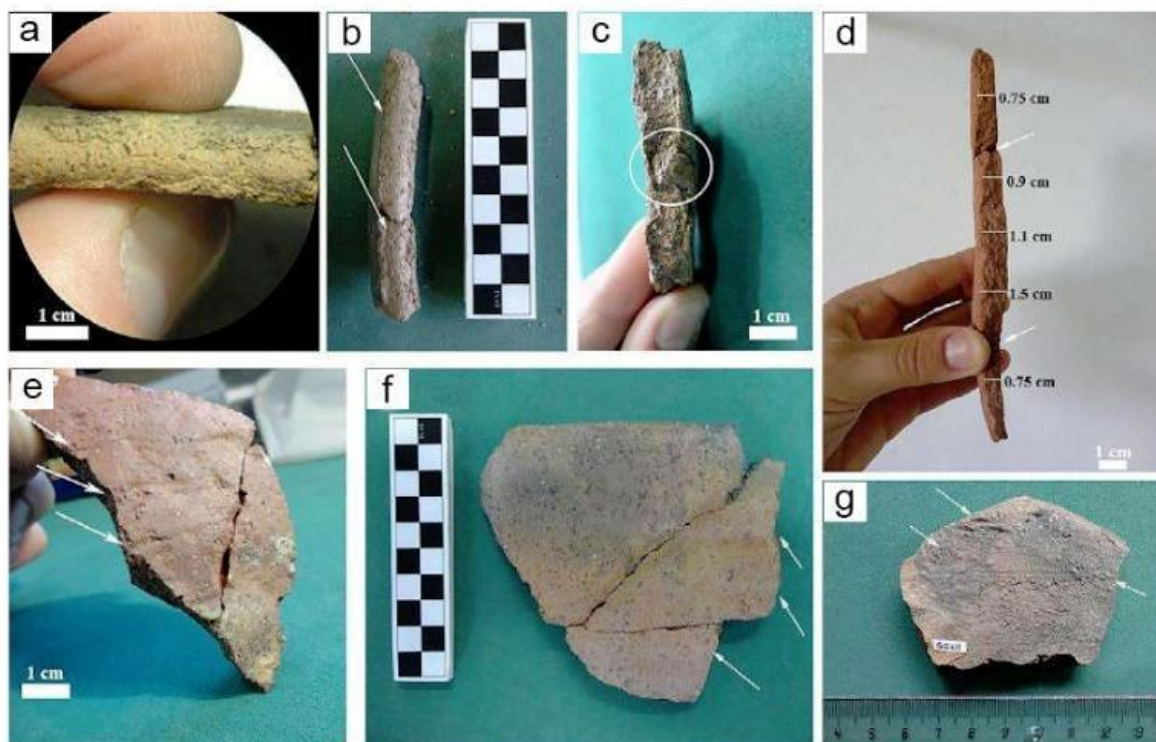
La elección de la técnica de formación de una pieza está condicionada, en parte, por el tamaño y la forma final que tendrá; estos atributos, a su vez, estarán determinados por el uso que le será dado (Rice, 1987: pp. 124-128). Asimismo, las tradiciones de manufactura, en cuyo seno alfarero/as internalizan y aprenden los gestos técnicos y los hábitos motores implicados en la elaboración de cerámica, condicionan las decisiones efectuadas en esta etapa de la manufactura. De acuerdo con información transcultural, las técnicas de conformado son menos permeables al cambio a lo largo de la vida de los/as ceramistas, a diferencia, por ejemplo, de los modos de decoración. Incluso cuando ocurren procesos de relocalización y/o préstamo, dentro

de las comunidades alfareras las técnicas de manufactura son entendidas como hereditarias y como el correlato material de identidades sociales (Gosselain, 2008).

Una de las técnicas más frecuentemente empleadas para elaborar alfarería tradicional es el **enrollamiento o superposición de rollos** (*coiling*). Implica la producción de rollos o “chorizos” de grosor uniforme haciendo rodar la arcilla horizontalmente, sobre una superficie plana, o verticalmente, entre las manos. La conformación de una vasija con rollos se logra colocándolos alrededor de la circunferencia y aumentando gradualmente la altura. En la cerámica arqueológica, esta técnica puede reconocerse a partir de las siguientes macrotrazas: fracturas horizontales paralelas a la dirección de los rollos (aunque el tipo de fractura también es influenciada por otras actividades como el uso, el reciclaje y los procesos posdeposicionales); surcos horizontales entre las uniones de los rollos, sobre todo en las superficies internas; y engrosamientos y adelgazamientos en la pared (Figura 3.2) (Balfet et al., 1992; Rye, 1981).

Figura 3.2

Macrotrazas correspondientes a la técnica de rodetes. Referencias: (a-b) rodete superpuesto en fractura; (c) estructura de rodete (círculo) en corte transversal de la pared; (d) líneas de fractura entre rodetes superpuestos (flechas) y variaciones de espesor en corte transversal de la pared; (e-f) líneas de unión entre rollos de arcilla (flechas); (g) rebabas producto del arrastrado de rodetes (flechas)



Nota. Adaptada de *Análisis de técnicas de manufactura de alfarería prehispánica tardía en el Noroeste Argentino (siglos XIII-XVII d.C.). Una contribución del estilo Sanagasta/Angualasto del sitio Tambería de Guandacol (provincia de La Rioja)*, de Carosio, 2018, figura 3.

Otra técnica común es el **pellizcado** (*pinching*), que consiste en estirar y presionar la masa de arcilla (o “pella”) entre los dedos y el pulgar, o entre los dedos de las dos manos, para comprimir y adelgazar las paredes. Es posible incrementar la altura de las paredes repitiendo esta acción rítmicamente, a intervalos cercanos, a medida que se gira la pieza. Esta técnica ha sido frecuentemente utilizada para confeccionar las bases (especialmente de forma redondeada), aunque también suele utilizarse para conformar contenedores pequeños. Las trazas resultantes de la aplicación del pellizcado consisten en variaciones en el grosor de la pared y en la presencia de hendiduras regulares, rítmicas y poco profundas que se ubican verticalmente hacia arriba, una encima de la otra; el tamaño y la forma de las hendiduras varían de acuerdo con las características de las yemas de los dedos (Rye, 1981). Véase Rye (1981: 66-83) para una descripción detallada de otras técnicas de manufactura, como *slab building* (la pieza se construye a través de la unión de placas planas que se forman presionando la arcilla sobre una superficie uniforme con una herramienta cilíndrica o aplanándola entre las manos) y *drawing* (se abre un bollo de arcilla introduciendo el puño y las paredes se refinan apretando la arcilla entre las manos, mientras se tira o estira simultáneamente hacia arriba).

Recurrentemente, en la cerámica arqueológica la identificación a nivel macroscópico de las técnicas constructivas se dificulta debido a que las huellas de manufactura pueden ser obliteradas por otros procedimientos, efectuados durante etapas posteriores de la cadena operativa, tales como el alisado y el pulido. En estos casos, será necesario volver a mirar al interior de la alfarería y recurrir a la arqueometría. La presión ejercida sobre la arcilla en estado plástico orienta preferencialmente cavidades e inclusiones no plásticas. La observación de la alineación y la distribución de las inclusiones no plásticas así como de la forma y la orientación de las cavidades permite identificar las distintas técnicas empleadas. Esto puede realizarse mediante **radiografía de rayos X** y/o **petrografía de pastas** (Rye, 1981; Thér, 2020).

La articulación de la información obtenida a diferentes niveles de análisis permite inferir las técnicas de conformado aplicadas por los/as alfareros/as prehispánicos/as y discutir, por ejemplo, si los distintos morfotipos que integran el repertorio morfológico de un área o región son siempre elaborados con la misma técnica o si las técnicas de manufactura se mantienen constantes en el tiempo y el espacio. Como fue señalado al comienzo del apartado, estas elecciones pueden funcionar como indicadores materiales de límites sociales y brindar información acerca de procesos de diferenciación e interacción social.

Tratamientos de superficie

En general, entre los pasos que siguen al conformado de las piezas, se encuentran diferentes tratamientos de superficie. Esta categoría incluye las modificaciones intencionales de las superficies, mediante **reacomodamiento** (alisado, pulido), **desplazamiento** (inciso, impreso) o **agregado** (pintura, engobe) de materia, que son realizadas tanto para terminar de formar como

para decorar la pieza. La aplicación de un determinado tipo de tratamiento puede tener propósitos funcionales (por ej. impermeabilizar) y/o estéticos (por ej. otorgar brillo y color). En muchos casos esta distinción no puede realizarse debido a que algunos acabados, tales como el engobe y el pulido, pueden cumplir ambos fines (Rye, 1981).

El **alisado** y el **pulido** implican la acción de frotar un objeto (por ej. guijarro, madera, hueso) sobre la arcilla aún húmeda, preferentemente en estado de dureza “cuero”, para modificar la textura y el brillo. Representan distintos grados de modificación de estas cualidades y entre ellos existe una relación de continuidad. El **alisado** implica la acción de emparejar total o parcialmente la superficie hasta que presente **aspecto relativamente regular** y **brillo mate**. En ocasiones pueden identificarse marcas con diferente orientación, producto de la dirección del movimiento realizado para alisar (líneas tanto paralelas como entrecruzadas). Por su parte, el **pulido** es una operación que comprime y orienta las partículas de arcilla y que, generalmente, se realiza cuando la pasta está casi seca (Convención Nacional de Antropología 1966: 29). Se lo distingue del alisado por la **mayor regularidad** y el **brillo lustroso** de las caras, que se alcanzan luego de frotar la superficie durante más tiempo (Bugliani, 2008).

Si nos interesa profundizar el estudio de esta etapa de la manufactura, es posible realizar observaciones con más aumentos. Mediante el uso del **microscopio electrónico de barrido** (MEB) es posible observar las superficies cerámicas con más de 400.000X y explorar la presencia de diferentes grados de alisado y pulido, las huellas de los objetos utilizados y la dirección en la que se aplicaron sobre las superficies, entre otros. Incluso el análisis de láminas delgadas con **microscopio petrográfico** permite registrar la mayor o menor regularidad de las superficies (Ionescu y Hoeck, 2020). La articulación de la información obtenida permite discutir el grado de experticia de alfareros/as, la correspondencia entre tipo de tratamiento de superficie y la morfología de la vasija, entre otros aspectos.

Luego de que las superficies son alisadas y/o pulidas se aplican, en ocasiones, técnicas como el inciso, la pintura y el engobe, que dejan evidencias intencionales y visibles en los bienes cerámicos terminados. La elevada visibilidad de estas elecciones las torna maleables y pasibles de ser manipuladas conscientemente por alfareros/as, a la vez que favorece que un amplio rango de personas, en diferentes situaciones de interacción, puedan copiarlas o tomarlas prestadas (Gosselain, 2008). La **incisión** se considera dentro de las técnicas de desplazamiento de materia y se define como la acción de trazar diseños de bordes regulares sobre la pasta aún blanda, ya sea en estado plástico o de dureza cuero. Dentro de esta categoría se incluyen las variantes: de **línea** (se realiza mediante un instrumento cortante que deja una línea continua); de **punto simple** (se realiza con un instrumento de secciones diversas y se efectúan los puntos uno por uno) y de **punto compuesto** (se realiza mediante una paleta dentada). El **surco rítmico** se considera una variante de la incisión, que se realiza por variación regular de la presión de un instrumento, sin separarlo de la pasta (modificado de la Convención Nacional de Antropología 1966: 35). Las características de los elementos de diseño obtenidos mediante estas técnicas dependen de la cantidad de presión ejercida, la dureza de la arcilla, la forma y posición de la herramienta respecto de la superficie, la habilidad del ceramista, entre otros factores.

Como mencionamos previamente, existen tratamientos que contemplan el agregado de color a las superficies. Entre los pigmentos de origen inorgánico, los más utilizados son los óxidos de hierro (hematita, magnetita) para lograr el color rojo; la calcita, anatasa, caolinita, para el blanco; los óxidos de manganeso para el negro y el hidróxido de hierro (goethita) para obtener amarillo. Para nombrar estos tratamientos se utilizan las categorías de pintura y engobe, cuyas definiciones en ocasiones se solapan. De acuerdo con Rye (1981: 40) la **pintura** es todo material (engobe, pigmento) agregado antes o después de la cocción para decorar la superficie cerámica y designa más una acción de los/as alfareros/as que el empleo de un determinado tipo de material. También para Rice (1987: 148) el término pintura se refiere a la acción de aplicar un pigmento más que a una clase específica de material. Frente a estas definiciones amplias, la Convención Nacional de Antropología (1966: 34) alude a la decoración mediante pintura negativa y positiva cuando es aplicada para realizar motivos. Si bien en Argentina la categoría pintura se utiliza con diferentes acepciones según la región arqueológica de proveniencia de la cerámica, existe cierto consenso en aplicarla cuando **el color es aplicado para crear motivos decorativos**, antes o después de la cocción.

En cuanto al **engobe**, Rye (1981: 40-41) lo define como una mezcla de arcilla en estado fluido que es aplicada para dar forma al cuerpo de la pieza o cubrir la superficie. Para Balfet et al. (1992) el engobado es la acción de recubrir, antes de la cocción, la totalidad o una parte de la superficie cerámica con un revestimiento de naturaleza arcillosa. Mientras que para Rice (1987: 149) consiste en una suspensión fluida de arcilla, y de otros materiales, que es aplicada antes de la cocción para formar una fina capa que cubre toda la superficie de una vasija. Por último, la Convención Nacional de Antropología (1966) define al engobe como arcilla diluida en agua, a veces mezclada con un pigmento de distinto color. Existe cierto acuerdo en aplicar el término **engobe** para referirse a **una capa aplicada antes de la cocción, que cubre toda o una parte de la superficie de una pieza, compuesta por arcillas y pigmento** (aunque no siempre presenta un color diferente a la pasta subyacente); en vasijas policromas sería el “**fondo**”.

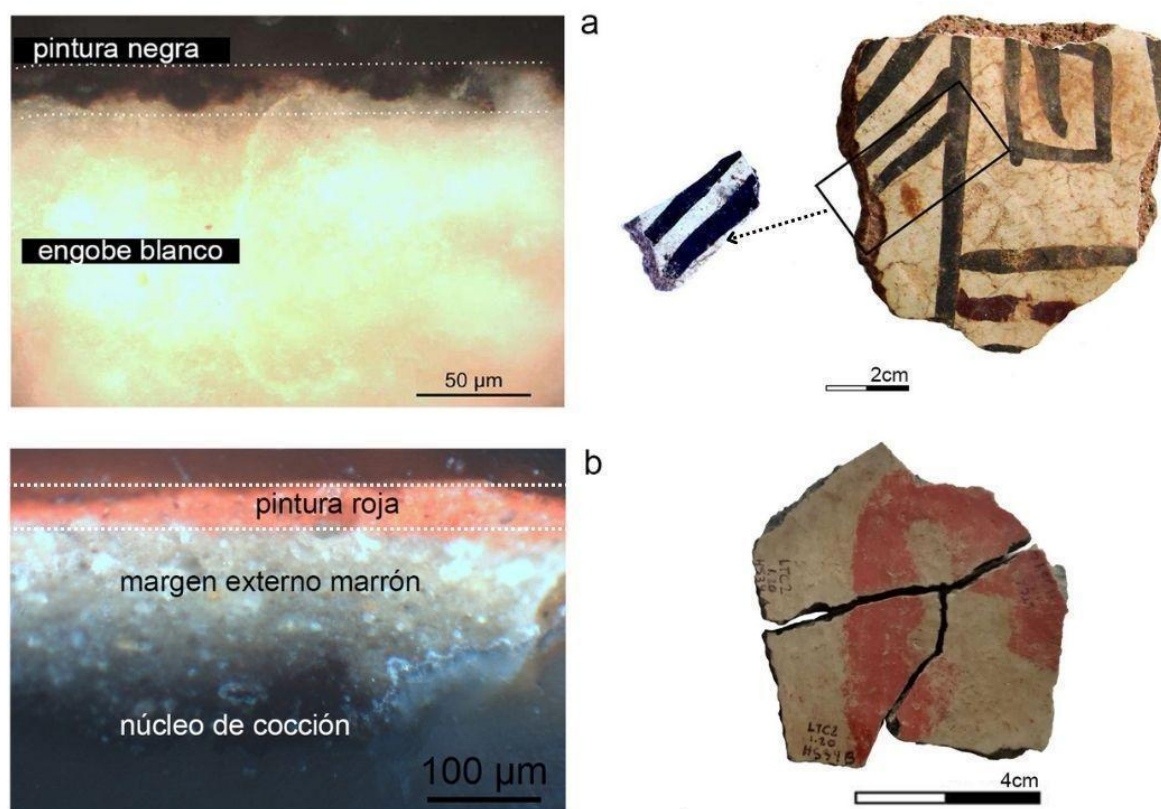
A nivel macroscópico, el engobe puede identificarse cuando se observa: la línea de contacto entre la pasta y la capa de color, y la presencia de descascarado y de grietas o microfracturas, en ocasiones con un patrón hexagonal. Mientras que a nivel microscópico este tratamiento puede reconocerse a partir de las siguientes características: antiplástico ausente o escaso (de tamaño fino), que sí está presente en la pasta cerámica, y espesor uniforme aproximado de 0,05 a 0,15 mm. Desde el punto de vista composicional, la capa engobada puede estar compuesta por las mismas arcillas que componen la matriz (aunque pueden seleccionarse otros argilominerales), a las que pueden agregarse (o no) los pigmentos. La caracterización composicional y textural del engobe requiere de la aplicación de diversas técnicas arqueométricas.

Mientras que la **difracción de rayos X (DRX)** brinda información acerca de los minerales con estructura cristalina, la **espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR)** permite identificar minerales con diferentes grados de cristalinidad; a través de la **espectroscopia Raman (RS)** se pueden reconocer compuestos orgánicos, además de inorgánicos. Por su parte, la **microscopía electrónica de barrido (MEB) acoplada a espectrometría de energía**

dispersiva (EDX) posibilita obtener imágenes de la topografía y la morfología de las superficies a la vez que brinda información acerca de los elementos químicos presentes en las capas bajo estudio. También la FRX, mencionada previamente, puede utilizarse con este fin. Para caracterizar la textura, la morfología, las dimensiones y el ordenamiento de las capas coloreadas se analizan con **microscopio de polarización** micromuestras cerámicas de 1 mm² (**microestratigrafías**) (Figura 3.3).

Figura 3.3

Fotomicrografías y vistas macroscópicas de tiestos con pintura y engobe



Nota. (a) Adaptada de *Raman and FT-IR spectroscopy of prefiring paintings and slips in pre-Hispanic South American pottery—the case of Diaguita Inca pottery: an initial glazing-painting process?* (Tinogasta, Catamarca, Argentina), de De La Fuente et al., 2021, figura 1; y (b) Adaptada de *Análisis arqueométrico de las capas coloreadas de la alfarería Goya-Malabrigo. Aportes preliminares desde el sitio arqueológico Los Tres Cerros 2 (Delta Superior del río Paraná)*, de Di Prado et al., 2025a, figura 4.

La aplicación de estas técnicas complementarias nos permite conocer la composición química, mineralógica y textural de las capas colorantes, que pueden incluir tres componentes: el **pigmento** (material colorante, por lo general finamente dividido, de origen mineral u orgánico); la **carga** (material frecuentemente de origen mineral que se agrega a una mezcla de pintura para mejorar o modificar levemente algunas de sus propiedades, tales como su adhesión o simplemente su cantidad) y el **aglutinante** (compuestos como agua, aceites, resinas y ceras que

mejoran la cohesión de la mezcla) (Sepúlveda y Wright, 2018). La información obtenida nos permite responder preguntas relacionadas con: la procedencia de las materias primas colorantes y discutir circuitos de movilidad e interacción; los gestos técnicos implicados en la aplicación del color; la reconstrucción de recetas y paletas cromáticas y la evaluación de variaciones y permanencias espacio-temporales, entre otros temas. Asimismo, nos permite vincular la tecnología cerámica con la tecnología del color. Para conocer más acerca de este último tema, presentamos a continuación el box de la Dra. Marcela Sepúlveda, arqueóloga chilena que posee una vasta trayectoria estudiando las prácticas prehispánicas de aprovisionamiento, preparación y uso de pigmentos en diferentes países de Sudamérica.

BOX TEMÁTICO

La tecnología del color en la cerámica: materiales, saberes y prácticas

Por Marcela Sepúlveda

Abordar el tratamiento de superficie y, específicamente, la aplicación de engobes o pinturas en la cerámica puede incorporarse en el estudio y comprensión de la tecnología del color en un determinado contexto sociohistórico y cultural específico. En efecto, comparte con otros soportes pintados (madera, cuero, fibra vegetal y roca, entre otros) las mismas etapas ligadas a su producción, en cuanto implica la explotación, obtención, preparación y aplicación de materias colorantes minerales (Sepúlveda, 2011, 2016). Entre otros, resulta recurrente identificar, por ejemplo, los óxidos de hierro o hematita para el rojo, el yeso para el blanco o minerales de manganeso para el negro. Evidentemente, al tratarse de superficies distintas, la preparación de la mezcla colorante variará, más aún al considerarse que en la producción cerámica estos recubrimientos (engobes o pinturas) podrían ser expuestos a temperaturas de cocción y modificar así su estructura mineralógica. Implica, por lo tanto, crear texturas resistentes a la exposición a determinadas temperaturas y procesos de cocción. La tecnología del color implica materiales, pero también conocimientos específicos relativos a sus propiedades físico-mecánicas, resistividad, elasticidad, opacidad y, en definitiva, colorimétricas, entre muchas otras cualidades requeridas para su uso en cerámica.

En la alfarería, la aplicación de un recubrimiento significa agregar materiales sobre una superficie siguiendo una secuencia de etapas tecnológicas o cadenas operativas específicas. Se trata en una primera instancia de seleccionar y obtener los materiales colorantes (pigmentos) necesarios, para luego procesarlos (molienda, separación, eventual tamizaje) y mezclarlos con otros componentes (arcillas, agua, entre otros) para obtener la textura y el color deseados, mezcla que será finalmente aplicada sobre la superficie. En el caso de los engobes, esto implica lograr una mezcla líquida suficientemente acuosa para realizar el baño de la vasija preparada en un contenedor para permitir el baño. También se pueden producir mezclas más espesas, no tan líquidas, de textura más pastosa para así aplicarlas como pintura mediante brochas, dedos u

otros instrumentos usados para este fin. Existirán tantas cadenas operativas como colores empleados en el pintado de una vasija.

Estudiar el color en la cerámica puede significar comprender las estructuras o composiciones de colores y su percepción, entendiendo el color como una vía sensible y experiencial de incorporación a la práctica social (Ávila, 2011). Mientras algunas tradiciones cerámicas son esencialmente monocromas, otras combinarán varios colores y tonos; policromía definida por convenciones simbólicas y culturales vinculadas con decisiones propias de cada una. En este sentido, estudiar la composición de colores, así como la medición de colores, se vuelve una etapa fundamental del trabajo inicial sobre los recubrimientos. Para la colorimetría, uno de los métodos de referencia mayormente utilizados en arqueología ha sido la carta Munsell (Basile et al., 2025), que, si bien otorga rangos de colores y tonos empleados, suma variaciones propias de la percepción individual de cada observador y, por ende, subjetividad. Otras técnicas, como el colorímetro, otorgan mayor objetividad al codificar la medición de colores en función de su luminosidad (L^*), localización en el eje rojo/verde (b^*) y en el eje amarillo/azul (b^*). Esto permite estandarizar y simplificar la medición en un espacio tridimensional que permite comparar colores y tonos independientemente de su observador.

Para la caracterización elemental y mineralógica de los recubrimientos se pueden emplear técnicas elementales, moleculares, cristalográficas y microscópicas similares a las empleadas en la caracterización de pastas. La fluorescencia de rayos X (FRX) ofrece la ventaja de poder obtener una identificación elemental rápida de los pigmentos o material colorante empleado en los recubrimientos. Al tratarse de un análisis semicualitativo -a no ser que se cuente con referenciales para poder cuantificar el contenido y así comparar ciertos pigmentos-, esta técnica entrega un resultado que, como aproximación preliminar, sirve, por ejemplo, para un eventual muestreo. Una de las limitaciones de FRX refiere a que en muchos casos el espesor de los recubrimientos solo alcanza algunos micrones y, por ende, el resultado de la medición obtenido incluirá elementos de la pasta cerámica. La naturaleza mineralógica de los pigmentos y mezclas puede complementarse con Raman o difracción de rayos X, eventualmente FTIR. El uso de microscopía electrónica de barrido acoplada a un sistema de dispersión de rayos X (MEB-EDX) también otorga una caracterización elemental de los pigmentos similares a los de la FRX; sin embargo, al trabajar con intensidades de entre 10 y 20 keV (frente a 35 o 40 keV de la FRX) el espectro dará cuenta solo de elementos mayoritarios. Por otro lado, ofrece la ventaja de que se pueden obtener imágenes y así ver a mayor aumento los recubrimientos. La observación de las microestratigrafías permite precisar el espesor del o de los recubrimientos.

La identificación de las fuentes de origen de las materias colorantes constituye sin dudas uno de los principales desafíos del análisis y una de las preguntas más comúnmente planteadas por las/los arqueólogas/os. Para abordar este tema, entre las técnicas más comunes se encuentran NAA o LA-ICP-MS, respectivamente. La primera es posiblemente más precisa, pero implica raspar la capa de recubrimiento para su análisis y es destructiva; en cambio, la segunda es más sensible y posee la ventaja de ser mínimamente invasiva. Otros estudios suman el análisis de

isótopos para diferenciar posibles fuentes o áreas de aprovisionamiento, aunque este tipo de análisis no ha sido aún realizado en Sudamérica.

Sin embargo, ninguna de estas técnicas ofrece resultados plenamente certeros. Muchas veces, las distinciones o huellas químicas (*fingerprint*) son insuficientes, más aún cuando se trata de pigmentos ubicuos como los rojos identificados como óxidos de hierro presentes abundantemente en la corteza terrestre. En este caso, y en la medida de lo posible, lograr precisar su lugar de proveniencia dependerá también del hallazgo de evidencias que confirmen la explotación humana de una fuente determinada. En otras palabras, se requiere hallar testimonios materiales o huellas que den cuenta efectivamente de la extracción o explotación pigmentaria.

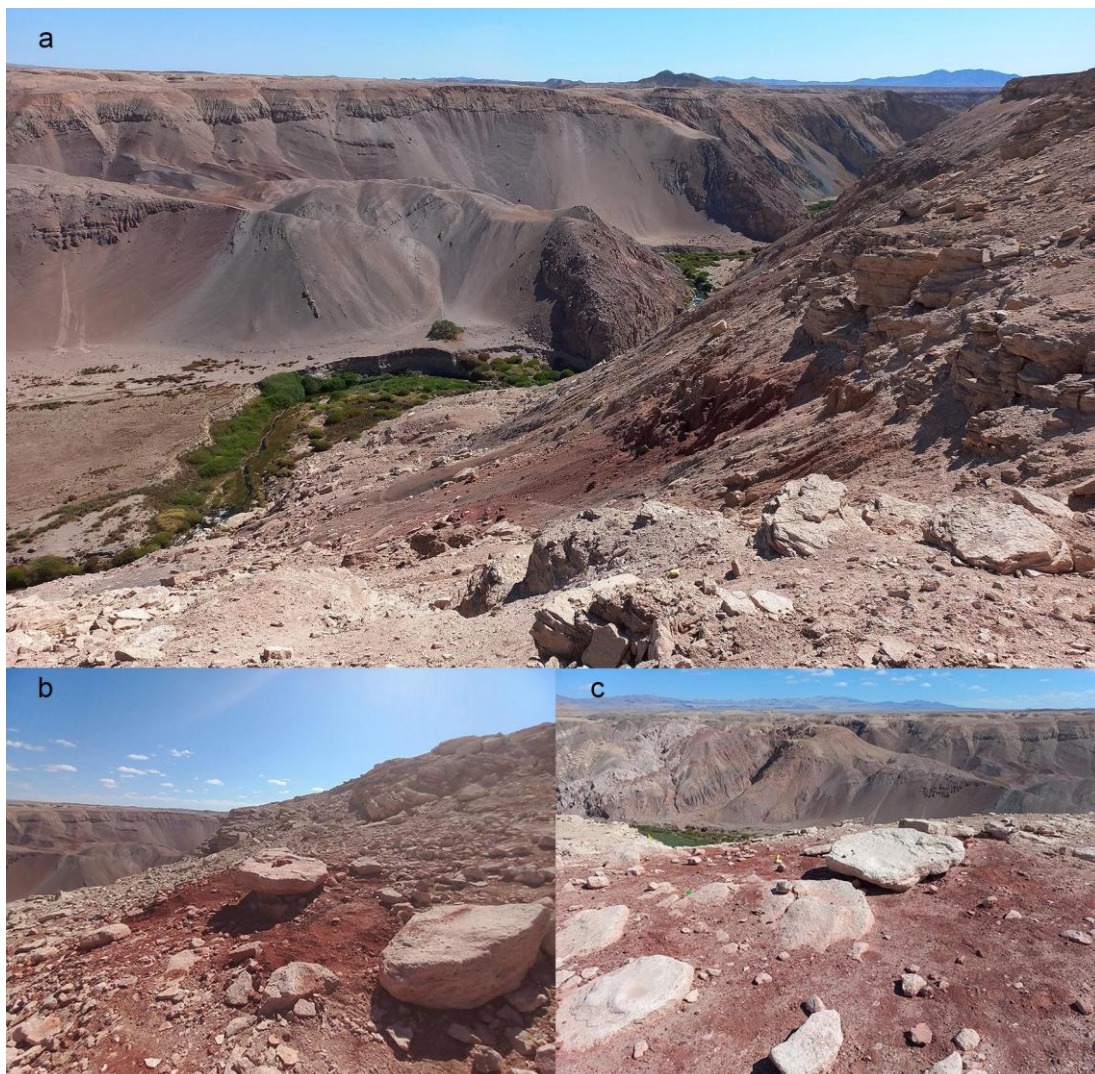
En los últimos años, diversos trabajos dan cuenta del descubrimiento de fuentes de pigmentos asociadas a una tecnología lítica específica para la extracción del mineral y distintas etapas de su procesamiento inicial (Puente et al., 2023; Sepúlveda, 2019, 2025). Estos recientes hallazgos en el desierto de Atacama en Chile y en el Noroeste argentino demuestran que la obtención de pigmentos fue una práctica muy relevante dentro de la economía de sociedades tanto del interior como de la costa del Pacífico en el transecto situado en torno al eje del trópico del Capricornio. Luego, confirman que la historia extractiva en estos sitios perduró por varios cientos de años hasta siglos. Estos descubrimientos permiten abordar etapas de la tecnología del color que hasta ahora solo se habían planteado en el marco de un esquema hipotético ideal del procesamiento y obtención de pigmentos.

Hoy confirmamos que la tecnología del color implicó materiales, conocimientos, técnicas, herramientas, pero también una logística y organización de las labores extractivas complejas. Estas involucran no solo a quienes se encargaban de las faenas, sino múltiples otras dimensiones sociales, políticas y hasta simbólicas de las comunidades involucradas en estas prácticas ligadas a la obtención de materias colorantes.

La mina El Cóndor, situada en el margen norte del río Loa (Figura 3.4), a aproximadamente 30 km de la actual ciudad de Calama, constituye un caso particularmente llamativo en relación con la extracción de óxido de hierro o hematita de alta pureza y finura (Sepúlveda et al., 2019). Posee, en efecto, una peculiar y gran capacidad de coloración que fue sin dudas un aspecto material y visual relevante a la hora de seleccionar y definir su extracción y utilización. Se trata de una veta situada en la mitad de la ladera del río Loa, la que fue explotada mediante varios piques que penetraron la superficie para formar cavidades de relativa profundidad. Siguiendo la veta, uno de los piques parece haber girado hacia el lado izquierdo de la ladera (hacia el oeste) para formar un túnel hoy totalmente colapsado. Otras cavidades presentes varios metros hacia la izquierda de los principales piques dan cuenta de posibles aperturas para la oxigenación de los espacios internos de la mina. Hacia abajo, una gran mancha roja se expande por la ladera, producto de desechos de mineral extraído desde los piques y que no fue utilizado. Se encuentran ahí fragmentos de diversos tamaños, generalmente de mayor dureza.

Figura 3.4

Mina El Cóndor. Referencias: (a) Vista panorámica hacia piques de extracción de pigmentos en Mina El Cóndor. Abajo fluye el río Loa, región de Antofagasta, norte de Chile. (b-c) Áreas de procesamiento y molienda de pigmento mineral en Mina El Cóndor



Nota. Fotografías tomadas por Marcela Sepúlveda para el proyecto ANID FONDECYT 1190263.

Desde los tres piques aún visibles en la actualidad se asciende la ladera por unos 50 metros siguiendo un camino en zigzag que surca múltiples terrazas antes de alcanzar la planicie superior. En ellas, se hallaron diversos testimonios de materiales líticos principalmente identificados como áreas de procesamiento caracterizadas por grandes piedras horizontales y relativamente planas de ignimbrita. Sobre ellas, varias cúpulas formadas en la plataforma rocosa con manchas o restos del pigmento molido demuestran que fueron empleadas para moler el mineral y obtener un polvo fino. Asociadas a estas grandes rocas, se encontraron manos de moler de roca granítica y más duras empleadas para la molienda de la hematita por fricción. Otras herramientas identificadas incluyen martillos y percutores de gran tamaño empleados para la extracción del mineral en la veta de hematita.

Este sitio resulta peculiar para el área andina, pues no solo se encontraron los piques y áreas de procesamiento, sino también vestigios de ocupaciones domésticas. En particular, se encontraron vestigios de pequeñas estructuras circulares y semirectangulares cuya ocupación testimonia que los encargados de las faenas pernoctaron en dicho lugar, siendo abastecidos por sus comunidades de origen, quienes les proveyeron de recursos vegetales (maíz, algarrobo, calabaza, entre otros) almacenados en depósitos. También trasladaron carne y pescado. Las dataciones disponibles a la fecha indican su ocupación desde el formativo alrededor de 400 d.C. hasta tiempos tardíos incaicos. La presencia de un panel de pintura rupestre con un motivo ajedrezado, la proximidad de un tramo del Qhapacñan, así como la presencia de cerámica Copiapó proveniente de varios cientos de kilómetros al sur indican que, si bien la explotación de la mina fue realizada por comunidades locales, la llegada del Inca significó, sin dudas, su apropiación simbólica y captación de parte de la producción mineral por medio del pago de tributo.

Confirmar si el uso fue para la producción de cerámica es aún tarea en curso. En esta labor no solo serán claves los análisis químicos sino también la experimentación para así precisar las propiedades materiales de los minerales colorantes y su posible uso en los recubrimientos de superficie de la alfarería (Puente et al., 2025). La tecnología del color demuestra ser un problema complejo de abordar, que envuelve múltiples aristas donde la aproximación interdisciplinaria y arqueométrica resultan primordiales para precisar varios aspectos relacionados con la identificación y caracterización de las materias colorantes, así como sus formas de obtención, aprovisionamiento, formas de consumo, entre muchas otras dimensiones relevantes.

Referencias

- Ávila, F. (2011). Arqueología polícroma: el uso y la elección del color en expresiones plásticas. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 16(2), 75-88.
- Basile, M., Reinoso, M., Rossi, M., Freire, E., Halac, E. y Ratto, N. (2025). Linking chronology and archaeometric analysis of pigments in prehispanic Belén style pottery from the Fiambalá region, northwestern Argentina (1200–1500 CE). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 65, 105178.
- Puente, V., Cohen, L., Elías, A., Martel, A., Botta, P., Desimone, M. y Porto López, J. (2023). Paicuqui, la peña de los colores. Fuente de pigmentos minerales en un paisaje sagrado (Puna meridional Argentina). *Relaciones*, 48 (2), 078.
- Puente, V., Botta, P., Desimone, M., Porto López, J. y Rodríguez, C. (2025). Colores, composiciones y transformaciones. Experimentación con los pigmentos minerales de Paicuqui (Antofagasta de la Sierra, Catamarca). *Revista del Museo de Antropología*, 18(3), 39-52.
- Sepúlveda, M. (2011). Pinturas rupestres y tecnología del color en el extremo sur de Chile. *Magallania*, 39(1), 195-212.

Sepúlveda, M. (2016). Methodological approach to the materiality of rock art paintings based on their physicochemical characterization. Proposal and reflections from their study in Chile. En R. Bednarik, D. Fiore, M. Basile, G. Kumar y T. Huisheng (Eds.), *Paleoart and Materiality. The scientific study of rock art* (pp. 59-72). Oxford: Archaeopress.

Sepúlveda, M., Gallardo, F., Ballester, B., Cabello, G. y Vidal, E. (2019). El Condor mine: prehispanic production and consumption of hematite pigments in the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of Anthropological Archaeology*, 53, 325-341.

Lenguajes visuales: caja de herramientas y modos de resolución

Las decoraciones cerámicas, elaboradas mediante incisión, pintura u otras técnicas, no son sólo “dibujos” sino parte de un lenguaje visual. Siguiendo a Basile y Ratto (2011), entendemos por lenguaje visual al conjunto de imágenes ligadas a determinados soportes (en nuestro caso, las piezas de alfarería) que expresan preferencias estéticas y formas compartidas de ver, imaginar y construir el mundo. Esos lenguajes están anclados en contextos sociales, espaciales y temporales específicos y solamente pueden interpretarse considerando las prácticas en las que las imágenes fueron elaboradas, experimentadas y reutilizadas.

Para acceder al estudio de esos lenguajes, Basile y Ratto (2011) proponen trabajar con los recursos visuales que intervienen en la producción de cada imagen. Esos recursos se organizan en dos unidades analíticas: la **caja de herramientas** y los **modos de resolución**. La primera reúne los gestos y elementos básicos que se combinan para “armar” una representación; la segunda describe cómo se materializa esa imagen en el soporte cerámico (técnicas y tamaño relativo). La clave es definir variables explícitas, no ambiguas y replicables, que permitan comparar grandes conjuntos de imágenes dentro de una misma tradición alfarera y entre soportes diferentes. En términos metodológicos, el primer paso es definir cuál será la unidad de registro: cada “representación” se considera una unidad visual y conceptual, ya sea porque está delimitada por un contorno continuo (contigüidad lineal) o porque varios elementos próximos generan una unidad perceptible por tensión espacial. Esa unidad de representación es la entrada a la base de datos: sobre ella se registran todas las variables.

La **caja de herramientas** se construye a partir de dos variables.

- a) La primera es la combinación de **unidades morfológicas** (UM): elementos mínimos del trazo (puntos, líneas rectas, líneas angulares, curvas simples, onduladas, espirales, ganchos, elementos plásticos tridimensionales) que remiten a movimientos e intenciones gestuales específicos. Cada representación se descompone en estas UM y se registra qué tipos aparecen y en qué combinaciones. No es lo mismo una imagen resuelta sólo con líneas rectas que otra que combina espirales, ganchos y curvas: la inversión de tiempo, control y destreza manual es distinta y eso forma parte del lenguaje visual de una tradición.
- b) La segunda variable de la caja de herramientas son los **tipos de articulación** entre UM: por ejemplo, representaciones no articuladas; articulaciones aditivas (elementos yuxtapuestos) / intersectantes (elementos que se tocan o se cruzan); disposiciones radiales o simétricas;

esquemas inscritos o solapados (elementos contenidos o superpuestos); y combinaciones entre estos tipos. En el registro se asigna a cada representación el tipo de articulación predominante. Esta información permite diferenciar, por ejemplo, lenguajes que privilegian composiciones centradas y radiales de aquellos en los que predominan tramas reticuladas, bandas o encadenamientos lineales.

Por su parte, los **modos de resolución** describen cómo se concreta materialmente la imagen en la pieza e incluyen dos variables:

- a) La primera son las **técnicas de ejecución**: modelado, pulido en líneas, incisión, exciso, grabado y pintura. Se registra si se usa una sola técnica o combinaciones (por ejemplo, modelado + incisión + pintura). Estas combinaciones implican diferentes números de operaciones, instrumentos, tiempos de trabajo y conocimientos técnicos, y por lo tanto distintos “costos” en la producción de las imágenes.
- b) La segunda variable es el **tamaño** de la representación, expresado como la relación entre el área de la imagen y la superficie plástica disponible en la pieza. En términos prácticos, se mide el alto y el ancho máximos del motivo (encuadrando en un rectángulo imaginario) y se los relaciona con el área externa -y, cuando corresponda, interna- de la vasija. En el registro es suficiente clasificar los motivos en categorías ordinales (muy pequeños, pequeños, medianos, grandes, muy grandes) definidas en función del rango observado en la muestra.

Registrar sistemáticamente estas variables para cada representación permite caracterizar el lenguaje visual de una tradición alfarera más allá del listado de “motivos”. La combinación recurrente de ciertas UM, articulaciones, técnicas y tamaños constituye un repertorio de recursos visuales que puede compararse entre sitios, contextos y períodos, y que abre la puerta a preguntas sobre aprendizaje técnico, circulación de estilos, jerarquías de visibilidad y usos sociales de la decoración cerámica.

Color

Cuando el color de las superficies cerámicas no es el resultado del agregado intencional de pigmentos, puede darnos indicios acerca de las condiciones de quema prehispánicas. La coloración de la alfarería depende de la interacción de diversos factores. La mineralogía de las materias primas arcillosas y la proporción de carbonato, hierro y materia orgánica son variables que condicionan el color. A su vez, la composición de las arcillas interactúa con las condiciones de cocción, generando variaciones cromáticas, incluso en una misma vasija. Por ejemplo, el ambiente oxidante o reductor incide en la atmósfera y la temperatura de cocción alcanzada; el tipo de combustible seleccionado y de estructura de cocción (horno, fogón a cielo abierto) condicionan el ritmo de incremento de la temperatura, y la posición en que se ubica la pieza para su cocción determina microatmósferas (García Rosselló y Calvo Trias, 2006).

El relevamiento del color en las superficies y la pared cerámica permite efectuar inferencias generales y de bajo grado de resolución acerca de las técnicas, las atmósferas y el tiempo de

cocción y de la posición de la pieza en la estructura de quema. El color se releva en cinco sectores: superficies interna y externa, márgenes interno y externo, y núcleo, preferentemente en piezas completas o parcialmente reconstruidas. El núcleo de cocción es una zona de color contrastante, que se observa en el corte transversal de la pared de la vasija, y su presencia puede deberse a múltiples factores (por ej. cambios en la atmósfera y la temperatura durante el proceso de cocción, variaciones en los rangos de temperatura alcanzados en las superficies y el interior de la cerámica) (Rye, 1981: p. 119). Las zonas entre el núcleo y las superficies se denominan márgenes y muchas veces existe una diferencia de color entre ellas y el núcleo (Figura 3.3b). El espesor de estas franjas nos informa sobre el tiempo que ha sido sometida la pieza a una determinada atmósfera de cocción, fluctuaciones entre diferentes atmósferas o las circunstancias de enfriado.

Para la descripción cromática puede utilizarse la Tabla de colores Munsell o hacer hincapié en los contrastes entre tonos claros y oscuros, empleando categorías generales (naranja-marrón-rojo, grisáceo-pardo y gris-negro), modificadas de los espectros cromáticos propuestos por el Prehistoric Ceramics Research Group (1995). Si bien la información obtenida no es tan detallada y objetiva como la que provee, por ejemplo, el código Munsell, es suficiente dado el grado de generalidad de las inferencias que se realizan sobre la base de este único atributo (Rice, 1987: pp. 339-343). Para profundizar el conocimiento acerca del proceso de quema y estimar los rangos de temperatura alcanzados es necesario recurrir a algunas de las técnicas arqueométricas que ya hemos mencionado: la **difracción de rayos X** (DRX), que detecta minerales particulares, como la illita y la caolinita, estables a temperaturas específicas, y otros, denominados de neoformación, como la mullita; la **espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier** (FT-IR), que identifica aquellos minerales con bajo grado de cristalinidad y complementa los resultados de la DRX, y el **microscopio electrónico de barrido** (MEB), que examina el aspecto de la matriz arcillosa y el alcance de la vitrificación. Complementariamente, se aplican técnicas termoanalíticas tales como el **análisis térmico diferencial** (ATD), el **análisis termogravimétrico** (TG) y la **dilatometría**, que permiten evaluar cambios en diferentes aspectos de la cerámica producto del calentamiento.

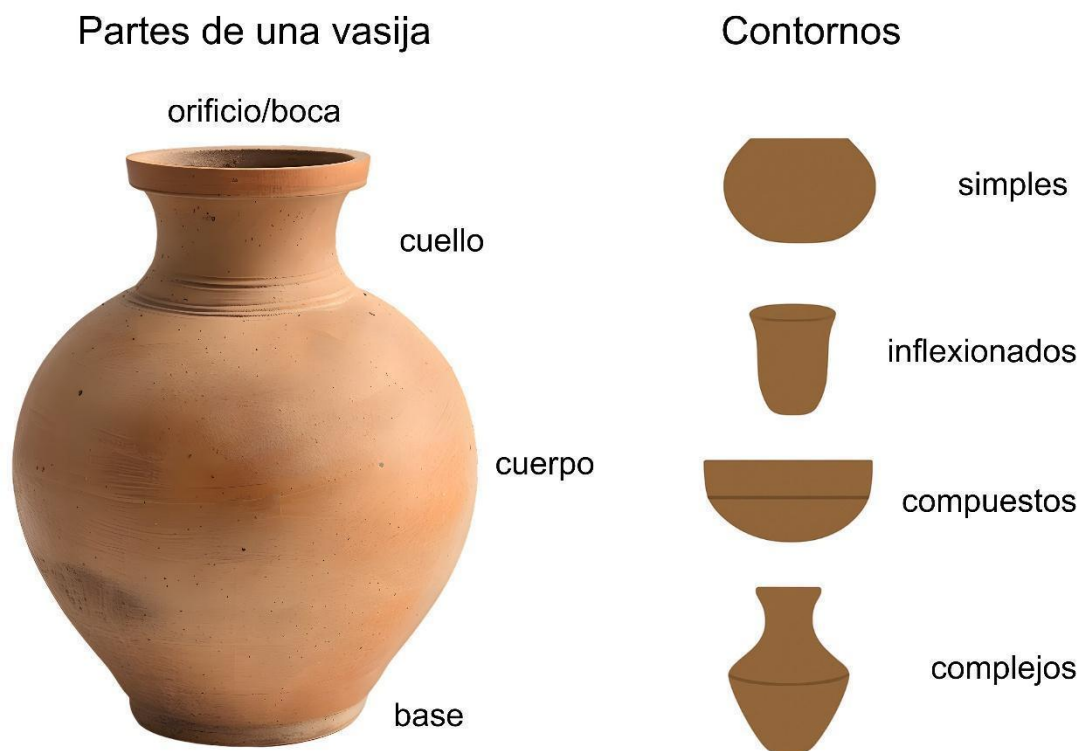
En conjunto, la información dimensional, mineralógica y morfológica que brindan estas técnicas permite estimar las temperaturas de cocción alcanzadas durante la quema. La integración de este dato con información etnoarqueológica, etnográfica y experimental, la presencia de estructuras de cocción en el contexto arqueológico, como fogones y hornos, y los estudios arqueobotánicos de carbones correspondientes a plantas potencialmente combustibles permiten inferir y discutir procedimientos de quema particulares para distintos morfotipos, estructuras y atmósferas de cocción, aprovechamiento de recursos vegetales, entre otros aspectos de las quemas prehispánicas.

Lo que nos dicen la forma y las dimensiones de las vasijas

Una vez que ha finalizado la quema, las piezas de alfarería han adquirido su morfología definitiva y están listas para ser utilizadas en diferentes tareas, tales como cocinar, almacenar, servir, y transportar alimentos y bebidas, y otras, no vinculadas con el ámbito culinario, sino con el ámbito ritual y simbólico. Tradicionalmente, el punto de partida para abordar los usos de la cerámica ha sido el análisis de la morfología y las dimensiones de las vasijas. Asimismo, trabajos transculturales evidencian que variaciones en la morfología de ciertos tipos de contenedores cerámicos pueden ser atribuidos, o haber estado condicionados por, diferencias lingüísticas o políticas entre comunidades vecinas (Chilton, 1999). En los conjuntos arqueológicos la mayor limitación para el estudio de la forma reside en su estado generalmente fragmentario. En este sentido, es importante recordar que los fragmentos constituyen sólo partes del artefacto original, por lo que las estrategias de análisis deben orientarse a su recomposición con el mayor grado de precisión posible. Tal como se mencionó al comienzo del presente capítulo, los esfuerzos deberían centrarse en el remontaje de tiestos con el fin de reconstruir los contenedores de los que formaban parte, evitando así incurrir en el error de referirse al todo (las vasijas) a partir de una parte (el fragmento aislado).

Las vasijas enteras o parcialmente reconstruidas pueden clasificarse en abiertas o no restringidas (no presentan constricciones y el diámetro máximo coincide con la boca) y cerradas o restringidas (presentan por encima del diámetro máximo del cuerpo un diámetro inferior a él). El contorno de los contenedores puede dividirse con fines analíticos en los siguientes sectores: abertura o boca, labio, borde (porción de la vasija cercana al labio que circunda la abertura), cuerpo y base (Figura 3.5).

En algunos contenedores los contornos se complejizan por la presencia de cuello (restricción de la abertura que comienza encima del punto de diámetro máximo del cuerpo) y hombros (regiones entre el punto de diámetro máximo y la abertura o el cuello). Sobre la base del relevamiento de puntos angulares y de inflexión, los contornos pueden clasificarse como: simples (perfiles suaves que solo tienen puntos terminales); inflexionados (poseen un punto de inflexión y secciones cóncavas y convexas unidas por una curva suave), compuestos (exhiben un punto angular con un ángulo que marca la unión de dos partes de la vasija) y complejos (presentan dos puntos angulares o de inflexión o ambos tipos a la vez) (Figura 3.5). Cuando la forma y el tamaño de los bordes lo permiten, se registra la dirección respecto del plano de la boca de la vasija (recto, evertido, invertido); la forma del labio (plano, redondeado, biselado) y el diámetro de boca. En aquellos contenedores cuyos perfiles estén mejor reconstruidos (o presenten curvaturas o partes diagnósticas) será posible medir la altura total, el diámetro máximo y mínimo, entre otros, y podrán incluirse en categorías morfológicas más precisas tales como cuencos, vasos, escudillas, ollas, tinajas (Cremonte y Bugliani, 2006-2009).

Figura 3.5*Partes de una vasija y diferentes tipos de contornos*

Nota. Modificada de *Pasta, forma e iconografía. Estrategia para el estudio de la cerámica arqueológica*, de Cremonte y Bugliani, 2006-2009, figuras 4 y 5.

La evaluación conjunta de las dimensiones y la morfología permite derivar propiedades funcionales de las vasijas e inferir actividades en las que pudieron desempeñarse. Para esto es clave el concepto de **performance** que, como mencionamos previamente, en un principio aludió a las características físicas y químicas de las piezas (dimensión, forma y microestructura) que posibilitan, facilitan o restringen usos, y que luego fue ampliado a través de la consideración de aspectos estéticos y simbólicos (Hollenback y Schiffer, 2012). Algunas de las cualidades que rigen la función son la transportabilidad (se evalúa la posibilidad de que la pieza pueda ser transportada, teniendo en cuenta el tamaño, peso y volumen); la accesibilidad (se estima la capacidad de manipulación del contenido, a partir de la relación entre el diámetro de boca y el diámetro máximo) y la unidad de consumo (se infiere si la pieza sirvió para contener porciones individuales o grupales, principalmente a partir del tamaño). El estudio de estas propiedades junto con el registro de las alteraciones generadas por el uso de los contenedores (depósitos de hollín, decoloraciones) y el análisis arqueométrico de los residuos orgánicos contribuyen a inferir las prácticas de uso y los tipos de recursos que contuvieron (Figura 3.6). Para profundizar en el estudio de los residuos orgánicos invitamos a leer el box escrito por la Dra. Irene Lantos, que se ha especializado en este tema desde hace más de una década.

BOX TEMÁTICO

El análisis de residuos orgánicos en cerámicas arqueológicas

Por Irene Lantos

El **análisis de residuos orgánicos** (ORA, por sus siglas en inglés) es un campo de rápido crecimiento en la arqueometría. Se trata esencialmente de un área interdisciplinaria especializada en el estudio de moléculas orgánicas residuales de origen antropogénico y de sus productos de degradación y transformación preservados a lo largo del tiempo en diversas matrices arqueológicas. El término ORA fue inicialmente acuñado para englobar la investigación de residuos amorfos mediante un conjunto de métodos y técnicas provenientes de los campos de la química orgánica, la bioquímica y la geoquímica orgánica, tales como la **espectroscopía vibracional**, la **cromatografía líquida y gaseosa**, la **espectrometría de masa** y la **espectrometría de masa de relaciones isotópicas**, entre otras. Los residuos generalmente están formados por mezclas complejas de compuestos orgánicos que se depositan sobre las superficies y/o penetran dentro de las matrices inorgánicas de los artefactos arqueológicos como la cerámica, el lítico tallado y pulido, y los soportes rocosos del arte rupestre. La cerámica, particularmente, es una de las matrices privilegiadas porque su estructura porosa permite la protección de los residuos frente a los agentes de degradación como la luz solar, la temperatura, la humedad y los microbios. Cuando los enseres cerámicos son utilizados para actividades de cocción, almacenamiento, transporte y/o servicio de comidas y bebidas, entran en contacto con los alimentos y se producen mezclas complejas de sustancias, que incluyen los lípidos, las proteínas y los hidratos de carbono. Otros compuestos naturales que pueden hallarse de forma residual son los alcaloides, los colorantes y las resinas.

Los **lípidos** son biomoléculas poco solubles en agua, de baja volatilidad y relativa estabilidad, lo que favorece su preservación arqueológica. Presentan estructuras químicas diversas, pero comparten su solubilidad en solventes orgánicos poco polares. Proceden de animales y plantas e incluyen aceites, grasas, ceras y esteroides. Los aceites vegetales y las grasas animales están formados principalmente por triacilglicéridos, ésteres de glicerol con tres ácidos grasos. Estos últimos son cadenas hidrocarbonadas lineales, como los ácidos palmítico y esteárico. Las ceras, presentes tanto en los panales de insectos como en las cutículas vegetales, son mezclas de compuestos hidrofóbicos, principalmente ésteres de ácidos grasos con alcoholes de cadena larga e hidrocarburos. Los esteroides permiten distinguir entre fuentes animales y vegetales: las grasas animales contienen principalmente colesterol, mientras que las plantas presentan campesterol, sitosterol y estigmasterol en menores proporciones. El estudio de los lípidos requiere su recuperación en el laboratorio mediante distintos procedimientos de extracción con solventes orgánicos, en algunos casos la obtención de derivados que permitan la detección de las moléculas con determinadas técnicas y, finalmente, el análisis para conocer su composición aplicando distintas técnicas separativas como cromatografía gaseosa y líquida, junto con patrones de referencia o sistemas acoplados a espectrometría de masa, que facilitan la

identificación de cada molécula mediante sus fragmentaciones características. Es importante remarcar que, generalmente, los residuos se presentan como mezclas complejas, por lo que la identificación de compuestos de forma aislada resulta insuficiente; es el conjunto de estos el que permite una aproximación más precisa a su origen. De allí la importancia de un abordaje multianalítico que incorpore diversas técnicas cromatográficas y de espectrometría de masa (Lantos et al., 2023). Asimismo, cuando se estudian los residuos lipídicos, deben considerarse los procesos tafonómicos que afectan su estabilidad a lo largo de los extensos períodos transcurridos entre su uso, su depositación en el registro arqueológico, su recuperación en el campo y su posterior análisis en el laboratorio.

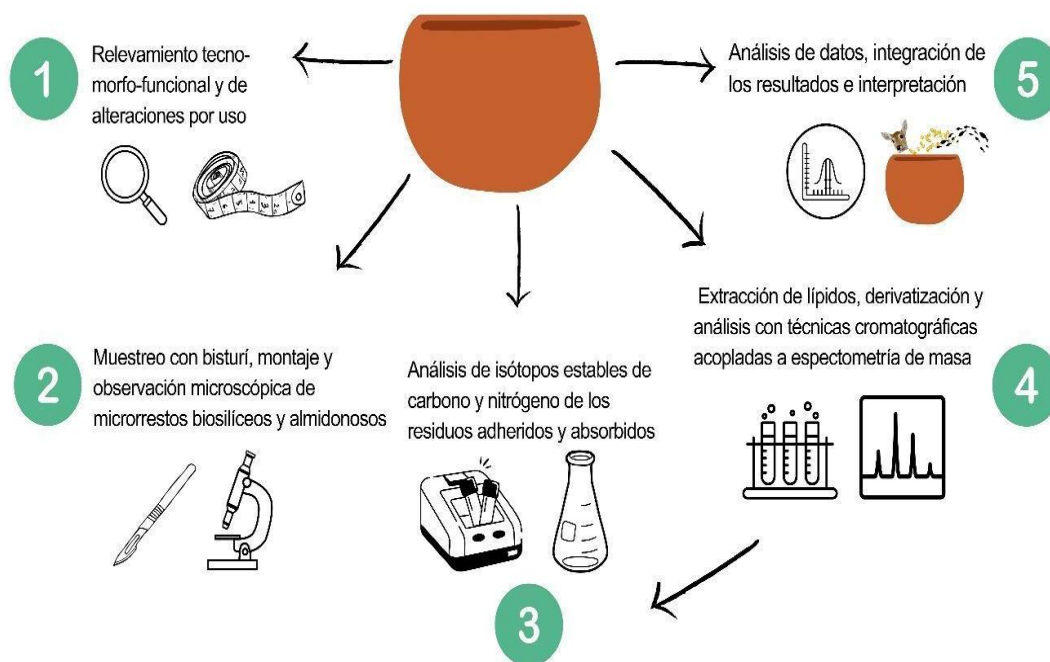
Los compuestos orgánicos que nos indican el origen de las sustancias son llamados biomarcadores, y no solo incluyen a los compuestos originales de los alimentos vegetales y animales, sino que también están presentes sus productos de degradación. Estos últimos son el resultado de reacciones que suceden de forma muy lenta a lo largo del tiempo, pero que en la escala temporal arqueológica son importantes. A pesar de su relativa estabilidad, los lípidos pueden oxidarse en presencia de la luz o temperaturas altas, o también pueden sufrir reacciones de hidrólisis parcial o total en presencia de un medio acuoso con un pH muy alto o muy bajo. Los residuos lipídicos también pueden atravesar transformaciones por la acción de microorganismos que se alimentan de estos, los metabolizan y depositan sus propios metabolitos secundarios en las matrices cerámicas. Todas estas transformaciones pueden suceder tanto durante la historia de uso de los enseres (hervor, fermentación, tostado) como después de su depositación arqueológica. Por eso, es importante contar con una base de referencia con la que comparar los residuos arqueológicos para poder identificar su origen. Esto implica estudiar los perfiles químicos de los alimentos locales, así como experimentar al cocinarlos en distintas condiciones y con distintas combinaciones de ingredientes. También se pueden realizar experimentos de envejecimiento acelerado con el objetivo de recrear los procesos tafonómicos y generar conjuntos de biomarcadores similares a los que recuperamos en los artefactos arqueológicos.

Si bien los restos arqueobotánicos macro y microscópicos son residuos de naturaleza orgánica, la mayoría de las definiciones de ORA no los incluyen porque no son amorfos, sino que presentan morfologías distintivas que pueden estudiarse mediante microscopía por especialistas en paleoetnobotánica y arqueobotánica (remitimos al capítulo 5 del presente libro para profundizar este tema). A pesar de esto, los análisis microbotánicos de residuos orgánicos están estrechamente interrelacionados con el ORA, y suelen combinarse ambas líneas de investigación al estudiar los residuos de uso preservados en la cerámica. Otra línea fundamental y complementaria es el estudio de las trazas de uso y desgaste junto con la caracterización tecno-morfo-funcional de la cerámica (Figura 3.6). Los patrones de hollinado, las manchas oleosas y las marcas de desgaste por uso son informaciones clave a la hora de: (i) seleccionar las muestras que son mejores candidatas para estudios químicos y microscópicos de los residuos y (ii) realizar las interpretaciones de los resultados arqueométricos. En síntesis, la investigación sobre la historia de vida de la alfarería centrada en la etapa de uso de la cadena operativa debe ser

abordada de forma holística considerando tres fuentes de información: contextual, tecno-morfológica y arqueométrica.

Figura 3.6

Estrategia de análisis multiescalar para el abordaje del uso de los contenedores cerámicos



Nota. Adaptada de *Análisis químico y de microrrestos vegetales de residuos orgánicos preservados en vasijas de la tradición alfarera Goya-Malabrigo, Delta Superior del río Paraná*, Di Prado et al., 2025b.

El análisis de los residuos lipídicos en vasijas cerámicas de distintos tipos morfológicos y estilísticos del Noroeste argentino ha brindado información sobre las prácticas culinarias a lo largo de los últimos dos milenios (Lantos et al., 2015, 2023; Fernández Sancha et al., 2021; Gheggi et al., 2024). Las ollas de cocción, tanto del primer como del segundo milenio, provenientes de los valles de Chaschuil, Fiambalá, Yocavil y Del Cajón, en la provincia de Catamarca, y de Tolombón y Angastaco en Salta, revelaron mezclas complejas de grasas animales y vegetales asociadas a la preparación de sopas o guisos. La grasa de rumiante se identificó por la presencia de ácidos grasos de cadena corta, ácidos grasos impares -tanto lineales como ramificados- y el colesterol junto con sus productos de degradación, cuyo posible origen son los camélidos sudamericanos (llama, guanaco, vicuña). Aunque los lípidos de plantas estaban parcialmente enmascarados por la grasa animal, se detectaron ácidos grasos poliinsaturados y fitoesteroides, característicos de los aceites vegetales, y alcoholes de cadena larga propios de las ceras cuticulares de frutos y hojas.

En algunos casos, se obtuvieron datos isotópicos de los mismos residuos que permitieron identificar en las recetas culinarias herbívoros terrestres, plantas C_3 como el poroto y la algarroba y, en menor medida, plantas C_4 como el maíz. También se contó con la información

microarqueobotánica de los restos de almidones, que señalaron el procesamiento de plantas domésticas como el maíz, el poroto y la quinoa, y también silvestres, como la algarroba. Por otra parte, en las tinajas estilo Belén y Santa María de contextos domésticos del segundo milenio se hallaron extractos lipídicos abundantes que indican su uso culinario, posiblemente para el almacenamiento y servicio de comidas y/o bebidas. Los perfiles lipídicos revelaron biomarcadores de origen vegetal y animal, junto con productos de oxidación de ácidos grasos poliinsaturados y la presencia simultánea de colesterol y fitoesteroles. Asimismo, se identificaron triacilglicéridos intactos, incluyendo compuestos con ácidos insaturados asociados al procesamiento de plantas (por ej. trilinoleína). También se registraron triacilglicéridos con ácidos grasos impares, confirmando la presencia de lípidos de rumiantes o pseudorumiante. En cuanto a los aríbalos y aribaloides vinculados a contextos rituales incaicos, los isótopos estables de carbono indicaron el procesamiento de plantas C_3 sugiriendo la preparación de bebidas a base de algarroba (aloja) y mezclas con C_4 , asociadas al almacenamiento tanto de chicha de maíz como de la bebida local. La presencia de ácidos grasos de origen animal y de colesterol sugiere el uso de grasa de camélido para impermeabilizar los recipientes. Las morfologías restringidas, la decoración y la ausencia de hollín respaldan su función como contenedores de bebidas.

Un estudio reciente de residuos orgánicos en la alfarería prehispánica Goya-Malabrigo, del Delta Superior del río Paraná, ha proporcionado evidencia de las prácticas culinarias que involucraron a estos enseres, que incluyen cucharas, vasos, cuencos, escudillas y ollas (Di Prado et al., 2026). Se aplicó una estrategia multiescalar y multianalítica, incorporando técnicas complementarias para el análisis de los residuos carbonizados adheridos a las superficies y los residuos lipídicos absorbidos en las matrices de las cerámicas. Se realizó la observación microscópica de restos arqueobotánicos, la determinación de isótopos estables de carbono y nitrógeno, y la caracterización de los perfiles de ácidos grasos mediante cromatografía gaseosa (Figura 3.6). Los resultados indicaron la existencia de mezclas complejas de alimentos de origen vegetal y animal. En un grupo mayoritario de muestras identificamos el predominio de recursos acuáticos, mientras que en uno minoritario registramos una mayor incidencia de peces omnívoros y herbívoros rumiantes. Una única muestra presentó mayor incidencia del componente vegetal, con la presencia de restos de maíz y palma. A partir de la articulación de diversas líneas de evidencia, cobra importancia el papel de la alfarería Goya-Malabrigo en la vida cotidiana y en las estrategias culinarias de las poblaciones del Delta Superior del Paraná, además de representar un medio de identificación y diferenciación social.

Referencias

Di Prado, V., Lantos, I., Silva, C., Colobig, M. M., Tessone, A., Politis, G., Maier, M. y Bonomo, M. (2026). Multiscale study of food processing and consumption in Goya-Malabrigo pottery, Upper Delta of the Paraná river (Northeastern Argentina). Ms.

- Gheggi, M. S., Lantos, I. J., Villegas, M. P., Arechaga, L., y Williams, V. I. (2024). Consumo de alimentos en Tolombón y Angastaco (Salta, Argentina): el aporte de los residuos grasos. *Revista del Museo de Antropología*, 17(2), 17-28.
- Fernández Sancha, S., Lantos, I., Bugliani, M. F., y Maier, M. S. (2021). Viaje al centro de la matriz cerámica: estudio sobre los usos de vasijas arqueológicas provenientes del sitio Tardío Loma l'Ántigo (valle del Cajón, Catamarca, Argentina) a partir del análisis químico de residuos culinarios. *Intersecciones en Antropología*, 22(1), 45-54.
- Lantos, I., Spangenberg, J. E., Giovannetti, M. A., Ratto, N., y Maier, M. S. (2015). Maize consumption in pre-Hispanic south-central Andes: chemical and microscopic evidence from organic residues in archaeological pottery from western Tinogasta (Catamarca, Argentina). *Journal of Archaeological Science*, 55, 83-99.
- Lantos, I., Careaga, V. P., y Maier, M. S. (2023). Un recorrido por las prácticas del pasado a través de los análisis de residuos orgánicos en cerámicas arqueológicas de Catamarca, Argentina. En M. Bueso Manzananas, L. Martínez García, A. P. Rodríguez-Navarro y C. Domínguez Rubio (Eds.), *La Ciencia y el Arte IX. AmerMad: América en Madrid* (pp. 67-82). Madrid: Patrimonios interconectados e impacto turístico en la Comunidad de Madrid, Ministerio de Cultura y Deporte de España.

Cerrando el recorrido

Como se vio a lo largo de este capítulo, la cerámica constituye un componente fundamental del registro arqueológico y materializa numerosas dimensiones de la vida económica y social, por lo que su estudio posibilita el abordaje de los más diversos aspectos de las sociedades del pasado. Aquí se hizo hincapié en la reconstrucción de las etapas de la manufactura y el uso (Tabla 3.2) como base empírica para inferir límites sociales, estrategias de intercambio, circulación de bienes y prácticas alimenticias, entre otros aspectos de las comunidades alfareras.

Debido al prolífico desarrollo del campo disciplinar de los estudios ceramológicos, necesariamente nos quedan temas sin profundizar, tales como el empleo de refinadas y novedosas técnicas arqueométricas para estudiar la procedencia y la circulación, y otros sin abordar, tales como la tafonomía y la datación cerámica, el trabajo con ceramistas contemporáneos, entre otros. Con todo, confiamos en que las páginas previas representen una guía para quienes recién se inician en la investigación y manifiestan interés en la alfarería prehispánica. En este sentido, buscamos que puedan: (a) identificar y precisar preguntas sobre cerámica que puedan ser abordadas desde distintas aproximaciones teórico-metodológicas; (b) comprender que es necesario ajustar esas preguntas de acuerdo con las características de la muestra y los recursos disponibles (instrumental, financiamiento, personal especializado); (c) internalizar la necesidad de articular de forma coherente preguntas, unidades y escalas de análisis, y metodologías en un diseño de investigación; y (d) familiarizarse con los alcances,

limitaciones y complementariedad de diferentes técnicas arqueométricas y los protocolos específicos de cada técnica.

Tabla 3.2

Estrategias metodológicas para abordar las etapas del hacer y usar la cerámica.

Etapas	Estrategia metodológica
Aprovisionamiento de materias primas	Reconocimiento y muestreo de materias primas en terreno Análisis de pastas con lupa binocular y microscopio petrográfico FRX, ICP-MS, AAN en pastas y materias primas
Preparación de materias primas	Análisis de pastas con lupa binocular y microscopio petrográfico
Levantado	Relevamiento de macrotrazas con lupa de mano y binocular Radiografía de rayos X, petrografía de pastas
Acabado (tratamientos de superficie y técnicas decorativas)	Registro de macrotrazas con lupa de mano y binocular Análisis de lenguajes visuales Análisis con microscopio petrográfico de láminas delgadas y cortes microestratigráficos DRX, RS, FT-IR, FRX, MEB-EDX
Secado y quema	Relevamiento del color DRX, FT-IR, MEB, ATD-TG, dilatometría
Uso	Relevamiento de alteraciones por uso y propiedades que rigen la función Análisis microscópico de microrrestos vegetales, GC-MS, LC-MS, IRMS

En suma, para estudiar la cerámica en la actualidad es necesario trabajar con una aproximación científica que combine diferentes escalas y aproximaciones analíticas, de forma de extraer la mayor cantidad de información posible. En la mayoría de los diseños de investigación resulta insoslayable la incorporación de técnicas arqueométricas, cuya aplicación permite hacer visible lo invisible y recuperar aspectos de las sociedades pasadas de otro modo irrecuperables, pero sin dejar de lado el estudio tecnológico, morfológico, iconográfico y funcional. Escribimos esto en tiempos difíciles para quienes hacemos y enseñamos ciencia en la Argentina. En este contexto, la interdisciplina y el trabajo colaborativo parecen ser los caminos posibles para darle continuidad a las investigaciones de calidad que se vienen desarrollando en diferentes regiones

del país en torno a la cerámica. Queda en quienes hayan recorrido estas páginas la responsabilidad de hacerlo posible.

Referencias

- Balfet, H., Fauvet-Berthelot, M-F. y Monzón, S. (1992). *Normas para la descripción de vasijas cerámicas*. México D.F: Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.
- Basile, M. y Ratto, N. (2011). Colores y surcos. Una propuesta metodológica para el análisis de las representaciones plásticas de la región de Fiambalá (Tinogasta, Catamarca, Argentina). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 16(2), 75-88.
- Bugliani, M. F. (2008). *Consumo y representación en el sur de los valles calchaquies (Noroeste argentino): los conjuntos cerámicos de las aldeas del primer milenio A.D.* Oxford: BAR International Series, S1774.
- Carosio, S. (2018). Análisis de técnicas de manufactura de alfarería prehispánica tardía en el Noroeste Argentino (siglos XIII-XVII d.C.). Una contribución del estilo Sanagasta/Angualasto del sitio Tambería de Guandacol (provincia de La Rioja). *Arqueología*, 24, 151-180.
- Chilton, E. S. (Ed.) (1999). *Material Meanings: Critical Approaches to the Interpretations of Material Culture*. Salt Lake City: University of Utah Press.
- Convención Nacional de Antropología. (1966). Córdoba: Facultad de Filosofía y Humanidades.
- Cremonte, M. B. y Bugliani, M. F. (2006-2010). Pasta, forma e iconografía. Estrategia para el estudio de la cerámica arqueológica. *Xama*, 19-23, 239-261.
- Cremonte, M. B. y Pereyra Domingorena, L. (2013). *Atlas de pastas cerámica arqueológicas: petrografía de estilos alfareros del NOA*. Jujuy: Centro Regional de Estudios Arqueológicos, FHyCS, UNJu.
- De La Fuente, G. A., Marte, F., Mastrangelo, N. E., Martínez Carricondo, M., Rozas, G., Vera, S. D., Nazar, C. y Tascón, M. (2021). Raman and FT-IR spectroscopy of prefiring paintings and slips in pre-Hispanic South American pottery—the case of Diaguita Inca pottery: an initial glazing-painting process? (Tinogasta, Catamarca, Argentina). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13, 10.
- Di Prado, V. (2017). Propuesta para el análisis a nivel macroscópico de cerámicas arqueológicas: un abordaje desde el centro-este de Argentina. *Comechingonia*, 21(1), 261-286.
- Di Prado, V., Conconi, M. S., Mastrangelo, N. E., Alvarez Manso, M. A., Gauna, M. y Marte, F. (2025a). Análisis arqueométrico de las capas coloreadas de la alfarería Goya-Malabrigo. Aportes preliminares desde el sitio arqueológico Los Tres Cerros 2 (Delta Superior del río Paraná). *Intersecciones en Antropología*, 26(2), 329-342.
- Di Prado, V., Lantos, I., Silva, C., Maier, M. y Politis, G. (2025b). Análisis químico y de microrrestos vegetales de residuos orgánicos preservados en vasijas de la tradición alfarera Goya-Malabrigo, Delta Superior del río Paraná. En *Libro de Resúmenes del Décimo*

- Encuentro de Discusión Arqueológica del Nordeste* (pp. 33-34). Santa Fe: Museo Etnográfico y Colonial “Juan de Garay”.
- Feely, A. y Ratto, N. (2013). Cálculo del número mínimo de vasijas y recolección superficial: criterios metodológicos y análisis de casos del oeste tinogasteño (Catamarca). *Andes*, 24, 425-445.
- García Rosselló, J. y Calvo Trias, J. M. (2006). Análisis de las evidencias macroscópicas de cocción en la cerámica prehistórica: una propuesta para su estudio. *Mayurqa*, 31, 83-112.
- García Rosselló, J. y Calvo Trias, J. M. (2013). *Making Pots: el modelado de la cerámica a mano y su potencial interpretativo*. Oxford: BAR International Series 2540.
- García Rosselló, J. y Calvo Trias, J. M. (2019). Etnoarqueología como experimentación: propuesta para la interpretación de los patrones de fractura. *Treballs d'Arqueologia*, 23, 181-202.
- Glascok, M. D. y Neff, H. (2003). Neutron activation analysis and provenance research in archaeology. *Measurement Science and Technology*, 14(9), 1516.
- Glozzo, E. (2020). Ceramics investigation: research questions and sampling criteria. *Archaeological and Anthropological Science*, 12(9), 202.
- Gosselain, O. P. (2008). Mother Bella Was Not a Bella. Inherited and Transformed Traditions in Southwestern Niger. En M. T. Stark, B. J. Bowser y L. Horne (Eds.), *Cultural Transmission and Material Culture. Breaking Down Boundaries* (pp. 150-177). Tucson: The University of Arizona Press.
- Hollenback, K. y Schiffer, M. (2012). Technology and Material Life. En M. C. Beaudry y D. Hicks (Eds.), *The Oxford Handbook of Material Culture Studies* (pp. 312-332). Oxford: Oxford University Press.
- Hunt, M. A. (Ed.) (2017). *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Ionescu, C. y Hoeck, V. (2020). Ceramic technology. How to investigate surface finishing. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(9), 204.
- Lemonnier, P. (1986). The study of material culture today: toward an Anthropology of technical systems. *Journal of Anthropological Archaeology*, 5, 147-186.
- Lyman, R. L. (2012). A Historical Sketch on the Concepts of Archaeological Association, Context, and Provenience. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 19(2), 207-240.
- Pereyra Domingorena, L. (2012). Manufacturas alfareras al sur de los valles Calchaquíes entre el siglo primero al quinto DC. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XXXVII (2), 387-412.
- Prehistoric Ceramics Research Group. (1995). The study of Later Prehistoric Pottery. General Policies and Guidelines for analysis and publication. *The Prehistoric Ceramics Research Group*, Occasional Papers, 1-2.
- Ratto, N., Basile, M., Feely, A., Lantos, I. y Orgaz, M. (2021). Estrategia para el Estudio de las Prácticas Alfareras de la Región de Fiambalá (Catamarca, Argentina). *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología*, 1, 173-196.
- Rice, P. (1987). *Pottery Analysis: A Sourcebook*. Chicago: University of Chicago Press.

- Rye, O. (1981). *Pottery Technology. Principles and Reconstruction*. Washington DC: Taraxacum.
- Sepúlveda, M. y Wright, V. (2018). Pigmentos, pinturas rupestres y murales. En R. Chapoulie, M. Sepúlveda, N. Del Solar-Velarde y V. Wright (Eds.), *Arqueometría. Estudios analíticos de materiales arqueológicos* (pp. 369-392). Lima: Ediciones IFEA, Université Bordeaux-Montaigne y Universidad de Tarapacá.
- Thér, R. (2020). Ceramic technology. How to reconstruct and describe pottery-forming practices. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(8), 172.

CAPÍTULO 4

Materiales líticos: tecnología, métodos de análisis y estudios de caso

Marcela Leipus

Introducción

El capítulo se organiza en ocho secciones que proponen un recorrido progresivo, desde los conceptos básicos hasta algunas aplicaciones concretas en la arqueología argentina. En primer lugar, se presenta la tecnología lítica, el concepto de artefacto y la variabilidad de los conjuntos, para luego introducir los recursos líticos y los paisajes de aprovisionamiento en los que se inscriben. A continuación, se abordan las secuencias de producción, la organización tecnológica y las cadenas operativas como herramientas para reconstruir las decisiones técnicas involucradas en la manufactura. El cuarto eje está dedicado a las categorías y niveles de clasificación, articulando estudios tipológicos, tecnológicos y funcionales. En la quinta sección, se profundiza en los estudios tecnológicos en macro y microescala, destacando el diálogo entre la biografía de las piezas y los patrones de conjunto. La sexta se centra en el análisis funcional de base microscópica y en la identificación de rastros de uso. La séptima introduce los principales métodos y técnicas arqueométricas aplicadas al estudio de conjuntos líticos. Finalmente, la octava sección recupera algunas preguntas de investigación y discute su abordaje a partir de ejemplos regionales, a modo de cierre integrador del capítulo.

Tecnología lítica, concepto de artefacto y variabilidad de los conjuntos

Por qué nos interesa la tecnología lítica

Desde hace 2,7 millones de años los homínidos producen artefactos líticos. Por su alta preservación, estos materiales suelen ser un registro clave y, muchas veces, el principal. Pero

su importancia no es solo “lo que se conserva”: la talla materializa decisiones técnicas (control de la fractura) y, a la vez, dimensiones sociales (organización del trabajo, transmisión de saberes y relación con el entorno) (Lemonnier, 1986). En sentido operativo, la tecnología lítica es el conjunto de decisiones y prácticas que estructuran el ciclo de vida de los artefactos: aprovisionamiento, manufactura, uso, mantenimiento / reciclaje y descarte. Su análisis permite pasar del inventario de formas a la reconstrucción de elecciones técnicas situadas -en contextos sociales y ambientales concretos- y vincular atributos de los conjuntos con movilidad, organización del trabajo y modos de habitar el paisaje.

Qué es un artefacto lítico

En arqueología, un artefacto es un objeto modificado intencionalmente por acción humana. En materiales líticos incluye núcleos, productos de talla, instrumentos formatizados y artefactos auxiliares (percutores, yunques, machacadores) (Figura 4.1). Estas clases no son “tipos cerrados”: son posiciones dentro de una trayectoria técnica (producción–uso–mantenimiento–descarte).

Figura 4.1

Artefactos líticos: (a) núcleos de lascas y núcleo de láminas; (b) desechos de talla; (c) instrumentos formatizados, y (d) y (e) percutor y yunques para técnica de talla bipolar



Reconocer un artefacto supone distinguirlo de las fracturas producidas por procesos puramente naturales, los llamados **geofactos**; por ejemplo, rodados fracturados naturalmente o lascas producidas por procesos térmicos que pueden confundirse con artefactos, por lo que su estudio es parte de la tafonomía lítica. Esa distinción se basa en conjuntos de rasgos diagnósticos: presencia de plataformas y bulbos de percusión coherentes con golpes controlados, organización sistemática de negativos de extracción en núcleos, patrones regulares de retoque a lo largo de un filo, entre otros (Andrefsky, 1998; Aschero, 1975). En la práctica, existen casos ambiguos, por lo que es importante incorporar categorías como “indeterminado” y explicitar los criterios usados para la decisión.

Variabilidad de los artefactos y de los conjuntos líticos

El análisis lítico aborda piezas y conjuntos, entendidos como resultados de episodios de producción, uso, mantenimiento y descarte, además de procesos de formación. Para ordenar esa complejidad, es útil distinguir tres dimensiones de variabilidad: (1) morfológica / estilística (convenciones de forma y tradición técnica), (2) tecnológica (secuencias de producción, reducción y mantenimiento) y (3) funcional (usos efectivos y distribución espacial). Su articulación permite explicar decisiones técnicas y sociales, no solo describir diferencias. Estas dimensiones posibilitan formular preguntas explicativas sobre función de sitios, disponibilidad de materias primas, duración / estructura de ocupaciones y vínculos entre tecnología, movilidad y redes de interacción.

Recursos líticos y paisajes de aprovisionamiento

Materias primas y territorio

La tecnología lítica se apoya en un dato básico: los grupos humanos no tallan “piedra” en abstracto, sino **tipos específicos de roca** distribuidos de manera heterogénea en el paisaje. La disponibilidad, accesibilidad y calidad de esas rocas condiciona la manera en que se planifican las secuencias de producción, se organizan los desplazamientos y se usan los artefactos (Nelson, 1991; Mansur, 1999; Leipus, 2006).

El concepto de **paisaje de aprovisionamiento lítico** remite a la red de fuentes potenciales y efectivamente explotadas por un grupo o una región. Ese paisaje no es sólo una distribución física de afloramientos y depósitos; es también un entramado de conocimientos, recorridos, derechos de acceso, prácticas compartidas y valoraciones simbólicas sobre determinadas materias primas (Lemonnier, 1986; Leipus, 2006). Reconstruirlo implica combinar el estudio geológico de las fuentes con el análisis tecnológico de los conjuntos y, en muchos casos, con técnicas arqueométricas de procedencia.

Fuentes primarias y secundarias

En términos generales, se distinguen dos grandes tipos de fuentes de materias primas líticas:

- a) fuentes primarias, en las que la roca se encuentra en su posición geológica original formando parte del macizo, como afloramientos, bancos, vetas o filones. Su explotación puede requerir la extracción de bloques mediante percusión, desprendimiento o aprovechamiento de fracturas naturales, así como una evaluación previa de la calidad, homogeneidad y aptitud para la talla de la materia prima; y
- b) fuentes secundarias, en las que la roca fue removida de su lugar de origen, transportada y redepositada por procesos fluviales, glaciares, marinos, gravitacionales o eólicos. Estas fuentes comprenden cauces y terrazas de ríos, playas, abanicos aluviales, depósitos de gravas y mantos de rodados, donde las materias primas suelen presentarse como cantos o nódulos de tamaño, forma y calidad variables.

Esta diferencia tiene consecuencias tecnológicas y organizativas, ya que condiciona el tamaño, la morfología y el estado superficial de los volúmenes disponibles (bloques angulosos en las fuentes primarias y cantos redondeados en muchas fuentes secundarias, así como las posibilidades de seleccionar piezas con dimensiones y propiedades adecuadas. También influye en el grado de preparación inicial requerido, como la eliminación de corteza, la apertura de superficies de talla o la regularización de formas, y en los costos de acceso, extracción y transporte. En función de estas condiciones, los grupos pueden optar por trasladar nódulos completos, realizar el descortezamiento y la reducción inicial en la fuente, producir núcleos o preformas transportables, o extraer lascas aptas para su uso o transformación posterior en otros contextos (Nelson, 1991). Por lo tanto, la identificación y caracterización de las fuentes primarias y secundarias disponibles en el entorno de los sitios constituye una base fundamental para interpretar las estrategias de aprovisionamiento, las decisiones de selección y transporte de materias primas y la organización espacial de la producción lítica.

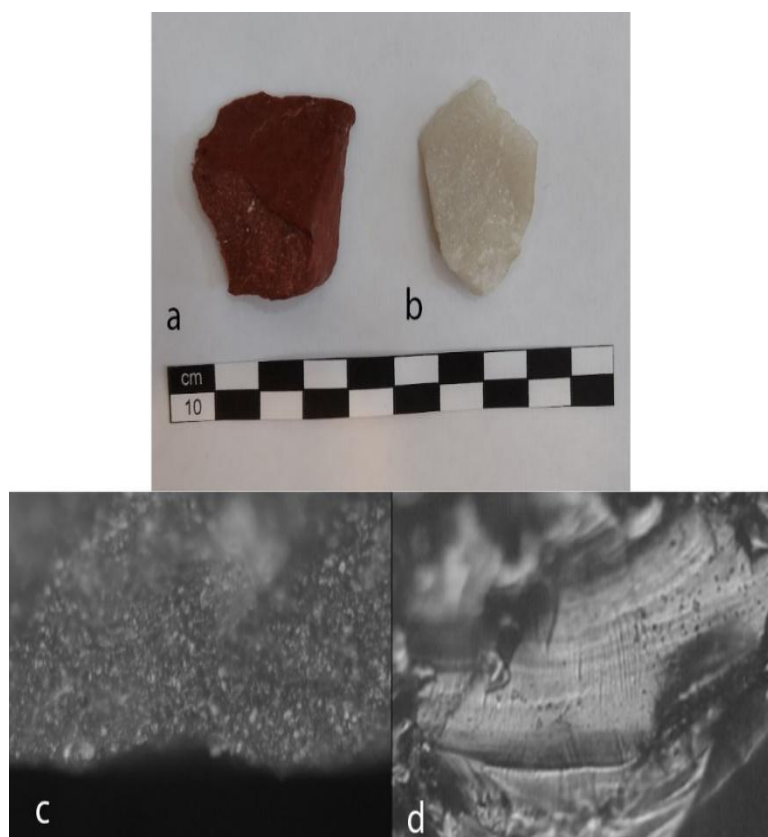
Propiedades de las rocas y calidad para la talla

Las rocas difieren en su comportamiento de talla y en los rastros que desarrollan. En términos prácticos, conviene distinguir materias primas homogéneas (por ej. obsidiana / cuarzo, con fractura concoidea más predecible) y heterogéneas (con granos / cristales de distinto tamaño y dureza), que tienden a producir lascas menos regulares y filos con micro-relieves más marcados (Figuras 4.2 a y b). Estas propiedades condicionan qué cadenas operativas son viables, cuánto control morfológico se obtiene y cómo se preservan / leen los rastros de uso, que en rocas heterogéneas pueden aparecer “fragmentados” entre matriz y cristales. Reconocer estas propiedades ayuda a explicar la selección, intensidad de explotación y combinación de materias primas dentro de una misma estrategia.

Asimismo, identificar las propiedades de las rocas presentes en un conjunto, y en su entorno geológico, ayuda a explicar por qué ciertos materiales se reservan para determinados instrumentos o actividades, por qué algunas materias primas se explotan intensivamente mientras otras aparecen en proporciones marginales, y cómo se combinan distintas opciones dentro de una misma estrategia tecnológica.

Figura 4.2

Artefactos, materias primas y microfotografías: (a) ejemplo de materia prima heterogénea de grano fino: basalto de la Fm. Serra Geral (Entre Ríos); (b) ejemplo de materia prima heterogénea de grano grueso: ortocuarcita de la Fm. Sierras Bayas (Tandilia); (c) y (d) microfotografías a 200X en microscopio óptico de reflexión. Artefactos experimentales sin uso



Estrategias de aprovisionamiento, organización tecnológica y movilidad

El aprovisionamiento se organiza de modo **directo** (visitas a fuentes integradas a la movilidad; talleres cerca de canteras) o **mediado** (intercambio, circulación intergrupal o almacenamiento diferido). La proporción de materias primas locales / no locales, la intensidad de reducción y el mantenimiento de filos permiten inferir movilidad, acceso a recursos y decisiones de “ahorro” o “gasto” tecnológico. En lugar de etiquetar conjuntos de manera rígida, lo productivo es evaluar cómo estas variables se articulan con el tipo de sitio, la duración de las ocupaciones y otras

líneas de evidencia. Por ejemplo, en la arqueología argentina, el estudio de los paisajes de aprovisionamiento ha permitido discutir movilidad, interacción y organización territorial en distintas escalas. En la región pampeana, la explotación y circulación de ortocuarzitas del Grupo Sierras Bayas se ha vinculado con circuitos de movilidad y con la presencia de depósitos intencionales en el paisaje (Leipus, 2006). En el NOA y en Patagonia, los estudios de procedencia de obsidianas evidenciaron redes de circulación a larga distancia, asociadas tanto a actividades cotidianas como a contextos simbólicos. Estos casos muestran que el análisis del aprovisionamiento lítico no se limita a identificar fuentes, sino que permite situar la tecnología en territorios socialmente construidos.

Secuencias de producción, organización tecnológica y cadenas operativas

En las secciones anteriores se puso el acento en los **materiales** y en los **paisajes de aprovisionamiento**. El paso siguiente consiste en abordar cómo esos recursos se transforman en artefactos concretos y cómo se insertan en la vida cotidiana de los grupos. Para ello, esta sección se concentra en tres nociones articuladas: **secuencia de producción, organización tecnológica y cadenas operativas** (*chaînes opératoires*). Estas herramientas no son excluyentes entre sí; más bien ofrecen diferentes formas de mirar un mismo problema: cómo se organiza, en el tiempo y en el espacio, el trabajo técnico vinculado a la piedra.

La idea de secuencia de producción

La secuencia de producción refiere al encadenamiento de operaciones que transforma una materia prima en artefactos usados y finalmente descartados, incluyendo la obtención de la roca, su conversión en soportes, la formatización de algunos de ellos y las prácticas de uso, mantenimiento y descarte. El registro arqueológico conserva sólo segmentos o “instantáneas” de estas secuencias. Por ejemplo, talleres próximos a las fuentes suelen concentrar etapas de producción inicial, mientras que campamentos residenciales o sitios de actividades específicas registran principalmente fases de uso y abandono. La tarea del análisis tecnológico es reconstruir estas trayectorias a partir de evidencias fragmentarias, articulando núcleos, productos de talla, instrumentos y desechos para interpretar los conjuntos no como simples listas de tipos, sino como combinaciones de artefactos situados en distintas posiciones de una misma trayectoria técnica (Nelson, 1991; Andrefsky, 1995).

Organización tecnológica: decisiones, riesgos y estrategias

La organización tecnológica explica cómo las decisiones técnicas se articulan con tiempo / energía, acceso a materias primas, movilidad y manejo del riesgo. En lugar de mirar artefactos aislados, observa estrategias de producción, mantenimiento y transporte, evaluables mediante procedencia de rocas, intensidad de reducción, reactivación de filos y composición de conjuntos por tipo de sitio. Nelson (1991) propone analizar la organización tecnológica a partir de dos ejes principales. Por un lado, las estrategias tecnológicas, que se reflejan en la manera en que se combinan producción, uso, mantenimiento y descarte en distintos contextos. Por otro lado, el diseño de los artefactos, entendido como la forma en que se incorporan atributos como confiabilidad, mantenibilidad, transportabilidad, flexibilidad y versatilidad.

Desde este punto de vista, un conjunto dominado por instrumentos grandes, robustos, intensamente reactivados y realizados sobre materias primas no-locales da cuenta de decisiones distintas de las que se observan en conjuntos donde predominan artefactos pequeños, poco trabajados y producidos sobre roca local abundante (Nelson, 1991; Leipus, 2006). Esas diferencias pueden interpretarse en clave de **manejo del riesgo**: cuando la materia prima es escasa o difícil de reponer, aumenta el valor estratégico de diseños conservadores, de instrumentos multifuncionales o de soluciones que faciliten el mantenimiento de los filos.

Estrategias tecnológicas: conservación, expeditividad y oportunismo

Una de las propuestas más influyentes dentro del enfoque de organización tecnológica es la distinción entre **tecnologías de conservación** y **tecnologías expeditivas**, a las que a veces se suma la categoría de **estrategias oportunistas** (Binford, 1979; Nelson, 1991). A saber:

- a) Las **estrategias de conservación** refieren a cuando los conjuntos muestran una fuerte inversión en la producción de instrumentos duraderos, con alto potencial de mantenimiento y reciclaje. Suelen involucrar materias primas de alta calidad, muchas veces alóctonas, diseños cuidadosos, filos intensamente reactivados y formas pensadas para ser transportadas y adaptadas a diferentes situaciones.
- b) Las **estrategias expeditivas** se asocian a la producción rápida de instrumentos con vida útil relativamente corta, fabricados sobre materias primas disponibles localmente y descartados sin grandes esfuerzos de mantenimiento. Aquí, el énfasis está en la resolución inmediata de tareas más que en la longevidad de los artefactos.
- c) Las **estrategias oportunistas** se refieren a decisiones tomadas sobre la marcha, aprovechando recursos inesperados o materiales hallados en el camino, a veces sin una planificación previa detallada.

En la práctica, los conjuntos líticos suelen combinar estrategias de conservación, expeditividad y oportunismo. La clave analítica no está en asignar un conjunto a una categoría rígida, sino en evaluar cómo se articulan estas estrategias según el acceso a materias primas, la

movilidad, el tipo de actividades realizadas y el manejo del riesgo. Para ello, variables como la procedencia de las rocas, la intensidad de reducción de los núcleos, la frecuencia de reactivación de filos y la composición de los conjuntos por tipo de sitio resultan más informativas que los ejemplos tipológicos aislados.

Diseño de los artefactos y vida útil

El diseño de los artefactos puede entenderse como el conjunto de decisiones que condicionan su desempeño, mantenimiento y circulación. En términos arqueológicos, estos aspectos se expresan en atributos observables como la posibilidad de reactivar los filos, la compatibilidad con sistemas de enmague, la reserva de volumen para futuros retoques o el grado de especialización funcional. El análisis del diseño permite discutir cómo los instrumentos se integran en sistemas técnicos más amplios y cómo se enfrentan contextos de incertidumbre o escasez de recursos.

La **vida útil** de un artefacto, entendida como el tiempo y la cantidad de trabajo que puede realizar antes de ser descartado o transformado, no depende sólo de su diseño, sino también de condiciones de uso, disponibilidad de materias primas y decisiones sociales acerca de qué vale la pena mantener y qué puede desecharse (Nelson, 1991). El estudio de la vida útil se apoya tanto en análisis tecnológicos (grados de reactivación, secuencias de retoque, reciclaje) como en el análisis funcional de rastros de uso, que permite reconocer el contexto de uso de los filos (Semenov, 1964; Keeley, 1980; Mansur, 1999; Leipus, 2006).

Cadenas operativas

Mientras la organización tecnológica pone el énfasis en las **estrategias** y en la relación entre decisiones técnicas y contexto, el enfoque de las **cadenas operativas** –o *chaînes opératoires*– se concentra en reconstruir, paso a paso, la lógica interna de las secuencias de transformación (Boëda, 1991).

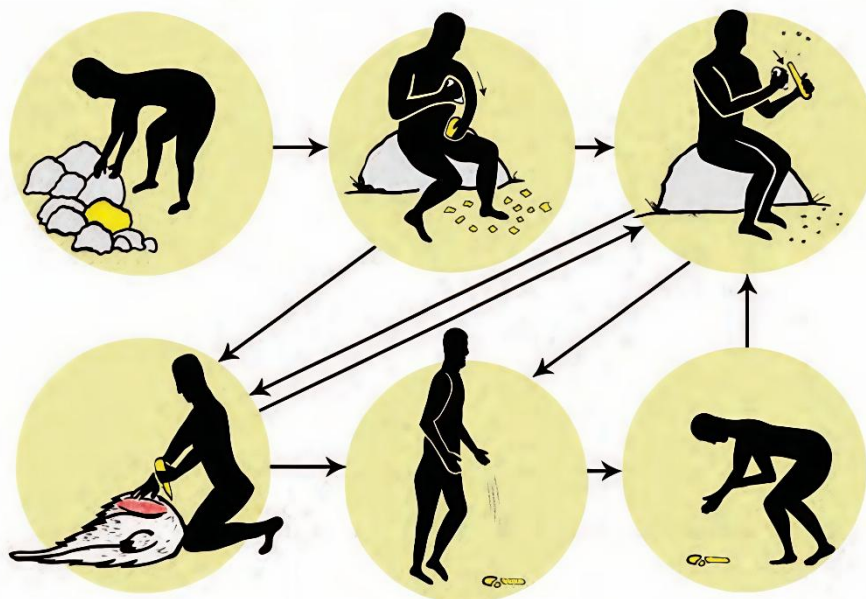
Una **cadena operativa** puede definirse como la serie de operaciones técnicas, materiales y gestuales que, enmarcadas en un sistema social y simbólico determinado, transforman una materia prima en productos consumidos o utilizados y finalmente descartados. No se trata sólo de enumerar pasos, sino de identificar: (i) qué decisiones se toman en cada momento; (ii) qué alternativas estaban disponibles y cuáles se eligieron efectivamente; (iii) qué conocimientos, habilidades y convenciones técnicas hacen posible cada operación. En el caso del material lítico, los estudios de *chaîne opératoire* buscan describir y explicar distintos aspectos, por ejemplo, cómo se seleccionan los nódulos o bloques y qué criterios intervienen en esa elección; qué tipos de preparación se realizan antes de iniciar la explotación de los núcleos; qué principios geométricos guían la organización de las superficies de extracción (por ej. jerarquía entre planos

de percusión y superficies de explotación); cómo se gestionan los volúmenes para producir ciertos tipos de lascas o láminas; en qué momento y de qué modo se transforman algunos productos en instrumentos formatizados; y cuándo y cómo se reciclan o reconfiguran piezas ya usadas (Boëda 1991) (Figura 4.3).

Una herramienta central en este enfoque es el **diagnóstico operativo**, es decir, la identificación de rasgos clave que permiten inferir decisiones técnicas específicas. Entre esos rasgos se consideran: (i) la disposición y morfología de los negativos de extracciones en los núcleos; (ii) la relación entre plataformas, superficies de explotación y planos de fractura; (iii) los cambios en la organización de la talla a lo largo de la vida del núcleo o del instrumento; y (iv) la compatibilidad entre los atributos de los productos (lascas, láminas) y las secuencias de extracción propuestas (Boëda, 1991). En algunos casos, los **remontajes**, entendidos como el reensamblaje de núcleos y productos, permiten visualizar materialmente la secuencia. Pero incluso cuando los remontajes no son posibles, el análisis detallado de las superficies, apoyado en colecciones experimentales y en comparaciones regionales, puede ofrecer reconstrucciones robustas de cadenas operativas.

Figura 4.3

Esquema de una cadena operativa de manufactura y uso de artefactos líticos



Nota. Adaptado de *Los modos de hacer: las herramientas de piedra*, Ratto e Ibarra Mendoza, 2016.

Articulación entre organización tecnológica y cadenas operativas

Aunque surgieron en tradiciones teóricas distintas, la organización tecnológica y las cadenas operativas son enfoques **complementarios**. La primera ayuda a situar las decisiones técnicas dentro de estrategias más amplias de movilidad, uso del espacio y manejo del riesgo; la segunda

desciende al detalle de las operaciones, los gestos y las lógicas de transformación de la materia (Lemonnier, 1986; Boëda, 1991; Nelson, 1991). En términos prácticos, una misma investigación puede reconstruir cadenas operativas de producción de ciertos instrumentos, por ejemplo, una secuencia bifacial o un sistema de núcleos prismáticos, a partir de núcleos, productos e instrumentos; como así también analizar, a la vez, cómo esas cadenas se insertan en estrategias de conservación o expeditividad, qué materias primas involucran, qué vida útil alcanzan y cómo se distribuyen en distintos tipos de sitio.

En la arqueología argentina se han aplicado de manera conjunta los enfoques de *chaîne opératoire* y de organización tecnológica para discutir, entre otros temas, la producción de instrumentos sobre ortocuarcitas pampeanas en relación con la accesibilidad de las fuentes y la presencia de *caches* en el paisaje (Leipus, 2006); las secuencias de explotación y reciclaje de núcleos y productos en conjuntos asociados a altas tasas de movilidad o a contextos de agregación estacional; y las diferencias entre cadenas operativas orientadas a la obtención de soportes versátiles y aquellas dirigidas a la producción de instrumentos altamente especializados, vinculadas con prácticas de caza, procesamiento de recursos vegetales o elaboración de tecnologías óseas y de madera (Leipus, 2006). Articular organización tecnológica y cadenas operativas permite, en síntesis, conectar la escala de las decisiones técnicas concretas con la escala de las estrategias sociales, haciendo visible cómo se teje, en la piedra, la relación entre ambiente, trabajo y cultura.

Categorías y niveles de clasificación: tipológicos, tecnológicos y funcionales

En las secciones anteriores se insistió en que los conjuntos líticos condensan decisiones tomadas en distintos momentos del ciclo de vida de los artefactos: obtención de materias primas, secuencias de producción, usos, mantenimiento y descarte. Para poder describir, comparar e interpretar esos conjuntos necesitamos **sistemas de clasificación** que ordenen la variabilidad y la hagan manejable.

Clasificar implica siempre **tomar decisiones**: elegir qué rasgos se consideran relevantes, qué niveles de agrupación se van a usar y con qué objetivos. No existe una única forma “correcta” de clasificar los artefactos; más bien, hay **estrategias de clasificación** más o menos adecuadas según las preguntas de investigación, el tipo de registro disponible y las tradiciones regionales (Aschero, 1975; Andrefsky, 1998). Esta sección aborda tres dimensiones que en la práctica se entrelazan: (i) los **niveles de análisis** a los que aplicamos nuestras categorías; (ii) las clasificaciones **tipológicas y tecnológicas**, que organizan artefactos en función de su forma y de su historia de producción, y (iii) las clasificaciones **funcionales**, apoyadas en los rastros de uso y en la relación entre artefactos y actividades. El objetivo no es ofrecer un “manual de tipos” cerrado, sino mostrar cómo estos enfoques pueden articularse para construir lecturas más ricas de los conjuntos líticos.

Niveles de análisis: del artefacto a la escala regional

Antes de decidir cómo clasificar, es útil preguntarse **en qué nivel de análisis estamos trabajando**. Podemos distinguir, al menos, cuatro niveles que se solapan:

- a) **Artefacto individual**: aquí se describen los rasgos de una pieza particular: materia prima, dimensiones, morfología general, características de plataformas y bulbos, presencia y tipo de retoques, evidencias de uso, alteraciones postdeposicionales. Es el nivel en el que se realizan los registros más detallados y donde se construye la base sobre la que luego se apoyan las agrupaciones (Andrefsky, 1998; Leipus, 2006).
- b) **Subconjuntos dentro de un sitio**: en este nivel se agrupan artefactos en categorías amplias: núcleos, productos de talla, instrumentos, fragmentos indeterminados, posibles percutores, etc. También pueden definirse subconjuntos por áreas funcionales (por ej. materiales asociados a un sector de fogón, a una estructura, a una concentración específica). Este nivel permite examinar cómo se distribuyen las actividades y los procesos de descarte dentro del sitio.
- c) **Conjunto de sitio**: aquí se analiza el conjunto lítico global de un sitio o unidad estratigráfica: proporciones relativas de materias primas, composición por clases artefactuales, diversidad tipológica, estructura de tamaños, intensidades de reducción, frecuencias de artefactos con uso seguro, entre otros. Este nivel es fundamental para discutir la función del sitio, su duración, su inserción en cadenas operativas más amplias y su relación con otros sitios de la región (Nelson, 1991).
- d) **Escala regional**: finalmente, los conjuntos de distintos sitios se comparan en una escala regional, articulando variaciones en materias primas, tipos de artefactos, cadenas operativas y evidencias de uso con modelos sobre movilidad, redes de interacción y organización del espacio. La clasificación en este nivel suele apoyarse en categorías más amplias, y la coherencia de las definiciones es clave para que las comparaciones sean válidas (Torrence, 1989; Leipus, 2006).

Cada nivel requiere decisiones específicas, pero es importante que las categorías utilizadas **sean compatibles entre sí**. Definir de manera poco clara qué se entiende por “núcleo”, “instrumento” o “fragmento indeterminado” en el nivel de artefacto individual puede complicar la interpretación en los niveles de conjunto y región.

De lo mencionado anteriormente se desprende la pregunta: ¿qué registramos cuando comenzamos el análisis de un conjunto lítico? En la Tabla 4.1 se presentan las variables mínimas relevantes que se deben registrar en los primeros pasos del análisis.

Tabla 4.1*Variables para el análisis lítico*

1. Información general

- Código de pieza:
- Sitio / Unidad / Nivel:
- Fecha de registro:
- Analista:

2. Materia prima

- Tipo de roca: ortocuarcita, arenisca, sílex, obsidiana, cuarzo, basaltos, etc.
- Calidad para la talla: alta / media / baja
- Procedencia estimada: local / no local / indeterminada
- Presencia de corteza: sí / no
- % aproximado de corteza: 0–25 / 25–50 / 50–75 / 75–100

3. Clase artefactual (categoría general)

Marcar una:

- ☐ Núcleo
- ☐ Lasca
- ☐ Instrumento formatizado
- ☐ Desecho de talla
- ☐ Ecofacto / geofacto dudoso
- ☐ Fragmento indeterminado

4. Rasgos tecnológicos básicos**Para lascas:**

- Tipo de talón: cortical / liso / facetado / puntiforme
- Bulbo de percusión: marcado / difuso / ausente
- Dirección de extracción: unipolar / bipolar / centrípeta / multidireccional
- Tipo de percusión: directa dura / directa blanda / presión / bipolar

Para núcleos:

- Número de plataformas: 1 / 2 / múltiples
- Grado de agotamiento: bajo / medio / alto
- Método de talla: discoidal / Levallois / prismático / indeterminado

5. Morfometría

- Largo máximo (mm):
- Ancho máximo (mm):
- Espesor máximo (mm):
- Peso (gr):
- Tamaño

- Módulos de Longitud-Anchura y Ancho-Espesor

6. Formataización

- Retoque: sí / no
- Tipo: marginal / abrupto / invasivo / escamoso
- Ubicación: distal / proximal / lateral / múltiple
- Grado de formataización: bajo / medio / alto

7. Función y rastros de uso (si aplica)

- Micropulido, estrías, redondeamiento del filo y microlascados: presencia / ausencia / tipo
- Gestos de uso: corte / aserrado / raspado / perforación / múltiple
- Alteración térmica: sí / no
- Fracturas de uso: presentes / ausentes

8. Procesos postdepositacionales (tafonomía)

- Rodamiento: bajo / medio / alto
- Pátina: leve / moderada / intensa
- Termoalteración natural: sí / no
- Concreciones / carbonatos: sí / no

9. Observaciones

Espacio abierto para notas

Clasificación tipológica: usos, ventajas y riesgos

La tipología fue durante mucho tiempo la herramienta central del estudio lítico. Consiste en agrupar artefactos en tipos definidos a partir de ciertos rasgos morfológicos considerados relevantes, como la forma del contorno, la sección, la presencia de determinados filos, la simetría o la ubicación y el tipo de retoque, entre otros (Aschero, 1975; Andrefsky, 1998). En el ámbito sudamericano y argentino se han desarrollado tipologías específicas que responden a tradiciones de investigación particulares. El trabajo clásico de Aschero, por ejemplo, propone una tipología morfo-funcional que busca ser explícita y operativa a la hora de describir artefactos formataizados, manteniendo un equilibrio entre el detalle descriptivo y la comparabilidad. Comentamos que, luego de décadas, la tipología de Aschero será publicada por la editorial de la UNT (EDUNT) y estará disponible para todo interesado en la materia (Aschero, 2026).

Las ventajas de la tipología son evidentes: permite resumir grandes volúmenes de información en un número manejable de categorías, facilita la comparación entre sitios y regiones cuando se utilizan sistemas de clasificación compartidos y ayuda a identificar recurrencias formales que pueden relacionarse con tradiciones técnicas, estilos regionales o períodos cronológicos. Sin embargo, apoyarse exclusivamente en la tipología conlleva riesgos importantes. Uno de ellos es la reificación de los tipos, es decir, tratarlos como entidades “naturales” o fijas cuando en realidad son construcciones analíticas. Esto puede llevar a suponer que los grupos “producían tipos” en

lugar de resolver problemas técnicos concretos, y a olvidar la variación interna de cada categoría. Otro riesgo es la tendencia a buscar siempre “equivalentes tipológicos” entre regiones, aun cuando las cadenas operativas, las materias primas y las funciones sean diferentes (Nelson, 1991; Andrefsky, 1998). A ello se suma la posible invisibilización de la variabilidad técnica y funcional que se da dentro de un mismo tipo: un raspador definido como tal por su forma general puede haber sido producido mediante secuencias de talla distintas o haber trabajado materiales muy diversos (Leipus, 2006).

Por estas razones, en la práctica se recomienda utilizar la tipología como un instrumento descriptivo y comparativo, pero no como el único marco interpretativo. Resulta útil saber cuántas raederas, raspadores o puntas hay en un conjunto, siempre que esa información se articule con datos sobre materias primas, cadenas operativas y rastros de uso.

Clasificación tecnológica: secuencias de producción y atributos técnicos

La clasificación tecnológica organiza los artefactos en función de rasgos vinculados con su historia de producción y con su posición en la secuencia de talla. En lugar de agrupar las piezas por su forma global, prioriza atributos como los tipos de núcleos definidos según la organización de las superficies de extracción (núcleos unifaciales, bifaciales, poliédricos, prismáticos o discoidales), las características de las plataformas y los bulbos en los productos de talla (ángulos, tipo de preparación, presencia de talones facetados, corticales o lisos), las modalidades de retoque (directo, inverso, alterno, bifacial), su extensión e intensidad, y las evidencias de reciclaje y de cambios de función a lo largo de la vida del artefacto.

Este tipo de clasificación está directamente ligado al enfoque de las cadenas operativas y al estudio de la organización tecnológica (Boëda, 1991; Nelson, 1991). Permite identificar sistemas de reducción específicos (la explotación laminar sobre núcleos prismáticos, la reducción bifacial o distintos esquemas discoidales); distinguir entre productos de talla que ocupan posiciones diferentes en la secuencia, desde las etapas iniciales de desbaste hasta la formatización final y el mantenimiento de filos; y reconocer la intensidad de explotación de núcleos e instrumentos, lo que a su vez se relaciona con estrategias de conservación, expeditividad o reciclaje (Nelson, 1991; Leipus, 2006).

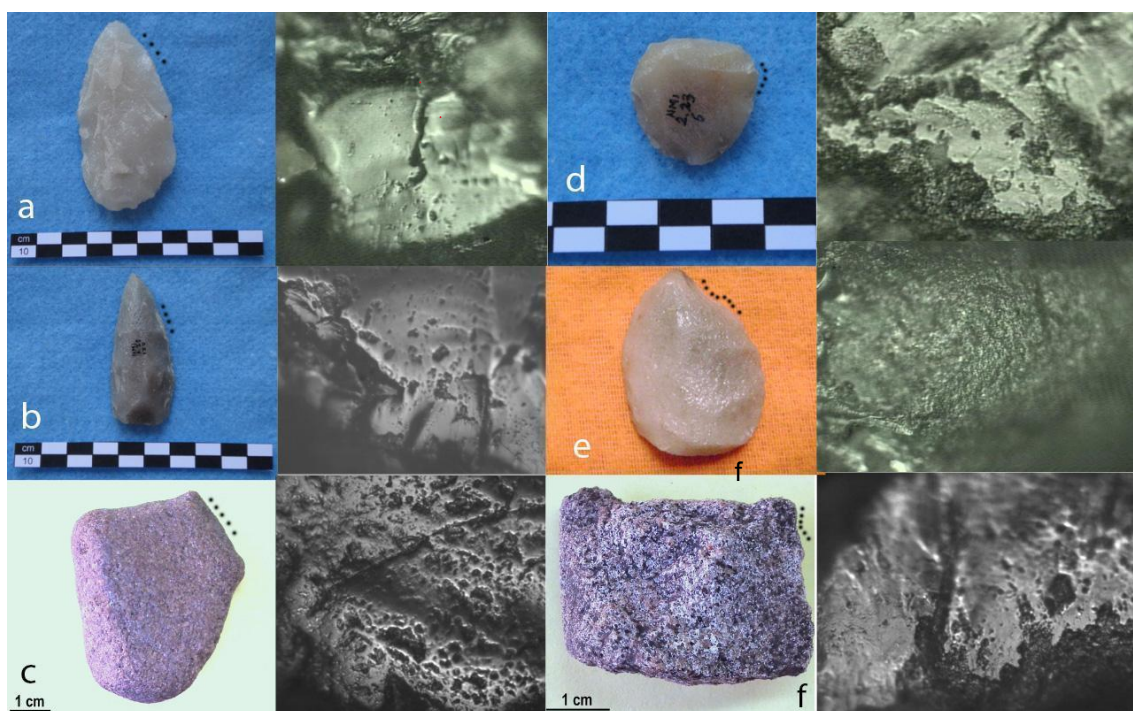
A diferencia de la tipología clásica, la clasificación tecnológica no se pregunta en primer lugar “qué forma tiene este artefacto”, sino “qué operaciones lo generaron” y “qué lugar ocupa dentro de la secuencia de producción y uso”. Por ello, dos piezas que no encajarían en un mismo “tipo” desde el punto de vista morfológico pueden compartir una historia técnica similar y, en consecuencia, agruparse tecnológicamente. Para la formación de estudiantes, este enfoque posee además un valor didáctico significativo, ya que obliga a mirar más allá de la silueta general y a atender a detalles que remiten a decisiones concretas de talla, uso y mantenimiento.

Clasificación funcional: artefactos, rastros de uso y actividades

La **clasificación funcional** se apoya en la relación entre artefactos y **actividades concretas**, tal como se manifiesta en los rastros que deja el uso sobre los filos y superficies activas. En este campo, los trabajos pioneros de Semenov (1964) y el desarrollo posterior de los análisis de rastros de uso (Keeley, 1980) marcaron un giro importante: mostraron que muchos artefactos considerados “desechos” o “instrumentos secundarios” tenían, de hecho, una participación significativa en tareas de corte, raspado, perforación o pulido (Figura 4.4).

Figura 4.4

Rastros de uso en filos arqueológicos. Trabajo longitudinal sobre madera: (a) y (b) raederas de ortocuarcita, sitio Nutria Mansa 1, Buenos Aires; (c) filo natural de arenisca, Fm Ituzaingó, sitio Los Tres Cerros 1, Entre Ríos. Trabajo transversal sobre piel: (d) raspador de ortocuarcita, sitio Nutria Mansa 1, Buenos Aires; (e) raedera de ortocuarcita, sitio Alero Curicó, Buenos Aires, y (f) filo natural de arenisca de la Fm Ituzaingó, sitio Laguna del Negro, Entre Ríos



En la tradición de análisis funcional de base microscópica desarrollada en Sudamérica, se ha propuesto organizar la información en varios niveles (Mansur, 1999; Leipus, 2006):

- a) Un primer nivel distingue entre **filos con uso seguro**, **filos sin uso** y **filos no determinables por presentar alteraciones postdepositacionales**. Para asignar un filo a la categoría de uso seguro se requiere observar conjuntos de rastros coherentes entre sí -microlascados, estrías y micropulidos- y compatibles con colecciones de referencia experimentales.

- b) Un segundo nivel diferencia los tipos de **material trabajado** (madera, hueso, piel, carne, vegetales, materiales duros minerales, etc.) y **gestos de uso** (corte, raspado, aserrado, cepillado, perforado), sobre la base de la combinación de microlascados y microrrastros (estrías y micropulidos), su localización en el filo y su disposición (Keeley, 1980; Mansur, 1999; Leipus, 2006).
- c) Un tercer nivel vincula estos resultados con **categorías de actividad** más amplias (por ej. trabajo de pieles, procesamiento de plantas, faenamiento de animales, trabajo de madera para enmangues o artefactos óseos, actividades simbólicas), articulando la información funcional con el contexto arqueológico y con otras líneas de evidencia.

La clasificación funcional puede **desarmar** o **matizar** las categorías tipológicas y tecnológicas (Figura 4.4). No es raro que lascas clasificadas tipológicamente como “desechos” revelen, bajo el microscopio, rastros de uso intenso, mientras que instrumentos formatizados (por ej. ciertos raspadores) no muestran evidencias claras de haber sido utilizados o fueron usados de maneras distintas a las esperadas (Semenov, 1964; Mansur, 1999; Leipus, 2006). En este sentido, el análisis funcional contribuye a construir una clasificación más cercana a la **vida social de los artefactos**, en la medida en que integra información sobre su papel efectivo en las prácticas cotidianas.

Articulación entre tipología, tecnología y función

En la práctica, las tres dimensiones de clasificación -tipológica, tecnológica y funcional- no se excluyen, sino que se complementan. Un mismo proyecto puede, por ejemplo, apoyarse en una tipología explícita para describir y comparar conjuntos en términos de formas, asegurando continuidad con investigaciones previas de la región (Aschero, 1975; Andrefsky, 1998). Al mismo tiempo, incorporar una clasificación tecnológica que permita reconstruir cadenas operativas, identificar sistemas de reducción y discutir estrategias de organización tecnológica (Boëda, 1991; Nelson, 1991; Mansur, 1999); y, además, desarrollar una clasificación funcional basada en el análisis de rastros de uso, con categorías claras y criterios de asignación fundados en colecciones experimentales (Semenov, 1964; Keeley, 1980; Mansur, 1999; Leipus, 2006).

La clave está en no confundir los niveles: un “raspador” remite a una categoría tipológica; una “lasca de mantenimiento de filos sobre ortocuarcita no local”, a una categoría tecnológica y un “filo con uso de raspado de pieles”, a una categoría funcional. Un mismo artefacto puede pertenecer simultáneamente a las tres, o no encajar del todo en alguna de ellas, según el grado de conservación y la información disponible.

Para la interpretación arqueológica resulta especialmente fructífero explorar tanto las convergencias como las divergencias entre estas clasificaciones. Cuando determinados tipos tipológicos se asocian de manera sistemática a cadenas operativas específicas y a usos recurrentes, es posible proponer relaciones relativamente estables entre forma, técnica y función para ciertos contextos. En cambio, cuando se observa que una misma forma se produce

mediante secuencias técnicas diversas y cumple funciones variadas, o que funciones similares se resuelven con artefactos muy distintos, se abre la discusión sobre flexibilidad técnica, tradiciones de aprendizaje, innovación y variación intragrupal (Leipus, 2006).

Es importante transmitir que clasificar no equivale a etiquetar mecánicamente, sino a construir herramientas analíticas que permitan formular preguntas pertinentes y explícitas. La invitación es a leer las tipologías y los sistemas clasificatorios no como listas cerradas de tipos, sino como propuestas de organización de la variabilidad que pueden ajustarse, combinarse y criticarse en función de los problemas de investigación que se deseen abordar.

Estudios tecnológicos en macro y microescala

En las secciones anteriores vimos que el análisis tecnológico se interesa por las decisiones que toman los grupos humanos respecto de las materias primas, las secuencias de producción, el diseño de los artefactos y su vida útil. Un problema central, sin embargo, es **desde qué escala** observamos esas decisiones. No es lo mismo describir en detalle la historia de un solo instrumento que caracterizar patrones de descarte en un sitio, o comparar la composición de conjuntos de toda una región. La noción de **micro** y **macroescala** propone precisamente pensar el análisis tecnológico como un juego de idas y vueltas entre distintos niveles de observación, evitando quedarse sólo en el detalle de la pieza o sólo en la estadística del conjunto (Nelson, 1991; Torrence, 2001). Esta sección explora esa articulación, con énfasis en: (i) qué se observa en la microescala y qué en la macroescala; (ii) cómo se conectan ambas a través de protocolos de registro coherentes; y (iii) qué tipos de preguntas se pueden formular desde cada nivel y cómo se enriquecen mutuamente.

¿Qué entendemos por microescala?

La **microescala** no se define sólo por el aumento de los instrumentos ópticos, sino sobre todo por el tipo de fenómenos que se buscan observar: decisiones puntuales, gestos específicos, detalles de la secuencia de talla o de uso, variaciones dentro de un mismo tipo formal. Es el nivel donde se examina de cerca la “biografía” de cada artefacto. En este plano entran, por ejemplo:

- a) La sucesión de extracciones sobre un núcleo, tal como se infiere a partir de la organización de los negativos y de las plataformas;
- b) las huellas de reactivación de filos en un instrumento, que permiten reconocer episodios de mantenimiento y cambios en la función;
- c) los microlascados, estrías y micropulidos que se desarrollan en los filos y que informan sobre materiales trabajados y gestos de uso (Semenov, 1964; Keeley, 1980; Mansur, 1999; Leipus, 2006), y

- d) las marcas de golpes fallidos, fracturas accidentales o eventos de rotura por impacto, que muestran aspectos no “ideales” de la práctica técnica (Mansur, 1999).

En el trabajo cotidiano, este nivel se aborda combinando: (i) observación macroscópica detallada (lupa de mano, luz rasante) para registrar atributos morfológicos y tecnológicos; (ii) lupa binocular y microscopio de reflexión para el análisis de rastros de uso y alteraciones postdepositacionales, y (iii) comparación sistemática con colecciones experimentales y con protocolos fotográficos o ilustraciones de detalle.

La microescala permite reconstruir **trayectorias individuales**: cómo un artefacto fue tallado, modificado, usado, reactivado, reciclado y finalmente descartado. Pero por sí sola no alcanza para responder preguntas sobre movilidad regional o sobre cambios en la organización tecnológica a largo plazo; para eso es necesario el diálogo con la macroescala (Torrence, 2001).

¿Qué observamos en la macroescala?

La **macroescala** se refiere a los patrones que emergen cuando miramos más allá de la pieza individual y consideramos conjuntos completos, sitios, paisajes y regiones. Aquí interesan menos los detalles de un filo particular y más las **tendencias generales**: proporciones, distribuciones, asociaciones sistemáticas entre variables (Nelson, 1991; Torrence, 2001). Algunos ejemplos de variables típicamente trabajadas en macroescala son:

- a) La **composición global** de un conjunto: proporción de núcleos, productos de talla, instrumentos, fragmentos, posibles percutores, etc.;
- b) la **estructura de materias primas**: qué rocas están presentes, en qué frecuencias relativas y cómo varía esa composición entre diferentes contextos de un mismo sitio o entre sitios de una región;
- c) la **distribución de tamaños** de las piezas puede vincularse con decisiones de reducción, transporte, mantenimiento y descarte;
- d) la **diversidad tipológica y tecnológica**, refiere a cuántas variantes de formas y secuencias de producción se combinan en un mismo conjunto, y
- e) la **distribución espacial** de los artefactos dentro del sitio (concentraciones, asociaciones con estructuras, superposición de actividades) y entre sitios de una misma cuenca o corredor.

En este nivel, los datos se organizan habitualmente en **tablas, gráficos y mapas** que permiten visualizar tendencias, comparar unidades estratigráficas, áreas de actividad y sitios, y formular modelos sobre la función de los lugares, la movilidad de los grupos, las redes de intercambio y la circulación de materias primas (Nelson, 1991).

La macroescala no reemplaza al análisis detallado de los artefactos, pero ofrece un marco para situar esas biografías individuales dentro de historias más amplias. Un conjunto con alta proporción de instrumentos intensamente reactivados puede interpretarse de manera diferente según aparezca en un contexto de campamento residencial, en un lugar de caza especializado o en un espacio que funciona como nodo de intercambio regional.

Diseñar registros que conecten micro y macro

Para que la articulación entre micro y macroescala sea efectiva, no alcanza con “hacer muchas fichas” y luego contar ítems. Es necesario **pensar el diseño del registro** desde el inicio, de modo que la información relevante en la escala de la pieza sea comparable y agregable en la escala del conjunto y de la región (Torrence, 2001; Leipus, 2006). Esto implica, entre otras cosas:

- a) Definir un **conjunto básico de atributos** que se registrarán en todos los artefactos, más allá de que luego se hagan estudios específicos (por ej. análisis funcional en una submuestra). Esos atributos deben ser claros, reproducibles y medibles.
- b) Incluir en las fichas de artefacto **campos que faciliten el pasaje a la macroescala**, como códigos de materia prima, categorías tecnológicas y tipológicas, indicadores de posición en la cadena operativa, presencia o ausencia de rastros de uso, tipos de alteración postdeposicional.
- c) Mantener criterios consistentes para la definición de categorías como “núcleo”, “instrumento”, “fragmento indeterminado”, “posible percutor”, ya que estos rótulos serán la base para la construcción de tablas y gráficos comparativos.
- d) Garantizar que la información espacial -coordenadas, unidades de excavación, niveles, asociaciones con rasgos- esté integrada al registro de artefactos, de manera de poder pasar de mapas de densidad lítica a interpretaciones sobre actividades diferenciadas (Leipus, 2006).

En el caso del análisis funcional, por ejemplo, resulta crucial que los resultados se registren de manera sistemática: no sólo “sí / no” de uso, sino categorías que permitan luego agrupar por tipo de material trabajado y por gesto (raspado, corte, perforación, etc.). De ese modo se puede pasar de la observación detallada de un filo a patrones como “alta frecuencia de uso de raspado de pieles en un sector del sitio” o “predominio de trabajo de madera en artefactos sobre materias primas no locales” (Leipus, 2006). Un buen diseño de registro funciona, en este sentido, como un “puente” entre los niveles: conserva la riqueza de la microescala, pero la hace legible en la macroescala.

Ejemplos de articulación micro–macro en el estudio lítico

En la arqueología argentina y sudamericana se han desarrollado múltiples estudios donde la combinación de micro y macroescala permitió formular interpretaciones más sólidas que las que se habrían derivado de un único nivel de análisis (Mansur, 1999; Leipus, 2006). Podemos sintetizar algunos tipos de articulación frecuentes:

- a) **Patrones de mantenimiento y movilidad:** el análisis funcional y tecnológico detallado puede mostrar que ciertos instrumentos presentan múltiples episodios de reactivación y reciclaje, evidenciados por superposición de microlascados y micropulidos de distinta orientación, cambios en la forma de los filos y reducción progresiva del tamaño. Cuando estos artefactos

se elaboran sobre materias primas no locales y aparecen en conjuntos con alta proporción de desechos de mantenimiento, pueden interpretarse como parte de estrategias de **conservación** asociadas a contextos de alta movilidad o de acceso restringido a fuentes (Nelson, 1991).

- b) **Sitios especializados y sitios residenciales:** en ciertos contextos, la macroescala revela conjuntos dominados por desechos de talla inicial, con numerosos núcleos poco agotados y escaso material con rastros de uso, lo que sugiere actividades centradas en la producción de soportes o preformas. En otros, la composición se inclina hacia instrumentos usados, filos reactivados y desechos de mantenimiento, con menor representación de fases tempranas de la cadena operativa. La microescala -a través del análisis de rastros de uso y de cambios en los filos- permite precisar qué actividades se desarrollaron en cada caso (por ej. trabajo intensivo de pieles, de madera o faenamiento), reforzando la interpretación de **sitios especializados** frente a **campamentos residenciales** o a lugares de paso (Leipus, 2006).
- c) **Circulación de materias primas y redes de interacción:** los estudios arqueométricos de procedencia, combinados con el análisis tecnológico y funcional, han mostrado que ciertos materiales -como las obsidias andinas- circulan en formas y contextos específicos: puntas de proyectil, cuchillos o instrumentos finos que se asocian a ciertas actividades o a contextos simbólicos particulares. La microescala permite identificar qué tipo de uso tuvieron esos artefactos; la macroescala ayuda a entender cómo se distribuyen en el paisaje y qué papel cumplieron en redes de intercambio y en la construcción de identidades regionales.
- d) **Relación entre el material lítico y otras tecnologías:** el trabajo detallado sobre rastros de uso ha puesto de relieve, en varios contextos, la importancia de materiales como la madera, el hueso, el cuero o las fibras vegetales en la vida cotidiana, aunque estos no se preservan bien en el registro arqueológico. Al reconocerse, a nivel de la microescala, micropulidos y estrías asociadas a trabajo de madera para empuñaduras o soportes, o a procesamiento de fibras para cordelería, la macroescala puede entonces integrar estos datos con distribuciones de artefactos óseos, restos vegetales y estructuras, para reconstruir **sistemas tecnológicos integrados** donde el lítico es sólo una parte (Leipus, 2006).

En todos estos casos, la clave está en no considerar las observaciones de detalle como “anécdotas microscópicas” ni los grandes patrones estadísticos como “abstracciones sin espesor”. La fuerza del enfoque reside precisamente en el diálogo entre ambos planos.

Escala y formulación de preguntas de investigación

Pensar en términos de micro y macroescala tiene también una dimensión metodológica muy concreta: ayuda a formular **preguntas de investigación ajustadas** al tipo de información disponible y a las herramientas de análisis que se aplicarán. Al diseñar un proyecto sobre materiales líticos, resulta útil preguntarse: (i) ¿qué aspectos del registro requieren observaciones en microescala (por ej. rastros de uso, secuencias finas de talla, microfracturas por impacto)?;

(ii) ¿qué preguntas se juegan en la macroescala (movilidad, redes de interacción, variaciones regionales, cambios a largo plazo en la organización tecnológica)?, y (iii) ¿cómo se van a conectar esas dos dimensiones a través de las fichas de registro, los planes de muestreo, los análisis estadísticos y la interpretación final?

El objetivo no es que las y los estudiantes memoricen listas de variables, sino que aprendan a reconocer que **toda decisión analítica implica elegir una escala**, y que esta elección condiciona qué cosas se vuelven visibles y qué cosas quedan en segundo plano (Nelson, 1991; Torrence, 2001). Ser consciente de esa elección es un paso fundamental para construir análisis más reflexivos y comparables.

Rastros tecnológicos y postdepositacionales

El reconocimiento de los rastros tecnológicos y de los rastros postdepositacionales es tan importante como la identificación de los rastros de uso. Si no se diferencian con claridad estos tres grupos de modificaciones, uso, tecnología y procesos postdepositacionales, se corre el riesgo de sobre interpretar la funcionalidad del conjunto o de subestimar procesos de formación del registro.

Rastros tecnológicos

Llamamos **rastros tecnológicos** a las huellas generadas durante la **manufactura**, reconfiguración o mantenimiento del artefacto lítico, es decir, antes de su uso efectivo como herramienta (o bien en fases de reformatización entre eventos de uso).

Entre los rastros tecnológicos se incluyen los negativos de lascado vinculados al retoque o al modelado del soporte; las microfracturas y microlascados producidos por el propio proceso de talla (percusiones fallidas, sobrepasadas o accidentes de talla); las estrías y alisamientos resultantes de operaciones de pulido, biselado o regularización del filo; así como huellas derivadas del enmangue y de ajustes técnicos, en forma de pequeños aplastamientos o microlascados asociados al calce del filo en el mango. Estos rasgos se caracterizan por:

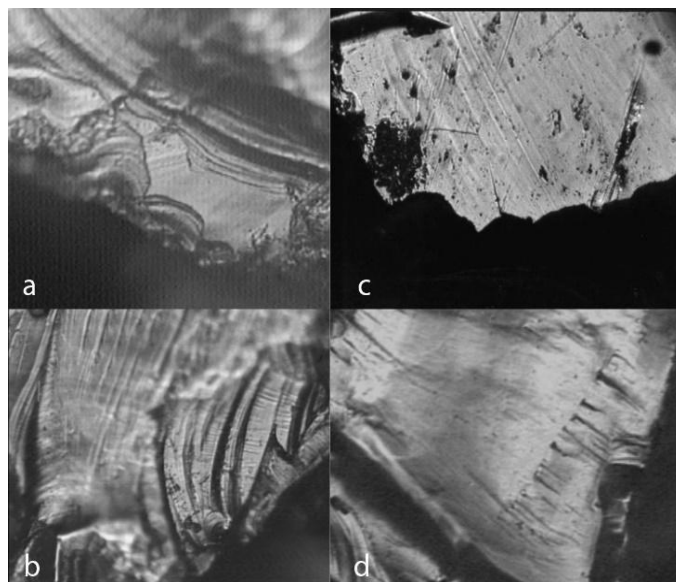
- a) **Distribución:** suelen ubicarse en zonas donde se concentraron operaciones de talla (bordes retocados, plataformas, puntos de iniciación de las extracciones), como también pueden aparecer en series regulares siguiendo el ritmo del retoque o la preparación de la plataforma.
- b) **Morfología:** refiere a microlascados con terminaciones frescas, angulosas y morfología relativamente homogénea, asociados a la secuencia de talla; como así también a estrías rectilíneas, poco profundas, que pueden ser paralelas a aristas tecnológicas o a direcciones de extracción, sin asociación necesaria con micropulidos de uso.
- c) **Relación con la microtopografía:** afectan principalmente las aristas de negativos de lascado y las zonas de impacto, dejando escalones, sobrepasados y superficies facetadas. El

alisamiento tecnológico es habitualmente localizado (por ej. sólo en la banda pulida de un hacha pulida) y presenta un aspecto más “técnico” que funcional.

Para el análisis funcional es clave no confundir estos rastros con evidencias de uso. Como criterio práctico, cuando los rastros se concentran exclusivamente en el borde recién retocado y no se asocian a micropulidos ni a estrías con una orientación coherente con una cinemática de trabajo, es más probable que se trate de rastros tecnológicos y no funcionales. Del mismo modo, en piezas intensamente reformatizadas, una parte importante de los rastros de uso antiguos puede haber sido removida; en esos casos, el registro tecnológico se vuelve dominante y debe ser identificado y separado cuidadosamente antes de proponer cualquier hipótesis sobre las actividades realizadas con el artefacto (Figura 4.5).

Figura 4.5

Rastros tecnológicos. (a) y (b) microlascados, ondas y estrías de percusión; (c) estrías de percusión; (d) estrías en forma de cometa. Microscopio óptico de reflexión. 200X



Rastros postdepositacionales y alteraciones superficiales

Los rastros postdepositacionales son aquellos generados por procesos físicos, químicos y biológicos que actúan sobre los artefactos luego de su descarte (Figuras 4.6 y 4.7). No informan sobre el uso del instrumento, pero sí sobre la historia tafonómica del conjunto y, sobre todo, pueden imitar parcialmente algunos rastros de uso, por lo que resulta indispensable diagnosticarlos con cuidado. Entre los procesos más frecuentes se encuentran la **abrasión sedimentaria** y el **pisoteo**, que producen un redondeamiento generalizado de las aristas expuestas, esquirlamiento caótico y microlascados aislados sobre múltiples bordes, así como estrías de orientación aleatoria, que se cruzan en diferentes direcciones y no se asocian a micropulidos diagnósticos. La **alteración química** y la formación de pátinas generan

opacificación de la superficie, microcorrosión y, en casos extremos, disolución diferencial de matriz y cristales; el redondeamiento puede extenderse de manera homogénea sobre toda la pieza, incluida la cara no activa, en contraste con el patrón más localizado que suele presentar el uso. La acción de **raíces** y otros agentes de bioturbación produce microperforaciones irregulares, halos de disolución, marcas subparalelas vinculadas al crecimiento radicular y depósitos selectivos de óxidos o carbonatos, que atraviesan indistintamente zonas activas e inactivas del artefacto. La **termoalteración** y la **meteorización**, por su parte, provocan craquelados, exfoliación, cambios de color, fracturas cúbicas o concéntricas y pérdida parcial de la superficie original, pudiendo destruir rastros de uso preexistentes o generar microfisuras que no guardan relación con gestos técnicos ni funcionales.

Figura 4.6

Alteraciones postdepositacionales macroscópicas. a) instrumento de arenisca sin alteración; b) instrumento de arenisca con abrasión fluvial; c) punta de calcedonia con musgo; d) bifaz de toba con pátina de Manganese



Nota. Adaptado de *Arqueología en la cuenca media del río Uruguay*, Álvarez, 2025, figura 8.11.

A la hora de distinguir entre rastros postdepositacionales y rastros funcionales, resultan útiles algunos criterios operativos. En términos de coherencia espacial, los rastros de uso se concentran habitualmente en zonas activas bien delimitadas, como filos, puntas, y superficies específicas; mientras que las alteraciones postdepositacionales tienden a distribuirse de manera difusa y afectan sectores amplios de la pieza.

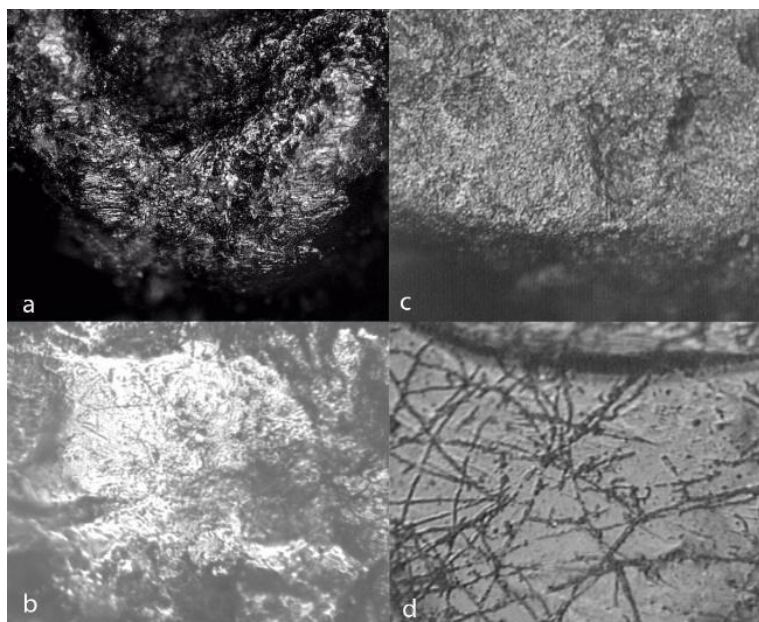
La relación entre micropulidos, estrías y redondeamiento también es indicativa: en el uso real, estos rasgos suelen aparecer asociados y con una orientación congruente con la cinemática de trabajo (longitudinal, transversal u oblicua); mientras que en las alteraciones sedimentarias o químicas el redondeamiento puede presentarse sin micropulido diagnóstico o las estrías carecer

de una dirección dominante. El estado de la microtopografía ofrece otra pista: los micropulidos funcionales tienden a respetarla, rellenando progresivamente depresiones y colmatando zonas bajas, en tanto que las alteraciones químicas severas tienden a “borrarla” o a reemplazarla por superficies corroídas y picoteadas de manera inespecífica (Figura 4.7). Siempre que sea posible, la comparación con fracturas frescas -por ejemplo, roturas accidentales modernas-, proporciona un patrón de referencia para evaluar el grado de modificación posdeposicional del resto de la superficie.

Figura 4.7

Rastros microscópicos desarrollados por agentes postdeposicionales. (a) playa de abrasión con estrías de patrón azaroso de distribución; (b) playa de abrasión y redondeamiento del filo; (c) y (d) abrasión sobre cristales de cuarzo con estrías de patrón azaroso de distribución.

Microscopio óptico de reflexión, 200X



En la práctica, el protocolo más seguro consiste en describir y registrar primero las alteraciones tecnológicas y postdeposicionales, y sólo después avanzar en la interpretación funcional. Este orden de trabajo obliga a explicitar el grado de conservación del conjunto, a reconocer qué porciones de los fillos mantienen una microtopografía potencialmente informativa y a establecer el nivel de confianza de cada diagnóstico de uso. De este modo, el análisis funcional se integra en una lectura más amplia de las prácticas tecnológicas y de los procesos tafonómicos que condicionan la visibilidad de esas prácticas en el registro arqueológico.

Métodos y técnicas arqueométricas aplicadas al estudio de conjuntos líticos

Hasta aquí, el capítulo se centró en cómo describir, clasificar e interpretar los conjuntos líticos a partir de sus rasgos morfológicos, tecnológicos y funcionales. En las últimas décadas se sumó un conjunto de **métodos arqueométricos** que permiten abordar aspectos menos visibles a simple vista: composición mineralógica y química de las rocas, procedencia de materias primas, tratamientos térmicos, presencia de residuos adheridos, entre otros (Andrefsky, 1998). El objetivo de esta sección no es convertir el capítulo en un manual de laboratorio, sino ofrecer un panorama sintético de las principales técnicas aplicadas al material lítico, las preguntas que permiten formular y algunas precauciones básicas. La idea es que las y los estudiantes puedan reconocer qué tipo de información aporta cada método y cómo se integran sus resultados con el análisis tecnológico y funcional ya presentado.

El análisis funcional como vía arqueométrica temprana

El análisis funcional de base microscópica fue una de las primeras aproximaciones que incorporó de manera sistemática recursos ópticos y experimentación controlada para estudiar el material lítico (Semenov, 1964; Keeley, 1980). En la tradición desarrollada en Sudamérica, el análisis funcional se apoya en el uso de lupas binoculares y microscopios de reflexión, en programas de experimentación que controlan variables como tipo de materia prima, material trabajado, gesto y tiempo de uso, y en protocolos de descripción detallada de microlascados, micropulidos, estrías, redondeamientos y alteraciones postdepositacionales (Mansur, 1999; Leipus, 2006). Desde este punto de vista, puede considerarse una técnica arqueométrica en la medida en que: (i) se basa en criterios replicables, articulados con colecciones de referencia; (ii) permite generar datos cuantificables (por ej. porcentajes de filos con uso seguro, frecuencias de determinadas combinaciones de rastros, distribución de materiales trabajados), e (iii) integra información microscópica con modelos tecnológicos y contextuales, lo que abre la puerta a inferencias sobre organización del trabajo, prácticas de aprendizaje y dinámicas de uso del espacio. En los últimos años se han incorporado, de modo creciente, otros métodos físicos y químicos que apuntan principalmente a la caracterización de materias primas y a la procedencia de recursos.

Petrografía en sección delgada y caracterización mineralógica

La petrografía en sección delgada es una de las técnicas más utilizadas para caracterizar el material lítico desde el punto de vista mineralógico y textural. Consiste en preparar láminas muy

delgadas de roca y observarlas al microscopio petrográfico con luz transmitida, a veces complementada con luz reflejada. En el estudio de conjuntos líticos, la petrografía permite:

- a) Distinguir variedades de rocas que pueden parecer similares a simple vista (por ej. cuarcitas de distintos grupos o formaciones);
- b) reconocer microtexturas (orientación de granos, cementos, recristalización) que influyen en la calidad para la talla y en el desarrollo de rastros de uso, y
- c) establecer correspondencias entre artefactos y fuentes potenciales a partir de asociaciones mineralógicas y texturales, especialmente en contextos donde las fuentes están bien mapeadas geológicamente (Andrefsky, 1998).

En términos metodológicos, la petrografía plantea algunos desafíos importantes. Por un lado, supone destruir una parte del artefacto para obtener la sección delgada, de modo que suele aplicarse sobre desechos representativos, instrumentos muy fragmentados o piezas seleccionadas con especial cuidado. Por otro lado, requiere una colaboración estrecha entre arqueólogos y geólogos, tanto en la definición de las estrategias de muestreo como en la interpretación conjunta de los resultados. En la arqueología argentina, estudios petrográficos han contribuido a precisar las diferencias entre ortocuarcitas explotadas en la región pampeana, a distinguir variedades de basaltos y vulcanitas en distintas áreas y a discutir la existencia de “paquetes” de materias primas asociados a circuitos de movilidad o a unidades geológicas específicas.

Geoquímica elemental y procedencia de materias primas

La geoquímica elemental se ha convertido en una herramienta clave para estudiar la procedencia de materias primas líticas, en particular en rocas volcánicas como las obsidianas; pero también en otras litologías cuando las diferencias composicionales son suficientemente marcadas. Entre las técnicas más utilizadas se encuentran:

- a) **Activación neutrónica instrumental (INAA):** permite determinar concentraciones de elementos traza con gran precisión. Ha sido ampliamente usada en estudios de obsidiana, donde la combinación de elementos traza genera “firmas” características de cada fuente. Su principal limitación es que requiere equipamiento especializado y acceso a reactores nucleares.
- b) **Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS, LA-ICP-MS):** ofrece análisis multielementales muy sensibles. En su modalidad con ablación láser (LA-ICP-MS), el muestreo puede ser muy localizado y con mínima destrucción visible. Se utiliza para distinguir fuentes y para estudiar variaciones dentro de una misma fuente.
- c) **Fluorescencia de rayos X (FRX y pXRF portátil):** la FRX de laboratorio permite obtener composiciones elementales en una amplia gama de elementos mayores y traza. Las versiones portátiles (pXRF) se han difundido notablemente en la última década, ya que permiten medir artefactos y muestras de fuentes *in situ*, a menudo sin necesidad de muestreo destructivo, aunque con menor precisión y con limitaciones para ciertos elementos.

Estas técnicas han sido aplicadas extensamente en América del Sur para diferenciar fuentes de obsidiana en el NOA y en Patagonia, delimitando áreas de captación y circuitos de circulación de materias primas; para discutir si determinados conjuntos reflejan la circulación de materia prima bruta, de preformas o de artefactos terminados; y para explorar la relación entre la distribución de materias primas exóticas y procesos de agregación, alianzas o construcción de marcadores identitarios. Más allá de las propiedades técnicas de cada método, desde el punto de vista arqueológico la clave reside en definir con claridad qué preguntas de procedencia se buscan responder, por ejemplo, cuántas fuentes abastecen una región o si los materiales de un sitio provienen de las mismas fuentes que los de otro, y en diseñar una estrategia de muestreo adecuada, de modo que los resultados sean representativos de los conjuntos y comparables entre distintos sitios.

Otros métodos: DRX, espectroscopías y análisis de residuos

Además de la petrografía y la geoquímica elemental, existen otros métodos que, aunque se aplican de manera más puntual, pueden aportar información relevante sobre la historia de los artefactos líticos. Entre las técnicas analíticas podemos mencionar:

- a) La **difracción de rayos X (DRX)**: se utiliza principalmente para identificar fases mineralógicas cristalinas. En el caso de los artefactos líticos, permite: (i) caracterizar rocas de composición compleja donde la observación petrográfica no es suficiente; y (ii) detectar cambios mineralógicos asociados a tratamientos térmicos, por ejemplo, en sílices y ftanitas sometidas a calentamiento controlado para mejorar su calidad de talla. Los datos de DRX cobran mayor sentido cuando se combinan con información tecnológica (evidencias de alteración térmica, cambios de color, diferencias en el comportamiento de la fractura) y con experimentación dirigida a reproducir esos procesos.
- b) Las **técnicas espectroscópicas**: entre ellas se destacan la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y la espectroscopía Raman. Se han aplicado para: (i) caracterizar transformaciones estructurales en sílices sometidas a calor, contribuyendo a la identificación de tratamientos térmicos; (ii) detectar ciertos tipos de residuos orgánicos o inorgánicos adheridos a las superficies (grasas, carbonatos, pigmentos), especialmente cuando se combinan con otras técnicas de análisis de residuos. En contextos donde se sospecha el uso de colorantes, adhesivos o agentes de enmangue, estos métodos pueden ofrecer indicios sobre materiales que no se conservan en forma macroscópica.
- c) Los **análisis de residuos**: buscan identificar, a partir de restos microscópicos preservados sobre la superficie de los artefactos, materiales con los que estos estuvieron en contacto: restos vegetales, fibras, fragmentos óseos, residuos de sangre, grasas, pigmentos minerales, entre otros. Dependiendo del tipo de residuo, se recurre a: (i) observación microscópica detallada (por ej. para reconocer fitolitos, granos de almidón, fibras vegetales o micro fragmentos óseos), y (ii) técnicas químicas o inmunológicas para la detección de proteínas y lípidos específicos (GC-MS,

ELISA, etc., en contextos donde se dispone del equipamiento y del marco ético y de conservación adecuado). En combinación con el análisis funcional y con la interpretación contextual, los estudios de residuos pueden reforzar las inferencias sobre materiales trabajados y actividades realizadas, especialmente en casos donde los rastros de uso son ambiguos o donde se sospecha el uso de sustancias particulares (adhesivos, colorantes, etc.).

Criterios, preguntas e integración interpretativa en arqueología

Criterios de selección, muestreo e integración de resultados

La disponibilidad creciente de técnicas arqueométricas no significa que deban aplicarse de forma indiscriminada. Al contrario, cada método conlleva costos, requerimientos de equipamiento y niveles de destrucción que obligan a diseñar estrategias de muestreo cuidadosas y a articular los resultados con el análisis tecnológico y funcional ya realizado (Andrefsky, 1998). Algunos criterios generales para la selección y uso de estos métodos son:

- a) **Claridad en las preguntas:** antes de decidir qué técnica aplicar, es indispensable tener formuladas preguntas concretas: ¿queremos saber cuántas fuentes abastecen un conjunto?, ¿distinguir variedades de una misma roca?, ¿reconocer tratamientos térmicos?, ¿identificar residuos de determinados materiales? Las preguntas deben conectarse con problemas arqueológicos más amplios (movilidad, redes de interacción, organización tecnológica, prácticas rituales), no sólo con la curiosidad por “saber de dónde viene la roca”.
- b) **Representatividad y ética del muestreo:** muchos métodos implican muestreo destructivo, aunque sea mínimo. Esto exige seleccionar cuidadosamente las piezas, privilegiando desechos o fragmentos poco diagnósticos cuando sea posible, y discutir con las instituciones responsables (museos, comunidades) el alcance del muestreo. Es importante que el conjunto de muestras sea representativo de la variabilidad del sitio o región: no concentrarse sólo en las piezas “bonitas” o excepcionales, sino incluir materiales comunes que informan sobre prácticas cotidianas.
- c) **Integración con el análisis tecnológico y funcional:** los resultados arqueométricos tienen sentido pleno cuando se integran con la información sobre materias primas, cadenas operativas, estrategias tecnológicas y rastros de uso. Por ejemplo, identificar que ciertas obsidianas provienen de una fuente distante cobra otro significado si sabemos que aparecen en forma de puntas de proyectil muy trabajadas, con rastros de uso específicos, y asociadas a contextos particulares (Mansur, 1999; Leipus, 2006).
- d) **Comunicación clara de incertidumbres:** ninguna técnica ofrece “verdades absolutas”. En la interpretación es fundamental explicitar márgenes de error, limitaciones del método y alternativas posibles. En el ámbito docente, es útil mostrar que la arqueometría no es una

“caja negra” que produce respuestas definitivas, sino un conjunto de herramientas que, bien usadas, complementan y matizan lo que ya sabemos por otras vías.

En síntesis, los métodos y técnicas arqueométricas aplicadas al material lítico amplían el abanico de preguntas que podemos formular y la precisión con la que podemos responderlas. Pero su potencial sólo se realiza plenamente cuando se integran a una perspectiva tecnológica y funcional bien fundamentada, que tenga en cuenta la escala de análisis, los procesos de formación del registro y las dimensiones sociales y simbólicas de la tecnología.

Preguntas de investigación e implicancias arqueológicas

A esta altura del capítulo, las y los estudiantes ya han visto que el estudio de los materiales líticos no se agota en nombrar tipos de instrumentos ni en describir materias primas, sino que permite formular preguntas de fondo sobre la vida social de las tecnologías. Para cerrar, vale la pena retomar de manera integrada algunos ejes que atraviesan la investigación sobre conjuntos líticos en distintas regiones del país y que, al mismo tiempo, condensan los aportes de las perspectivas tecnológicas y funcionales presentadas en las secciones anteriores.

Un primer eje tiene que ver con la relación entre **materias primas, técnicas de talla y usos concretos**. Preguntar qué rocas se usan, cómo se tallan y para qué actividades abre la puerta a discusiones sobre disponibilidad de recursos, movilidad y organización del trabajo. En la región pampeana, por ejemplo, los análisis funcionales han mostrado que las ortocuarcitas de buena calidad no sólo se invierten en instrumentos retocados, sino también en lascas sin retoque que, sin embargo, presentan rastros de uso intensivo, sobre todo vinculados al trabajo de madera (Leipus, 2006). Lejos de ser simples “desechos”, muchas lascas se revelan como instrumentos efectivos, lo que obliga a revisar categorías demasiado rígidas entre “productos” y “residuos” y a ver en la selección de ciertas lascas una decisión técnica y económica deliberada (Mansur, 1999; Leipus, 2006). Vinculado con esto, los conjuntos líticos permiten seguir cambios en la explotación de recursos a lo largo del tiempo. Variaciones en la frecuencia de rastros de uso asociados a madera, pieles, hueso, vegetales o materiales duros pueden interpretarse en diálogo con otras líneas de evidencia (faunísticas, arqueobotánicas, paleoambientales) para discutir transformaciones en la base económica, en las estrategias de subsistencia o en la organización del trabajo. En algunos casos, el aumento o disminución de ciertas actividades reconocidas a través del microuso se correlaciona con cambios en la intensidad de reactivación de instrumentos o en la selección de determinadas materias primas, sugiriendo momentos de mayor presión sobre recursos clave o reconfiguraciones en los patrones de movilidad (Nelson, 1991; Leipus, 2006).

Un segundo eje, muy relevante en la tradición local, se vincula con la **visibilización de otras tecnologías “invisibles” a través del análisis lítico**. El caso de la madera en la región pampeana es ejemplar: los micropulidos, los microlascados y las estrías documentadas en numerosos artefactos muestran la centralidad de trabajos sobre madera: fabricación de mangos, astiles y estructuras, aun cuando la madera rara vez se conserve en los sitios (Leipus, 2006). De

modo análogo, en la costa norte del Canal Beagle, los estudios integrados de conjuntos líticos y óseos subrayan el papel del hueso como materia prima tecnológica, complementando al lítico en actividades de caza, pesca y tratamiento de recursos marinos (Mansur, 1999). Lo que emerge de estos ejemplos es una imagen de sistemas tecnológicos multimateriales, donde el lítico es una pieza articulada con la madera, el hueso y las fibras vegetales, y donde los rastros de uso en piedra permiten reconstruir indirectamente todo un conjunto de prácticas técnicas hoy ausentes del registro macroscópico.

Otro conjunto de problemas se organiza en torno a la **distribución espacial y temporal de las actividades técnicas y de uso**. La combinación de análisis tecnológico, funcional y espacial hace posible distinguir sitios o áreas de actividades múltiples de otras más especializadas. Conjuntos dominados por desechos de talla inicial, núcleos poco agotados y escaso material con uso se interpretan como lugares de producción de soportes o talleres ligados al aprovisionamiento. En cambio, conjuntos con alta proporción de instrumentos usados, desechos de mantenimiento y fuerte inversión en la reactivación de filos se asocian con campamentos residenciales o espacios de procesamiento intensivo (Torrence, 1989; Nelson, 1991). A escala intrasitio, la concentración de determinados tipos de rastros de uso, por ejemplo, trabajo de pieles en un sector, trabajos sobre madera en otro, procesamiento de vegetales en un tercero, permite reconstruir áreas de actividad diferenciadas, aportar hipótesis sobre la organización interna del espacio habitacional e incluso explorar continuidades y cambios entre ocupaciones sucesivas.

En estrecha relación con lo anterior, los conjuntos líticos ofrecen indicios sobre la **intensidad y duración de las ocupaciones**. Sitios con baja densidad de artefactos, predominio de soluciones expeditivas y escasa diversidad técnica suelen asociarse a estancias breves o a pasos puntuales; mientras que ocupaciones más prolongadas o recurrentes se expresan en conjuntos densos, variados, con presencia simultánea de fases tempranas y tardías de las cadenas operativas, instrumentos intensamente reactivados y huellas de actividades múltiples (Binford, 1979; Nelson, 1991). Estas lecturas se refuerzan cuando se articulan con datos de estructuras, fogones, basurales, restos zooarqueológicos y otras evidencias.

Finalmente, un cierre necesario del capítulo se relaciona con los **aspectos simbólicos y políticos de la tecnología lítica**. Los artefactos de piedra no son sólo herramientas: también pueden ser depositados como parte de ajueres mortuorios, acumulados en contextos ritualizados, llamados “basureros ceremoniales”, o enterrados en forma de depósitos de núcleos, preformas o instrumentos cuidadosamente seleccionados. En estos casos, el análisis de materias primas, cadenas operativas y rastros de uso ayuda a responder preguntas como: ¿se trata de objetos intensamente utilizados a lo largo de su vida útil o de piezas producidas especialmente para el ritual?, ¿se privilegian rocas exóticas, visualmente distintivas, que remiten a territorios o vínculos sociales específicos?, ¿qué papel juegan estos depósitos en la construcción de memoria, identidad y alianzas intergrupales? En la región pampeana, por ejemplo, el estudio de *caches* de núcleos, lascas grandes con filos naturales, preformas e instrumentos formatizados sobre ortocuarcitas de alta calidad y riolitas ha permitido discutir tanto

estrategias de asegurar recursos en el paisaje como posibles dimensiones simbólicas asociadas al gesto de “litificar” ciertos lugares (Leipus, 2006).

En conjunto, estas líneas de trabajo muestran que el análisis lítico, cuando integra materias primas, cadenas operativas, diseño, análisis funcional, contexto espacial y procesos postdeposicionales, permite pasar de la descripción de “puntas” y “raspadores” a la reconstrucción de **estrategias de vida**: modos de movilidad y uso del espacio, formas de organización del trabajo, relaciones entre tecnologías orgánicas e inorgánicas, prácticas de memoria y demarcación simbólica del territorio. Ese es, en última instancia, el propósito de este capítulo: ofrecer a las y los estudiantes un esqueleto conceptual y metodológico que les permita leer los conjuntos líticos no como colecciones inertes de objetos, sino como huellas densas de los vínculos entre sociedad, técnica y ambiente en la larga duración (Mansur, 1999; Leipus, 2006).

Cerrando el recorrido

A lo largo de este capítulo recorrimos el estudio de los materiales líticos como una vía privilegiada para comprender prácticas técnicas y sociales del pasado. Partimos de conceptos básicos, como tecnología lítica, artefacto y variabilidad de los conjuntos, para situar luego a las materias primas en paisajes de aprovisionamiento donde se articulan disponibilidad, acceso y decisiones de movilidad. Avanzamos hacia las secuencias de producción, la organización tecnológica y las cadenas operativas como herramientas para reconstruir, a partir de evidencias fragmentarias, las trayectorias de manufactura, uso, mantenimiento y descarte. A su vez, mostramos cómo los sistemas de clasificación tipológicos, tecnológicos y funcionales pueden complementarse para ordenar la variabilidad sin perder de vista que son construcciones analíticas orientadas por preguntas.

Finalmente, el capítulo destacó el valor de integrar distintas escalas de análisis, desde la biografía de las piezas hasta los patrones de conjunto, y de reconocer rastros tecnológicos y postdeposicionales para sostener inferencias funcionales más robustas, incluyendo el aporte de métodos arqueométricos cuando las preguntas lo requieren. En conjunto, el objetivo fue ofrecer al estudiantado un marco conceptual y metodológico claro, operativo y crítico para pasar de “describir piedras” a interpretar decisiones, estrategias y contextos de vida social inscritos en la materialidad lítica.

Referencias

- Alvarez, M. (2005). Arqueología en la cuenca media del río Uruguay. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Andrefsky, W. (1998). *Lithics. Macroscopic approaches to analysis*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge.

- Aschero, C. A. (1975). Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Informe al CONICET. Ms.
- Aschero, C. A. (2026). Una tipología morfo-funcional de artefactos de piedra tallada. En C. Somonte, A. Ponce, S. Hocsman, L. Cohen y S. Marcos. Editorial de la Universidad Nacional de Tucumán (EDUNT). En prensa.
- Binford, L. R. (1979). Organization and formation processes: looking at curated technologies. *Journal of anthropological research*, 35(3), 255-273.
- Boeda, E. (1991). Approche de la variabilité des systèmes de production lithique des industries du Paléolithique inférieur et moyen: chronique d'une variabilité attendue. *Techniques et Culture*, 17-18, 37-79.
- Keeley, L. (1980). *Experimental determination of stone tools uses*. University of Chicago Press.
- Lemonnier, P. (1986). The study of material culture today: toward anthropology of technical systems. *Journal of Anthropological Archaeology*, 5, 147-186.
- Leipus, M. (2006). *Análisis de los modos de uso prehispánicos de las materias primas líticas en el sudeste de la región Pampeana: una aproximación funcional*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Mansur, M. E. (1999). Análisis funcional de instrumentos líticos: problemas de formación y deformación de rastros de uso. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Tomo I, 355-366. UNLP. La Plata.
- Nelson, M. (1991). The study of technological organization. *Archaeological method and theory*, 3, 57-100.
- Ratto, N., e Ibarra Mendoza, A. (2016). Los modos de hacer: las herramientas de piedra. En N. Ratto (Comp.), *La historia a través de las cosas* (Capítulo 4, pp. 37-42). Publicaciones de la Sociedad Argentina de Antropología.
- Semenov, S. (1964). *Prehistoric technology*. Adams and Dart, Londres.
- Torrence, R. (1989). Tools as optimal solutions. En R. Torrence (Ed.), *Time, Energy and Stone Tools* (pp. 1-6). Cambridge University Press.
- Torrence, R. (2001). Hunter-gatherer technology: macro and microscale approaches. En C. Panter-Brick, R. Layton y P. Rowley-Conwy (Eds.), *Hunter-gatherers: an interdisciplinary perspective* (pp. 73-98). Cambridge University Press.

CAPÍTULO 5

Los restos arqueobotánicos y sus técnicas analíticas

María Agustina Ramos van Raap

Introducción

La **arqueobotánica** es el estudio de los restos vegetales hallados en contextos arqueológicos. La integración de los análisis arqueobotánicos en los diseños de investigación nos permite identificar e interpretar al componente vegetal que forma parte del registro, bajo los cuestionamientos y las problemáticas arqueológicas de interés. En Argentina, los estudios de materiales vegetales hallados en sitios arqueológicos se remontan a la primera mitad del siglo XX. En aquel entonces, las identificaciones taxonómicas estaban a cargo de profesionales de la botánica. En las décadas siguientes comenzaron a esbozarse las primeras investigaciones interdisciplinarias, hasta que en 1976 se publica la primera tesis doctoral referida al análisis de restos vegetales (y específicamente de polen) de un sitio arqueológico. Este hecho es considerado el punto de partida del desarrollo de la arqueobotánica como disciplina científica en nuestro país y propició la especialización en este tipo de investigación. En primera instancia, estos trabajos se concentraron en el Noroeste Argentino y con especial foco en las plantas cultivadas por las poblaciones prehispánicas agrarias. Con el correr de los años, se profundizó la metodología empleada y se fueron (y continúan) incrementando exponencialmente estos análisis en las distintas regiones geográficas de Argentina; así como también se incorporaron a las discusiones arqueológicas el rol de las plantas silvestres para los grupos humanos del pasado. Como resultado de este creciente desarrollo, en 2020, especialistas de nuestro país conformaron la *Red Interdisciplinaria de Investigadorxs Orientadxs a Estudios Arqueobotánicos* (RedArqBot). A partir de ella se organizan reuniones, simposios y publicaciones científicas con el fin de compartir, intercambiar y discutir sobre los avances y las novedades teórico-metodológicas respecto a las investigaciones en el campo arqueobotánico.

En este capítulo haremos un recorrido por los diferentes tipos de restos vegetales usualmente hallados en contextos arqueológicos. En el caso de los microrrestos vegetales nos centraremos en los silicofitolitos y en los granos de almidón, ya que estas estructuras se forman en frutos, semillas, hojas, tallos y órganos de almacenamiento subterráneo, es decir, en las partes de las plantas más consumidas por las poblaciones humanas. También haremos una breve referencia

a los análisis de granos de polen. En el caso de los macrorrestos vegetales, trabajaremos con carbones, semillas y frutos. Para todos estos vestigios botánicos describiremos, en primer lugar, en qué consisten, cuáles son sus características principales y cómo se presentan en el registro arqueológico. Sobre esa base, avanzaremos luego hacia su análisis, que podemos organizar en cuatro instancias: a) la toma de muestras; b) la extracción y confección de preparados; c) la observación al microscopio, la clasificación morfológica y la identificación taxonómica; y d) la interpretación de los resultados. Ofreceremos un panorama general de cada uno de estos pasos, poniendo especial énfasis en los recaudos para la toma de muestras y en los métodos y técnicas usualmente empleados según el tipo de registro arqueológico que queramos abordar.

Los restos vegetales en el registro arqueológico

Antes de entrar en los detalles metodológicos, es útil detenernos brevemente en cómo se organizan los distintos tipos de restos vegetales que recuperamos en el registro arqueológico. Esta clasificación no es solo descriptiva: condiciona los métodos de muestreo, los procedimientos de laboratorio y las preguntas que podremos responder con cada tipo de evidencia.

Los restos botánicos que podemos recuperar en los sitios arqueológicos son clasificados en dos grandes categorías: microrrestos y macrorrestos. Cuando hablamos de **microrrestos vegetales** nos referimos principalmente a fitolitos, granos de almidón, granos de polen, esporas y fragmentos o tejidos celulares. Por su parte, dentro de los **macrorrestos vegetales** se incluyen a semillas, frutos, carbones y fragmentos de maderas. Mientras que los microrrestos se caracterizan por su tamaño microscópico y necesitamos de forma indispensable instrumental óptico (i.e. microscopios ópticos y electrónicos de barrido) para identificarlos morfológica y taxonómicamente, los macrorrestos los podemos observar a ojo desnudo o mediante el uso de lupas con diferentes aumentos.

Los estudios de los vestigios vegetales recuperados en contextos arqueológicos constituyen una herramienta fundamental para **explorar múltiples aspectos de las sociedades del pasado**. A partir de estas evidencias es posible reconstruir las condiciones paleoambientales en las que vivieron los grupos humanos prehispánicos. Al mismo tiempo, este tipo de registro ha sido de gran relevancia para profundizar sobre los procesos de domesticación y manejo de plantas, y cómo se vinculaban con diferentes aspectos de los modos de vida de las sociedades. Por otro lado, mediante el estudio de muestras de diferentes espacios, contextos y materialidades, podemos comprender los modos en los que se seleccionaban, procesaban y utilizaban diversas especies vegetales. No sólo en términos alimenticios, sino también para la elaboración de bebidas, para su consumo terapéutico, como combustible (por ej. para cocinar alfarería y/o alimentos, obtener luz y calor), y como materiales constructivos y materias primas para la confección de artefactos. Asimismo, junto con otros análisis (por ej. tecno-morfológicos, funcionales, de ácidos grasos y de isótopos estables de ácidos grasos), posibilitan la reconstrucción de las prácticas de uso de diferentes tecnologías. En determinados contextos,

también pueden brindar información sobre la estacionalidad de ocupación de los sitios y sobre el intercambio con otros grupos humanos. El registro arqueobotánico resulta una vía de acceso al conocimiento botánico tradicional de los grupos prehispánicos, es decir, “los conocimientos, prácticas y creencias acerca de las relaciones entre los seres humanos y los componentes vegetales de su entorno” (Pochettino y Lema, 2008: p. 228).

Los microrrestos vegetales

Sobre los fitolitos y los granos de almidón

Qué son y dónde encontrarlos

Los **fitolitos** son biolitos de origen vegetal, es decir, cuerpos mineralizados que se forman al interior de los tejidos orgánicos de la planta. Según el agente mineralizante, pueden clasificarse como calcifitolitos (cristales de carbonato y oxalato de calcio) o **silicofitolitos** (sílice amorfa). Estos últimos son los que mayormente se estudian desde la arqueobotánica, por lo cual nos centraremos en ellos. La sílice en la planta proviene de la absorción radicular de ácido monosilícico (H_4SiO_4). Una vez incorporada a la planta y transportada a través de los tejidos conductores, la sílice se acumulará paulatinamente en los espacios intercelulares, en el interior y/o en las paredes celulares. La hoja es el órgano donde se depositará en mayor medida, seguido por la inflorescencia, el tallo y la raíz. En muchos casos estas depositaciones silíceas, al mineralizarse, copiarán parcial o totalmente las formas de las células; adquirirán así una morfología tan característica que su análisis permite su identificación taxonómica a nivel de género o familia y, a veces, a nivel de especies. En las plantas que producen este tipo de biomineralizaciones (de tamaños entre 10 y 30 μm), su formación dependerá de diversos factores: por ej. el contenido de ácido monosilícico en el suelo, la tasa de transpiración del vegetal y el tipo de planta -las monocotiledóneas acumulan más que las dicotiledóneas.

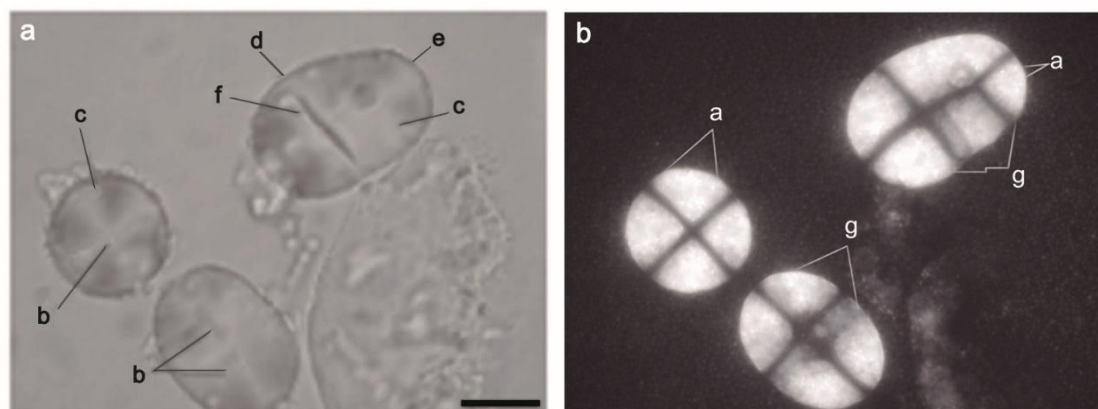
Los silicofitolitos serán incorporados al sustrato al liberarse por la degradación de los componentes orgánicos tras la muerte del vegetal o de alguno de sus órganos. Pueden permanecer estables dentro de un amplio rango de pH del suelo y en diferentes condiciones ambientales. Si bien la acción fluvial y eólica, o incluso las heces de herbívoros, pueden influir en los depósitos de fitolitos en el sustrato, en términos generales éstos serán mayormente de carácter local, es decir, de la vegetación desarrollada en ese suelo. Igualmente, estas micropartículas podrían llegar a experimentar movimientos verticales en el perfil estratigráfico dependiendo de diferentes procesos de formación naturales (por ej. bioturbación; capítulo 2) y de las características sedimentológicas y micromorfológicas del lugar (Zurro, 2006). En este sentido, resulta importante conocer las condiciones ambientales del área a estudiar, los procesos de formación implicados y que trabajemos en conjunto con especialistas en geoarqueología. En los contextos arqueológicos no sólo podremos recuperar estos microrrestos del sedimento, sino

también de diferentes materialidades arqueológicas (por ej. recipientes cerámicos, artefactos de molienda y tártaro dental).

El almidón es un hidrato de carbono, compuesto por moléculas de amilosa y amilopectina. Las plantas asimilan y producen almidón en forma de gránulos, unas estructuras microscópicas a través de las cuales pueden almacenar energía. Estos **granos de almidón** poseen varias capas concéntricas alrededor de un punto -el *hilum*-, que se ubica de forma central o desplazado hacia un polo; y pueden contener dos tipos de almidones: transitorios o de reserva. Los almidones transitorios se encuentran, por ejemplo, en hojas, tallos verdes y frutos inmaduros, y se relacionan con la asimilación energética durante la fotosíntesis. Los granos que presentan **almidones de reserva**, por su parte, se localizan en frutos, semillas, raíces y tubérculos y es la forma que tienen las plantas para almacenar energía para situaciones de estrés y/o para la germinación. Estos granos de almidón de reserva tienen la particularidad que se producen en mayor cantidad y que alcanzan tamaños más grandes (entre 1 y 100 μm). Asimismo, al formarse bajo control genético, presentan ciertos atributos morfológicos (Figura 5.1) que permiten su identificación taxonómica y, por lo tanto, adquieren valor en los estudios arqueológicos.

Figura 5.1

Atributos de los granos de almidón. Granos de almidón simples y compuestos -dobles- de semilla de Phaseolus vulgaris var. vulgaris. Las imágenes corresponden a vistas con luz normal (a) y polarizada (b). Referencias: a) ramas o brazos de la cruz de extinción, b) hilo, c) lamella, d) contorno, e) extremo o terminación, f) fisuras típicas del grano inalterado, g) granula en un grano compuesto. Escala: 20 μm



Nota. Reproducido de *Granos de almidón en contextos arqueológicos: posibilidades, perspectivas a partir de casos del Noroeste argentino*, de Babot, 2007, figura 1.

Los granos de almidón se caracterizan por ser insolubles en agua fría y en solventes orgánicos, aspectos que favorecen su supervivencia. En condiciones ácidas, sin embargo, pueden llegar a disolverse. También podrían degradarse en los sustratos debido a la actividad de hongos, bacterias y microfauna, dado que forman parte de su alimentación. Por lo tanto, la

conservación de los granos de almidón dependerá de las condiciones de los contextos de hallazgo. En el registro arqueológico, a diferencia de los fitolitos, se preservan mejor como adherencias en artefactos y no en los sedimentos. Los materiales líticos y cerámicos resultan ser ideales para su conservación, ya que quedan entrampados en la microtopografía de las superficies de uso de las piezas. El tártaro dental es igualmente un lugar de resguardo propicio de este tipo de microrresto. Su gran valor en las investigaciones arqueológicas podría resumirse entonces en que se preservan durante miles de años; tienen su origen en órganos de almacenamiento que constituyen fuentes de alimentación humana; y sus particularidades morfológicas permiten su identificación taxonómica (Coil et al., 2023).

Lineamientos generales para la obtención de muestras

Las muestras de **material sedimentario** de contextos arqueológicos para el **análisis de fitolitos** pueden provenir, por ejemplo, de niveles de ocupación del sitio, áreas de actividad, perfiles de terrazas de cultivo o del relleno contenido en / asociado con recipientes cerámicos. Debemos tener en claro que los fitolitos contenidos en estas muestras corresponderán tanto al repertorio vegetal natural como al incorporado producto de actividades antrópicas. Estas últimas, dependiendo del tipo de práctica, de su intensidad y de su duración, podrán generar un mayor cúmulo de restos silíceos que los que conforman el conjunto natural. Para poder caracterizar el contenido fitolítico de origen antrópico, es fundamental analizar muestras de control tomadas en sectores no afectados directamente por las actividades humanas.

Desde el punto de vista espacial, podemos diferenciar dos **tipos de muestreos de depósitos sedimentarios: horizontales y verticales**. No son excluyentes entre sí para aplicar en un mismo sitio arqueológico, pero cada uno responde a objetivos distintos (ver Box en este capítulo). Los muestreos horizontales, también conocidos como muestreos en planta en el área de excavación, abarcan superficies o planos (por ej. un nivel de ocupación, una unidad estratigráfica) y se asocian con un contexto cronológico particular. Los muestreos verticales, en cambio, consisten en obtener muestras equidistantes de un perfil estratigráfico expuesto (por ej. perfiles de cuadrículas excavadas o de terrazas de cultivo) y brindan información diacrónica. La extracción del sedimento debe efectuarse siempre desde la base del perfil hacia el techo para evitar contaminar las muestras inferiores con materiales desprendidos de los niveles superiores. La cantidad de sedimento a muestrear dependerá del contexto (un piso de ocupación bien delimitado, un perfil más o menos profundo), del tipo de sedimento (los arcillosos suelen requerir mayor volumen, ya que los fitolitos se concentran en la fracción limo) y del interés en realizar otros tipos de análisis.

De manera independiente al tipo de muestreo elegido, deben incorporarse ciertos recaudos para disminuir el riesgo de contaminación que pudiera ocurrir entre muestras, o entre las muestras y el entorno natural. En primera medida, en el sector donde se está excavando, es importante evitar cualquier tipo de alimento actual principalmente realizado a base de trigo o maíz; éstos pueden contaminar el sedimento asociado y alterar los resultados del análisis. En cuanto al instrumental de metal y/o plástico usado para la extracción de muestras, idealmente

debe limpiarse entre cada extracción; con agua destilada o alcohol es suficiente. El sedimento muestreado debe guardarse en bolsas sin uso previo; y es mejor utilizar doble bolsa por si ocurriera su rotura. También debemos rotular adecuadamente cada muestra, como con cualquier otro resto arqueológico, para no perder las referencias de su ubicación y otros datos de interés. Si elegimos la opción de etiquetas en papel, no deben estar en contacto directo con el sedimento ya que podrían ser fuente de contaminación o degradarse por la misma humedad de la muestra.

Existen diferentes **protocolos de procesamiento** para extraer los **silicofitolitos** de las muestras sedimentarias. En términos generales, éstos se focalizan en secar, moler y tamizar la muestra; eliminar materia orgánica, sales, carbonatos; separar en diferentes fracciones granométricas (fina, mediana y gruesa); y hacer una separación densimétrica entre finas y medianas para extraer el material liviano, incluyendo los fitolitos (Zurro, 2006). Como detallaremos luego, ese material extraído será montado en portaobjetos para luego observar en microscopio óptico. Cada una de estas instancias requiere la utilización de equipamientos (por ej. mortero, balanza), insumos (por ej. vasos de precipitado, tamices con diferentes aperturas de malla) y reactivos o líquidos específicos (por ej. agua destilada, ácido clorhídrico). Los laboratorios donde se efectúe este procesamiento, y las personas encargadas de llevarlos a cabo, deberán cumplir con los requisitos básicos para minimizar cualquier contaminación que pudiera ocurrir.

Sobre este tipo de procesamiento para la extracción de fitolitos, es decir material inorgánico, es importante que remarquemos lo siguiente: con su aplicación se eliminará cualquier otro componente orgánico de origen vegetal que pudiera haber estado presente en las muestras. Los granos de almidón son más frágiles que otros tipos de microrrestos y, si quisiéramos recuperarlos, las técnicas de extracción deben evitar ciertas cuestiones (por ej. exposición a temperaturas $>35^{\circ}$, utilización de sustancias ácidas y procesamientos mecánicos como la molienda; Coil et al., 2003). En base a esto, antes de iniciar el tratamiento de la muestra debemos entonces tener bien en claro cuáles son los objetivos del estudio que nos hayamos planteado conseguir para así seleccionar la estrategia metodológica adecuada.

Los **procedimientos** que se denominan de **“bajo impacto”** permiten maximizar la recuperación de **diferentes tipos de microrrestos** contenidos en las muestras: fitolitos, granos de almidón, tejidos celulares, diatomeas y espículas de espongiarios. Estos protocolos libres de químicos son los que suelen emplearse en distintos tipos de materialidades arqueológicas. Así como también en las muestras de control del sedimento donde se encontraron las piezas arqueológicas a estudiar, que permiten evaluar la transferencia (i.e. contaminación) de restos vegetales desde el contexto depositacional a la pieza. Una vez efectuadas las anotaciones y registros pertinentes (i.e. cuaderno de campo, mapeos, etiquetas y fotografías con escala), además de recolectar la/s muestra/s de control, procederemos al levantamiento de la pieza con el sedimento que pueda contener en su interior o esté adherido. Durante estas tareas en el campo también valen los recaudos que mencionamos previamente para disminuir el riesgo de contaminación. Otra medida preventiva, desde la manipulación del material arqueológico hasta la confección de los preparados para su observación al microscopio, se relaciona con el uso de guantes de látex. En caso de utilizarlos, éstos deben ser libres de polvo dado que el talco que

contienen suele estar compuesto por almidón de maíz y podría contaminar las muestras. Si bien se han propuesto protocolos de limpieza no destructivos ni invasivos de muestras de tártaro dental contaminadas por este motivo, evitar directamente su uso garantizaría el análisis de granos de almidón arqueológicos (Tavarone et al., 2018).

Según el tipo de materialidad, debemos tener presente ciertas consideraciones antes de realizar la extracción de las muestras (Musaubach, 2017). En cuanto al **registro cerámico**, evaluar la presencia de alteraciones por uso y las características morfológicas y dimensionales que rigen la función de los contenedores (capítulo 3), permitirá hacer una mejor selección de las piezas y/o tiestos a muestrear; y facilitará distinguir las zonas específicas en las caras donde se llevará a cabo la recolección. Los fragmentos que presenten residuos macroscópicos visibles y/u hollín adherido a sus caras, serían candidatos ideales para extraer muestras de esos sectores en particular. En caso contrario, lejos de descartarlos, podemos considerar otros aspectos para su selección: que presenten elementos diagnósticos para reconstruir sus formas y tamaños (i.e. bordes y bases) y posiblemente inferir su función/uso; o aquellos que hayan sido asignados al Número Mínimo de Vasijas del conjunto para asegurar el muestreo de diferentes contenedores. Al elegir las piezas cerámicas y/o los tiestos, también debemos evaluar otros análisis que podamos hacer en el contexto de un abordaje multiescalar y multiproxy de nuestra colección cerámica (por ej. análisis de ácidos grasos y de isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los residuos orgánicos; ver Box de la Dra. Lantos en el capítulo 3). Obviamente realizar todos esos estudios dependerá de la factibilidad, especialmente en términos presupuestarios. De todos modos, se pueden tomar las muestras y resguardarlas -con sus correspondientes referencias- hasta que estén dadas las condiciones para llevarlos a cabo.

Cuando decidamos analizar los restos vegetales que pudieron haber sido procesados en **artefactos de molienda** (molinos, morteros y manos de moler), deberían relevarse previamente las superficies activas y pasiva, y la presencia de manchas o impregnaciones asociadas con residuos de molienda. El muestreo se realiza en todas las caras, sectores y superficies; esto incluye bordes, oquedades y/o superficies con o sin residuos observables. Al igual que para el material cerámico, pueden seleccionarse una o múltiples áreas estándar de muestreo por cara, sector o superficie. Si nuestros análisis se focalizaran en **artefactos líticos tallados** (por ej. raederas, puntas, cuchillos), durante su recolección en campo debemos asegurarnos igualmente su adecuada manipulación para evitar la contaminación. Según los protocolos de extracción de muestras sobre esta materialidad (ver más adelante), otros estudios específicos que queramos realizar sobre estos materiales tendremos que realizarlos en última instancia para evitar su manipulación y contaminación antes de la recolección de las muestras.

Para el análisis arqueobotánico del **cálculo dental humano**, sería ideal disponer de cierta información previa. Por ejemplo, según las características del conjunto bioarqueológico, conocer el Número Mínimo de Individuos representados y las determinaciones sexo-etarias nos aseguraría seleccionar piezas dentales de diferentes individuos. Asimismo, al tratarse de un análisis destructivo, antes de la extracción debemos registrar de forma escrita y fotográfica la depositación del cálculo en toda la dentición. Según nuestros objetivos y la cantidad de sarro

presente, podrían tomarse muestras de forma separada por cada una de las caras del diente. Estos análisis también comenzaron a aplicarse recientemente en nuestro país en el **cálculo dental de cánidos** hallados en contextos arqueológicos (por ej. Saghesi et al., 2025).

Respecto al muestreo en **colecciones arqueológicas** resguardadas en museos, tenemos que estar alertas a su posible contaminación producto de análisis previos que pudieron haberse realizado, y/o por tareas de conservación en tales piezas (por ej. limpieza, lavado o barnizado). Incluso existe la posibilidad de que haya sido eliminado parcial o totalmente el registro vegetal sobre sus superficies; o que ciertos microorganismos produzcan alteraciones físicas en los granos de almidón. Frente a estas situaciones deberemos evaluar las condiciones actuales de las colecciones y las posibles intervenciones que pudieron haber experimentado; e interpretar los resultados en función de estos aspectos y del lugar de origen de las muestras e información arqueológica contextual.

Luego de realizar estas consideraciones para cada tipo de soporte, ya puede iniciarse el **proceso de selección de las muestras**. En primera instancia, en caso de que los materiales tengan sedimento superficial adherido, se puede quitar con agua destilada y un pincel de cerdas suaves. La extracción de cada muestra debe realizarse en un espacio limpio y con instrumental adecuado (de plástico o de metal, por ej. el odontológico). La esterilización del instrumental, no solamente antes de iniciar todo el muestreo sino también entre muestras para evitar la contaminación cruzada, puede hacerse con una solución de agua destilada y lavandina. En los **fragmentos cerámicos** la mecánica de extracción es mediante raspado. Para el **cálculo dental** dependerá del tipo de depositación: si hay una gran cantidad de tártaro primero se punza para su separación y luego se raspa lo que esté más adherido al esmalte. Dado que se trata de una placa mineralizada, a veces se desprenden fragmentos que requerirán ser triturados (en un mortero de vidrio o sobre el mismo portaobjeto) de forma suave sin producir su molienda total y favorecer así la liberación de los microrrestos. Si nos referimos a los **artefactos de molienda**, en ocasiones se pueden raspar las superficies con instrumentos punzantes de metal; pero cuando la materia prima presente mayor porosidad o varias oquedades que dificulten el raspado, o se trate de artefactos de molienda fijos (muestreos *in situ*), habrá que utilizar otra técnica. Por ejemplo: 1) aplicar gotas de agua desmineralizada en el sector a muestrear, 2) succionar el líquido con pipetas descartables, y 3) verter el contenido de la pipeta en un vial para su evaporación (Babot, 2007). Finalmente, sobre la extracción de muestras de **instrumentos líticos tallados**, existen diferentes abordajes. Uno de ellos consiste en observar las piezas bajo microscopio óptico para localizar sectores con residuos y sustancias adheridas *in situ*; luego de delimitar la zona de muestreo sobre el o los filos de la pieza, se raspa con un instrumento punzante aquellos microrrestos atrapados en la microtopografía. Otra alternativa para estandarizar metodológicamente este análisis implica la limpieza del sedimento adherido en la superficie de los instrumentos, la observación microscópica de sus filos para identificar pulidos o microrrestos adheridos; y la extracción de fitolitos mediante sonicación; se culmina con el secado, pesaje de los residuos y su montaje en portaobjetos (Gadekar et al., 2023). Como mencionamos previamente, luego de la extracción de residuos se podrá efectuar la manipulación de los

instrumentos para el análisis de otros aspectos de interés (técnico-morfológicos y morfológico-funcionales). Asimismo, debemos considerar la posibilidad de realizar estudios de ácidos grasos sobre nuestros conjuntos líticos (Box capítulo 3; Mazzia et al., 2016). Recordamos aquí la importancia de tener en claro desde el inicio los objetivos de la investigación, ya que efectuar ciertos análisis y en determinado orden interferirían directamente en la posibilidad de su aplicación y obtención de resultados.

La etapa siguiente a la extracción de las muestras implica hacer los **preparados microscópicos** de cada una de ellas para su posterior observación. Los preparados consisten en realizar el montaje de la muestra (i.e. colocar) sobre un portaobjetos y añadir un medio de montaje (por ej. una o dos gotas de agua glicerina o de aceite de inmersión); sobre él se coloca un cubreobjetos. Para estabilizar el montaje y garantizar la conservación de la muestra, el cubreobjetos se sella al portaobjetos con un acrílico transparente de secado rápido (por ej. esmalte de uñas). Este tipo de montaje líquido permitirá, al microscopio, la observación tridimensional de los microrrestos al facilitar la rotación de las partículas. De acuerdo con nuestros análisis, la extracción de la muestra podría realizarse directamente sobre el portaobjetos y de esta forma evitar la pérdida de muestra. En otras ocasiones y por diferentes circunstancias, se puede resguardar el material extraído en tubos de plástico correctamente rotulados para hacer los preparados luego. Por otro lado, según la cantidad de muestra obtenida, los preparados pueden confeccionarse utilizando solo un porcentaje del material extraído y conservar el remanente.

Las observaciones de los preparados para el análisis de **fitolitos** se realizan con **microscopios ópticos** (aumentos entre x400 y x600). En el caso de los **granos de almidón**, se emplean **microscopios petrográficos** o **microscopios ópticos con polarizador** (aumentos entre x100 y x400); para poder observar sus diferentes atributos, debe combinarse el uso de **luz normal** y **luz polarizada** (Figura 5.1). También podría utilizarse **microscopio electrónico de barrido**; si bien permiten mayor detalle, hay que considerar el valor económico que implica su utilización. Algunos microscopios (tanto ópticos como petrográficos) poseen cámara fotográfica adosada; caso contrario pueden utilizarse adaptadores para cámaras externas. Desde la obtención de las muestras hasta la observación en el microscopio, el registro escrito y fotográfico (principalmente de la variabilidad de cada tipo de microrresto observado) es fundamental. Ser ordenadas/os desde el principio nos evitará posibles futuras confusiones.

Identificaciones morfológicas y taxonómicas. Cuantificación y análisis tafonómico

Mediante la observación microscópica de los preparados, podremos efectuar la descripción y clasificación morfológica de los microrrestos vegetales, su cuantificación, las identificaciones taxonómicas y estudios tafonómicos. Respecto a las **descripciones** de los **fitolitos**, desde mediados del siglo XIX se han propuesto diferentes clasificaciones; algunas centradas en determinadas áreas geográficas, otras en cierto grupo taxonómico (por ej. gramíneas²). Estos

² El mayor interés puesto en las gramíneas (familia Poaceae), además por su alta tasa de producción de fitolitos, radica en su predominio entre los restos fitolíticos en contextos arqueológicos.

múltiples sistemas clasificatorios han generado gran variabilidad en cuanto a las denominaciones de los morfotipos. De tal forma, entonces, surgió la necesidad de estandarizar la nomenclatura con un alcance universal que permita una mejor comunicación. Con este objetivo, desde la *International Phytolith Society* (IPS) se conformó un comité en el 2000 para la elaboración de un código internacional nomenclador, el ICPN (*The International Code for Phytolith Nomenclature*; Madella et al., 2005); luego fue revisado y actualizado, resultando en el actualmente vigente ICPN 2.0 (Neumann et al., 2019). Estos códigos, junto con clasificaciones regionales y/o taxonómicas (por ej. Bertoldi de Pomar, 1971; Twiss; 1992), conforman las referencias utilizadas para las **clasificaciones morfológicas** de estos microrrestos (Figura 5.2). Los descriptores morfológicos consideran la forma (bidimensional: elongado, fusiforme, bilovado, etc.; tridimensional: cónico, cilíndrico, globular, etc.); la textura y/u ornamentaciones superficiales (por ej. crenado, laminado, reticulado); y el origen anatómico (por ej. célula bulliforme, célula epidérmica larga o corta). Durante esta instancia del análisis también es importante distinguir, para explicitar luego en la comunicación de nuestro trabajo, entre: a) los fitolitos no asignados a un morfotipo en particular por presentar características (por ej. daños) que impiden su correcta observación; y b) el conjunto de microrrestos sin identificar por no lograr asociarlos con un morfotipo en particular. Para los **granos de almidón** también existe un código internacional (*The International Code for Starch Nomenclature* -ICSN 2011) como sistema estandarizado para su clasificación, descripción y nomenclatura. Entre los descriptores morfológicos se incluye la forma (bidimensional: circular, oval, poligonal, etc.; tridimensional: esférico, ovoide, discoidal, prismático, etc.), las características del *hilum* (por ej. céntrico, esférico, invisible) y la cruz de extinción, y el número y longitud de brazos. En los estudios arqueobotánicos de Argentina suelen ser de recurrente consulta, por ejemplo, las pautas y los atributos cuali-cuantitativos expuestos por Babot (2007) y Korstanje y Babot (2007) para diferentes familias, géneros, y especies.

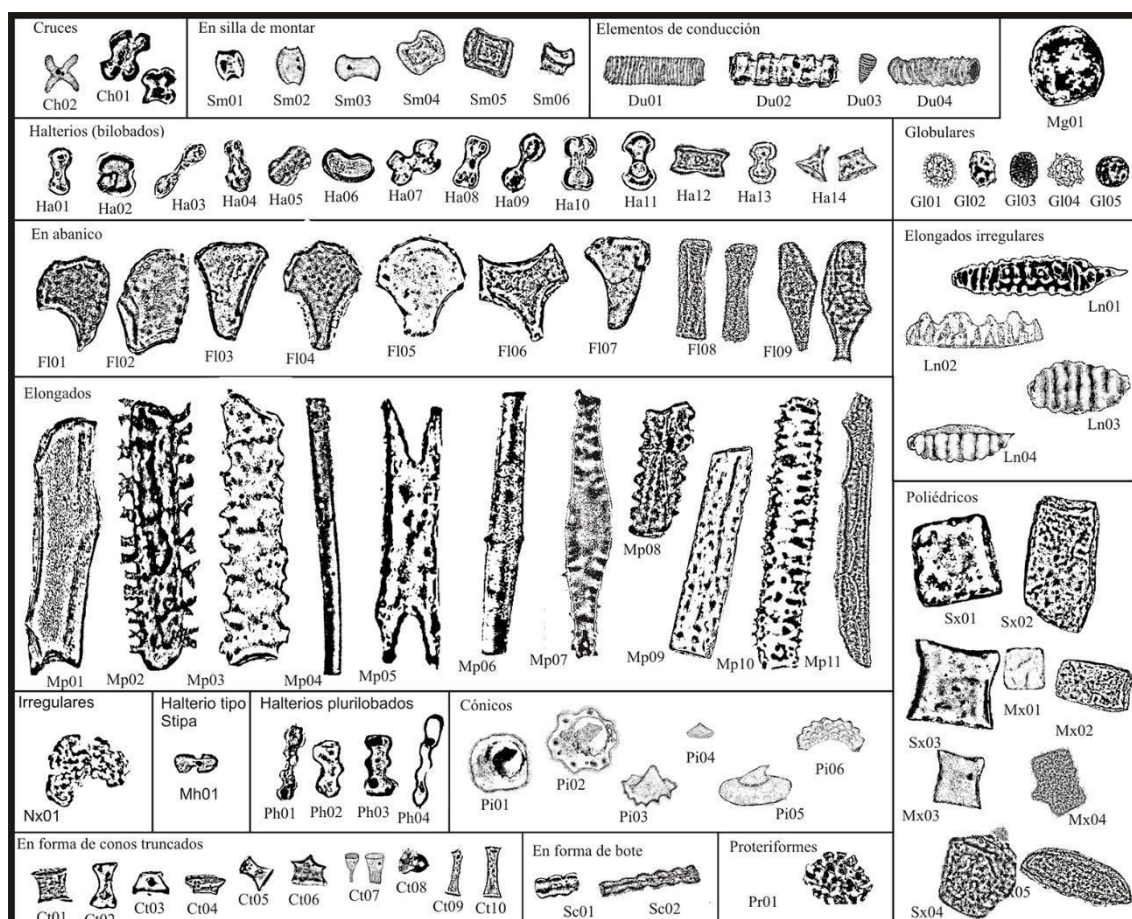
Para las **identificaciones taxonómicas** de los **fitolitos**, particularmente en Argentina, se emplean referencias bibliográficas internacionales (por ej. Pipperno, 2006); estudios que vinculan ciertas morfologías con taxones de determinadas regiones geográficas (por ej. Bertoldi de Pomar 1971; Zucol 1992); y colecciones de referencias (por ej. del Laboratorio de Arqueobotánica, FCNyM, UNLP; del Laboratorio de Paleobotánica, CICYTTP-Diamante). Las clasificaciones taxonómicas de los **granos de almidón** se realizan, principalmente, en base a la comparación de variables morfológicas y métricas (por ej. largo, ancho, diámetro, tipo de cruz de extinción) del grano con colecciones de referencia y registros arqueológicos publicados.

Cuando se realizan las clasificaciones e identificaciones taxonómicas, ya sea de fitolitos o de granos de almidón, deben tenerse en claro dos conceptos: Multiplicidad y Redundancia. Ambos términos, definidos por Rovner (1971) y Rovner y Russ (1992), revelan los desafíos que pueden presentarse en el proceso de análisis de los microrrestos. La **multiplicidad** refiere a cuando diferentes tipos morfológicos están presentes en un mismo grupo vegetal. Por su parte, la **redundancia** surge cuando similares tipos morfológicos se encuentran en diferentes grupos de plantas. Para tratar de minimizar estas cuestiones es fundamental conocer el repertorio vegetal

natural del cual procede nuestro material arqueológico bajo estudio, así como también analizar varias muestras y priorizar un enfoque multiproxy.

Figura 5.2

Diferentes morfotipos fitolíticos



Nota. Reproducido de *Análisis fitolíticos en depósitos de ambientes fluviales del río Paraná en su sección media (Entre Ríos, Argentina)*, de Patterer et al., 2013, figura 2.

La **cuantificación** de los microrrestos dependerá del tipo de muestra analizada. En **muestras sedimentarias** la densidad de fitolitos suele ser elevada, por lo cual se establece una **muestra mínima** a contabilizar para asegurar la representatividad del material bajo estudio. Ese número (o *límite de saturación*), se definirá en base al objetivo de la investigación y a las características de los contextos de las muestras (no es lo mismo analizar una terraza de cultivo que un médano eólico). Específicamente, se establece en función de la variabilidad de morfotipos observada a medida que se incrementa el número de fitolitos relevados; cuando esa variabilidad se establece o presente leves diferencias por más que se aumente la cantidad de fitolitos observados, se frena el conteo. El escaneo de cada preparado para su cuantificación puede realizarse, por ejemplo, mediante la definición de campos de visión específicos o transectas; y los recuentos pueden expresarse en términos directos (valores obtenidos) o de abundancias (porcentuales). En lo que

respecta a las **muestras de contenedores cerámicos, artefactos de molienda, instrumentos líticos y tártaro dental**, éstas suelen presentar una baja densidad de microrrestos silíceos y almidonosos que no permite su evaluación estadística. En estos casos, la cuantificación consistirá en realizar el recuento total de lo identificado en los preparados.

Durante la observación al microscopio también es posible identificar **daños tafonómicos** en los **granos de almidón**. El estudio de estos daños, causados por diferentes tipos de alteraciones, posibilita inferir prácticas de procesamiento culinario a los cuales estuvieron expuestos los recursos vegetales: calcinado, congelado, fermentación, hervido, molienda, tostado, entre otros (Tabla 5.1). Para esto resulta imprescindible contar con estudios experimentales y muestras de referencia de procesos tafonómicos antrópicos y naturales. Respecto a los fitolitos, si bien podrían identificarse ciertas alteraciones (por ej. fragmentación), éstas no han sido claramente asociadas con determinadas prácticas antrópicas dado que no sufren modificaciones como sí ocurre con los elementos almidonosos (Zurro, 2006).

Tabla 5.1

Daños y modificaciones en granos de almidón generados por prácticas de procesamiento antrópicas. Referencias: 1 = Intensidad y frecuencia bajas de cada daño; 2 = Intensidad y frecuencia moderadas de cada daño; 3 = Intensidad y frecuencia elevadas de cada daño

Daños y modificaciones	Prácticas de procesamiento			
	Tostado	Molienda	Hervido	Fermentación
Alteraciones en el <i>hilum</i>	3	2	-	-
Disminución o pérdida de birrefringencia	1	2	3	2
Modificaciones en la cruz de extinción (brazos desdibujados, quebrados, ramificados)	2	3	2	2
Daños en la superficie (punteaduras, canales)	-	-	-	3
Daños en el contorno (concavidades, aperturas, depresiones)	-	-	-	3
Reabsorción de la porción central del grano	-	-	-	2
Gelatinización	-	-	3	-
Fractura	-	3	-	1

Nota. Reproducido de *El uso de los recursos vegetales en el este de Norpatagonia durante el Holoceno tardío. Un enfoque paleoetnobotánico*, de Saghessi, 2024, tabla 3.3.

Presentación de resultados e interpretaciones: aspectos generales

Hasta aquí nos hemos concentrado en los pasos necesarios para pasar del sedimento o de las superficies de las piezas arqueológicas a los preparados microscópicos, y de allí a las descripciones, clasificaciones y recuentos de microrrestos. Sin embargo, estos datos solo adquieren sentido arqueológico cuando se integran y comunican de manera sistemática. A continuación, veremos cómo suelen organizarse y presentarse los resultados de los análisis arqueobotánicos y qué tipo de interpretaciones permiten construir en diálogo con otras líneas de evidencia.

Para dar cuenta del **registro fitolítico** en las muestras estudiadas, debemos informar los diferentes **morfotipos** observados (generalmente mediante fotografías o dibujos) y sus **identificaciones taxonómicas**. Asimismo, compartir información de tipo cuantitativa sobre los recuentos de cada morfotipo o taxón, que a su vez pueden ser agrupados según los intereses de estudio. Particularmente sobre las **muestras sedimentarias**, como mencionamos antes sobre la elevada densidad de fitolitos que presentan, suelen emplearse programas estadísticos para graficar y presentar diagramas fitolíticos. Tales diagramas posibilitan comparar las **asociaciones fitolíticas** y las abundancias de cada morfotipo presente en las secuencias o perfiles estratigráficos de los cuales proceden las muestras. Mediante estos análisis de muestras sedimentarias de depósitos arqueológicos se podrán abordar **diferentes temáticas**: el acondicionamiento de recintos; su sectorización (espacios domésticos, de consumo, de cultivo); áreas y tipos de cultivo; y las condiciones paleoambientales en las que se establecieron las ocupaciones humanas (ver Box de M. M. Colobig en este capítulo). Aquí remarcamos la importancia de analizar muestras de control de sectores aledaños que nos permitan la comparación con las muestras arqueológicas.

Por su parte, el **contenido fitolítico** -junto con los **granos de almidón**- identificados en **piezas cerámicas, artefactos de molienda e instrumentos líticos tallados**, nos permitirán reconstruir las **prácticas de uso de tales materialidades** en complemento con otros análisis (morfológicos, funcionales, de ácidos grasos, por ej. Bonomo et al., 2011, 2012; Colobig et al., 2020; Saghessi, 2024). Más allá de este aspecto funcional, su análisis nos posibilita indagar sobre las **prácticas de selección y usos diversos de los recursos vegetales**, y sus formas de **procesamiento**. Particularmente sobre los microvestigios contenidos en el **tártaro dental humano**, su estudio constituye una vía directa de la ingesta (alimenticia y/o medicinal) y la manipulación (i.e. dentición como herramienta) de recursos vegetales por parte de las poblaciones prehispánicas. Igualmente, a la hora de interpretar los resultados, debemos considerar algunos aspectos: que intervienen diversos factores en la formación del cálculo dental y la preservación allí de microfósiles vegetales (por ej. tasa del flujo de salivación, mecánica masticatoria, composición de la dieta, higiene bucal); que existe variación de este registro a nivel individual, por lo cual sería fundamental muestrear diferentes dientes de un mismo individuo; que la variación individual no evidenciaría necesariamente la existencia de consumos diferenciales; y que los microrrestos contenidos en el tártaro no revelan la importancia dietética de estas plantas. En base a estos puntos es que es necesario interpretar los resultados arqueobotánicos

con la información procedente de otras líneas de análisis, como por ejemplo los estudios de isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (por ej. Tavarone et al., 2020; Ramos van Raap et al., 2025).

Finalmente, tenemos que mencionar la posibilidad de identificar **diatomeas y espículas de espongiarios** en los preparados de las muestras de sedimentos o de diferentes materialidades. Su presencia es indicio de un contenido hídrico o niveles constantes de humedad y, en los análisis sedimentarios, pueden aportar información para la reconstrucción de condiciones paleoecológicas. En cuanto a su registro en material cerámico, artefactos de molienda y en tártaro dental, podrían responder al hervido de los alimentos, a la confección de bebidas fermentadas, a prácticas de molienda húmeda, o incluso al consumo de agua.

Sobre los granos de polen

Qué son y dónde encontrarlos

El **grano de polen** es la unidad reproductiva masculina producida por las plantas (angiospermas y gimnospermas). Durante el proceso de polinización, estas estructuras microscópicas son transportadas mediante agentes como el viento, los insectos o el agua hacia las estructuras femeninas correspondientes para que ocurra la fertilización. Los granos de polen tienen una membrana externa (esporodermis) muy resistente que está compuesta por diferentes capas. La más externa (exina) es la que suele conservarse y la que posee características que permiten la asignación taxonómica del grano a su planta de origen; puede llegar al nivel de especie. Entre esos atributos morfológicos se incluyen la ornamentación y estructura; la distribución, cantidad y forma de las aperturas; la forma y el tamaño del grano (varía generalmente entre 20 y 50 micras; López Sáez et al., 2013).

Cuando los granos de polen, por distintos motivos, no llegan a cumplir su función reproductiva, pueden terminar depositándose en los sedimentos. Su preservación a lo largo del tiempo dependerá de diversos factores: las características intrínsecas del polen (por ej. el tamaño y la estructura de la exina); las características del suelo (en términos generales, las condiciones oxidantes del sustrato favorecen su descomposición); las fluctuaciones de la temperatura y humedad; y la acción de hongos y bacterias (Coil et al., 2003; Prieto et al., 2018). Estas cuestiones deben ser tenidas en cuenta a la hora de realizar las investigaciones sobre este tipo de registro. En algunos casos, si bien es posible recuperarlo en contextos arqueológicos, tal vez resulten escasos o presenten mala preservación. Mientras más perfiles estratigráficos (ver en siguiente apartado) puedan evaluarse en términos polínicos, se reducirá la posibilidad de tener hiatos de información (por ej. por niveles estratigráficos estériles) que limiten las reconstrucciones ambientales y vegetales (Prieto et al., 2018).

Lineamientos generales para la obtención de muestras

Los análisis arqueopalinológicos requieren de dos instancias: el muestreo en el campo y su posterior tratamiento fisicoquímico en el laboratorio (Burjachs et al., 2003). La **toma de muestras**

debería ser tomada por un especialista en coordinación con el profesional del campo arqueológico responsable de la excavación. Esto disminuirá la posibilidad de contaminación (evitar áreas con actividad antrópica y/o de animales); permitirá seleccionar el sector potencialmente más fértil en cuanto al registro polínico; y facilitará la evaluación del grado de resolución y del intervalo de muestreo necesario. Es recomendable realizar **muestreos verticales** de diferentes perfiles de la excavación y de la zona natural aledaña, para evaluar posibles sesgos tafonómicos y reconocer la vegetación actual. Luego de seleccionar el o los perfiles, debe efectuarse su limpieza para eliminar el posible polen actual que esté presente. Tal como detallamos en el muestreo de sedimento para análisis fitolíticos, las muestras para estos análisis polínicos se tomarán de base a techo; deberán limpiarse las herramientas utilizadas entre la toma de cada muestra para evitar la contaminación cruzada; y se guardará el material en bolsas de plástico con los datos de su ubicación en el perfil. También podrían realizarse **muestreos horizontales** de sedimentos asociados con cierto contexto (por ej. el contenido en el interior de un recipiente cerámico) para aportar información complementaria a las secuencias polínicas del sitio (Burjachs et al., 2003; Prieto et al., 2018).

El **tratamiento fisicoquímico** de las muestras implica distintas instancias según un protocolo estandarizado (por ej. eliminación de carbonatos y ácidos húmicos; separación densimétrica por flotación de los palinomorfos). Luego de realizar los pasos correspondientes con los equipamientos, insumos y reactivos necesarios, y bajo los controles requeridos durante la manipulación de las muestras, se hará el montaje del residuo obtenido. En este punto aclaramos que en realidad no sólo se habrán recuperado granos de polen sino también esporas. Los preparados serán observados en un **microscopio óptico** con aumentos de x40, x60 y x100 y cámara fotográfica adosada para su registro (López Sáez et al., 2013).

Identificaciones morfológicas y taxonómicas. Cuantificación

Para realizar las **descripciones morfológicas** y las **identificaciones taxonómicas** de los granos de polen será fundamental tener a disposición bibliografía específica (claves y atlas polínicos, publicaciones) y colecciones de referencia. Durante esta instancia del análisis también se llevarán a cabo las **cuantificaciones**. Específicamente, se realizará la **suma base polínica**, es decir, el número total de palinomorfos contados en cada muestra. Ese número incluye a los granos identificados, a los indeterminables por su grado de deterioro y a los indeterminados (*i.e.* pólenes y esporas que no lograron identificarse). El valor mínimo para considerar en estos recuentos dependerá del tipo de sedimento analizado (si posee mayor o menor concentración polínica); suelen considerarse entre 150 y 300 palinomorfos como un número estadísticamente válido (Burjachs et al., 2003).

Presentación de resultados e interpretaciones: aspectos generales

Los **diagramas palinológicos** constituyen el principal recurso de representación de los resultados de los análisis de granos de polen en perfiles estratigráficos. Estos diagramas permiten graficar los taxones identificados y sus frecuencias (absolutas o relativas) sobre el eje

X; y los puntos del perfil de donde proceden las muestras sobre el eje Y. En este último eje, efectuado a escala, se incluyen también los datos cronológicos disponibles. Los taxones representados pueden agruparse, por ejemplo, en arbóreos, no arbóreos, palinomorfos indeterminados e indeterminables.

A partir de los análisis polínicos podremos evaluar las características de las comunidades vegetales; la estabilidad o los cambios en las condiciones ambientales en cuanto a períodos húmedos o secos; la presencia de polen local y extra-regional en vinculación con direccionalidad del viento, entre otros. Al mismo tiempo, brindará conocimiento respecto a cómo fue la relación de las sociedades pasadas con su entorno vegetal y cómo han podido impactar en él a través de procesos como antropización del paisaje y diferentes actividades productivas (Burjachs et al., 2000; López Sáez et al., 2013; Prieto et al., 2018). Pero para alcanzar este tipo de interpretaciones, es fundamental considerar diferentes cuestiones. Una de ellas se relaciona con conocer las características de emisión de polen de los taxones identificados; esto es porque existe variabilidad cuantitativa en su producción y no será lo mismo si se identifican dos taxones con la misma frecuencia, pero éstos emiten distintas cantidades de polen. Otros aspectos se relacionan con el sitio arqueológico estudiado, su ubicación (altitud, latitud) y su entorno geográfico. Es diferente si se trata de un sitio a cielo abierto o en aleros, que sitios localizados en el interior de cuevas: las condiciones de humedad y temperatura, así como también la baja erosión y meteorización que puedan impactar en los depósitos, convierten a esos últimos ambientes en lugares propicios para la depositación de polen. En este sentido, entonces, deben articularse los resultados con análisis sedimentológicos, arqueobotánicos y de procesos de formación naturales y culturales actuantes en los depósitos arqueológicos que pudieron haber alterado la preservación de los granos de polen; y tener bien en claro la estratigrafía de los perfiles sobre los cuales se hayan tomado las muestras y su cronología asociada.

BOX TEMÁTICO

Análisis de fitolitos en sedimentos de contextos arqueológicos como proxy para la reconstrucción paleoambiental y la interpretación de prácticas antrópicas relacionadas con el uso de las plantas

Por María de los Milagros Colobig

Existen diversas metodologías para investigar la relación entre los seres humanos y las plantas en el pasado, así como diferentes abordajes teóricos para su interpretación. En los últimos años, se han desarrollado múltiples análisis para estudiar lo que actualmente se considera un “sistema socio-ecológico” (Redman et al., 2004). En este contexto, la evaluación del cambio ambiental a lo largo del tiempo y de cómo las actividades humanas han influenciado en la biodiversidad, es un tema relevante para la arqueología (por ej. Pétursdóttir, 2017).

Los sedimentos de depósitos arqueológicos pueden contribuir a la recuperación de información paleoambiental además del uso humano de las plantas. Su potencial es particularmente notable en ambientes tropicales o subtropicales, donde la preservación de macrorrestos botánicos es escasa. Asimismo, el estudio de muestras sedimentarias nos permite identificar áreas de actividad, de colecta o de cultivo; y la utilización de materiales constructivos. La selección y toma de este tipo de muestras debe ser lo más exhaustiva posible para que la resolución sea alta. Es necesario contar con muestras suficientes para interpretar en detalle y asociarlas con los cambios y continuidades de las ocupaciones humanas.

Como se mencionó en este capítulo, existen dos formas de muestreo de sedimentos arqueológicos. Si bien son complementarias, su aplicación en un mismo sitio dependerá de los objetivos de la investigación, las características del sitio, las posibilidades de tomar las muestras, etc. El muestreo de un perfil estratigráfico de la excavación puede realizarse por decapados naturales o artificiales cada 5 cm y, en general, se selecciona un perfil en la cuadrícula con mayor registro de actividad u ocupación. Asimismo, siempre es recomendable tomar muestras de un perfil testigo, es decir, un perfil con nula o escasa presencia antrópica. Se muestrea de la misma forma que el perfil antrópico y nos permitirá comparar los niveles “naturales” con los niveles antropizados y hacer foco en los vegetales aportados al sitio para uso antrópico. Por otro lado, el muestreo en planta de la excavación permite obtener información sobre las diferentes áreas de actividad u ocupación en un nivel determinado (en general el nivel de mayor ocupación o densidad de material arqueológico). Este muestreo se puede realizar sistemáticamente en una o en todas las cuadrículas; se selecciona una o más muestras por cuadrícula, cada una suele ser de por lo menos 20 gr.

A continuación, veremos algunos trabajos científicos desarrollados en diferentes regiones de nuestro país para ejemplificar la potencialidad de los análisis de fitolitos en muestras arqueológicas sedimentarias.

Casos de estudio

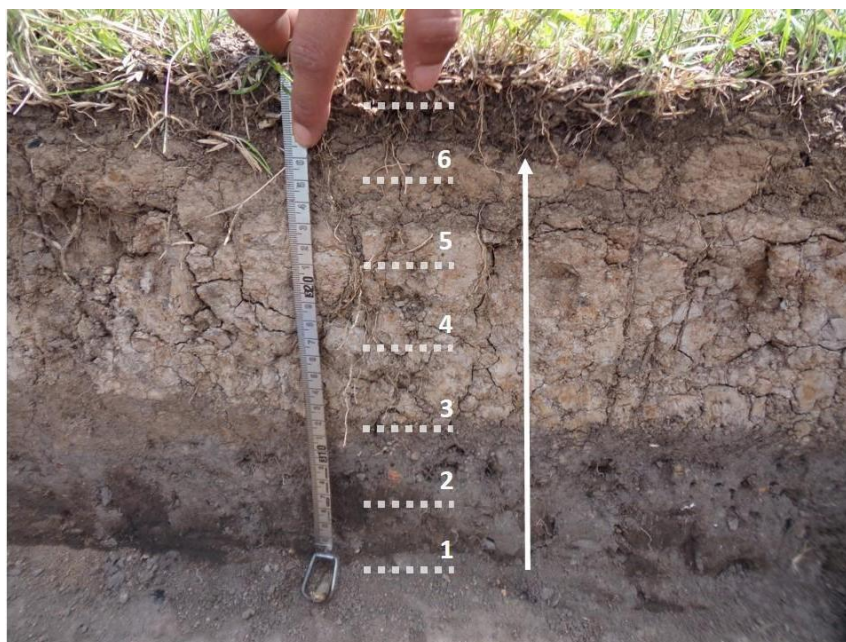
El sitio Los Tres Cerros 1 (Victoria, Entre Ríos) consiste en un “cerrito” de origen antrópico, que fue ocupado por poblaciones vinculadas con la entidad arqueológica Goya-Malabrigo alrededor de los 1000 años A. P. (Bonomo et al., 2019). El objetivo de nuestro análisis consistió en conocer el uso del cerrito desde el punto de vista del consumo de vegetales silvestres y/o cultivados (Sánchez et al., 2013). Además de trabajar sobre un perfil natural por fuera del sitio, seleccionamos muestras cada 5 cm en un perfil estratigráfico de la excavación (Figura 5.3). Complementariamente, realizamos un relevamiento estratigráfico de las secuencias expuestas en cada pared de las primeras campañas de excavación. Esto permitió identificar diferentes capas, lentes y unidades de depósito de acuerdo con los cambios de coloración, litología y frecuencia de restos arqueológicos.

Como resultados relevantes pudimos detectar que los niveles estratigráficos con baja variabilidad fitolítica coinciden con una disminución de la presencia de restos arqueológicos. En contraposición, en los niveles con elevada variabilidad de microfósiles biosilíceos aumenta el

registro de diferentes materiales arqueológicos. Para la interpretación de esta distribución vertical fue fundamental articular con los resultados de los estudios geoarqueológicos. Según esos análisis, se propuso que los niveles -coincidentes con baja variabilidad fitolítica- fueron originados por prácticas de acopio de sedimento de zonas aledañas y por la incineración de material vegetal para el acondicionamiento espacial del montículo; esto explica la homogeneidad del registro fitolítico que observamos. En tanto que en los niveles con mayor variabilidad identificamos formas afines a vegetales cultivados como Cucurbitaceae y *Zea mays*, y silvestres como Oryzoideae; esto indica una combinación de recursos vegetales incorporados a la dieta mediante recolección y horticultura.

Figura 5.3

Perfil estratigráfico del sitio Los Tres Cerros 1 ejemplificando la toma de muestras continuas cada 5 cm, desde el piso hacia el techo de la secuencia



Otro caso de estudio es el del sitio arqueológico La Calavera (San Jerónimo, Santa Fe), también un montículo ocupado por cazadores-recolectores-pescadores-horticultores hace 1200 años A. P. Con el objetivo de detectar diferentes sectores de actividad en lo que fue probablemente el núcleo central de la vivienda, realizamos un muestreo sistemático en planta en cinco de las diez cuadrículas excavadas (Colobig y Zurro, 2025). Específicamente, tomamos muestras en uno de los niveles de la secuencia estratigráfica donde se detectó una buena cantidad de material arqueológico y rasgos como un agujero de poste, abundante carbón vegetal y posible acumulación de carbón y huesos. El análisis de estas muestras y las identificaciones taxonómicas alcanzadas (además de fitolitos observamos diatomeas y espículas de espongiarios), nos permitió evaluar la distribución espacial de microrrestos y distinguir la

sectorización del espacio. Pudimos identificar una zona central del área excavada donde se concentra la mayor cantidad de fitolitos, y una zona periférica donde probablemente hubo menos aporte de elementos vegetales y en consecuencia suponemos fue un sector donde se desarrolló menos actividad. También observamos que el sector excavado que se ubica más cerca del río parece haber sido utilizado para actividades de quema (observada en la coloración oscura de los fitolitos y en la acumulación de microcarbones y carbones); mientras que el sector más interno del montículo podría haber sido el lugar de otras actividades, como el consumo de plantas. Estas interpretaciones sobre la sectorización espacial pudimos alcanzarlas mediante el análisis cuantitativo de los diferentes morfotipos y taxones identificados. Por ejemplo, el mayor porcentaje de células largas en el sector más interno del montículo indica una mayor acumulación de gramíneas. Los porcentajes más elevados de poaceas versus dicotiledóneas y arecaceas destacan el uso de plantas leñosas y subleñosas. Además, la presencia de marcadores fluviales (espículas de espongiarios, diatomeas y plantas podostemáceas que son propias de aguas torrentosas), nos permitió detectar aportes de agua al sedimento, así como los fitolitos articulados evidencian áreas de mayor estabilidad del depósito.

Con una metodología de análisis fitolítico similar, también podemos interpretar el paleoambiente en el que se desarrollaron las ocupaciones humanas. Este tipo de investigación la realizamos en el sitio 1 de la localidad arqueológica Lobería I (sierras de Tandilia oriental, Buenos Aires), una cueva con ocupaciones humanas desde el Holoceno temprano hasta el Holoceno tardío. Con el objetivo de reconstruir las condiciones climáticas, analizamos comparativamente dos perfiles de la excavación del sitio con un perfil natural de un arroyo cercano (Colobig, 2014). En el análisis de todas las muestras, primero identificamos las asociaciones fitolíticas en cada una de ellas. Luego implementamos índices de temperatura y humedad, que se calculan de acuerdo con unas fórmulas expresadas en los recuentos de determinados taxones; los resultados se comparan con valores ya establecidos para interpretar las variaciones de esos indicadores climáticos a lo largo del tiempo. Nuestro análisis nos permitió observar diferencias entre los dos perfiles del sitio y el perfil del arroyo. El perfil más externo del abrigo rocoso, al estar más expuesto a las condiciones medioambientales, presentó similitudes con el perfil natural en cuanto al índice de humedad; mientras que el perfil que se ubica hacia el interior indica condiciones secas. Los registros biosilíceos relevados en los perfiles posibilitaron estimar variaciones microambientales en el reparo, y tendencias generales acordes con los modelos regionales. Estos modelos indican mayor aridez y climas más fríos durante los inicios del Holoceno; condiciones más cálidas y húmedas, pero con oscilaciones de las condiciones de humedad, principalmente hacia el Holoceno medio; y condiciones húmedas y cálidas hacia el Holoceno tardío.

Referencias

- Bonomo, M., Di Prado, V., Silva, C., Scabuzzo, C., Ramos van Raap, M. A., Castiñeira, C. y Politis, G. (2019). Las poblaciones indígenas prehispánicas del Paraná Inferior y Medio. *Revista del Museo de La Plata*, 4(2), 575-610.
- Colobig, M. M. (2014). Contexto paleoambiental durante el Pleistoceno tardío/ Holoceno tardío de la Localidad Arqueológica Lobería I (borde oriental de las sierras de Tandilia, Buenos Aires, Argentina): el aporte de los indicadores biosilíceos. *Intersecciones en Antropología*, 15, 293-305.
- Colobig, M. M. y Zurro, D. (2025). Management of plant resources in fluvial environments: first phytolith analysis of sediments from the La Calavera Site, Argentina. *Libro de Resúmenes 14th International Meeting on Phytolith Research*, 82. Barcelona, Spain.
- Pétursdóttir, Þ. (2017). Climate change? Archaeology and anthropocene. *Archaeological Dialogues*, 24, 175-205.
- Redman, C., Grove, J. y Kuby, L. (2004). Integrating social science into the long-term ecological research (LTER) network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems*, 7, 161-171.
- Sánchez, J. O., Colobig, M. M., Zucol, A. F., Politis, G. G., Bonomo, M., y Castiñeira, C. (2013). Primeros resultados sobre el uso prehispánico de los vegetales en el sitio arqueológico Los Tres Cerros 1 (Victoria, Entre Ríos, Argentina): análisis del registro biosilíceo. *Darwiniana*, Nueva Serie, 1(2), 201–219.

Los macrorrestos vegetales

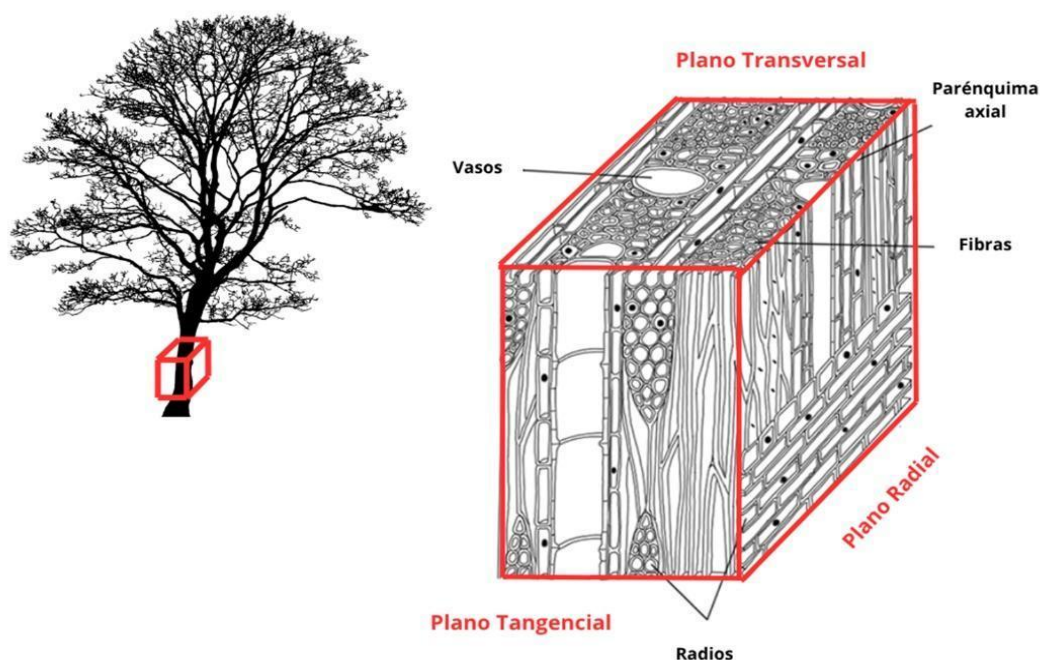
Qué son y dónde encontrarlos

Como mencionamos al inicio del capítulo, el término de macrorrestos vegetales engloba a frutos, semillas y carbones (madera carbonizada). El **fruto** es el órgano (ovario maduro) que contiene a las semillas y sus partes anexas. Esta estructura posee tres capas (epicarpo + mesocarpo + endocarpo = pericarpo) con características distintivas que, junto con la disposición de las semillas en el fruto, permiten su identificación taxonómica. La **semilla**, por su parte, es el óvulo fecundado y maduro; está constituida por el tegumento seminal, el embrión y el endosperma. Posee diferentes caracteres diagnósticos: la ubicación y orientación del embrión es el rasgo más relevante, además del tamaño y la forma, y ciertos aspectos del tegumento. En lo que respecta a la **madera**, suele utilizarse ese término para referirse al xilema secundario localizado tanto en tallo como en raíz. Para su identificación taxonómica se consideran diferentes características: por ejemplo, los vasos y su disposición; el tamaño y disposición de los radios; y la disposición, forma y patrón de distribución del parénquima axial (Figura 5.4).

Al tratarse de material orgánico, la posibilidad de preservación de los macrorrestos estará directamente condicionada por las características del ambiente donde se localiza el sitio arqueológico. En términos generales, los lugares secos predisponen su desecación³; mientras que en zonas húmedas las posibilidades de su recuperación disminuyen. Igualmente, una forma que sí contribuye a su conservación en diversos ambientes y a lo largo del tiempo es su combustión incompleta; aunque dependerá también de la temperatura y el tiempo de combustión que hayan alcanzado, y de las características de estos macrorrestos. En caso de preservarse en los sitios arqueológicos, podrán encontrarse de forma dispersa en diferentes estratos o niveles de ocupación o de abandono, y corresponder con desechos de preparación, de almacenamiento o de consumo de alimentos; pueden ser también materiales constructivos; ser el resultado del barrido de pisos; o vincularse con contextos particulares de actividades, como un fogón por ejemplo. Asimismo, pueden ser incorporados naturalmente a la estratigrafía por diferentes procesos como incendios naturales o transporte; o por roedores o raíces en el caso de semillas modernas (no carbonizadas). Estos últimos agentes podrían producir también el desplazamiento de macrorrestos de origen antrópico, al igual que ocurre con otras materialidades.

Figura 5.4

Planos anatómicos de la madera y sus principales caracteres



³ Los ambientes secos también favorecen la conservación de fibras vegetales (o incluso animales). Para mayor detalle sobre los análisis en este tipo de materialidad, consultar el Capítulo 6 "Biomateriales y técnicas analíticas".

Lineamientos generales para la obtención de muestras

Durante la excavación, estos tipos de restos botánicos podrán ser distinguidos a ojo desnudo en determinadas situaciones. Por ejemplo, cuando presenten un tamaño claramente observable y se encuentren dispersos en el área excavada; y/o estén en ciertos contextos particulares de hallazgo: fogones, basureros o lugares de almacenamiento. En tales situaciones su recolección la podremos efectuar mediante **muestreos *in situ***, acompañados con las correspondientes referencias de ubicación. Podríamos también diferenciar a los **muestreos puntuales**, como el caso del sedimento contenido en el interior de recipientes cerámicos. Sin embargo, estos muestreos suelen estar sesgados por la atención del especialista y por el mismo tamaño de los restos. Como complemento, entonces, se realizan **muestreos de sedimentos** para obtener aquellos macrorrestos que no son visibles durante las tareas de excavación. En tales muestras, mediante su posterior tamizado y flotación, se buscará aislar y recuperar los restos vegetales presentes; emplear ambos métodos (detallados más abajo) en un mismo sitio aumentará el número de diferentes macrorrestos recuperados. En realidad, su aplicación también permitirá recolectar otras materialidades arqueológicas que hayan pasado desapercibidas (por ej. cuentas y huesos de micromamíferos o peces). Estos muestreos de sedimento pueden ser de dos tipos, y es recomendable realizarlos de forma complementaria: **muestreos compuestos** o **muestreos columnares** (Pearsall, 2015). Los primeros se refieren a pequeñas muestras de sedimento colectadas de la base, del techo o de distintas partes de una misma unidad estratigráfica o un nivel de excavación de una cuadrícula de 1 m²; se guardarán de forma conjunta en una misma bolsa. A su vez podría dividirse en submuestreos: por ejemplo, recolectar el sedimento contenido en el interior de una vasija y el sedimento procedente de sus alrededores; ambas submuestras se guardarán y rotularán de forma separada. Por su parte, los muestreos columnares consisten en extraer sedimento de una columna que involucra a todos los niveles excavados; puede seleccionarse al azar una cuadrícula de 1 m² y tomar la misma cantidad de sedimento por cada nivel. Precisamente en relación con esto último, siempre es recomendable estandarizar el volumen del sedimento a extraer para que luego sean válidas las comparaciones entre las muestras; una de las opciones de medida puede ser completar un balde de volumen conocido (por ej. 10 lts). Para la toma de las decisiones que implican estas tareas de muestreo, resulta fundamental la presencia de un especialista en estos análisis; también es importante que, quienes integren el equipo de trabajo de campo, tengan conocimiento sobre las recolecciones a efectuar y los recaudos necesarios.

El **tamizado en seco** consiste en verter el sedimento extraído de la excavación sobre mallas de diferentes tamaños (por ej. de 0,5 o 0,25 mm), a través de las cuales se logran retener los restos más grandes. Sin embargo, en algunos contextos con sedimentos muy húmedos o arcillosos, por ejemplo, el tamizado no resulta óptimo. En tales casos, la **flotación** constituye un método más eficaz. Su aplicación se fundamenta en que el material vegetal carbonizado es menos denso que el agua. De tal modo, cuando se sumerge una muestra de sedimento en agua, tales restos botánicos flotarán en la superficie. A esta fracción se la denomina fracción ligera o flotante; mientras que otros restos más densos que puedan estar presentes (por ej. líticos,

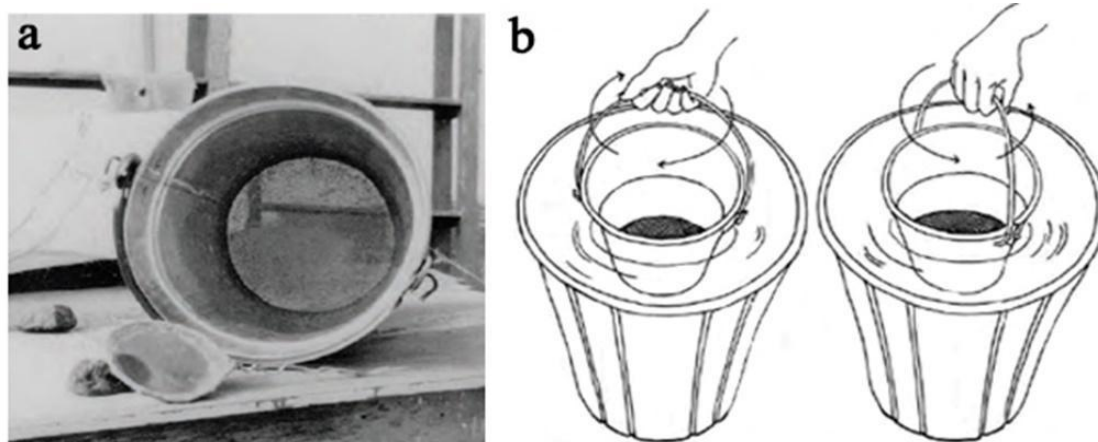
cerámicos, óseos o material vegetal sin carbonizar) constituyen la fracción pesada, es decir, no flotarán. Existen máquinas de flotación, generalmente usadas en excavaciones con mucho presupuesto y con una logística acorde, que permiten procesar grandes cantidades de sedimento y obtener resultados efectivos en poco tiempo (Zapata Peña y Cachorro, 2013, Figura 1).

Otra opción consiste en realizar la flotación manual; es muy sencilla, además de que es más económica y adaptable. Una manera de llevarla a cabo es a partir de un recipiente (por ej. un balde de 10 lts) cuyo fondo ha sido reemplazado por una malla fina (generalmente de 0,25 mm). El fondo de este balde se sumerge en otro recipiente con agua y luego se va colocando de a poco el sedimento. Mediante movimientos circulares que hagamos del balde (Figura 5.5), la fracción ligera comenzará a flotar y se recuperará utilizando un colador de una malla fina ($\leq 0,05$ mm); la fracción pesada quedará retenida en la malla de la base del balde y también será recolectada. La aplicabilidad de la flotación manual dependerá del tipo de sedimento con el que trabajamos; en el caso de suelos muy arcillosos, por ejemplo, el movimiento del balde durante la flotación no sería suficiente para que se separen los restos vegetales. Para poder llevar a cabo el tamizado, también va a influir la dureza y compactación del sedimento; en tales situaciones los restos de carbón podrían destruirse.

El tamizado y la flotación deberían realizarse idealmente en el campo, a la par de la excavación. Sin embargo, entran en consideración diversos factores: la ubicación del sitio, el tipo y la duración del trabajo de campo a realizar, la disponibilidad de agua cercana (corriente, o de algún río o arroyo), etc. En caso contrario, con la planificación necesaria y según la logística y los recursos disponibles, podrían trasladarse las muestras de sedimento en bolsas hasta el lugar de su procesamiento. Aspectos a tener en cuenta: la humedad del sedimento al momento de su recolección (se pueden dejar abiertas las bolsas el máximo tiempo posible antes de cerrarlas y trasladarlas); las bolsas no deben apilarse entre sí ya que, por el peso, se pueden destruir los restos vegetales; las etiquetas con los datos de las muestras deben ser guardadas de forma separada para asegurar su preservación; el lapso desde la recolección hasta su procesamiento en el laboratorio tendría que ser lo mínimo posible para disminuir el riesgo de daño de los macrorrestos.

Figura 5.5

Balde de flotación manual, con malla metálica de 0,5 mm soldada al fondo, y tamiz de 0,25 mm (a) Movimiento de rotación para agitar el sedimento, sujetando el balde por el asa o los lados (b)



Nota. Adaptado de *Paleoethnobotany: a handbook of procedures*, de Pearsall, 2015, Figuras 2.12 y 2.16.

El material vegetal recuperado mediante flotación tiene que ser procesado para su **secado**. Lo mismo ocurrirá con los restos extraídos mediante muestreos *in situ* o por tamizado, que pueden presentar humedad. Este procedimiento puede realizarse extendiendo los restos vegetales sobre papel, ubicado en un ambiente propicio (por ej. a la sombra, y sin corrientes de aire que puedan desparramarlos); y realizando, obviamente, las identificaciones correspondientes. Otra opción es mediante el empleo de bolsas de tela absorbente, que se cuelgan en algún lugar para que queden expuestas al aire. Luego se guardarán los restos; por ejemplo, en algún tipo de recipiente rígido para evitar principalmente su fragmentación. En caso de necesitarlo, ya en el laboratorio, las muestras pueden ser colocadas en una estufa para completar su secado.

Identificaciones taxonómicas. Cuantificación

Como mencionamos anteriormente, la combustión incompleta de los macrorrestos vegetales favorece su preservación en contextos arqueológicos. En términos generales, en el caso de frutos y semillas, es posible su identificación taxonómica si se conserva su morfología externa. Si se trata de madera, es fundamental para su determinación que se mantenga la estructura anatómica del tejido. Esto suele ocurrir cuando se forman los carbones y se detiene el proceso de combustión; los caracteres cuantitativos no se preservan.

En el laboratorio, los macrorrestos suelen ser colocados en placas de Petri de vidrio para luego ser observados en **microscopios estereoscópicos** de bajos aumentos (de 10x a 80x) si se trata de semillas y frutos, o de mayores aumentos (400x) en el caso de los carbones. Al igual que en el estudio de microrrestos, resulta fundamental que posean cámara fotográfica adosada. También suelen emplearse **microscopios electrónicos de barrido**; si bien pueden utilizarse para semillas y frutos, principalmente se emplean en los estudios antracológicos (Figura 5.5). Puede ser útil disponer de pinzas metálicas para manipular suavemente los restos, y colocar

arena o semillas de lino -por ejemplo- en las placas de vidrio para luego depositar allí el material. Si nos referimos específicamente a los carbones, observaremos fragmentos. Para frutos y semillas, podrían ser estructuras completas, dañadas o fragmentos de ellas. Es importante realizar los recuentos de forma separada según estas formas de representación, así como también separar a las semillas y/o los frutos que no están carbonizados para evaluar luego si son de origen antrópico o han sido incorporadas de forma natural. Si recuperamos material de ambas fracciones de la flotación, estas muestras deben ser pesadas (con balanza digital electrónica de alta precisión) y analizadas de forma separada entre sí.

Mediante la observación en los microscopios de diferentes caracteres de los macrorrestos recuperados se efectuará entonces su **identificación taxonómica**. Para ello se compara este registro arqueológico con las descripciones, las observaciones y las medidas de especímenes de herbarios (por ej. Herbario de la División de Plantas Vasculares del Museo de La Plata, FCNyM, UNLP), de colecciones de referencia y de bibliografía específica; esto incluye atlas fotográficos, dibujos de semillas, publicaciones científicas con referencias de identificaciones de determinados taxones, etc. En el caso de las colecciones de referencia, es ideal que incluyan material carbonizado y sin carbonizar; esto es porque la carbonización puede producir ciertas modificaciones en los macrorrestos (por ej. alteración del tamaño de las semillas y frutos). Los niveles alcanzados pueden ser desde familia y género hasta especie. Esto dependerá de diferentes factores: el tamaño de los fragmentos de carbón, semillas y frutos; su estado de conservación; y la presencia de caracteres diagnósticos de los taxones. En caso de no tener total certeza respecto a las identificaciones, suele emplearse la abreviación latina “cf.”; significa “se parece a” y se coloca antes del nombre taxonómico (por ej. cf. *Neltuma*).

Para las identificaciones taxonómicas de **semillas y frutos**, precisar la familia resulta un buen inicio; las familias de leguminosas (Fabaceae) y de gramíneas (Poaceae), por ejemplo, presentan semillas bien características. A nivel de especie, la tarea se vuelve un poco más compleja pero no imposible. En el análisis de estos macrorrestos también podrían llegar a identificarse determinadas **modificaciones** que permitan indagar sobre las **prácticas de procesamiento** efectuadas en el pasado. Por ejemplo, para la obtención de harina de los frutos de algarrobo, se producen ciertos daños en las vainas (endocarpos abiertos, semillas con fisuras, etc.) producto de su molienda (Lema et al., 2012). Tenemos que mencionar también la posibilidad de identificar formas silvestres, domesticadas y transicionales implicadas en el **proceso de domesticación vegetal**. Una de las estrategias metodológicas para abordarlo es mediante el análisis de los cambios que se producen en los caracteres anatómicos, morfológicos y biométricos de los macrorrestos presentes en el registro arqueológico. Se emplean microscopios estereoscópicos con cámara fotográfica adosada y electrónicos de barrido; en caso de tener acceso a este último, es clave para observar y medir con mucho mayor detalle ciertos atributos diagnósticos para diferenciar entre especies domesticadas y silvestres. Las imágenes obtenidas son luego procesadas para los análisis biométricos; y se efectúan mediciones con calibre de caracteres externos (Lema, 2011). La comparación con colecciones de referencia es crucial. En términos generales, las plantas domesticadas pueden reconocerse en el registro ya que éstas, a diferencia

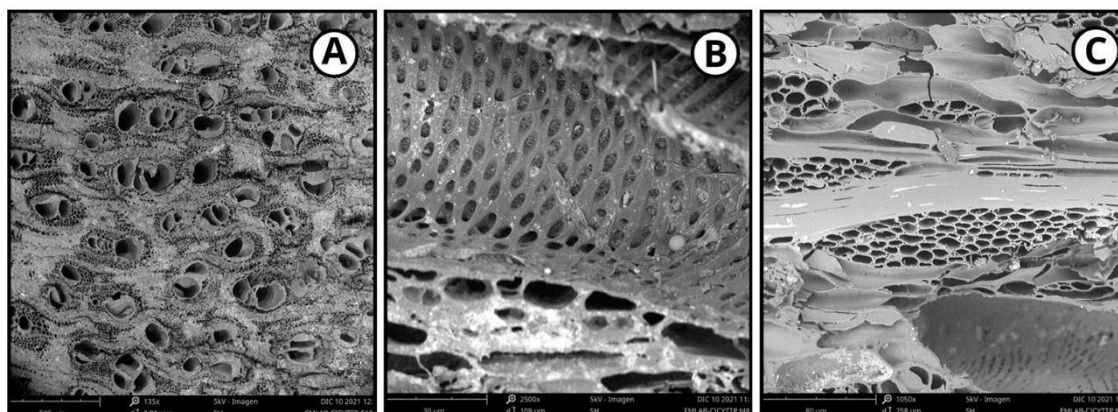
de las silvestres, poseen ciertas modificaciones en los órganos (frutos, semillas) y/o tejidos que les impiden su dispersión y/o reproducción. El principal desafío consiste en identificar si las plantas cultivadas no domesticadas presentan o no ciertas modificaciones morfológicas. Es fundamental, asimismo, complementar estos estudios con otras líneas de análisis (por ej. paleoambientales, etnobotánicas, genéticas) que permitan, de tal forma, abordar las transformaciones en las relaciones entre las poblaciones humanas del pasado y las plantas.

Para la identificación taxonómica de la **madera**, se suelen fracturar (a mano o con hojas de afeitar) los fragmentos de carbón. Esto permite observar al microscopio, en los bordes fracturados, las características anatómicas diagnósticas en los diferentes planos: transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial (Figura 5.6). Para realizar la descripción de los caracteres anatómicos de maderas se utilizan los criterios establecidos por la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA, 1989). Para las identificaciones, además de las colecciones de referencia, existe un repositorio web de la IAWA con imágenes de cortes de una gran cantidad de especies de todo el mundo (<https://insidewood.lib.ncsu.edu/search>).

El análisis también implica llevar a cabo diferentes **cuantificaciones**. Entre ellas podemos mencionar el **recuento** y el **pesaje** de los restos vegetales recuperados por cada taxón identificado; ya sea en términos absolutos (cantidad de restos y gr, respectivamente) o relativos (en porcentaje, en base al cálculo anterior). Si estos conteos se evalúan por litro de sedimento procesado (g / lt) en la flotación o tamizado, se puede comparar luego entre diferentes contextos o niveles estratigráficos. El **porcentaje de ubicuidad** es otra medida de amplio uso en los estudios de macrorrestos. Consiste en evaluar la presencia de cada taxón según la totalidad de restos analizados y es útil para comparar el registro de taxones entre unidades, niveles y/o sitios, independientemente de la cantidad de restos identificados. Por otro lado, para asegurar la representatividad de las muestras procesadas de carbón por ejemplo, se realiza la **curva de esfuerzo-rendimiento**. Esta curva, también llamada de riqueza taxonómica, representa el número de taxones identificados por el número de fragmentos de carbón analizados. Cuando esa curva se estabiliza, es decir que ya no se identifican nuevos taxones, entonces se selecciona ese número mínimo de carbones para el análisis.

Figura 5.6

Imágenes tomadas con MEB de carbones arqueológicos, correspondientes a Neltuma sp.: a) corte transversal mostrando vasos, radios y parénquima axial, b) corte longitudinal tangencial mostrando punteaduras intervasculares alternas y ornadas, c) corte longitudinal tangencial, detalle de radios uniseriados a multiseriados (hasta 7-8 células de ancho) y vasos con punteaduras intervasculares



Nota. Adaptado de *Los usos prehispánicos de las maderas en el curso inferior del río Paraná: el caso del sitio arqueológico Cerro de las Pajas Blancas 1 (departamento San Jerónimo, Santa Fe)*, Lopérfido et al., 2024, Figura 4.

Presentación de resultados e interpretaciones: aspectos generales

Los resultados pueden ser presentados en términos **cualitativos** o **cuantitativos** (Pearsall, 2015). Los primeros se focalizan en los taxones identificados en el registro estudiado. Esta información permite abordar diferentes aspectos, tales como la estacionalidad de la ocupación del sitio, la vegetación presente (especies locales o extralocales), la dieta, las prácticas de subsistencia; también puede brindar datos respecto a comercio y domesticación. La información expuesta de forma cuantitativa, generalmente a través de tablas y/o gráficos, expresa los conteos y pesaje de los restos, las frecuencias relativas, la ubicuidad, entre otros. Dependiendo de los objetivos del estudio, pueden aplicarse luego análisis de correlación entre variables o de componentes principales.

Específicamente sobre el estudio de carbones, además de ofrecer información paleoecológica (qué árboles y arbustos estaban presentes durante la ocupación del sitio), permite abordar qué maderas fueron seleccionadas para utilizar como combustible para diferentes fines: iluminación, calefacción, cocción o ahumado de alimentos, producción de humo para repeler insectos, cocción de cerámica, fundición de metales, etc. Su selección, además de estar influenciada por aspectos socioculturales, implicaba tener conocimiento acerca del calibre de las ramas y los troncos, qué tipo de fuego podía obtenerse (con mayor o menor llama), la duración de su combustión, la generación de mayor o menor cantidad de humo o la temperatura máxima que podía alcanzarse. Asimismo, estos aspectos están en relación con las condiciones atmosféricas, con el lugar donde se realizó el fuego (en cueva o al aire libre) y si se utilizaba algún tipo de estructura (por ej. hornos de tierra). En relación con estos aspectos, puede resultar

interesante evaluar este registro con información bibliográfica disponible sobre el poder calórico y con los posibles usos culturales de los taxones identificados a partir de fuentes etnohistóricas y/o etnográficas.

Como se mencionó previamente, los restos de carbón en los sitios arqueológicos pueden presentarse de forma concentrada o dispersa. Los primeros suelen vincularse con eventos y actividades concretas, como fogones domésticos u hornos. En cambio, los hallados de forma dispersa pueden representar eventos de limpieza de fogones o ser el resultado de la acción de distintos agentes naturales (animales, viento, precipitaciones). En estos casos, suelen estar implicados múltiples eventos de combustión, por lo que generalmente presentan una mayor diversidad taxonómica.

Los restos de maderas no carbonizadas recuperados en sitios arqueológicos, ubicados en ambientes particulares que favorecen su conservación, también pueden responder a actividades humanas o cuestiones naturales. Si nos referimos exclusivamente a aquellas de origen antrópico, su presencia podría vincularse con materiales de construcción de diferentes estructuras (por ej. postes) y, generalmente, son de taxones locales. En tal caso, es importante registrar su ubicación en el campo y su asociación con otras materialidades para la reconstrucción del espacio. Por otro lado, los recursos leñosos han sido utilizados para la confección de canoas (Bonomo y Ramos, 2021) y de artefactos como por ejemplo astiles e intermediarios de proyectiles (Babot et al., 2009).

En cuanto al registro carpológico de origen antrópico, su conservación en determinados contextos ambientales también depende de que hayan sido expuestos al fuego. Tal exposición puede haber ocurrido por su inclusión accidental o por descarte en esos contextos; o por su procesamiento para confeccionar harina o mejorar su almacenamiento (Zapata Peña y Peña Cachorro, 2013). Por lo tanto, aquellas semillas y frutos que hayan sido consumidas de forma directa -sin necesidad de utilizar su alteración térmica- quedarían subrepresentadas o directamente ausentes en ese registro arqueológico. Este es un ejemplo de la importancia de realizar complementariamente análisis de microrrestos, de ácidos grasos y de isótopos estables sobre ácidos grasos. La información procedente de estudios etnoarqueológicos, etnobotánicos y experimentales sobre determinados taxones resulta también crucial en las interpretaciones sobre el registro arqueobotánico y las prácticas involucradas en su selección, procesamiento, consumo y usos. Tal como detallamos en varias partes de este libro, el abordaje multiescalar es fundamental. Misma aclaración es válida para las investigaciones que se focalizan en el proceso de domesticación de plantas a partir del estudio de macrorrestos, y específicamente de semillas. Además de contar con colecciones de referencia, son clave los estudios experimentales que den cuenta de las variaciones morfológicas existentes entre especies silvestres, transicionales y domesticadas (Lema, 2011).

Cerrando el recorrido

En este capítulo hemos realizado un recorrido sobre las diferentes instancias implicadas en los análisis de micro y macrorrestos vegetales arqueológicos, desde la toma de muestras hasta la presentación de resultados y aspectos generales a considerar en sus interpretaciones. Efectuar el estudio de este registro botánico en los sitios arqueológicos brinda información clave para abordar aspectos paleoambientales, ecológicos, económicos y sociales. Para ello, como en cualquier investigación arqueológica, es fundamental tener claras nuestras preguntas de investigación y que guiarán la elección de la metodología adecuada en función de las características del sitio arqueológico, del ambiente en el que se localiza, y de la factibilidad de los recursos disponibles.

La confección de colecciones de referencia es imprescindible en estos análisis. A partir de ellas podremos comparar los restos recuperados de los contextos o materialidades arqueológicas con la vegetación actual, y alcanzar las identificaciones taxonómicas con el mayor grado de detalle posible. Esto permite, a su vez, distinguir si las especies reconocidas son nativas, silvestres-transicionales-domesticadas, introducidas o adquiridas por intercambio. Los trabajos experimentales en colecciones de referencia también tienen un rol clave al proporcionar información sobre las prácticas de procesamiento de las plantas y, así, permitir la comprensión sobre las prácticas de consumo y/o uso de las especies vegetales en el pasado.

En la comunicación de nuestras investigaciones arqueobotánicas es fundamental ofrecer una caracterización ambiental del área bajo estudio, así como detallar los métodos y técnicas empleados en la recuperación de los restos vegetales y los posibles sesgos de recuperación e identificación taxonómica que puedan estar implicados. También es importante recordar que, según las prácticas antrópicas y las condiciones ambientales, pueden generarse restos vegetales sin que necesariamente se depositen, preserven y recuperen en el registro arqueológico. Por ello, la combinación del estudio de microrrestos y macrorrestos resulta clave para ampliar los alcances de nuestras interpretaciones. El valor de estos análisis se potencia aún más cuando se integran con información procedente de fuentes etnohistóricas, estudios etnográficos y botánicos, y con enfoques arqueométricos como los isótopos estables o los ácidos grasos. Solo mediante estos abordajes multiescalares y multiproxy es posible obtener datos robustos sobre las interacciones entre las personas del pasado y su entorno vegetal, así como sobre el lugar de las plantas en sus prácticas productivas, tecnológicas y alimentarias cotidianas.

Referencias

- Babot, M.P. (2007). Granos de almidón en contextos arqueológicos: posibilidades y perspectivas a partir de casos del noroeste argentino. En M.B. Marconetto, M.P. Babot y N. Oliszewski (Eds.), *Paleoetnobotánica del Cono Sur: Estudios de caso y propuestas metodológicas*, (pp. 95-126). Ferreyra Editor, Córdoba.

- Babot, M.P., Apella, M.C, Hocsman, S., Martínez, J.G. y Aschero, C. (2009). Adhesivos para enmangue en artefactos líticos: diseño de investigación en Antofagasta de la Sierra (Puna meridional Argentina). *Arqueometría latinoamericana*, 1, 169e175.
- Bertoldi de Pomar, H. (1971). Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos. *Ameghiniana*, 8(3-4), 317-328.
- Bonomo, M., Aceituno, F., Politis, G. y Pochettino, M. L. (2011). Pre-Hispanic Horticulture in the Paraná Delta (Argentina): Archaeological and Historical Evidence. *World Archaeology*, 43, 557-579.
- Bonomo, M., Colobig, M. M. y Mazzia, N. (2012). Análisis de residuos orgánicos y microfósiles silíceos de la “cuchara” de cerámica del sitio arqueológico Cerro Tapera Vázquez (Parque Nacional Pre-Delta, Argentina). *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 22, 31-50.
- Bonomo, M. y Ramos, R. S. (2021). Study of dugout canoes from the coast of La Plata River and the islands of the Paraná Delta, Argentina. *The Journal of Island and Coastal Archaeology*, 18(1), 75–99.
- Burjachs, F., López Saéz, J.A. y Iriarte, M.J. (2000). Metodología arqueopalinológica. En R. Buxó & R. Piqué (Eds.), *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. La gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el Mediterráneo occidental* (p. 9–16). Encuentro del grupo de trabajo de arqueobotánica de la Península Ibérica, Barcelona/ Bellaterra.
- Coil, J., Korstanje, M.A., Archer, S. y Hastorf, C.A. (2003). Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 30(8), 991-1008.
- Colobig, M. M., Figueroa, G. G. y Dantas, M. (2020). Primera aproximación a los microrrestos vegetales presentes en artefactos cerámicos y líticos de los sitios LVR11 y EP1, Valle de Ambato, Catamarca, Argentina. *Anuario de Arqueología*, 12, 95-108.
- Gadekar, C., García-Granero, J., Madella, M., Lancelotti, C., Veesar, G., Abro, T. y Zurro, D. (2023). Phytoliths and lithics: An alliance of convenience? Performing first comprehensive residue analysis for the artefacts of the Indus Civilisation. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 52, 104254.
- Korstanje, M.A. y Babot, M.P. (2007). Microfossils characterization from south Andean economic plants. Plants, people and places. En M. Madella y D. Zurro (Eds.), *Recent studies in phytolith analysis* (pp. 41- 72). Oxbow books. Cambridge.
- Lema, V. (2011). Lo micro en lo macro: el tratamiento microscópico de macrorestos vegetales para la identificación de prácticas y modos de relación con el entorno vegetal en el estudio arqueológico de la domesticación vegetal. *Arqueología*, 17, 57-79.
- Lema, V.S., Capparelli, A. y Martínez, A. (2012). Las vías del algarrobo: antiguas preparaciones culinarias en el noroeste argentino. En M. P. Babot, M. Marschoff y F. Pazzarelli (Eds.), *Las manos en la masa. Arqueologías, antropologías e historias de la alimentación en Suramérica* (pp. 639-665). UNC, Córdoba.

- Loperfido, M. A., Bonomo, M., y Brea, M. (2024). Los usos prehispánicos de las maderas en el curso inferior del río Paraná: el caso del sitio arqueológico Cerro de las Pajas Blancas 1 (departamento San Jerónimo, Santa Fe). *Revista Del Museo De Antropología*, 17(2), 401-418.
- López Sáez, J.A., Iriarte-Chiapusso, M.J. y Burjachs i Casas, F. (2013). Arqueopalinología. En M. García-Díez & L. Zapata (Eds.), *Métodos y Técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica. De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos* (pp. 269-285). UPV/EHU, Bilbao.
- Madella, M., Alexandre, A. y Ball, T. (2005). International code for phytolith nomenclature 1.0. *Annals of Botany*, 96, 253-260.
- Mazzia, N., Weitzel, C. y de Angelis, H. (2016). De usos y recursos. Análisis funcional y de sustancias grasas mediante cromatografía gaseosa sobre artefactos líticos tallados. *Revista del Museo de Antropología*, 9, 37-50.
- Musaubach, M.G. (2017). Microrrestos vegetales en residuos arqueológicos. Propuesta metodológica para su estudio arqueobotánico. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XLII (2), 379-388.
- Neumann, K., Strömberg, C., Ball, T., Albert, R., Vrydaghs, M., Cummings, L. y Scott, L. (2019). International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. *Annals of Botany*, 124(2), 189-199.
- Patterer, N., González, C., Passeggi, E. y Zucol, A. (2013). Análisis fitolíticos en depósitos de ambientes fluviales del río Paraná en su sección media (Entre Ríos, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48(1), 91-102.
- Pearsall, D.M. (2015). *Paleoethnobotany: a handbook of procedures*. Walnut Creek: Left Coast Press.
- Piperno, D.R. (2006) *Phytoliths. A Comprehensive Guide for Archaeologist and Paleoecologist*. Lanham: Altamira Press.
- Pochettino, M.L. y Lema, V. (2008). La variable tiempo en la caracterización del conocimiento botánico tradicional. *Darwiniana*, 46(2): 227-239.
- Prieto, A., Mancini, M.V., De Porras, M.E., Bamonte, F. y Marcos, M.A. (2018). Arqueopalinología: una revisión del análisis polínico en el contexto de sitios arqueológicos de sociedades de cazadores-recolectores de la Argentina (32°–52° S). En A.R. Prieto (Ed.), *Metodologías y estrategias del análisis palinológico del Cuaternario tardío. Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*, 18(2): 54–76.
- Ramos van Raap, M. A., Colobig, M. M. y Bonomo, M. (2025). Microrrestos vegetales en tártaro dental de individuos inhumados en el sitio arqueológico Los Tres Cerros 1 (Delta Superior del Río Paraná). *Comechingonia*. 29(3), 5-27.
- Rovner, I. (1971). Potential of opal phytoliths for use in paleoecological reconstruction. *Quaternary Research*, 1, 345-359.
- Rovner, I y Russ, J.C. (1992). Darwin and design in phytolith systematics: morphometric method for mitigating redundancy. En G. Rapp & S.C. Mulholland (Eds.), *Phytolith Systematics* (pp. 253-276). Plenum Press, New York.

- Saghessi, D. (2024). El uso de los recursos vegetales en el este de Norpatagonia durante el Holoceno tardío. Un enfoque paleoetnobotánico. Tesis Doctoral inédita, FCNyM, UNLP.
- Saghessi, D., Gonzalez Venanci, L., Mengoni Goñalons, G., Belotti López de Medina, C.R. y Tarragó, M. (2025). ¿Qué quedó en la boca de los perros? Análisis arqueobotánico de tártaro dental en *Canis familiaris* prehispánicos del Noroeste Argentino. *Comechingonia*, 29, 1-23.
- Tavarone, A, Colobig, M.M., Passeggi, E. y Fabra, M. (2018). Cleaning protocol of archaeological dental calculus: A methodological proposal for vegetable microremains analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 167, 416–422.
- Tavarone, A., Colobig, M. M. y Fabra, M. (2020). Estudio de dieta en poblaciones arqueológicas del centro de Argentina a través del análisis de microrrestos vegetales e isótopos estables. *Intersecciones en Antropología*, 21(2), 213-227.
- Twiss, P. (1992). Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. En G. Rapp y S. Mulholland (Eds.), *Phytolith systematics* (pp. 113-128). Plenum Press, New York.
- Zapata Peña, L. y Peña Cachorro, L. (2013). Macrorrestos vegetales arqueológicos. En M. García-Diez y L. Zapata (Eds.), *Métodos y Técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica. De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos* (pp. 303-314). UPV/EHU, Bilbao.
- Zucol, A.F. (1992). Microfitolitos: Antecedentes y Terminología. *Ameghiniana*, 29, 353-362.
- Zurro, D. (2006). El análisis de fitolitos y su papel en el estudio del consumo de recursos vegetales en la prehistoria: bases para una propuesta metodológica materialista. *Trabajos de prehistoria*, 63(2), 35-54.

CAPÍTULO 6

Biomateriales y técnicas analíticas

Norma Ratto y Diego Andreoni

Introducción: ¿qué entendemos por biomateriales en arqueología?

En arqueología hablamos de *biomateriales* para referirnos, de manera amplia, a aquellos restos de origen vegetal o animal que han formado parte de las prácticas sociales del pasado. Pueden ser tanto tejidos “blandos” (pieles, fibras, elementos de origen vegetal poco mineralizados) como tejidos más duros o mineralizados (valvas, corales, espículas, elementos óseos, etc.), así como materiales ya transformados por distintas cadenas técnicas (cueros curtidos, telas tejidas, cestos elaborados, adornos malacológicos ensamblados). En todos los casos se trata de componentes del registro arqueológico cuya estructura biológica es, en mayor o menor medida, reconocible y que permiten reconstruir vínculos entre sociedades, otros seres vivos y ambientes específicos.

A diferencia de los materiales inorgánicos (como la cerámica, el vidrio o la mayor parte del registro lítico), los biomateriales son especialmente sensibles a los procesos de degradación física, química y biológica. Su presencia en los sitios arqueológicos depende de condiciones de preservación muy particulares: ambientes extremadamente secos o fríos, contextos anóxicos (por ejemplo, en turberas o sedimentos saturados de agua), enterramientos rápidamente sellados, carbonización accidental que estabiliza la materia orgánica, entre otros. Esto genera un fuerte sesgo: lo que hoy observamos como “conjunto de biomateriales” suele ser apenas una fracción de todo lo que se produjo, utilizó y descartó en el pasado. Entender esos sesgos tafonómicos es tan importante como describir los objetos en sí.

Los biomateriales, pese a esas limitaciones, tienen un potencial informativo enorme. Por un lado, permiten acceder a aspectos tecnológicos muy finos: selección de materias primas, modos de preparación, técnicas de ensamblaje, secuencias de manufactura y de reparación. Un cuero curtido, un cesto trenzado o un textil tejido contienen decisiones técnicas concretas que remiten a saberes aprendidos, distribuidos y transmitidos en determinados grupos sociales. En algunos casos sirven como indicadores de procesos de interacción social con áreas vecinas y otras distantes, a partir de la identificación taxonómica de especies foráneas en un contexto arqueológico definido. Por otro lado, estos materiales hablan de relaciones con animales y plantas: qué especies se seleccionaron, de qué ambientes provenían, qué partes del cuerpo se

aprovecharon más intensamente, cómo se integraron estas materias primas con otras (por ejemplo, fibras vegetales combinadas con lanas de camélidos en textiles andinos).

El estudio de biomateriales también abre una ventana privilegiada hacia las dimensiones sociales y simbólicas de las sociedades del pasado. Los objetos elaborados con cueros, valvas, fibras vegetales o animales se vinculan con la vestimenta, el adorno personal, la marcación de identidades de género y edad, la construcción de jerarquías y la participación en rituales. La elección de ciertas especies, colores, texturas o motivos decorativos no es neutra: remite a sistemas de significados compartidos, a formas de relacionarse con el entorno y a tradiciones técnicas específicas. Incluso cuando los biomateriales no se conservan, sus “huellas” pueden aparecer bajo la forma de impresiones en cerámica, marcas en sedimentos, restos microscópicos o registros etnográficos y etnohistóricos.

Trabajar con biomateriales requiere, por lo tanto, integrar varias escalas de análisis. A nivel macroscópico, describimos formas, dimensiones, tipos de trenzado o de tejido, patrones de uso y reparación. A nivel microscópico, observamos fibras, tejidos celulares, microtrazas de corte y desgaste, anatomía vegetal o animal preservada. Y a escala química y molecular, cuando las condiciones lo permiten, analizamos composición, colorantes, proteínas o isótopos que contribuyen a identificar materias primas y a reconstruir procedencias o circuitos de circulación. Cada una de estas escalas tiene sus propias potencialidades y límites, y combina enfoques de la arqueología, la biología, la química y otras disciplinas.

Desde la perspectiva de la cadena operativa, los biomateriales se vuelven especialmente interesantes porque permiten seguir, paso a paso, los procesos que conectan la obtención de materias primas, su transformación, el uso cotidiano y el eventual descarte. Un mismo conjunto de fibras vegetales, por ejemplo, puede estar implicado en subcadenas diferentes: recolección y preparación de la planta, manufactura de cestería o cordelería, integración de esos productos en prácticas domésticas o rituales, y finalmente su abandono en un basural o su deposición en un contexto funerario. Algo similar ocurre con las fibras animales, los cueros o los materiales malacológicos. Pensar en términos de cadenas y subcadenas operativas ayuda a articular la dimensión material con la organización social del trabajo, los calendarios productivos, las trayectorias de aprendizaje técnico y las decisiones de consumo.

En este capítulo utilizamos el término biomateriales de manera operativa. Nos focalizamos en ciertos conjuntos donde la dimensión orgánica es central para comprender las prácticas del hacer técnico para fabricar objetos: cueros y pieles, materiales malacológicos utilizados como materia prima (por ejemplo, para ornamentos), artefactos de cestería y otros elaborados con fibras vegetales, y textiles vinculados principalmente a fibras animales, sin perder de vista que existen otras materialidades orgánicas que también podrían abordarse con herramientas similares. El objetivo no es agotar el tema, sino ofrecer un marco que permita al estudiantado reconocer regularidades y diferencias entre estas materialidades, y comprender por qué el trabajo con biomateriales exige preguntas y estrategias de análisis específicas.

Desarrollar las materialidades mencionadas en un único capítulo es todo un desafío. Por eso nuestra idea es construir un “puente” entre todas las materialidades orgánicas, no como un

compendio de fichas independientes. En primer lugar, presentamos un marco común para el estudio de los biomateriales y sus cadenas operativas; luego desarrollamos secciones por grupo de materiales (cueros, malacológico, cestería / fibras vegetales y textiles / fibras animales / vegetales), integrando en cada caso las técnicas de manufactura y las técnicas analíticas específicas y transversales, articuladas con ejemplos de casos arqueológicos de nuestro país, para finalmente ofrecer un balance sobre el lugar de los biomateriales en la interpretación arqueológica.

Cadenas operativas y subcadenas en biomateriales

Cuando hablamos de cadena operativa nos referimos al conjunto articulado de gestos, decisiones y acciones técnicas que transforman una materia prima en un objeto, y que continúan durante su uso, reparación, reciclaje y descarte. Es una herramienta analítica que permite pasar de la simple descripción de “cosas” a la reconstrucción de procesos: quién hace qué, con qué saberes, en qué momentos del año, con qué recursos materiales y simbólicos (Lemonnier, 1992; Skibo y Schiffer, 2009). En el caso de los biomateriales, esta perspectiva es especialmente útil porque ayuda a ordenar secuencias que suelen estar fragmentadas por los procesos de conservación diferencial.

El concepto aplicado a biomateriales

En biomateriales, la cadena operativa incluye no sólo las etapas de transformación técnica, sino también aquellas que tienen que ver con la vida biológica de los organismos involucrados. Por ejemplo, la selección de un animal para obtener cuero o fibra, la época del año en que se recolectan ciertas plantas para cestería o la elección de un ambiente específico para recolectar valvas. Esto significa que cada cadena operativa vincula prácticas técnicas con ciclos ecológicos concretos y con conocimientos acumulados sobre esos ciclos.

Pensar en cadenas operativas ayuda a no aislar “objetos terminados” de las trayectorias que los hacen posibles. Un textil arqueológico, un cesto, un adorno malacológico o un fragmento de cuero curtido son sólo un momento dentro de una secuencia más larga que incluye decisiones previas (elección de especie, de técnica, de contextos de trabajo) y posteriores (formas de uso, reparación o descarte).

Etapas generales: de la materia prima al descarte

Aunque cada materialidad tiene sus particularidades, es posible reconocer algunas etapas generales que suelen aparecer en la mayoría de las cadenas operativas de biomateriales:

a) Obtención de la materia prima: incluye actividades como la caza y la faena (para cueros), la esquila (fibras animales), la recolección de plantas aptas para fibras vegetales, la recolección de valvas en distintos ambientes, entre otras. Aquí entran en juego saberes sobre distribución de recursos, estacionalidad, manejo de animales y plantas.

b) Preparación y acondicionamiento: son las operaciones que convierten una materia prima “bruta” en una materia prima “lista para trabajar”: limpieza y desgrasado de cueros, extracción y peinado de fibras vegetales, lavado, desmotado y/o peinado de la lana para separar las fibras animales más finas de las gruesas y eventualmente teñido, perforación preliminar de valvas, entre otras. Muchas veces estas etapas son poco visibles arqueológicamente, pero pueden dejar huellas microscópicas o residuos en contextos de actividad.

c) Transformación y manufactura: es el núcleo de la cadena operativa: curtido y conformado de objetos de cuero, trenzado y ligadura de fibras vegetales para cestería, hilado y tejido de fibras animales, pulido y perforación fina de valvas para ornamentos. Aquí se combinan gestos técnicos específicos, instrumentos y equipamientos (agujas, punzones, telares, cuchillos, raspadores, etc.) y formas de organización del trabajo (individual, familiar, especializada).

d) Uso, mantenimiento y reciclaje: una vez producidos, los objetos de biomateriales entran en circuitos de uso cotidiano o ritual, y pueden ser reparados, retocados o re-usados. Un textil puede ser remendado, un cesto reforzado en ciertas zonas, un cuero recortado para adaptarlo a otra función. Este segmento de la cadena puede dejar huellas de desgaste, parches, costuras de reparación o cambios en la forma original.

e) Abandono y descarte: finalmente, los objetos se pierden, se descartan, se depositan intencionalmente (por ejemplo, en contextos funerarios o rituales) o se descomponen en el ambiente. Este tramo de la cadena se superpone con los procesos de formación del registro arqueológico y es clave para entender por qué ciertos segmentos de la cadena operativa quedan sobrerrepresentados o, por el contrario, casi no se registran.

Estas etapas no deben pensarse como una lista rígida ni lineal: en muchos casos hay idas y vueltas, solapamientos, o cadenas que se interrumpen y se retoman más adelante (por ejemplo, cuando se guarda materia prima procesada para ser trabajada en otro momento).

Subcadenas operativas: ejemplos comparativos

Para afinar la mirada, suele ser útil desagregar la cadena operativa en *subcadenas*, es decir, en segmentos relativamente autónomos que pueden estudiarse en detalle. En biomateriales, estas subcadenas ayudan a identificar especializaciones técnicas, espacios de trabajo específicos o relaciones entre distintas materialidades. En la Tabla 1 se presentan cada una de ellas y sus consecuentes etapas que las caracterizan para cada uno de los materiales analizados.

Cada una de estas subcadenas puede dejar distintos tipos de huellas en el registro: conjuntos de materia prima descartada, instrumentos específicos, desechos de manufactura, objetos terminados, contextos de uso o depósitos especiales. Analizar biomateriales desde esta lógica

permite conectar fragmentos dispersos de información que, de otro modo, quedarían desarticulados.

Tabla 6.1

Biomateriales: subcadenas operativas y etapas del proceso

Biomaterial	Subcadena	Etapas
Cueros y pieles	Obtención y curtido	Caza / matanza → extracción de la piel del animal → limpieza y eliminación de grasas → tratamientos de secado y curtido, ya sea al humo, con grasas o con taninos vegetales
	Manufactura	Trazado de piezas → corte → perforación → costuras y ensamblajes → aplicación de refuerzos o decoraciones
Cestería	Recolección y preparación	Selección de especies, recolección → corte o extracción → enriado o decortinado → peinado o cardado de fibras
	Manufactura (trenzado y armado)	Selección de técnica (espiralado, acordelado, llano) → armado de base → desarrollo de paredes o superficies → acabado de bordes, asas y refuerzos
Textil	Fibra e hilado	Esquila o recolección de fibra → limpieza o desmotado y peinado → hilado (torsión, doblado) → ovillado o almacenamiento de hilos (eventualmente teñido o reteñido)
	Manufactura (tejido y acabado)	Urdido → tejido según estructura elegida (tramado) → aplicaciones (bordados, brocados) → terminaciones (flecós, cordones, remates)
Malacológico	Recolección y selección	Búsqueda en ambientes costeros o de agua dulce → selección por especie, tamaño, forma, color → transporte y almacenamiento
	Manufactura (transformación y ensamblaje)	Perforación / recorte / pulido → ensamblaje (collares, pectorales, costuras de textiles o cueros) → reparaciones / reconfiguraciones

Organización social, experimentación y registro arqueológico

El enfoque de cadenas y subcadenas operativas no sólo ordena técnicamente las etapas, sino que también abre preguntas sobre la *organización social del trabajo*: ¿Quiénes participan de cada subcadena? ¿Son tareas diferenciadas por género, edad, estatus? ¿Se concentran en algunos espacios domésticos o talleres, o se distribuyen entre distintas unidades sociales? En el caso de biomateriales, estas preguntas son cruciales porque muchas actividades implican trabajo intensivo, conocimiento acumulado y coordinación con calendarios productivos (por ejemplo, época de esquila, de recolección de ciertas plantas, de mayor disponibilidad de moluscos).

Dado que el registro arqueológico conserva sólo algunos momentos de estas cadenas, la arqueología experimental y la etnoarqueología se vuelven herramientas centrales: reproducir técnicas de curtido, trenzado, hilado, tejido o perforación de valvas permite generar colecciones

de referencia para reconocer huellas específicas, tiempos de trabajo, tasas de descarte y patrones de desgaste. A su vez, la comparación con registros etnográficos e históricos ayuda a identificar posibles articulaciones entre distintas subcadenas (por ejemplo, cómo la producción textil se vincula con el manejo de rebaños o cómo la cestería se articula con actividades agrícolas o de recolección).

Ejes de análisis para los distintos biomateriales: cueros y pieles, malacológico, cestería y textiles

En este apartado desarrollamos cada una de las materialidades anunciadas (cueros y pieles, materiales malacológicos, cestería y artefactos de fibras vegetales, textiles y fibras animales), presentando la forma de apropiación de la materia prima, el análisis en detalle de las cadenas y subcadenas operativas, las diferentes técnicas de manufactura y de análisis empleadas para reconstruir esos procesos a partir de evidencias muchas veces parciales y sesgadas, que son una impronta de los materiales orgánicos en la mayoría de los ambientes. Al final del desarrollo de cada materialidad daremos un ejemplo arqueológico para ilustrar.

Cueros y pieles

Materias primas y contextos arqueológicos

Los cueros y pieles que encontramos en contextos arqueológicos provienen de distintas especies animales, y esa diversidad está vinculada tanto a la disponibilidad de fauna como a las elecciones culturales de cada sociedad. En muchas regiones del actual territorio argentino, las materias primas más frecuentes son las pieles de camélidos sudamericanos (guanaco, llama, vicuña), cérvidos (venado de las pampas, huemul, taruca), zorros y felinos, a las que, para momentos históricos y recientes, se suman cueros de ganado vacuno, caballar, ovino y caprino. Cada especie ofrece pieles con grosores, resistencias y texturas particulares, que condicionan el tipo de objetos que se pueden confeccionar y su comportamiento durante el uso.

No sólo importa “qué animal” se utiliza, sino también qué parte del cuerpo se aprovecha. En general, el lomo y los flancos suelen brindar cueros más regulares y resistentes, adecuados para mantas, vestimentas o grandes contenedores, mientras que zonas como el cuello, las extremidades o la cabeza pueden destinarse a piezas más pequeñas, refuerzos o detalles. Estas decisiones responden a criterios de selección que combinan aspectos técnicos (grosor, flexibilidad, resistencia al desgarro), prácticos (tamaño de la piel, facilidad de trabajo) y simbólicos (valoración particular de ciertas especies o partes del cuerpo).

Los contextos de hallazgo y las condiciones de preservación juegan un papel determinante en qué fragmento de ese universo llega hasta nosotros. En ambientes secos y fríos (por ejemplo, cuevas y abrigos rocosos de alta montaña o meseta), los cueros pueden conservarse

relativamente bien, manteniendo incluso parte de su flexibilidad o restos de pelos adheridos. En humedales, turberas o contextos saturados de agua, pueden preservarse de forma distinta, a veces mineralizados o teñidos por la química del ambiente. En sitios a cielo abierto, expuestos a oscilaciones térmicas, radiación solar y actividad biológica intensa, la supervivencia de cueros es mucho más excepcional.

También hay diferencias según el tipo de depósito: cueros asociados a contextos funerarios o rituales pueden haber sido seleccionados y dispuestos cuidadosamente, mientras que los hallazgos en basurales o rellenos de estructuras suelen estar más fragmentados y mezclados con otros desechos. Reconocer estos contextos ayuda a interpretar si estamos frente a descartes cotidianos, depósitos especiales o materiales trasladados por procesos posdepositacionales.

Cadena operativa de cueros y pieles

La cadena operativa de cueros y pieles comienza con la obtención del animal y el cuereo. En el caso de animales cazados, esta etapa incluye la persecución, captura, muerte y posterior faena; en contextos de pastoreo o manejo de ganado, involucra prácticas de sacrificio más controladas. El cuereo (la separación de la piel del cuerpo) no es un gesto trivial: existen técnicas específicas para minimizar el daño al cuero útil, aprovechar mejor las partes deseadas y facilitar la posterior limpieza. Estas maniobras dejan marcas características de corte y raspado que, en algunos casos, pueden identificarse en el registro arqueológico.

Una vez obtenida, la piel pasa por un conjunto de operaciones de acondicionamiento y curtido. La limpieza y eliminación de grasa (desgrasado), que pueden incluir raspados con instrumentos líticos o metálicos, lavado y escurrido, buscan eliminar tejido muscular residual, grasa y restos de sangre. El curtido, a través del cual se transforma una piel cruda en cuero más estable y resistente al deterioro, puede realizarse mediante secado controlado, ahumado, uso de grasas y aceites o aplicación de taninos vegetales, solos o combinados. Estas técnicas, que varían entre grupos y regiones, influyen en la flexibilidad, color, impermeabilidad y durabilidad del producto final, y en algunos casos dejan huellas microscópicas o residuos químicos que pueden estudiarse.

La siguiente etapa de la cadena es la confección de objetos. A partir de la piel curtida se trazan las piezas según patrones (implícitos o explícitos), se recortan las formas necesarias y se realizan perforaciones para futuras costuras o sistemas de amarre. Luego se ensamblan las partes mediante distintos tipos de puntadas, se añaden refuerzos en zonas de tensión (bordes, esquinas, puntos de sujeción) y se incorporan aditamentos como correas, hebillas, tiras o elementos de otras materialidades (fibras vegetales, cuentas malacológicas, piezas metálicas). Esta etapa concentra gran parte de los gestos técnicos visibles en el objeto terminado.

Finalmente, los objetos de cuero entran en ciclos de uso, mantenimiento, reparación, reciclaje y descarte. A lo largo de su vida útil pueden ser engrasados para mantener su flexibilidad, reparados con parches o costuras adicionales, recortados para adaptarse a nuevas funciones o reutilizados como materia prima para objetos más pequeños (por ejemplo, tiras, lazos, correas). Cuando ya no resultan funcionales o deseables, pueden descartarse en basurales, quedar abandonados en campos de actividad, o integrarse en depósitos específicos, como ajueres

funerarios o depósitos rituales. Cada una de estas etapas deja huellas: zonas más gastadas, parches, cambios en la forma original, patrones de fragmentación y de distribución espacial que, analizados en conjunto, permiten reconstruir trayectorias de uso.

Técnicas de manufactura de cueros y pieles

Las técnicas de manufactura aplicadas a cueros y pieles se observan, sobre todo, en la manera de unir, reforzar y decorar las piezas. Las costuras pueden ser simples (puntadas rectas que atraviesan dos bordes) o más complejas (costuras dobles, superpuestas, en zigzag), y su elección responde tanto a requisitos funcionales (resistencia, flexibilidad) como a criterios estéticos y tradicionales. La distancia entre perforaciones, la orientación de las puntadas y el tipo de hilo o tira utilizado (fibras vegetales, tendones, correas de cuero más fino) son variables que pueden registrarse sistemáticamente y compararse entre conjuntos.

Los refuerzos y sistemas de cierre incluyen pliegues dobles en los bordes, superposición de tiras, incorporación de parches en zonas de mayor desgaste, uso de remaches o botones y distintos dispositivos de abroche (lazos, trabas, ojales). Estos recursos no sólo prolongan la vida útil de los objetos, sino que también pueden introducir asimetrías y patrones que ayudan a identificar estilos técnicos o soluciones locales a problemas de uso específicos.

La decoración de cueros puede realizarse mediante incisiones, punteados, cortes calados, pintura o aplicación de otros materiales (por ejemplo, cuentas malacológicas, piezas metálicas, bordes textiles). A veces los motivos decorativos están concentrados en zonas visibles del cuerpo o del objeto (bordes, superficies frontales), mientras que en otros casos se sitúan en áreas menos expuestas, lo que sugiere también significados que exceden la mera exhibición. La elección de colores, motivos y combinaciones de materiales se vincula con sistemas de identidad, afiliaciones grupales o roles específicos dentro de las comunidades.

Desde el punto de vista tipológico, los objetos de cuero abarcan un espectro amplio: vestimentas (ponchos, capas, pantalones, calzado), cobertores y mantas, bolsas y contenedores de distintos tamaños, elementos de transporte y carga (arreos, cinchas, fajas), objetos vinculados a la caza o la guerra, dispositivos de sujeción, entre otros. Cada tipo de objeto demanda combinaciones particulares de técnicas de corte, costura, refuerzo y decoración. Para la arqueología, describir estas combinaciones de manera sistemática permite detectar regularidades técnicas, variaciones regionales o temporales y posibles procesos de innovación o cambio.

Técnicas analíticas, alcances y limitaciones en el estudio de cueros y pieles

El estudio de cueros y pieles en arqueología suele comenzar con observaciones macroscópicas y con lupa binocular. A esa escala es posible registrar el grosor del material, el grado de flexibilidad conservado, la presencia o ausencia de folículos pilosos o restos de pelo, las texturas de la superficie (lado externo o “flor” y lado interno), así como marcas visibles de corte, raspado y costura. Estas observaciones iniciales permiten distinguir entre pieles curtidas y otros tejidos blandos, identificar zonas de refuerzo o reparación y reconocer patrones de uso.

Mediante un análisis más detallado de microtrazas y marcas de manufactura y uso, se pueden identificar tipos específicos de instrumentos utilizados en el cuereo o el raspado, modos de perforación (punzonado directo, perforación rotativa, etc.) y huellas de uso concentradas en determinados sectores. La comparación con colecciones experimentales, donde se replican distintas técnicas de curtido y confección, ayuda a relacionar ciertas microtrazas con procesos técnicos concretos y a estimar la duración de uso de algunos objetos.

La identificación taxonómica de los cueros supone otro desafío. En algunos casos, la observación de la disposición de los folículos pilosos, las características de la superficie externa y el grosor general permiten sugerir grupos de animales (por ejemplo, diferenciar cueros de grandes herbívoros de los de carnívoros). Cuando la preservación lo permite, se pueden realizar cortes histológicos para analizar la organización de las fibras de colágeno y estructuras propias de cada especie, comparándolas con pieles modernas de referencia. Más recientemente, metodologías biomoleculares como el estudio de proteínas (por ejemplo, técnicas de espectrometría de masas aplicadas al colágeno) o el análisis de ADN antiguo han ampliado las posibilidades de identificación, aunque requieren condiciones de preservación adecuadas, infraestructura especializada y, en general, implican muestreos destructivos sobre piezas arqueológicas o de colección.

En todos estos casos, los problemas de conservación son un factor limitante central. El colágeno, componente estructural clave de la piel, se degrada con el tiempo por acción de procesos físicos, químicos y biológicos, lo que genera fragilidad, retracción, endurecimiento o, directamente, la desaparición del material. La actividad de hongos, bacterias, insectos y otros organismos puede perforar, fragmentar o consumir por completo las pieles, mientras que ciertas condiciones químicas (por ejemplo, suelos muy ácidos o básicos) aceleran la descomposición. En otros contextos, la mineralización parcial puede preservar la forma general, pero alterar profundamente la estructura interna, dificultando las identificaciones.

Estos sesgos tienen consecuencias interpretativas importantes: las especies mejor representadas en el registro de cueros no siempre son las más utilizadas en el pasado, sino aquellas cuyas pieles tuvieron más probabilidad de preservarse en las condiciones particulares de cada sitio. Además, el hecho de que muchos análisis avanzados requieran tomar muestras de objetos únicos o patrimonialmente valiosos plantea dilemas éticos y la necesidad de protocolos estrictos de conservación preventiva y muestreo mínimo. Por estas razones, el estudio de cueros y pieles requiere combinar distintas escalas de observación, articular datos arqueológicos, experimentales y etnográficos, y mantener siempre presente que trabajamos con una porción incompleta y sesgada de las prácticas técnicas del pasado.

El caso del trabajo del cuero en el sitio Campo Moncada 2: una aproximación metodológica para su estudio

El trabajo de Marchione y Bellelli (2013) sobre los cueros de Campo Moncada 2 (valle medio del río Chubut, Patagonia centro-septentrional) es un buen ejemplo de cómo pasar de “tener un conjunto de restos” a armar una metodología de análisis replicable. El punto de partida fue

precisamente la ausencia de protocolos específicos para el estudio de cueros arqueológicos: las descripciones solían limitarse a tamaño, forma, posible función y, en algunos casos se mencionaba la especie del animal. Frente a ese vacío, propusieron construir una forma de trabajo que permitiera hablar de tecnología del cuero y no sólo de fragmentos sueltos.

El primer paso fue apoyarse en un marco teórico que entendiera al trabajo del cuero como un proceso productivo, es decir, como una cadena operativa con etapas encadenadas (obtención del animal, seguida de cuereo, raspado, curtido y sobado; posteriormente, confección, uso y descarte). Para ello, retomaron enfoques sobre cadenas operativas ya consolidados en otras tecnologías (como la lítica) y los adaptaron al cuero, con la expectativa de que cada etapa dejaba un correlato en el registro arqueológico que pudiera ser reconocido.

El segundo componente clave fue la construcción de esa cadena operativa a partir de fuentes externas al registro arqueológico inmediato: etnohistoria, etnografía y experimentación. Revisaron sistemáticamente relatos de viajeros y exploradores de los siglos XVIII–XIX, descripciones etnográficas del siglo XX y resultados de un taller experimental sobre confección de quillangos patagónicos realizado en la década de 1990. A esto se sumó una cadena operativa documentada en una sociedad indígena actual. Con todo ese material armaron un modelo de “trabajo del cuero” que sirvió como referencia para interpretar las piezas de Campo Moncada 2: ya no se trataba sólo de medir fragmentos, sino de ubicar cada uno dentro de un proceso productivo más amplio.

El tercer desafío fue diseñar una metodología de descripción macroscópica que permitiera registrar de manera homogénea todos los restos de cuero y materiales relacionados (pelos, vellones, tejidos blandos no óseos). Para eso elaboraron una planilla de análisis que incluye variables sobre: estado de conservación y flexibilidad, presencia y características de hongos, tipo de pieza (artefacto completo o fragmento, tira, tiento, cordel, vellón, etc.), dimensiones, forma y bordes, características de los pelos, presencia y tipo de costuras, orificios, nudos, trenzados, marcas en la superficie (cortes, rayas, improntas), restos de pintura o teñido, decoración y color. A partir de esta descripción detallada, cada elemento pudo asignarse, cuando fue posible, a una etapa del proceso productivo (cuero sin trabajar, cuero curtido o sobado, artefacto terminado, etc.). La planilla de registro está pensada como herramienta flexible, a la que se le pueden agregar categorías según las necesidades de otros conjuntos.

Finalmente, el trabajo hizo explícito que cualquier metodología sobre los cueros arqueológicos debe incluir una dimensión de conservación. La colección de Campo Moncada 2 llevaba más de 20 años guardada, con presencia de hongos y embalajes inadecuados (por ejemplo, papel metalizado), por lo que fue necesario ensayar tratamientos de limpieza, control de hongos y re-embalaje, así como registrar qué se hacía con cada pieza. Esta línea de trabajo se pensó como parte del compromiso ético y técnico de la práctica arqueológica con los materiales que analizan, y no como una tarea separada del análisis.

En conjunto, la metodología propuesta da cuenta de que para estudiar cueros arqueológicos es necesario articular: (a) un marco teórico que conciba la tecnología del cuero como cadena operativa; (b) modelos construidos a partir de etnohistoria, etnografía y experimentación; (c) una

metodología macroscópica sistemática que registre atributos tecno-morfológicos y de conservación; y (d) decisiones explícitas sobre conservación preventiva. En el caso de los materiales provenientes del sitio Campo Moncada 2, esta estrategia metodológica permitió identificar qué etapas del proceso productivo estaban representadas en el sitio y, a partir de ahí, discutir cómo se organizaba la tecnología del cuero entre los cazadores-recolectores de la Patagonia centro-septentrional.

Materiales malacológicos

Materias primas y contextos arqueológicos

Bajo la categoría de **materiales malacológicos** incluimos las partes mineralizadas de moluscos (valvas de bivalvos, conchas de gasterópodos marinos, dulceacuícolas o terrestres) que han sido incorporadas a prácticas sociales más allá de su eventual valor alimentario. En este capítulo nos interesa, sobre todo, su uso como **materia prima para la producción de objetos** (cuentas, colgantes, plaquetas, apliques) y la circulación de ejemplares sin modificar que funcionan como bienes de prestigio o marcadores paisajísticos.

Desde el punto de vista biológico se trata de un conjunto muy diverso, ya que conforma **moluscos marinos** del Atlántico y el Pacífico (por ejemplo, pectínidos como *Argopecten purpuratus* u olivinos como *Felicioliva peruviana*), **moluscos de agua dulce** de ríos, lagunas y estuarios, y **moluscos terrestres**, como caracoles neotropicales del género *Megalobulimus*, entre muchos otros.

Su valor arqueológico reside justamente en esa **biogeografía específica**: reconocer el hábitat actual de las especies permite inferir distancias, direcciones y escalas de interacción. Que una valva típica de ambientes marinos del Pacífico o del Atlántico aparezca en un valle interior andino, o que un gasterópodo de yungas neotropicales esté presente en mesetas áridas, nos habla de redes que conectan pisos ecológicos distantes, caravanas, circulación de bienes suntuarios y procesos de complementariedad ecológica. Los **contextos de hallazgo** son igualmente variados:

- a) **Sitios costeros y concheros**, donde los moluscos aparecen en grandes concentraciones y suele predominar su rol alimentario, pero donde también se reconocen piezas seleccionadas o modificadas.
- b) **Sitios interiores** (valles, quebradas, mesetas), donde los restos malacológicos suelen ser escasos y tienden a asociarse a ornamentos, depósitos especiales o contextos funerarios.
- c) **Espacios productivos y rituales**, como campos de cultivo, recintos ceremoniales o estructuras singulares, donde la presencia de ciertas conchas -modificadas o no- puede entenderse como parte de prácticas de marcaje del paisaje, reciprocidad o consagración de infraestructuras.

Teóricamente, estos materiales se insertan en la discusión más amplia sobre **cultura material como agente social**: las conchas no son simples indicadores de intercambio, sino objetos

socialmente activos que median relaciones, condensan valores ambientales y políticos y articulan pertenencias e identidades (Lemonnier, 1992; Skibo y Schiffer, 2009). Los adornos malacológicos funcionan como sistemas de comunicación corporal, mientras que los ejemplares sin modificar, ubicados en puntos estratégicos del paisaje, pueden operar como signos de prestigio, tutela o fertilidad.

En términos tafonómicos, las conchas se preservan mejor que otros tejidos orgánicos, pero no están exentas de sesgos: fragmentación, disolución, abrasión y pérdida de color afectan la identificación y la lectura tecnológica. Además, los criterios de recuperación (tamaño de mallas, selección de materiales “interesantes”, separación de restos alimentarios y “ornamentales”) condicionan fuertemente qué parte del universo malacológico termina registrada y analizada (Hammond, 2013).

Cadena operativa de los materiales malacológicos

Si nos centramos en la **producción de objetos**, la cadena operativa malacológica puede desagregarse en varias etapas articuladas, desde la obtención hasta la manufactura, que se detallan en la Tabla 6.2. Pensar la producción malacológica desde la cadena operativa permite articular **decisiones técnicas** (cómo se corta, perfora y pule) con **decisiones sociales** (quiénes participan, dónde se trabaja, qué se repara, cuándo se descarta), y vincularlas con escalas de interacción regional.

Técnicas de manufactura

Las técnicas de manufactura se reconocen en los **atributos tecno-morfológicos y de microdesgaste** de las piezas. En el caso de las **cuentas**, la repetición de diámetros, espesores, formas (discos, cilindros, elipsoides), tipos de perforación (axial, bipolar, lateral) y niveles de pulido indican secuencias técnico-operativas relativamente estandarizadas; mientras que la posición de los orificios y la regularidad de las perforaciones permiten inferir si se emplearon punzones, barrenos o abrasivos, y si el perforado fue unidireccional o desde ambas caras (lo que genera secciones cónicas o bicónicas). Por su parte, en el caso de las **plaquetas y colgantes**, la relación entre el contorno recortado, el pulido de los bordes, la ubicación de los orificios y la visibilidad de ciertas superficies ayuda a reconstruir criterios técnicos y estéticos: qué se exhibe, qué queda oculto, qué zonas se refuerzan para evitar fracturas.

A nivel de organización del trabajo, la presencia de preformas, desechos de corte y perforación, piezas en distintas etapas de fabricación y conjuntos de cuentas altamente estandarizadas sugieren áreas de producción recurrente e incluso cierto grado de especialización. En cambio, conjuntos pequeños y poco homogéneos pueden corresponder a reparaciones domésticas, reconfiguración de objetos importados o ensambles de baja escala (Leonardt, 2014).

La combinación de materias primas marinas y continentales dentro de un mismo ensamble corporal (por ejemplo, cuentas de un gasterópodo terrestre local alternadas con cuentas de moluscos marinos exóticos) produce gramáticas visuales y táctiles específicas. Estas

combinaciones no sólo remiten a rutas de circulación, sino también a la construcción de jerarquías, pertenencias y memorias en el cuerpo.

Tabla 6.2

Etapas de la cadena operativa de los materiales malacológicos: actividades, desechos y/o productos relacionados

Etapas de la cadena operativa	Actividad relacionada y desechos y/o productos generados
Obtención y selección inicial	Recolección en playas, fondos someros, bancos naturales o cuerpos de agua dulce, muchas veces asociada a actividades de pesca y marisqueo Búsqueda de moluscos terrestres en ambientes boscosos, serranos o de yungas, atendiendo a sus ciclos de actividad estacional Selección por especie, tamaño, espesor, coloración y forma, en función del objetivo: algunas se prefieren para cuentas pequeñas y estandarizadas, otras para colgantes, y otras se usan sin alterar su forma
Transporte y acondicionamiento	Una vez recolectadas, las conchas se transportan (a veces a grandes distancias) y se someten a limpieza mecánica y/o por ebullición, eliminación de tejidos blandos y desecho de partes frágiles Generación de restos que pueden confundirse con desechos alimentarios, por lo que el contexto arqueológico es clave para diferenciarlos
Preparación de preformas	Recorte grosero de sectores no aprovechables, fractura controlada para obtener formas rectangulares o triangulares, eliminación de protuberancias Generación de fragmentos con bordes rectos, aristas recién fracturadas y patrones de corte que permiten identificar áreas de trabajo y etapas intermedias de la producción (Hammond, 2013; Gordillo et al., 2019)
Manufactura de objetos	Para cuentas: secuencias de corte–perforación–pulido que generan piezas discoidales, tubulares o elipsoidales, con perforaciones axiales o transversales realizadas por abrasión o perforación rotativa Para colgantes: recorte de valvas en formas regulares o semirregulares, uno o más orificios de suspensión, pulido de bordes y superficies visibles Dependiendo de la especie, se explotan microestructuras compactas y superficies naturalmente brillantes (como en algunos olivinos) o láminas planas y radiadas (como en pectínidos) que favorecen determinados diseños
Ensamblaje, uso y reensamblaje	Las piezas terminadas se integran a collares, pulseras, pectorales, tocados o apliques textiles y de cuero, combinadas con otras materialidades (fibras, metal, piedra, semillas) La modularidad de las cuentas facilita su reconfiguración a lo largo del tiempo: se añaden, retiran o sustituyen elementos, se re-ensamblan collares y se redistribuyen entre personas y contextos (vida / muerte, cotidiano / ritual)
Reparación, reciclaje y depósito	Perforaciones adicionales para reutilizar piezas, recortes que redefinen objetos fracturados, pulidos locales que prolongan la vida útil Los depósitos finales incluyen basurales domésticos, ajueres funerarios, contextos residenciales y productivos, y espacios rituales. En algunos casos, ejemplares sin modificar se depositan deliberadamente en puntos específicos del paisaje construido (umbrales, terrazas agrícolas, recintos singulares)

Técnicas analíticas, alcances y limitaciones

El estudio de materiales malacológicos involucra varias escalas de análisis:

a) **Registro macroscópico y métrico:** (i) la descripción sistemática de cada pieza: tipo (valva entera, fragmento, cuenta, colgante), dimensiones, peso, presencia y tipo de perforaciones, grado y distribución del pulido, evidencias de reparación o reuso; y (ii) el registro detallado del **contexto de hallazgo** (unidad estratigráfica, estructura, asociación con otras materialidades) para integrar cada objeto en narrativas más amplias;

b) **Identificación taxonómica:** (i) comparación de rasgos morfológicos (forma general, ornamentación externa, características de espira y umbo, coloración residual) con colecciones de referencia actuales y literatura especializada (Gordillo et al., 2019); y (ii) en piezas muy modificadas o fragmentadas, la determinación puede limitarse a niveles genéricos o a categorías amplias (“gasterópodo marino”, “bivalvo pectínidos”), lo que restringe el detalle biogeográfico posible.

c) **Microscopía y microdesgaste:** (i) observación de **estrias, pulidos localizados, micropolvos adheridos a perforaciones y bordes de corte**, que permiten distinguir huellas de manufactura de procesos naturales de rodamiento o disolución; y (ii) articulación con arqueología experimental y colecciones de referencia para asociar determinados patrones de microtrazas a técnicas específicas (tipos de perforación, secuencias de pulido, modos de ensamblaje).

d) **Articulación taxonomía–tecnología–contexto:** (i) la arqueomalacología reciente insiste en no separar listados de especies de los **patrones técnicos y contextuales**: qué taxones se usan, cómo se transforman y dónde se depositan; (ii) matrices que integran biogeografía de las especies, modos de modificación (adornos vs. ejemplares sin transformar) y contextos de hallazgo (residenciales, productivos, funerarios, rituales) permiten discutir **escalas de interacción, pertenencia y marcaje del paisaje** en perspectiva de larga duración (Gordillo y Aschero, 2020).

Es importante tener en cuenta que las principales **limitaciones** del análisis malacológico se relacionan con: (i) la **fragmentación extrema** y el tamaño muy reducido de muchas piezas, que dificultan la identificación taxonómica y la lectura de huellas tecnológicas; (ii) los **sesgos de recuperación**, especialmente en contextos excavados con mallas gruesas o sin protocolos específicos para separar y registrar material malacológico “no alimentario”, y (iii) la **falta de series amplias bien fechadas** en algunas regiones, que complica comparaciones de larga duración y análisis de cambios en escalas de interacción. Por estas razones, resulta crucial combinar enfoques taxonómicos, tecnológicos, tafonómicos y contextuales, y apoyarse tanto en síntesis regionales como en estudios de caso con marcos cronológicos sólidos.

De la costa al valle: trayectorias malacológicas en la Argentina

Los materiales malacológicos recuperados en contextos arqueológicos argentinos muestran una notable diversidad de usos, trayectorias y escalas de interacción. En los sitios concheros de la costa norte de Santa Cruz, por ejemplo, Hammond (2013) desarrolla una metodología muy fina

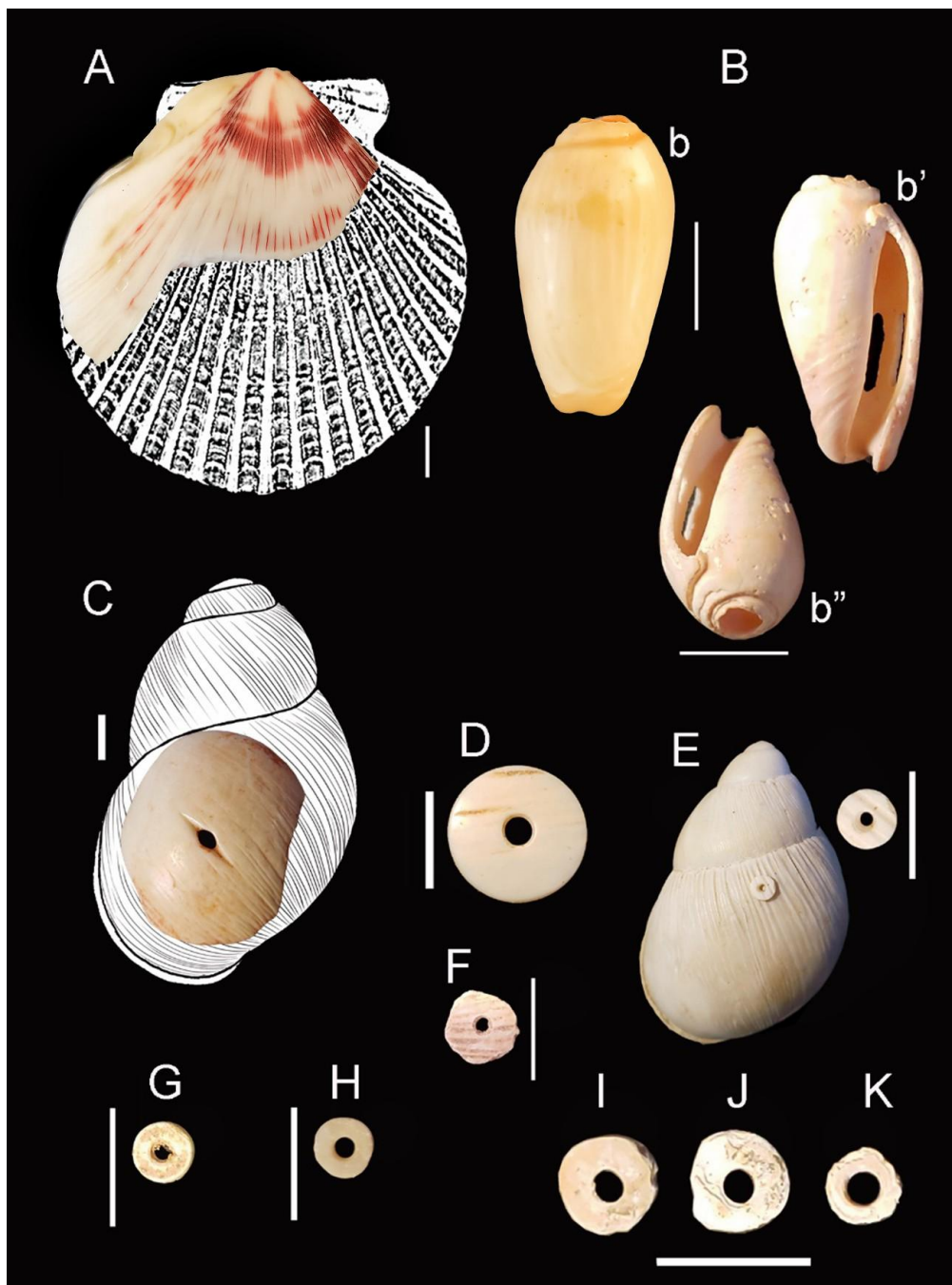
para el estudio de conjuntos malacológicos, basada en el registro exhaustivo de cada valva: estado de preservación, evidencias de fractura intencional, huellas de corte, perforaciones, marcas de abrasión. Este enfoque permite diferenciar las fracciones predominantemente alimentarias de aquellos subconjuntos seleccionados y modificados, y revela que los concheros no son sólo “basurales de comida”, sino espacios donde se articulan funciones de subsistencia, ámbitos de trabajo y prácticas de marcaje territorial. El eje está puesto en la necesidad de protocolos de recuperación y descripción que capten la dimensión tecnológica y simbólica de las conchas, más allá de su rol en la dieta.

En el otro extremo del gradiente ecológico, Leonardt (2014) analiza la producción local de cuentas de valva en contextos boscosos del noroeste de Patagonia mediante arqueología experimental. La replicación de las cadenas operativas, desde la elección de las valvas hasta el pulido final, permite identificar huellas diagnósticas en el material arqueológico, estimar tiempos de trabajo y tasas de descarte, y discutir el grado de estandarización de las piezas. Sus resultados muestran que no todas las cuentas provienen de costas lejanas: una porción importante de la ornamentación se basa en materias primas regionales y cadenas de producción instaladas en el bosque andino, complejizando la idea de una dependencia casi exclusiva de conchas marinas “importadas”.

Una tercera línea de trabajo es la desarrollada por Ratto y colaboradores (2025), quienes abordan las trayectorias de larga duración de objetos elaborados con moluscos marinos del Pacífico (como *Argopecten purpuratus* y *Felicioliva peruviana*) y con gasterópodos terrestres neotropicales (*Megalobulimus* sp.). Estos materiales provienen de contextos residenciales, productivos y funerarios del oeste tinogasteño (Catamarca), fechados entre los siglos I y XV de la era (Figura 6.1). El estudio indaga cómo estos taxa ingresan como cuentas, plaquetas y ejemplares sin modificar, y cómo su presencia en aldeas, puestos de altura, entierros de párvulos, instalaciones estatales y campos de cultivo permite reconstruir cadenas de circulación multiescalares, tanto trasandinas como hacia la foresta oriental, como así también cambios y persistencias en la selección de materias primas y en los modos de marcar simbólicamente paisajes domésticos, agrícolas y rituales. En conjunto, estos ejemplos muestran que los materiales malacológicos, analizados desde sus cadenas operativas y contextos de uso, permiten discutir no sólo intercambio y movilidad, sino también formas de comunicación corporal, construcción de paisajes rituales y políticas de prestigio.

Figura 6.1

Vista de materiales malacológicos: (a) no modificados: A. *Argopecten purpuratus* y (b) modificados para adornos: B. *Felicioliva peruviana*; C-F. *Megalobulimus* sp.; G-K. cuentas malacológicas con materia prima no identificada. Escalas: 10 mm.



Nota. Reproducido de *Una Mirada de larga duración sobre el uso de material malacológico: moluscos marinos y terrestres en la región de Fiambalá desde tiempos aldeanos hasta el Inca*, de Ratto et al., 2026.

Cestería y artefactos de fibras vegetales

Materias primas y contextos arqueológicos

Los artefactos de cestería y otras manufacturas, como cordeles y diversos trenzados, se elaboran a partir de estructuras flexibles de plantas. El concepto de *fibras*, desde un punto de vista utilitario, incluye órganos enteros (tallos, hojas) o partes de órganos (haces fibrovasculares), así como fibras internas o externas de frutos y semillas (Pochettino, 2015). Según su naturaleza, estos elementos pueden ser hilados, torsionados, trenzados o entrelazados de manera directa, requiriendo un procesamiento mínimo. En el territorio argentino se aprovechan, entre otros recursos, juncos y totoras de ambientes acuáticos, distintas gramíneas de pajonales y pastizales de altura, fibras extraídas de bromeliáceas (como el chaguar en el Chaco y el Noroeste), otras obtenidas de semillas y frutos (como algodón y kapok), y fibras de corteza o de partes internas de plantas leñosas. Cada materia prima tiene propiedades distintas de flexibilidad, resistencia, grosor y durabilidad, que condicionan el tipo de artefactos que puede confeccionarse y su desempeño en el uso.

La elección de especies y partes de las plantas no es sólo una cuestión técnica: implica conocimientos sobre los ambientes (dónde crecen), sobre la estacionalidad (cuándo es mejor recolectarlas para obtener fibras de buena calidad), sobre distintos modos de manejo (si se cultivan o se fomentan ciertas especies) y, muchas veces, sobre las valoraciones simbólicas y sociales de determinadas plantas. Redes, bolsas de carga, canastos para cosecha, esteras para el piso o el techo, contenedores para almacenaje o cocción, y elementos de la arquitectura (revestimientos, techumbres) son sólo algunas de las formas en que las fibras vegetales se integran a la vida cotidiana y ritual.

Desde el punto de vista arqueológico, la preservación de cestería y tecnofacturas en fibras vegetales suele ser muy problemática: la materia orgánica se degrada rápidamente en condiciones de humedad, actividad biológica y ciertos tipos de suelos. Por eso, los conjuntos mejor conservados suelen provenir de ambientes extremadamente secos o fríos (cuevas de altura, abrigos rocosos en zonas áridas), de contextos sellados rápidamente o, en menor medida, de depósitos anegados donde la falta de oxígeno reduce la descomposición, como las turberas. En contextos donde los artefactos no se conservan, a veces contamos con evidencias indirectas: impresiones de tejidos vegetales en cerámica, negativos de cestería en revoques o sedimentos, fragmentos carbonizados o restos microscópicos asociados a estructuras. Reconocer el tipo de contexto y sus condiciones tafonómicas es clave para evaluar qué parte del universo original de artefactos de fibras vegetales estamos viendo.

Cadena operativa de cestería y artefactos de fibras vegetales

La cadena operativa de la cestería comienza con la recolección de las plantas. Esta etapa implica conocer dónde se localizan los recursos (cuerpos de agua, vegas, pajonales, bosques, montes), en qué momento del año las plantas alcanzan un estado de desarrollo adecuado para obtener

fibras de buena calidad y con qué técnicas de corte o extracción se obtienen tallos y hojas de la longitud y grosor deseados. En contextos de manejo más intensivo, esta fase puede incluir prácticas de poda, limpieza o incluso cultivo para favorecer la disponibilidad de ciertas especies.

Luego se desarrolla una subcadena de extracción, preparación y acondicionamiento de las fibras. Dependiendo del tipo de planta, la obtención de fibras puede implicar desmotado, enriado o decorticado (Pochettino, 2015). El desmotado permite obtener fibras superficiales y consiste en la extracción mecánica de pelos o fibras de semillas o frutos, como en el caso del algodón. El enriado, utilizado para obtener fibras liberianas, consiste en someter los tallos a un proceso de fermentación bacteriana que degrada los tejidos blandos sin afectar las fibras, como en el cáñamo. Finalmente, el decorticado es un procedimiento mecánico que permite obtener fibras foliares mediante el machacado, eliminando los tejidos blandos y preservando las fibras, como en las bromeliáceas. O bien pueden utilizarse órganos completos como tallos y hojas con un mínimo de procesamiento, por ejemplo, los juncos.

Una vez obtenidas, las fibras deben ser peinadas o cardadas para desenmarañarlas y eliminar impurezas, facilitando así su posterior hilado (Pochettino, 2015). Estas operaciones transforman un tallo o una hoja 'bruta' en una fibra lista para ser trenzada o entrelazada y, con frecuencia, no dejan huellas directas reconocibles, salvo por residuos o conjuntos de desechos en áreas específicas de trabajo.

El corazón de la cadena operativa es la confección de los artefactos: sobre una base -que puede ser un hilado de fibras, haces fibrovasculares o una estructura rígida de hojas o tallos- se aplican distintas estrategias constructivas. Las tres técnicas más utilizadas son *twining* (acordelado), *coiling* (espiralado) y *plaiting* (llano); sin embargo, existe una gran variabilidad tecnológica hasta alcanzar la forma deseada (Adovasio, 1977; Pérez de Micou et al., 2014). A lo largo del proceso se añaden refuerzos en zonas de tensión (bordes, asas, puntos de apoyo), se ajustan las densidades del entramado según la función (más cerrado para contener líquidos o granos finos; más abierto para airear o escurrir) y se integran otros materiales cuando es necesario, por ejemplo, cordeles de fibra animal o elementos malacológicos.

Una vez terminados, los artefactos de fibras vegetales entran a los ciclos de uso, mantenimiento, reparación y descarte. El uso repetido puede doblar, deformar o alisar las tramas; las áreas en contacto con cargas pesadas, líquidos o bordes rígidos tienden a desgastarse o romperse primero. En muchos casos, canastos y redes son reparados con parches, refuerzos adicionales o sustitución de segmentos. Cuando dejan de ser funcionales, pueden reutilizarse para tareas de menor exigencia, desarmarse para recuperar fibras aún útiles o descartarse en basurales o en estructuras abandonadas. El patrón de desgaste, las reparaciones y la forma en que estos artefactos se fragmentan y depositan constituyen pistas importantes sobre su trayectoria de vida. Sin embargo, en algunos casos también forman parte de acompañamientos mortuorios, donde pueden contener o no otros productos -como frutos, semillas o alimentos- o utilizarse como contenedores de diversos bienes.

Técnicas de manufactura

Las técnicas de manufactura en cestería se expresan principalmente en cómo se organizan y combinan los elementos estructurales, es decir cómo se relacionan la trama y la urdimbre, definiendo tres técnicas principales las cuales tienen una gran variabilidad (Adovasio, 1977; Pérez de Micou et al., 2014). En el caso de *twining* (acordelado o entrelazado), los elementos verticales que forman la urdimbre son fijos y pueden duplicarse o triplicarse, mientras que la trama está formada por un único elemento horizontal móvil; finalmente tanto urdimbre y trama se unen por una segunda trama que los fija en cada punto donde se cruzan, existiendo una gran variedad de combinaciones (Figura 6.2, A y B). En la técnica de *coiling* (espiralado), la pieza se fabrica cosiendo uno o un set de elementos horizontales pasivos llamado *foundation* (base), con otros verticales denominados *stich* (puntadas); la pieza se construye de forma continua a partir de una base, existen en este caso distintos tipos según la combinación de los elementos (Figura 6.2, C y D). Finalmente, en la técnica *plaiting* (tejido llano o plano), ambos elementos (trama y urdimbre) son móviles y suelen estar contruidos con la misma materia prima y con diámetros similares (Figura 6.2, E y F). Cada técnica produce texturas, flexibilidades y resistencias particulares, y puede asociarse con funciones específicas (por ejemplo, cargas pesadas, contención de líquidos o almacenamiento de granos) y con morfologías cesteras específicas.

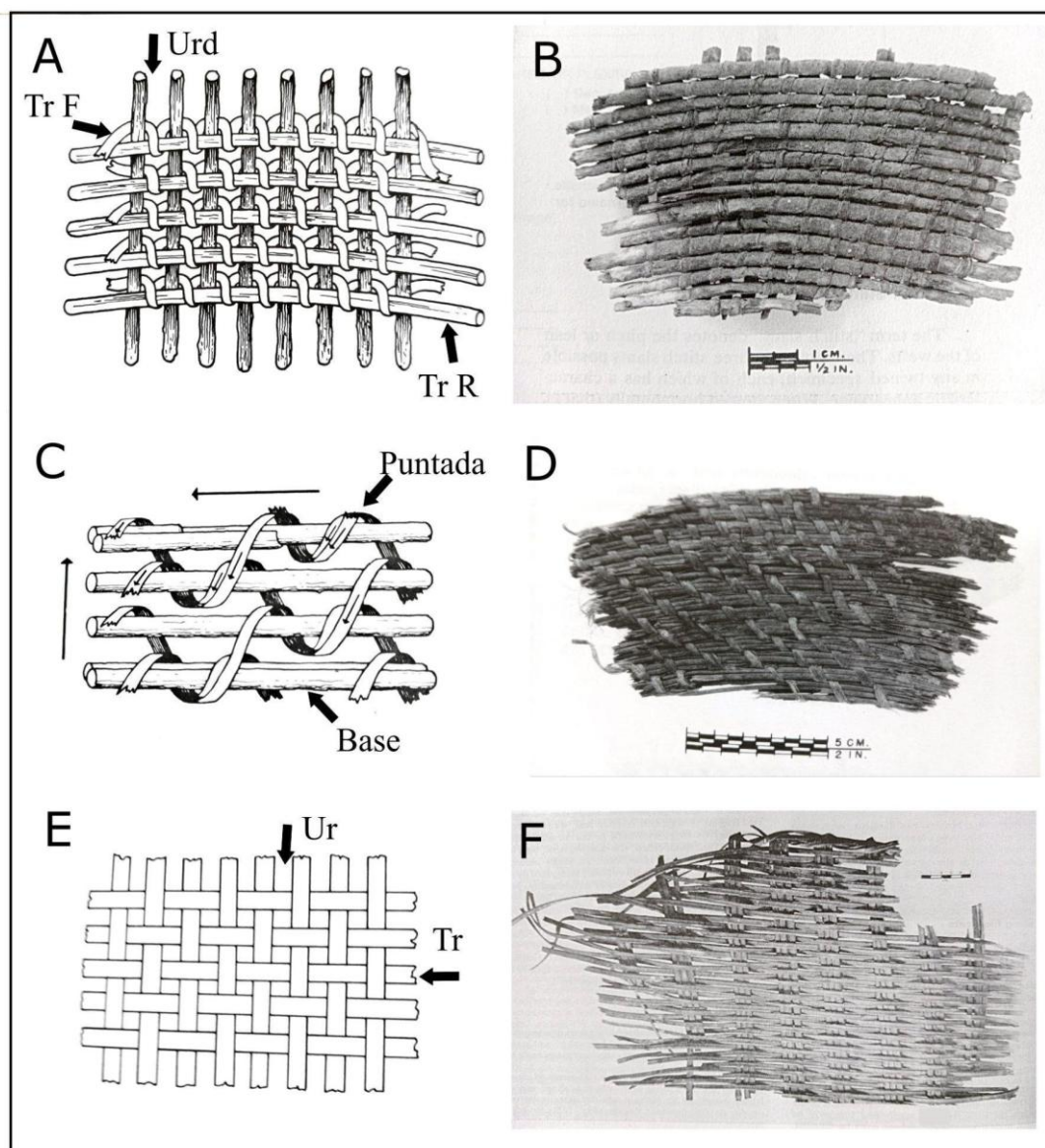
Dentro de cada técnica general, hay variaciones en la densidad de la trama, el calibre de las fibras y la forma de los bordes y asas. Bordes reforzados con múltiples fibras, asas integradas al cuerpo del cesto o añadidas más tarde, bases planas o ligeramente cónicas, paredes rectas o curvas, son todas opciones técnicas que responden a necesidades concretas (estabilidad, facilidad de transporte, capacidad) y a tradiciones aprendidas. La combinación de estas variables permite definir “estilos técnicos” que pueden compararse entre regiones o períodos.

La decoración y el tratamiento superficial pueden incluir el uso de fibras de diferente color natural para generar patrones, el teñido previo de las tiras con colorantes vegetales o minerales, la incorporación de elementos adicionales que forman motivos geométricos, o la aplicación de sustancias que impermeabilizan o endurecen (barros, resinas, grasas). En muchos casos, estas intervenciones decorativas están ligadas a identidades grupales, a diferenciaciones de género o edad, o a contextos rituales específicos.

Desde el punto de vista funcional, la variedad de formas es muy amplia: canastos de carga, contenedores de almacenamiento, recipientes para servir o cocinar (cuando se combinan con otras técnicas, como el uso de piedras calientes), esteras para cubrir pisos o paredes, techos vegetales, redes de pesca o caza, cordeles y sogas, entre otros. Cada tipo de objeto combina de manera particular técnica, forma y materia prima, y por eso el análisis sistemático de estas variables es fundamental para reconstruir las lógicas técnicas y sociales en las que se inscriben.

Figura 6.2

Técnicas de manufactura cestería. (A) Técnica de acordelado; (B) Fragmento de cestería arqueológica con técnica del acordelado; (C) Técnica de espiralado; (D) Cestería arqueológica realizada con espiralado; (E) Técnica de cestería en plano; (F) Fragmento de cestería arqueológica con técnica en plano. Referencias: Ur.: Urdimbre; Tr.: trama; Tr. R: Trama rígida; Tr. F: trama flexible



Nota. Todas las imágenes reproducidas y adaptadas de *Basketry technology: A guide to identification and analysis*, de Adovasio, 1977.

Técnicas analíticas, alcances y limitaciones

El estudio de cestería y artefactos de fibras vegetales suele comenzar con una **descripción macroscópica detallada**: tipo de estructura (entrelazado o acordelado, espiralado, plano), forma general, dimensiones, densidad de la trama y la urdimbre, calibre de los elementos estructurales, conformación de bordes y asas, presencia de refuerzos y reparaciones, evidencias de

deformaciones y desgaste, entre otros aspectos (para mayor detalle, véase Adovasio, 1977). La observación con lupa binocular permite refinar esta descripción, identificando cómo se entrelazan los elementos, qué tipos de cortes se aplicaron, qué dirección tienen los giros y si hay restos de colorantes o recubrimientos.

Cuando la preservación lo permite, el **análisis microscópico** de los tejidos vegetales permite reconocer rasgos diagnósticos (morfología de las fibras, distribución de tejidos en los cortes de tallo, tipos de epidermis y anexos en hojas, entre otros elementos celulares). Estos rasgos, junto con mediciones celulares, permiten identificar las plantas utilizadas o, al menos, agruparlas en grandes categorías (monocotiledóneas como juncos, totora, cortaderas; o tallos como el símbolo, carrizos, entre otros). Para ello suelen ser esenciales las colecciones de referencia modernas y el trabajo conjunto con botánicos o arqueobotánicos especializados en cestería. Sin embargo, la exposición al calor, la humedad o agentes químicos pueden modificar seriamente la estructura celular y dificultar las identificaciones taxonómicas finas; por este motivo es imprescindible contar con colecciones de referencia que repliquen los distintos procesamientos.

En contextos donde no se conservan los artefactos completos, pueden estudiarse **impresiones de cestería** en cerámica o en sedimentos, que capturan la organización de las tramas y, en ocasiones, incluso el calibre aproximado de los elementos que la componen. En estos casos, la cestería se convierte en una especie de “huella tecnológica” que sobrevive en otro soporte y constituye una evidencia indirecta de su existencia.

Las principales limitaciones derivan de la **fragilidad del material**: fragmentación extrema, pérdida de bordes y asas (que son clave para reconocer funciones), degradación de colorantes y recubrimientos, colapso de la estructura original por aplastamiento o retracción. Todo ello complica la reconstrucción de las formas completas y del repertorio original de artefactos.

Por estas razones, el estudio arqueológico de cestería y fibras vegetales se apoya en la combinación de **observación detallada**, comparación con **colecciones etnográficas y experimentales**, y articulación con **otros datos contextuales** (por ejemplo, organización espacial de los hallazgos, asociación con estructuras de almacenamiento o con conjuntos agrícolas). El objetivo no es sólo reconstruir “cómo estaba hecho un cesto”, sino comprender cómo estas tecnologías vegetales se insertan en modos de vida concretos, en formas de habitar los ambientes y en sistemas de conocimiento sobre las plantas que, en muchos casos, mantienen una continuidad parcial hasta el presente.

Abordaje de la cestería arqueológica

Para ejemplificar cómo se ve reflejada la cadena operativa en la cestería, tomaremos como caso de estudio el análisis de un tipo particular de manufactura conocido en la arqueología del Noroeste argentino como tipas. En particular, presentamos el estudio de cuatro piezas cesteras procedentes de dos contextos funerarios emplazados en distintos ambientes del oeste de Tinogasta (Catamarca): el entierro de Medanitos 1B, en el valle de Abaucán (1700 m.s.n.m.), y los cuerpos I y II del rescate Loro Huasi, en el valle de Guanchín (2200 m.s.n.m.). Cada contexto

está acompañado por dos cestas manufacturadas con materias primas vegetales y decoradas con fibras animales, entre otros objetos (Figura 6.3, A-D).

Los entierros están separados espacial y temporalmente: aproximadamente 25 km en línea recta y más de 300 años entre sí. En el caso de Medanitos 1B, el contexto remite a comienzos del siglo XIV, mientras que los entierros de Loro Huasi cuentan con dataciones que los ubican entre los siglos XVI y XVII. En ambos casos, las intervenciones arqueológicas se realizaron en contextos de rescate. A pesar de esta distancia temporal, en principio, pre y post hispánica, los entierros no presentan materialidad exógena española. Resulta llamativa la continuidad de las técnicas empleadas para confeccionar las cestas y sus decoraciones (Pérez de Micou et al., 2014; Andreoni y Ratto, 2024).

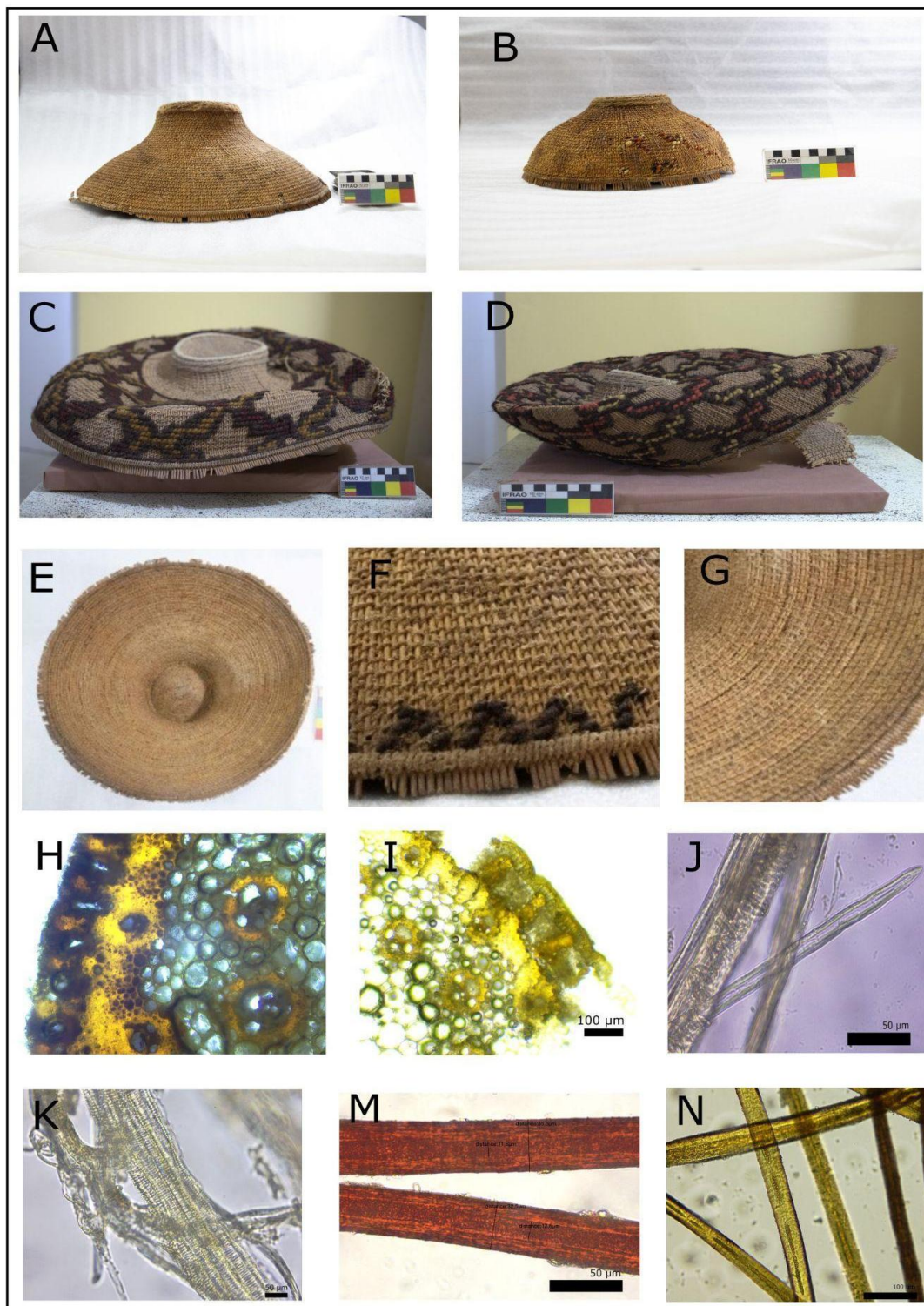
El análisis se realizó sobre las cuatro cestas de modo independiente; sin embargo, como todas han sido construidas con la misma materia prima, idéntica técnica y comparten los mismos motivos decorativos, lo descrito para una pieza es válido para todas. Su principal diferencia radica en el tamaño, siendo las de Loro Huasi relativamente más grandes que las de Medanitos 1B. Para su estudio se llevó a cabo una descripción morfo-tecnológica siguiendo la propuesta de Adovasio (1977) y un análisis microscópico de las materias primas vegetales y animales que las constituyen, las cuales fueron comparadas con colecciones de referencia y publicaciones especializadas.

Desde un punto de vista morfológico, las cuatro cestas son de forma troncocónica y han sido construidas mediante la técnica del acordelado cerrado envolvente (*close wrapped twining*, Adovasio, 1977), una variante del *twining* antes mencionado. En todas ellas, la urdimbre exterior está elaborada con elementos rígidos verticales, mientras que la trama interior se divide en una parte rígida -formada por elementos similares a los de la urdimbre, pero dispuestos perpendicularmente- y una trama flexible, representada por un cordel de fibras que une la trama rígida y la urdimbre (Figura 6.3, E-G). Externamente están decoradas con motas de fibras de distintos colores (Andreoni y Ratto, 2024).

El estudio microscópico permitió reconocer que para los elementos rígidos (urdimbre y trama) se seleccionaron tallos de *Ceschrus pilcomayensis*, una gramínea herbácea conocida localmente como símbolo, que actualmente continúa siendo utilizada para la cestería por pobladores locales. La trama flexible que une ambos elementos rígidos corresponde a un hilo confeccionado con fibras foliares de *Bromelia* sp., género asociado a diferentes especies de bromeliáceas denominadas localmente como chaguar, características del área chaqueña (Figura 6.3, H-K). Para el decorado de las cestas se utilizaron fibras de llama, algunas teñidas de rojo y amarillo y otras empleadas en sus tonos naturales (Andreoni y Ratto, 2024). Este ejemplo muestra la cadena operativa desde sus aspectos tecnológicos y permite apreciar un modo de hacer que perdura en el tiempo. Asimismo, revela materias primas cuya circulación evidencia interacciones entre distintas regiones, y un depósito final con una fuerte connotación simbólica.

Figura 6.3

Cestería arqueológica: (A) Tipa 1 de Medanitos 1B; (B) Tipa 2 Medanito 1B; (C) Tipa 1 de Loro Huasi; (D) Tipa 2 de Loro Huasi; (E) Interior de la Tipa 1 de Medanitos 1B; (F) Detalle de la urdimbre exterior; (G) Detalle de la trama rígida interna; (H-I) Cortes transversales de Cenchus pilcomayensis de la urdimbre; (J-K) Extremos de fibras y ases fibrovasculares de Bromelia; (M) Fibras de llama teñidas de rojo del decorado; (N) Fibras de llama teñidas de amarillo del decorado



Textiles y fibras animales

Materias primas y contextos arqueológicos

Los textiles arqueológicos se elaboran a partir de fibras de origen animal y vegetal, que muchas veces se combinan en un mismo objeto. Entre las fibras animales más importantes para el actual territorio argentino se encuentran las de camélidos sudamericanos (vicuña, llama, alpaca, guanaco) y, en momentos más recientes, las de ovinos y caprinos. Estas fibras difieren en finura, longitud, brillo y capacidad de aislamiento, lo que influye en su desempeño como abrigo, en la calidad del hilado y en el aspecto final del textil.

Las fibras vegetales -como el algodón en regiones cálidas o subtropicales, o los cordeles de chaguar y otras bromeliáceas en áreas del Chaco y del NOA- también forman parte del mundo textil, ya sea como hilos principales o como refuerzos y elementos complementarios (bordes, cordones, amarras). La elección de usar fibra animal, vegetal o una combinación de ambas responde a la disponibilidad local, a circuitos de intercambio, a decisiones técnicas y a valoraciones sociales: ciertas fibras pueden asociarse a prendas de prestigio o a usos rituales, mientras que otras se destinan a textiles de uso cotidiano.

Los contextos de hallazgo de textiles y fibras animales son altamente selectivos. En ambientes extremadamente secos o fríos, como cuevas y abrigos de zonas puneñas y cordilleranas, los textiles pueden conservarse con colores, estructuras y restos de fibras relativamente bien preservados. En contraste, en sitios a cielo abierto y regiones húmedas, la materia orgánica se degrada rápidamente, por lo que los textiles sobreviven sólo de forma excepcional, como fragmentos carbonizados, restos adheridos a otros materiales (por ejemplo, metal o hueso) o improntas en sedimentos. En contextos funerarios y rituales, los textiles suelen aparecer asociados a ajueres complejos, envueltos o plegados, mientras que en basurales y rellenos de estructuras predominan los fragmentos pequeños y altamente fragmentados.

Comprender las características de cada contexto, como el ambiente, el tipo de depósito y los procesos postdeposicionales, es fundamental para evaluar qué parte del universo textil original está representada en el registro arqueológico: en muchos casos, lo que vemos son restos de prendas intensamente utilizadas, textiles pertenecientes a contextos especiales o combinaciones de ambos.

Cadena operativa textil

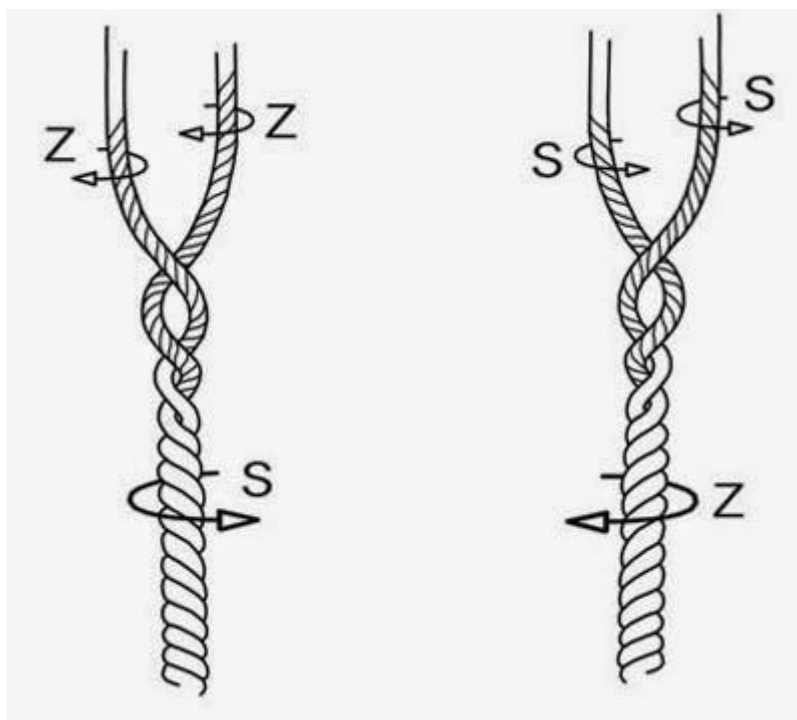
La cadena operativa textil se inicia con la obtención de la fibra. En el caso de las fibras animales, esto implica prácticas de manejo de rebaños (esquila, peinado, recolección de vellones sueltos), así como la selección de animales según edad, sexo o calidad de fibra (Arnol y Espejo, 2013; Zoccala, 2014). Para fibras vegetales como el algodón, incluye el cultivo, la cosecha y el desmotado (separación de las fibras de las semillas); mientras que para bromeliáceas u otras plantas involucra la recolección y el tratamiento inicial de hojas y tallos (Pochettino, 2015). Esta etapa integra conocimientos sobre ciclos biológicos, ambientes y tiempos de trabajo, y se vincula estrechamente con calendarios productivos y actividades pastoriles o agrícolas. La selección de

los lugares de pastoreo también forma parte de la cadena operativa, dado que buenos pastos generan mejores fibras.

A continuación, se desarrolla una subcadena de preparación que incluye el desmotado, hilado y torsionado. Las fibras se limpian (eliminando restos de suciedad, grasa, materia vegetal o fibras más gruesas), se abren y se alinean mediante peinado o cardado y, luego, se procede a hilar mediante la adición sucesiva de fibras por medio de la torsión, ya sea a mano o con instrumentos como huso, tortero o rueca. El hilado implica decisiones sobre el grosor del hilo, el grado de torsión y la dirección de giro en S o Z (Figura 6.4). En esta etapa también se decide si se conservarán los colores naturales o si se realizará el teñido, lo cual implica la utilización de colorantes de origen vegetal, animal o mineral, fijados mediante distintos agentes (mordientes). La posterior retorsión de hilos, ya sean de un mismo color o combinando tonalidades, determina sus propiedades mecánicas, así como sus aspectos visuales y simbólicos dentro del textil (Arnold y Espejo, 2013).

Figura 6.4

Tipos de torsión en hilos textiles. Esquema de torsión en dirección Z (a la izquierda) y torsión en dirección S (a la derecha) y retorsión en sentido contrario. La orientación del giro determina las propiedades mecánicas y el comportamiento del hilo durante el hilado, la retorsión y el tejido



Nota. Reproducido de <https://metodos-hiladostextil.blogspot.com/p/torsion.html>

La siguiente etapa de la cadena operativa corresponde a la confección del textil propiamente dicho, que incluye el urdido (disposición inicial de los hilos de urdimbre sobre un telar u otra estructura) y la generación del tejido según distintas estructuras (faz de urdimbre, faz de trama,

tejidos balanceados, enlazados, etc.), así como la incorporación de elementos decorativos o funcionales (bordados, aplicaciones, franjas, listas). En este punto también se realizan las terminaciones, como bordes, flecos, cordones y uniones entre paños (Emery, 2009).

Finalmente, los textiles entran en ciclos de uso, mantenimiento, reparación y reciclaje. Las prendas pueden plegarse, atarse, superponerse y combinarse con otros elementos (cintos, tocados, adornos), generando patrones de desgaste particulares. Las roturas se reparan con parches o refuerzos; se ajustan tamaños, se recortan bordes y, cuando la pieza deja de funcionar como prenda principal, puede reutilizarse como envoltorio, relleno, cordel o insumo para otros objetos. Eventualmente, los textiles se pierden, son descartados o pasan a formar parte de depósitos especiales (ajuares funerarios, ofrendas, contextos rituales). Cada uno de estos momentos deja huellas en la estructura del tejido, en las zonas de mayor desgaste, en la presencia de reparaciones y en la morfología de los fragmentos recuperados.

Técnicas de manufactura

Las técnicas de manufactura textil se manifiestan en varios niveles. En primer lugar, en las propiedades de los hilos: tipo de fibra, diámetro, regularidad, dirección y grado de torsión, y número de cabos. Estos rasgos inciden en la resistencia, el peso y la caída de las prendas, y a la vez permiten identificar decisiones técnicas recurrentes (por ejemplo, la preferencia por ciertos tipos de hilo para determinadas prendas).

En segundo lugar, se expresan en las estructuras de tejido. La relación entre urdimbre y trama -cuál de estos elementos estructurales predomina o es más visible en el tejido- y la interacción entre ambos determina si la técnica de fabricación corresponde a un tejido en faz de urdimbre, faz de trama, balanceado o a distintas variantes que pueden combinarse en una misma pieza para generar efectos visuales y decoraciones (para mayor detalle, véase Emery, 2009). Cada estructura tiene implicancias en la flexibilidad, la capacidad de abrigo, la densidad de la superficie y las posibilidades decorativas y simbólicas (Arnol y Espejo, 2013).

Otros aspectos importantes son las terminaciones y detalles constructivos: tipos de borde (reforzados, simples, enrollados), presencia de flecos y cordones, uniones entre paños mediante costuras o superposiciones, y la incorporación de bandas decoradas o elementos de otras materialidades (cuentas malacológicas, piezas metálicas, apliques de cuero, plumas). Estas decisiones contribuyen tanto a la funcionalidad del textil (por ejemplo, evitar que el borde se deshilache) como a su apariencia, y muchas veces están fuertemente codificadas por tradiciones técnicas regionales o de grupo.

La decoración textil puede lograrse mediante el uso de hilos de distintos colores y grosores, la alternancia de estructuras dentro de una misma pieza, bordados posteriores al tejido o la aplicación de colorantes en patrones específicos. Motivos geométricos, bandas, listas, campos de color sólido o diseños más complejos se integran a las prendas de formas que no sólo responden a criterios estéticos, sino también a identificaciones sociales, roles rituales o dimensiones de género y edad.

Desde el punto de vista funcional, los textiles abarcan prendas de vestir (mantos, túnicas, fajas, gorros), elementos para transporte y almacenamiento (bolsas, alforjas), componentes de equipamiento (fajas para arreos, tiras, cuerdas) y objetos vinculados a prácticas rituales. En cada caso, las combinaciones de materia prima, estructura, grosor y terminaciones responden a exigencias técnicas concretas y a repertorios de formas socialmente compartidas.

Técnicas analíticas, alcances y limitaciones en el estudio de los textiles y fibras animales

El análisis de textiles y fibras animales en arqueología comienza habitualmente con una descripción macroscópica y con lupa binocular: identificación del tipo de pieza o fragmento, dirección predominante de urdimbre y trama, estructura de tejido, densidad de hilos por unidad de longitud, características de los bordes y presencia de cordones, flecos, parches y reparaciones. Esta observación inicial permite reconocer variantes técnicas y establecer comparaciones entre conjuntos.

En una escala más fina, el análisis de fibras mediante microscopía óptica o electrónica permite diferenciar fibras animales de vegetales y, en algunos casos, avanzar en la identificación taxonómica. Las fibras animales presentan características como la disposición y morfología de las escamas de la cutícula, la presencia o ausencia de médula, distintos patrones de ésta y diferencias en los diámetros, que pueden compararse con colecciones de referencia modernas de camélidos, ovinos u otros animales, incluidos los humanos (López Campeny et al., 2017; Andreoni et al., 2026; Zoccali, 2014). Las fibras vegetales, por su parte, presentan rasgos diagnósticos como la relación entre lumen y paredes celulares, diferentes tipos de extremos, dislocaciones, estrías y restos de otros tejidos asociados (epidermis, parénquima, entre otros), que permiten diferenciar especies como algodón, lino o bromeliáceas (Catling y Grayson, 1982).

El estudio de colorantes y tratamientos de superficie recurre a técnicas químicas y espectroscópicas (por ejemplo, cromatografía, espectrometría), que permiten identificar la presencia de pigmentos vegetales, animales o minerales y, en algunos casos, reconstruir secuencias de teñido o prácticas de combinación de colores. Estas metodologías suelen requerir pequeñas muestras y equipamiento especializado, por lo que su aplicación en contextos arqueológicos debe equilibrar el valor informativo con la conservación de las piezas.

En ciertos casos, es posible aplicar análisis biomoleculares (proteínas, ADN antiguo) a las fibras animales para confirmar identificaciones de especie o estudiar relaciones entre poblaciones animales y prácticas textiles. Sin embargo, estos estudios dependen de la preservación molecular del material, de condiciones estrictas de muestreo y de laboratorios especializados, por lo que no siempre son factibles. Además, implican intervenciones destructivas que requieren criterios claros y acuerdos entre los equipos de investigación y las instituciones responsables de las colecciones.

Las principales limitaciones en el estudio de textiles son la fragmentación extrema de las piezas, la pérdida de partes clave (bordes, uniones, detalles decorativos), la alteración de fibras y colorantes, y la escasez de contextos con buena preservación en muchas regiones. Esto genera sesgos: ciertas técnicas, tipos de fibras o prendas pueden estar subrepresentadas o ausentes simplemente porque

no se conservaron. Por ello, el análisis textil se apoya en la comparación con colecciones etnográficas e históricas, en la experimentación (reproducción de técnicas y creación de colecciones de referencia) y en la articulación con otros datos arqueológicos (por ejemplo, distribución espacial, asociación con estructuras o contextos funerarios).

En conjunto, las técnicas analíticas aplicadas a textiles y fibras animales permiten ir más allá de la descripción de “fragmentos de tela” y avanzar hacia la reconstrucción de cadenas operativas, sistemas de manejo de animales y plantas, tradiciones técnicas y formas de diferenciación social que se expresan en la producción, uso y circulación de estos materiales. Como complemento a esta sección, resulta fundamental considerar que el análisis de fibras y colorantes requiere técnicas químicas y espectroscópicas específicas que amplían notablemente el rango de información disponible sobre procedencias, procesos de teñido, mordientes y transformaciones químicas de los materiales. Para profundizar en estos aspectos, incluyendo la química de las fibras naturales, los principales colorantes orgánicos utilizados en contextos preindustriales y las metodologías de identificación más empleadas en arqueometría, se remite al Box Temático elaborado por la Dra. Marta Maier, donde se profundiza en el análisis químico de los textiles, específicamente de las fibras naturales y colorantes orgánicos utilizados.

El caso de los textiles de los entierros de Medanitos (Departamento Tinogasta, Catamarca): fibras animales (llama y vicuña) y vegetales (algodón y chaguar)

Los entierros de Medanitos, en el valle de Fiambalá (oeste de Tinogasta, Catamarca), constituyen un buen caso de estudio para aplicar los ejes de análisis textil presentados en este capítulo. Se trata de tres contextos funerarios fechados entre los siglos XI y XIII, rescatados en una paleobarranca cercana al río Abaucán, donde los cuerpos aparecieron formando fardos acompañados por textiles, cordeles y macrorrestos vegetales (Andreoni et al., 2026).

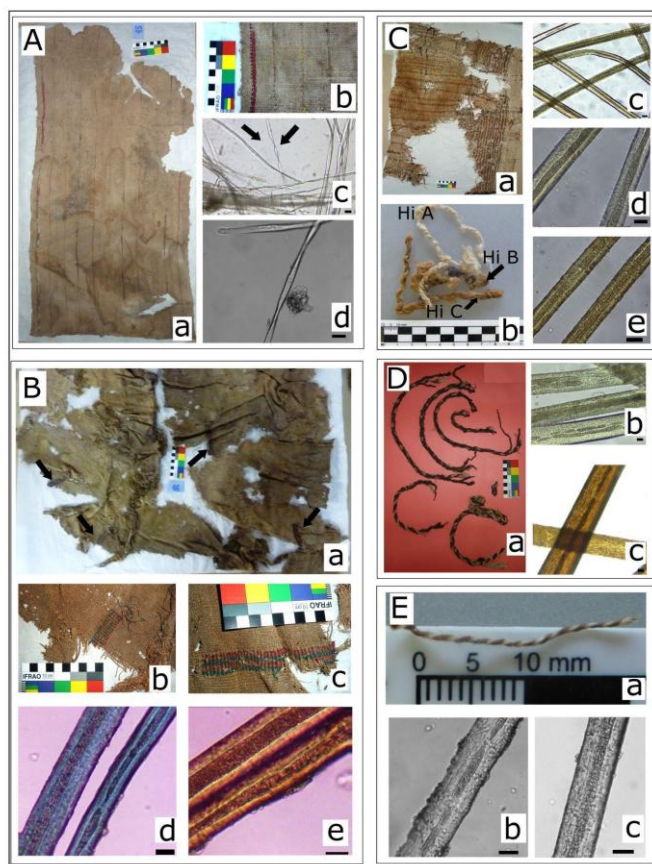
El conjunto textil está compuesto por siete piezas y seis cordeles: dos unkus cerrados, dos textiles que probablemente funcionaron como mantas, dos telas rectangulares de función indeterminada y un textil que pudo haber sido una bolsa. Las fibras identificadas corresponden a cuatro taxones principales: llama y vicuña entre las fibras animales, y algodón (*Gossypium* sp.) y chaguar (*Bromelia hieronymi*) entre las vegetales. Predominan las fibras de camélidos, pero una de las piezas está elaborada con fibras vegetales y presenta un hilado compuesto con núcleo de chaguar recubierto de algodón, que constituye el registro más temprano de algodón para los valles mesotérmicos del NOA. Metodológicamente, el estudio combinó la descripción tecno-morfológica (estructura del tejido, densidad de hilos, tipos de bordes, disposición de franjas decoradas, costuras, entre otros), con el análisis microscópico de las fibras. Esto permitió diferenciar animales y vegetales, estimar grosores y tipos de médula y reconstruir decisiones tomadas en la cadena operativa: selección de especies, preparación de fibras, características del hilado, estructuras de tejido y modos de terminación.

En el entierro Md1A, dos grandes unkus cerrados envuelven el cuerpo y articulan el acompañamiento textil (Textiles 1 y 2). Se confeccionaron a partir de una sola pieza de tejido plano en faz de urdimbre, doblada y cosida lateralmente, con abertura para la cabeza. Las franjas

decoradas a la altura del pecho se realizaron con variantes de tapiz que introducen motivos geométricos en colores rojizos y verdosos. Las fibras empleadas son lanillas muy finas de vicuña, seleccionadas por su calidad, lo que sugiere prendas de prestigio reutilizadas como envoltorio mortuario. Por su parte, el entierro Md1B incluye tres textiles de menor tamaño, pero técnicamente muy informativos. El Textil 3 es una tela rectangular con listas verticales rojas, amarillas y negras en faz de urdimbre; sus urdimbres y tramas son hilados compuestos con un alma de haces fibrovasculares de chaguar recubierta por algodón, ejemplo claro de articulación entre plantas locales y cultivos de zonas más cálidas (Figura 6.5 A).

Figura 6.5

Textiles de los entierros de Medanito 1B. (A) Textil 3: (a) vista general; (b) detalle del alma diferenciada; (c) tejido vegetal afín a Bromeliaceae; (d) fibras retorcidas de Gossypium sp. con extremo redondeado. (B) Textil 4: (a) vista general; (b y c) detalles de las guardas; (d) fibras de llama teñidas de azul; (e) fibras de llama teñidas de rojo. (C) Textil 5: (a) vista general; (b) hilos analizados; (c-e) hilos de fibras de llama. (D) Soga (a) fragmentos de soga; (b) fibras de Lama sp del cabo claro; (c) fibras afines a Homo sapiens sapiens del cabo oscuro; (E) Cordel A (a) vista general; (b-c) fibras de llama del cabo A y B, respectivamente. Escala= 20 µm.



Nota. Reproducido de Acompañamientos funerarios de Medanitos, siglos XI a XIII (departamento Tinogasta, Catamarca, Argentina): análisis morfo-tecnológico y taxonómico de textiles y macrorrestos vegetales, de Andreoni et al., 2026.

El Textil 4 presenta una alta fragmentación, sin embargo, conserva franjas transversales en técnica de tapiz, con tramas suplementarias que generan pequeños rombos (Figura 6.5 B); mientras que el Textil 5 habría funcionado como bolsa o costal, combinando sectores en faz de urdimbre, de trama y porción balanceada, además de hilados *moliné* bicolores (Figura 6.5 C).

Los cordeles asociados a Md1B permiten ampliar la mirada hacia subcadenas operativas específicas y su dimensión simbólica. Uno de ellos está formado por seis cabos, cuatro oscuros y dos claros: microscópicamente se comprobó que los cabos claros fueron elaborados con fibras gruesas de *Lama* sp., mientras que los oscuros corresponden a cabellos humanos. Otro cordel es un hilado *moliné* de dos colores sólo con fibras de llama. A partir de la información etnográfica y arqueológica se sabe que este tipo de cuerdas trenzadas se elaboraban para acompañar al difunto en su tránsito.

En conjunto, el caso de Medanitos permite ver cómo la reconstrucción de cadenas y subcadenas operativas textiles, desde la elección de fibras animales y vegetales hasta la torsión de hilos, las estructuras de tejido y la confección de cordeles, se articula con la interpretación de las prácticas mortuorias, y cómo en estos fardos se condensan relaciones entre humanos, animales, plantas y entidades sobrenaturales.

BOX TEMÁTICO

Análisis químico de textiles: fibras naturales y colorantes orgánicos

Por Marta Maier

Las fibras naturales utilizadas en la confección de textiles son de origen animal y vegetal. Entre las primeras, destacan la lana de ovejas y camélidos y la seda producida por ciertos tipos de gusanos. Los colores de las lanas abarcan desde tonos pardos hasta blanco, con una amplia variedad de tonos ocre. Estas fibras están constituidas por proteínas formadas por la unión sucesiva de aminoácidos lo que les confiere una estructura química con una especial afinidad por los colorantes orgánicos. En cambio, en las fibras de origen vegetal, como el algodón, el lino y las de plantas de la familia *Bromeliaceae*, como el “chaguar”, el componente principal es la celulosa, un polisacárido compuesto por unidades de β -D-glucosa. Estas fibras vegetales presentan menor afinidad por los tintes naturales en comparación con las fibras animales.

Existe una amplia variedad de compuestos orgánicos naturales extraídos de plantas, hongos, líquenes e insectos que fueron utilizados como colorantes en el teñido de textiles previo al descubrimiento de las anilinas sintéticas en el siglo XIX. También se utilizó la secreción de un caracol de mar (*Bolinus brandaris*) para obtener púrpura, un colorante reservado sólo para la tinción de textiles para dignatarios y autoridades eclesiásticas de alto rango. Estos colorantes pertenecen a varias familias de compuestos químicos, como por ejemplo flavonoides (amarillos), antraquinonas (rojas) e índigos (azul y violeta) (Cardon, 2007). La mayoría de los colorantes naturales requieren del uso de un mordiente para su fijación a la fibra para así evitar la pérdida de color por el lavado o acción de la luz. Los mordientes, en general sales solubles en agua, actúan formando uniones químicas entre las fibras y el colorante y dependiendo de la identidad

del metal (cobre, aluminio, hierro, estaño) se obtienen distintas tonalidades para un mismo colorante y tipo de fibra. También se utilizan aditivos que, si bien no son propiamente mordientes, ayudan a fijar el color y dan suavidad y brillo a la fibra. Algunos ejemplos comprenden vinagre, sal y cremor tártaro (bitartrato potásico).

Las antraquinonas se encuentran entre los colorantes orgánicos rojos más utilizados y son obtenidas a partir de fuentes vegetales y animales. Uno de los colorantes rojos más antiguo y popular es el carmín, obtenido a partir de los cuerpos desecados de las hembras del insecto *Dactylopius coccus* Costa, denominado cochinilla. Este insecto de origen americano vive sobre diferentes variedades de cactus, incluyendo los del género *Opuntia*. La alta concentración del ácido carmínico (la sustancia responsable del color) en la cochinilla y su intenso color rojo motivó su exportación a Europa y el gradual reemplazo del colorante rojo (ácido kermésico) producido por insectos del género *Kermes* que se alimentan de la savia de robles. En Buenos Aires, durante el segundo gobierno de Juan Manuel de Rosas, el ácido carmínico extraído de la cochinilla fue el colorante responsable del color rojo punzó en divisas, prendas de uso personal y accesorios de moda (Siracusano et al., 2023).

Otro colorante rojo de naturaleza antraquinónica es la alizarina que, junto con la purpurina, están presentes en las raíces de varias plantas del género *Rubiaceae*, como *Rubia tinctorum*. El colorante denominado *madder* en inglés o rubia en español fue uno de más utilizados en Europa, por ejemplo, para el teñido de la lana con la que se confeccionaban las casacas rojas de los marinos ingleses (Maier et al., 2010).

En cuanto al índigo o añil, es uno de los colorantes más antiguos y se ha obtenido tradicionalmente a partir de extractos de plantas del género *Indigofera*, siendo las especies *Indigofera tinctoria* L. e *Isatis tinctoria* las más utilizadas. La indigotina, el principal componente responsable del color azul, no se encuentra en las plantas, sino que se forma durante la extracción del material vegetal con agua y su posterior fermentación en contacto con el oxígeno del aire. Esta forma de obtención fue utilizada hasta fines del siglo XIX cuando fue reemplazada por la preparación de índigo por síntesis de laboratorio. El índigo no requiere del uso de mordientes para su fijación en las fibras textiles dado que es un compuesto insoluble en agua. Además de los colorantes mencionados anteriormente, también se utilizó el extracto de achiote (*Bixa orellana*) que contiene como componente principal un carotenoide denominado bixina y que produce un color amarillo naranja.

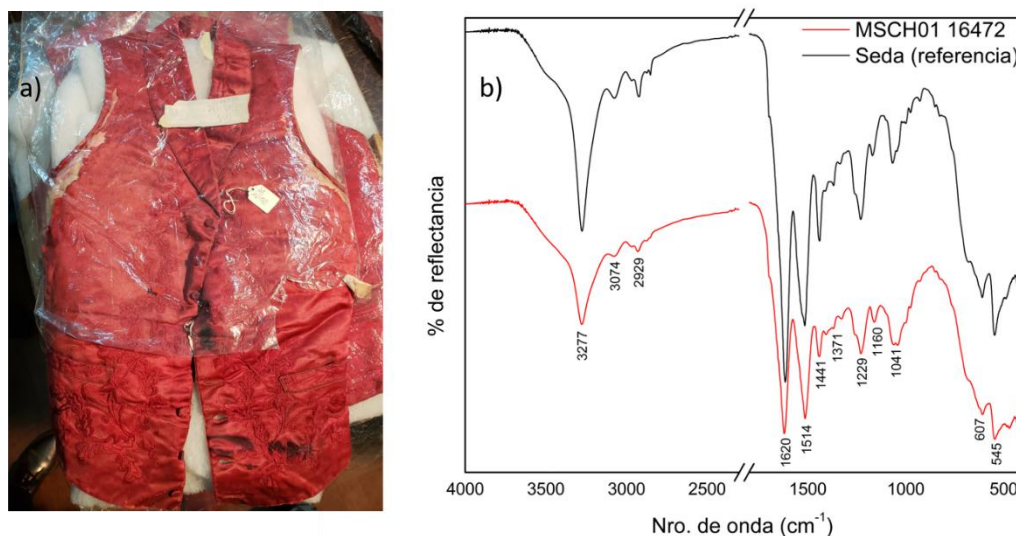
En cuanto a las técnicas analíticas empleadas en su estudio, existen diversos métodos para identificar los materiales que componen un textil. En general, estas técnicas requieren la toma de una pequeña muestra, del orden de 3 a 5 mm, preferentemente extraída de un borde, con el fin de caracterizar el tipo de fibra vegetal y los compuestos orgánicos responsables del color. Para la identificación del mordiente es factible realizar un análisis no invasivo utilizando un equipo portátil de fluorescencia de rayos X (FRX). Esta técnica analítica proporciona información sobre la composición elemental del material, es decir qué átomos lo conforman, pero no permite identificar los compuestos. Una limitación de los equipos de fluorescencia de rayos X portátiles es que detectan sólo aquellos elementos cuyo peso atómico sea mayor al del sodio (peso

atómico 23) y por consiguiente no es posible identificar elementos característicos de las fibras y los colorantes, como hidrógeno, carbono, oxígeno y nitrógeno. Sin embargo, los elementos característicos de los mordientes, como aluminio, azufre, cobre, hierro, estaño y cloro, sí son detectables mediante esta técnica. Su carácter no invasivo permite hacer un análisis en distintas zonas del textil que puede ser útil para el conocimiento del uso de distintos mordientes dependiendo del color del área analizada y también en la toma de decisiones para la extracción de muestras.

En cuanto a la identificación del tipo de fibra textil, la espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier en modo de reflectancia total atenuada (FTIR-ATR, según sus siglas en inglés) permite obtener el espectro infrarrojo de la muestra extraída del textil sin realizar ningún tratamiento previo y de una manera no destructiva. Es decir, la muestra puede luego ser utilizada para otros análisis, como la identificación de los colorantes. Esta técnica espectroscópica brinda información molecular sobre la estructura química de los compuestos por comparación con espectros infrarrojos de materiales de referencia y un análisis detallado de las bandas del espectro. De esta manera, es posible diferenciar una fibra animal, compuesta por proteínas (Figura 6.6), de una de origen vegetal constituida por polisacáridos. Sin embargo, no es factible determinar mediante esta técnica la fuente natural de la fibra y para ello es necesario recurrir a otros tipos de análisis, como los microscópicos o los basados en técnicas de espectrometría de masas.

Figura 6.6

(a) Chaleco (colección Museo Histórico de Buenos Aires “Cornelio Saavedra”, y (b) Espectro infrarrojo de la muestra MSCH01 16472 extraída del chaleco comparada con el espectro infrarrojo de seda como referencia (Siracusano et al., 2023)



Para la caracterización de los colorantes, la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, según sus siglas en inglés) acoplada a un detector con arreglo de diodos en el rango de la

radiación ultravioleta y visible o a un espectrómetro de masas, es una técnica muy sensible que hace posible la identificación de los componentes del tinte, generalmente presentes en bajas concentraciones en el material textil (Careaga et al., 2023). Antes del análisis es preciso realizar una extracción de los colorantes mediante un solvente orgánico. En el caso del índigo, los solventes más utilizados son el dimetilsulfóxido y la dimetilformamida. Para aquellos colorantes que se encuentran fijados a las fibras textiles mediante un mordiente, se requiere de un paso de hidrólisis ácida previo para la liberación de los colorantes y su extracción. Habitualmente se utiliza una mezcla de agua, metanol y ácido clorhídrico 37% (1:1:2, volumen en volumen) y calentamiento a 100 °C durante 15 minutos. Luego de la evaporación de la fase líquida bajo corriente de nitrógeno, el residuo seco se disuelve en metanol y se analiza por HPLC. Si se utiliza un detector con arreglo de diodos, la identificación de los colorantes se realiza por comparación de sus tiempos de retención en la columna cromatográfica con los de compuestos de referencia analizados previamente en el equipo de HPLC en las mismas condiciones. También es importante comparar sus espectros en el rango ultravioleta-visible ya que son característicos de cada molécula de colorante. Si se cuenta con un espectrómetro de masas como detector, el análisis del espectro de masas de cada componente separado antes en el cromatógrafo líquido brindará una información precisa de su estructura química.

Referencias

- Cardon, D. (2007). *Natural Dyes. Sources, Tradition, Technology and Science*. London: Archetype Publications Ltd.
- Careaga, V. P., Blanco Guerrero, A., Siracusano, G. y Maier, M. S. (2023). High-performance liquid chromatography as a micro-destructive technique for the identification of anthraquinone red dyestuffs in cultural heritage objects. *Chemistry Teacher International*, 5(1), 1-9.
- Maier, M. S., Gómez, B. A., Parera, S. D., Elkin, D., De Rosa, H., Ciarlo, N. C. y Svoboda, H. (2010). Characterization of cultural remains associated to a human skeleton found at the site HMS *Swift* (1770). *Journal of Molecular Structure*, 978(1-3), 191-194.
- Siracusano, G., Maier, M. S., Munilla Lacasa, M. L., Blanco Guerrero, A. y Careaga, V. P. (2023). Un color de fuego muy vivo y encendido. Materia orgánica, color y poder: el estudio interdisciplinario del rojo punzó. *Estudios Curatoriales*, 16(10), 7-23.

Balance y proyecciones para el estudio de los biomateriales

A lo largo de este capítulo analizamos un conjunto diverso de biomateriales -cueros y pieles, materiales malacológicos, cestería y otros artefactos de fibras vegetales, así como textiles elaborados principalmente con fibras animales-, que permiten formular una pregunta integradora: ¿de qué modo estos materiales contribuyen a reconstruir los procesos técnicos, las formas de

habitar los ambientes y las tramas de relaciones sociales en el pasado? Más allá de sus diferencias físicas y de las particularidades de cada cadena operativa, comparten un rasgo fundamental: son el resultado de una articulación estrecha entre ciclos biológicos, decisiones técnicas y contextos socioculturales específicos. No constituyen meros “restos orgánicos”, sino materializaciones de relaciones entre personas, animales, plantas y paisajes.

El enfoque de cadenas y subcadenas operativas nos permitió ordenar esa complejidad. En todos los casos fue posible reconocer una secuencia que va desde la obtención de la materia prima (caza, pastoreo, recolección de plantas o moluscos) hasta el uso, mantenimiento, reciclaje y descarte de los objetos. Sin embargo, cada materialidad acentúa eslabones distintos: en los cueros, el curtido y el sobado son momentos críticos que definen propiedades mecánicas y durabilidad; en los materiales malacológicos, la selección taxonómica y la biogeografía de las especies son claves para comprender las escalas de interacción; en la cestería, la preparación de las fibras y las técnicas de trenzado estructuran los repertorios formales; en los textiles, la calidad del hilado y la arquitectura del tejido organizan tanto las propiedades funcionales como las dimensiones simbólicas. Pensar en subcadenas no sólo ayuda a describir mejor los procesos, sino que abre preguntas sobre quiénes participan, dónde se trabaja, cómo se aprende y transmite cada técnica.

Desde el punto de vista analítico, el capítulo mostró que el estudio de biomateriales exige combinar distintas escalas y herramientas. Las descripciones macroscópicas y con lupa binocular permiten identificar estructuras básicas (tipos de costuras, tramas y urdimbres, patrones de corte, modos de perforación) y construir tipologías comparables. El análisis microscópico (tejidos celulares, fibras, microtrazas de manufactura y uso) y las colecciones de referencia son indispensables para avanzar en identificaciones taxonómicas y reconocer gestos técnicos específicos. A esto se suman, cuando la preservación y las condiciones de trabajo lo permiten, técnicas químicas y biomoleculares que aportan información sobre colorantes, proteínas, ADN o procedencias. El denominador común es que ninguna técnica, por sí sola, agota el potencial informativo de los biomateriales: la potencia está en la articulación entre escalas, en el cruce con datos contextuales y en el diálogo con la experimentación, la etnoarqueología y los registros etnográficos e históricos.

Un eje recurrente en todo el capítulo es el de las **limitaciones y sesgos de preservación**. Los biomateriales son, por definición, frágiles: se fragmentan, se descomponen, se alteran químicamente, pierden color y textura. Los cueros se retraen o mineralizan, las fibras se rompen o se queman, las cestas colapsan, los materiales malacológicos se disuelven o erosionan. A esto se suman los sesgos producidos por las propias prácticas arqueológicas (tamaños de malla, criterios de recuperación). Reconocer estos límites no implica restar valor a los conjuntos, sino justamente lo contrario: permite interpretar qué porción de las cadenas operativas está efectivamente representada y cuáles eslabones sólo podemos reconstruir de manera indirecta, a partir de huellas mínimas o de comparaciones con otros registros.

Los distintos estudios de caso incluidos de diferentes regiones del país muestran que, incluso a partir de conjuntos fragmentarios, es posible reconstruir historias de larga duración. En todos ellos, los biomateriales funcionan como indicadores sensibles de continuidades y cambios

técnicos, de reconfiguraciones en las redes de circulación de materias primas, de transformaciones en los modos de marcar cuerpos y paisajes. La persistencia de ciertas soluciones (como las técnicas de acordelado en cestería o las lógicas de selección de moluscos exóticos) convive con innovaciones y reacomodamientos asociados a procesos más amplios, como la expansión incaica, la incorporación de nuevas especies domesticadas o la intensificación de ciertos circuitos de intercambio.

El trabajar con biomateriales obliga a situar la tecnología en el centro de la reflexión sobre la organización social. Las cadenas operativas no son solamente secuencias técnicas; son también secuencias de relaciones: entre quienes esquilan y quienes hilan, entre quienes recolectan valvas y quienes las transforman en cuentas, entre quienes dominan saberes especializados y quienes participan como aprendices, entre los ámbitos domésticos y los espacios rituales. En este sentido, el capítulo invita a pensar los biomateriales como un punto de encuentro entre arqueología, biología, química, historia y antropología social, y como un campo fértil para que la comunidad estudiantil ejercite miradas integradoras que conecten las microhuellas materiales con procesos sociales de mayor escala.

Como proyección de los contenidos desarrollados en este capítulo, es importante señalar que el Museo de La Plata conserva en sus colecciones arqueológicas numerosos conjuntos de biomateriales -textiles, cestería, artefactos en fibras vegetales, materiales malacológicos y otros soportes orgánicos-, que constituyen un campo privilegiado para profundizar los análisis aquí discutidos. Algunas de estas piezas pueden ser consultadas en el repositorio digital de acceso abierto *Culturalis* (<https://culturalis.mlp.fcnym.unlp.edu.ar/communities/01cdd152-4807-4a72-bbe4-0e6d81bb2668>), creado en el marco del proyecto de *Digitalización de las colecciones de la División Arqueología del Museo de La Plata* (FCNyM, UNLP), dirigido por el Dr. M. Bonomo (Bonomo et al., 2023). Para tales piezas se puede acceder digitalmente a sus registros visuales y documentación asociada, favoreciendo ejercicios comparativos, aproximaciones tecnológicas y reflexiones sobre conservación y materialidad desde una perspectiva situada en el patrimonio científico nacional.

Como cierre, el balance que proponemos es doble. En términos metodológicos, el estudio de biomateriales muestra la necesidad de protocolos específicos de recuperación, descripción y conservación, así como de colecciones de referencia y programas de experimentación que permitan interpretar mejor lo que observamos en el laboratorio. En términos interpretativos, estos materiales amplían nuestra capacidad para discutir identidades, jerarquías, relaciones interespecíficas y formas de habitar ambientes diversos. Cueros, valvas y fibras de origen vegetal y animal no son un apéndice “blando” del registro arqueológico, sino un componente central para comprender cómo las sociedades del pasado transformaron biomasa en cultura material y cómo, en ese proceso, se transformaron también a sí mismas.

Referencias

- Adovasio, J. M. (1977). *Basketry technology: A guide to identification and analysis*. Aldine Manuals on Archaeology.
- Andreoni, D. y Ratto, N. (2024). Cestas en el tiempo en el oeste de Tinogasta (Catamarca): materias primas y técnicas de los ajuares de Medanitos 1B (siglo XIV) y de rescate Loro Huasi (siglos XVI–XVII). En A. D. Izeta, C. Romanutti, M. P. Weihmüller, A. Robledo, B. Conte, R. Cattáneo y A. Laguens (Comps.), *Libro de Resúmenes del IX Congreso Nacional de Arqueometría* (pp. 201–202). Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Filosofía y Humanidades.
- Andreoni, D., Capparelli, A. y Ratto, N. (2026). Acompañamientos funerarios de Medanitos, siglos XI a XIII (departamento Tinogasta, Catamarca, Argentina): análisis morfo-tecnológico y taxonómico de textiles y macrorrestos vegetales. *Estudios Atacameños*, en prensa.
- Arnold, D. Y. y Espejo, E. (2013). *El textil tridimensional: la naturaleza del tejido como objeto y como sujeto*. ILCA Series de Informes de Investigación, 2(8), La Paz.
- Bonomo, M, Gobbo, D., Jäkel, A., Jorquera, I., Arroyo, P., Caprile, L., Miotti, L., Collazo, J., Pellizzari, J. y Silva, C. B. (2013). De lo analógico a la digitalización de las colecciones de la División Arqueología del Museo de La Plata (Argentina). *Revista del Museo de Antropología*, 16(3), 411-424.
- Catling, D. y Grayson, J. (1982). *Identification of vegetable fibres*. Archetype Publications.
- Emery, I. (2009). *The primary structure of fabrics*. Thames & Hudson / The Textile Museum.
- Gordillo, S., Gascue, A. y Pastor, S. (2019). Investigaciones arqueomalacológicas en Sudamérica: entre la subsistencia, lo utilitario y lo simbólico. *Comechingonia*, 23(1), 5–9.
- Gordillo, S. y Aschero, C. (2020). Entre las yungas y el mar: circulación de moluscos en cazadores-recolectores tempranos de la Puna. *Estudios Atacameños*, 66, 301–318.
- Hammond, H. (2013). Propuesta metodológica para el estudio de conjuntos malacológicos de sitios concheros: su aplicación en la costa norte de Santa Cruz (Patagonia Argentina). La Zaranda de Ideas. *Revista de Jóvenes Investigadores en Arqueología*, 9(2), 77–102.
- Lemonnier, P. (1992). *Elements for an anthropology of technology*. University of Michigan, Museum of Anthropology.
- Leonardt, S. (2014). Producción local de cuentas de valva en el bosque del noroeste de Patagonia: una aproximación desde la arqueología experimental. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 39(2), 463–482.
- López Campeny, S. M. L., Romano, A. y Guinea, G. (2017). Análisis comparativo de propiedades mecánicas de fibras naturales y tecnofacturas arqueológicas: implicancias para la interpretación de prácticas de producción textil en el pasado. *Materialidades. Perspectivas Actuales en Cultura Material*, 5, 22-50.
- Marchione, P. y Bellelli, C. (2013). El trabajo del cuero entre los cazadores-recolectores de la Patagonia centro-septentrional. Campo Moncada 2 (Valle medio del río Chubut). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XXXVIII (1), 223-246.

- Pérez de Micou, C., López Campeny, S. M. L. y Lessa Costa, R. (2014). Basketry of South America. En H. Selin (Ed.), *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures* (pp. 1–22). Springer.
- Pochettino, M. L. (2015). *Botánica económica: Las plantas interpretadas según tiempo, espacio y cultura*. Sociedad Argentina de Botánica.
- Ratto, N., Orgaz, M. y Gordillo, S. (2026). Una mirada de larga duración sobre el uso de material malacológico: moluscos marinos y terrestres en la región de Fiambalá desde tiempos aldeanos hasta el Inca. *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 30(2): en edición.
- Skibo, J. M. y Schiffer, M. B. (2009). *People and things: A behavioral approach to material culture*. Springer.
- Zoccalá, M. (2014). *Fibras proteicas: pelos finos (camélidos y cabra). Identificación, caracterización, clasificación y acondicionamiento*. Cuaderno Tecnológico N° 14, INTI.

CAPÍTULO 7

La minería prehispánica y sus técnicas analíticas

Norma Ratto y María Florencia Becerra

Introducción

La minería prehispánica comprende tanto la dedicada a los minerales metalíferos como no metalíferos. En este capítulo desarrollaremos la primera, que constituye una de las expresiones más complejas y reveladoras del conocimiento técnico y organizativo de las sociedades andinas. Lejos de limitarse a una actividad extractiva, la minería implicó una serie de procesos articulados, desde la exploración de yacimientos hasta la obtención de productos metálicos, que representan prácticas especializadas, redes de circulación interregionales y estructuras sociales vinculadas al control de los recursos minerales. En el ámbito de los Andes del Sur y, en particular, en el Noroeste Argentino (NOA), la evidencia arqueológica, etnohistórica y geoquímica ha permitido documentar diversas formas de aprovechamiento de minerales, principalmente, de cobre, plata, oro y plomo. A través del estudio de la evidencia material vinculada a la minería, tales como herramientas de extracción, morteros de procesamiento, escorias, crisoles, hornos, moldes y objetos metálicos terminados, es posible reconstruir una cadena operativa compleja que integra aspectos técnicos, económicos, simbólicos y políticos (Lechtman, 1984, 2003; Angiorama, 2001, 2014; González, 2002a y 2002b; Núñez y Nielsen, 2011; Cruz, 2022; entre otros).

La cadena operativa de la metalurgia no solo permite identificar las etapas de trabajo, sino también comprender la forma en que dichas etapas fueron socialmente organizadas, transmitidas y transformadas a lo largo del tiempo. En forma complementaria, las técnicas analíticas aplicadas al estudio de materiales minero-metalúrgicos, incluyendo los análisis composicionales e isotópicos, han generado avances significativos en la caracterización de fuentes de minerales, modos de manufactura y patrones de circulación de materias primas y productos metálicos. Entre ellas, el análisis de isótopos de plomo (Pb) se ha consolidado como una herramienta clave para rastrear la procedencia de metales y minerales de cobre, estableciendo conexiones entre sitios de explotación y contextos de uso o depósito (ver Box Temático en este capítulo).

Por lo expuesto, este capítulo tiene como objetivo abordar de manera integral la minería prehispánica de minerales metalíferos en el NOA, a partir del análisis de su cadena operativa, los productos y subproductos asociados a cada etapa, las técnicas de manufactura empleadas y los enfoques analíticos disponibles para su estudio. Asimismo, se discutirán estudios de caso representativos del NOA, con el fin de destacar la diversidad cronológica, espacial, funcional y

de escenarios geopolíticos de estas prácticas, como así también las preguntas arqueológicas que guiaron la investigación, y también las nuevas que emergen a partir de los resultados obtenidos. Al integrar perspectivas tecnológicas, sociales, políticas, simbólicas y arqueométricas se propone una visión compleja de la minería como práctica de las sociedades prehispánicas de los Andes meridionales. La definición de los términos utilizados y no definidos en el texto se explicitan en el Glosario del capítulo 7.

La minería como vector social y simbólico

En el mundo andino, la minería y la metalurgia constituyeron procesos técnicos, sociales y simbólicos de una relevancia extraordinaria. Lejos de ser actividades secundarias o meramente utilitarias, la extracción y transformación de minerales se inscribieron en un marco cosmológico en el que los metales condensan significados de poder, prestigio y sacralidad. Especialistas del estudio de la minería y la metalurgia (H. Lechtman; D. Salazar; L. R. González; C. Angiorama; P. Cruz; M. F. Becerra; V. Figueroa; entre otros) han insistido en que la tecnología minero-metalúrgica no puede entenderse solamente desde su eficacia mecánica, sino desde la dimensión cultural de las elecciones tecnológicas. El cobre y sus aleaciones, el oro y la plata fueron materiales cuya materialidad (color, brillo, sonoridad) estaba cargada de valores simbólicos que justificaban enormes esfuerzos colectivos. Así, estudiar la minería prehispánica es estudiar a la vez técnicas de trabajo, formas de organización social y lógicas de poder.

La importancia de la minería en los Andes radica también en su capacidad de articular espacios regionales y generar redes de circulación. Los yacimientos de cobre, plata o estaño se ubican en áreas de difícil acceso, pero su explotación fue capaz de sostener intercambios a gran escala, como muestran los casos de Atacama (González, 2006; Salinas y Salazar, 2008) o relacionados con la caminería incaica para relacionar sitios y grandes distancias, como es el caso de Tinogasta (Ratto et al., 2023). En este sentido, la minería constituye una entrada privilegiada para comprender las formas de apropiación del espacio y la economía política de sociedades complejas.

Por lo dicho, la minería y la metalurgia prehispánicas en los Andes no fueron actividades aisladas ni estrictamente “técnicas”; por el contrario, constituyeron prácticas sociales complejas que articulan territorios, saberes, jerarquías y cosmologías a lo largo de escalas temporales y espaciales extensas. Lejos de limitarse a extraer materias primas, los ciclos minero-metalúrgicos conectaron paisajes de altura, valles, oasis y rutas caravaneras, y tejieron redes de intercambio en las que circularon minerales, objetos, conocimientos, personas y significados. En ese marco, los metales -por su brillo, color y sonoridad- condensaron valores estéticos, rituales y políticos.

Dimensiones técnicas, sociales y simbólicas de la actividad minera metalúrgica prehispánica

Para comprender la minería como un vector, es decir, un conjunto de fuerzas que movilizan y orientan procesos colectivos, vamos a presentar y desarrollar someramente distintas preguntas / ejes de investigación para abordar las dimensiones técnicas, sociales y simbólicas de la actividad. A saber:

a) Por qué pensar la minería como “vector”:

Llamarla “vector” hace explícita su capacidad de arrastre y su direccionalidad. El “arrastre” hace referencia a que involucra múltiples esferas (trabajo, movilidad, organización política, ritualidad, memoria); mientras que la “direccionalidad” refiere a que organiza flujos de materia y energía (combustible, mena, metal, residuos), y fija rutas, calendarios, especializaciones y formas de cooperación / jerarquía. Esta mirada se potencia con la noción de cadena operativa (*chaîne opératoire*), útil para reconstruir eslabones técnicos (prospección, extracción, chancado o molienda, fundición, manufactura o conformación del objeto, uso y descarte), los cuales se vinculan con decisiones sociales: quién controla el acceso a un yacimiento, quién domina un saber (por ej., construir *huayras* o manejar toberas), cómo se reparte el trabajo, qué rituales acompañan la apertura y clausura de un frente minero, y cómo se legitiman las diferencias de estatus asociadas a la posesión / transformación de metales.

b) Paisajes mineros: montañas, caminos y estacionalidad:

Los paisajes de minería y metalurgia son configuraciones socioambientales. En altura, las montañas no son apenas depósitos minerales: concentran recursos hídricos, vientos, pisos ecológicos y significados (lugares de agencia, entidades tutelares). La explotación de vetas o placeres se acopla con ciclos estacionales (ventanas climáticas, disponibilidad de pastos para caravanas, acceso a combustible) y exige logística (campamentos, corrales, depósitos, senderos). El camino, con su mantenimiento y señales, es parte constitutiva del paisaje minero, al conectar frentes de trabajo con talleres de fundición y nodos de distribución. Este andamiaje territorial se sostiene en arreglos colectivos: trabajo cooperativo, redistribución de alimentos, rotación de tareas, formación de especialistas y protocolos de cuidado (de los cuerpos, del equipamiento, del fuego). La infraestructura (estructuras de combustión, canchas de selección, áreas de chancado o molienda) no solo habilita operaciones; sino que también inscribe memoria técnica que guía re-ocupaciones y reactiva las trayectorias mineras a lo largo de siglos.

c) Organización social del trabajo y jerarquías del saber:

La minería evidencia saberes especializados (prospección, lectura de filones, construcción de hornos, control térmico, selección de menas y refractarios). No obstante, estos saberes no están desprendidos de la comunidad: se aprenden, circulan y se legitiman en contextos de parentesco, cofradías de oficio, clientelas políticas o patrocinio ritual. Esta distribución del conocimiento crea

jerarquías (quién decide, quién enseña, quién controla insumos críticos como combustible o toberas), pero también dependencias recíprocas: sin mineros no hay fundidores, sin arrieros no hay abastecimiento, sin especialistas en cera perdida no hay objetos sonoros / figurativos complejos. Por su parte, la administración del riesgo (derrumbes, intoxicaciones, fracasos de colada) y la gestión del secreto técnico (composiciones de aleación, tiempos de recocido, selección de toberas) operan como mecanismos de cohesión interna y de distinción hacia afuera. En períodos de mayor centralización política, estos saberes pueden ser movilizados o reubicados (traslados de especialistas, fundación / expansión de talleres) para abastecer demandas de estandarización (formas, pesos, calidades) y representación (objetos suntuarios, insignias de autoridad).

d) Economía política y circulación:

Pensar la minería como vector implica atender a **economías políticas** diversas, desde formaciones locales hasta estructuras estatales. La extracción y transformación de minerales reconfigura regímenes de acceso (quién entra a la mina, quién administra depósitos, quién habilita rutas) y regímenes de valor (qué vale un lingote, una campana, una lámina). La circulación no se agota en el objeto final: viajan también la mena, el combustible, los refractarios, las herramientas, y los residuos (escorias). Así se conforman corredores donde se intercambian bienes y saberes, y donde los metales encarnan valores equivalentes o diferenciales según contextos (ritual, diplomático, doméstico, guerrero). Esta circulación sostiene interacciones interregionales: por ejemplo, distritos estanníferos articulados con talleres en el área valliserrana o nodos de intercambio a larga distancia. En esa constelación, los metales pueden funcionar como “metal de corte” (formas / pesos convencionales) o como soportes de signos (iconografías, morfologías conmemorativas), reforzando alianzas y jerarquías.

e) Técnica, cosmología y política:

Los procesos minero-metalúrgicos requieren fuego, aire, agua, minerales: elementos con densas cargas cosmológicas en el mundo andino. Encender un horno, “dar de comer” combustible, “hacer respirar” una *huayra* mediante toberas, “lavar” mineral, “purificar” metal: estas acciones se anclan en lenguajes rituales que modelan la relación con entidades no humanas (montañas, vientos, suelos). En muchos contextos, comenzar una temporada minera, abrir un pique o fundir por primera vez demanda marcos ceremoniales que buscan propiciar la operación, proteger a los participantes y reparar el intercambio con el entorno. Esta imbricación no idealiza ni edulcora: la técnica y la política están articuladas, ensambladas, con su conflictividad concreta (accesos, tributos, trabajo forzado o movilizado, control de rutas). Lo crucial es observar cómo estas dimensiones no compiten, sino que se articulan: la cosmología hace inteligible y legítimo el hacer técnico; la técnica materializa y hace operativas las relaciones político-rituales.

f) Materialidad con agencia: brillo, color, sonoridad:

En los Andes, las cualidades sensibles de los metales, como el brillo (reflexión de la luz, fulgor), el color (tonos de oro, rojo del cobre, plateado) y la sonoridad (campanas, cascabeles, láminas vibrantes), tuvieron una eficacia más allá de lo utilitario. Estas propiedades no son un adorno posterior a la técnica; por el contrario, orientan elecciones tecnológicas de distinto tipo: (i) aleaciones (por ej., Cu-Sn, Cu-As) permiten modular dureza, colabilidad y timbre sonoro; (ii) las técnicas como la cera perdida posibilitan morfologías complejas para objetos visual y acústicamente eficaces (campanas, figurillas) que actúan en contextos performativos, y (iii) los acabados (pulidos, martillado / recocido) ajustan el brillo y la elasticidad de láminas destinadas a ornamentos o arquitectura ritual. Así, las propiedades físicas devienen en propiedades sociales: el fulgor, la resonancia o el color particular de un metal no solo agradan o impresionan; legitiman posiciones, sellan alianzas, marcan ritos de paso y sostienen narrativas de origen y poder.

g) De la elección técnica a la identidad colectiva:

Las elecciones técnicas, por ejemplo, optar por cera perdida en lugar de molde abierto, preferir una aleación determinada, escoger cierto refractario, o modular la atmósfera de combustión, no solo son “detalles de taller”. Por el contrario, producen rasgos de estilo, de desempeño y de costo que posicionan a grupos y a objetos en geografías sociales. En consecuencia, un conjunto de objetos puede leerse como un archivo de decisiones que expresa identidades, afiliaciones y trayectorias (aprendizajes, préstamos, innovaciones, persistencias). Esta perspectiva evita simplificaciones del binomio “tecnología = progreso lineal” y abre preguntas sobre divergencias y convergencias entre regiones, sobre lo local y lo imperial, y sobre la temporalidad de los cambios (pulsos, reactivaciones, saltos, hibridaciones).

h) Implicancias metodológicas para la investigación:

Concebir la minería como vector social y simbólico trae implicancias prácticas para el registro y el análisis de los objetos que conforman su multidimensionalidad:

- i) **Mirada de sistema:** registrar todos los eslabones (desde cateos y canchas de selección hasta residuos y refractarios) y no solo los objetos “finales”. Atender a la baja visibilidad (fragmentos de moldes, toberas friables, microescorias) y a contextos periféricos (campamentos, áreas de abastecimiento de leña / carbón, canteras de arcillas refractarias).
- ii) **Escalas integradas:** articular micro (huellas de manufactura, microestructuras metalográficas), meso (talleres, organización del trabajo) y macro (circuitos de circulación, redes interregionales). Integrar arqueometría (composición, isotopía, petrografía) con contexto arqueológico y etnografía / etnohistoria cuando corresponda.
- iii) **Riesgo y fracaso:** documentar ensayos fallidos, coladas incompletas, fisuras, refundidos: el fracaso técnico es fuente clave para entender aprendizaje, control de calidad y estandarización.

- iv) **Ética y colaboración:** considerar impactos contemporáneos de la investigación en territorios mineros (acceso, circulación de materiales, memoria comunitaria). Impulsar prácticas participativas en documentación, interpretación y devolución de resultados.

En suma, la minería prehispánica andina operó como vector que conectó materia, energía y sentido, en un pasaje que va desde el mineral en la mena hasta el mundo social. A través de decisiones técnicas concretas como, por ejemplo, qué mina explotar, cómo triturar, qué horno construir, qué aleación fundir, qué acabado lograr, entre otras, se fabricaron también relaciones: jerarquías, alianzas, obligaciones, memorias y fronteras. Leer la cadena operativa a la luz de estos procesos permite comprender cómo un conjunto de objetos metálicos es, a la vez, archivo tecnológico y documento social. Este enfoque orientará las secciones siguientes del capítulo: desde la cadena operativa y evidencia arqueológica, pasando por técnicas de manufactura, las técnicas arqueométricas empleadas hasta los estudios de caso que mostrarán la diversidad regional y temporal de estas articulaciones.

Cadena operativa y evidencia arqueológica

La cadena operativa minera puede ser comprendida como el conjunto de acciones técnicas y decisiones sociales orientadas a la obtención, transformación y uso de los recursos minerales. Esta cadena comprende al menos tres grandes momentos: la extracción, la mineralurgia (procesamiento del mineral) y la metalurgia (obtención y transformación del metal). Cada una de estas etapas deja huellas materiales que pueden ser recuperadas arqueológicamente y que permiten inferir aspectos técnicos, organizativos y sociales de las prácticas mineras. La cadena operativa es, ante todo, una herramienta conceptual para vincular gestos técnicos con decisiones sociales. No es un listado de pasos, sino un modo de pensar la producción como un sistema de elecciones encadenadas, ensambladas, articuladas, que se toman bajo restricciones materiales (minerales, combustibles, refractarios) y sociales (organización del trabajo, regímenes de acceso, ritualidad, normativas). Concebirla así permite comprender a los objetos y los residuos de la actividad minera como un archivo de decisiones: cada huella remite a una opción adoptada y, a la vez, a alternativas descartadas. A continuación, se describen los principales tipos de evidencias asociados a las tres grandes etapas: extracción, mineralurgia y metalurgia (ver más adelante).

La cadena operativa es multiescalar, ya que las distintas etapas de la actividad minera integran y conectan desde las huellas microscópicas, pasando por la organización del taller y hasta los condicionantes del paisaje minero y la política. En la Tabla 7.1 se presentan las etapas y las diferentes escalas con las que se relacionan. En el nivel micro, observamos huellas de manufactura, microestructuras metalográficas y fases en escorias que capturan temperaturas, atmósferas y secuencias de operación. En el nivel meso, aparecen el taller y la organización del trabajo: diseños de hornos, ritmos de carga, turnos, reparto de tareas, mantenimiento de toberas y provisión de refractarios. En el nivel macro, la cadena se ancla al paisaje y a las redes: rutas, campamentos, abastecimientos de combustible y agua, y reglas de acceso o tributación. Estos

niveles no son capas separadas, sino que por el contrario se co-determinan. Un cambio en las arcillas refractarias, por ejemplo, puede alterar temperaturas alcanzables, tiempos de colada y, por ende, roles y calendarios. La noción de cadena operativa también incorpora el costo de decisión: cada elección técnica abre posibilidades y cierra otras. Optar por cera perdida habilita formas complejas, pero demanda moldes y control térmico; elegir martillado / recocido exige energía de trabajo y tiempos de recocido. En minería, decidir un frente o una veta reorganiza logística, riesgos y jerarquías. Por eso, más que ‘pasos’, consisten en ‘puntos de decisión’ encadenados, con bifurcaciones y retroalimentaciones.

Así, la arqueología de la minería prehispánica se apoya fuertemente en el reconocimiento y análisis de los productos y subproductos que resultan de cada fase de la cadena operativa. Estos materiales constituyen no sólo residuos tecnológicos, sino también indicadores directos de la naturaleza de los procesos técnicos, su escala, eficiencia y variabilidad. A continuación, relacionamos el concepto de cadena operativa con las etapas técnico-sociales usualmente reconocidas en la minería prehispánica andina, subrayando sus entradas y salidas (insumos y productos intermedios), la evidencia esperable y las preguntas que guían el muestreo.

Tabla 7.1

Cadena operativa como sistema multiescalar (micro – meso - macro) y flujo de etapas técnicas

Prospección minera	Extracción	Chancado / Selección	Fundición	Manufactura / conformación del objeto	Uso / deposición
Escala micro (gestos, huellas, micro fases)					
a) Huellas de martillado					
b) Microestructuras					
c) Fases en escoria					
Escala meso (taller, organización del trabajo)					
a) Diseño de hornos					
b) Secuencias de carga					
c) Roles y turnos					
Escala macro (paisaje, redes, política)					
a) Rutas y campamentos					
b) Abastecimientos					
c) Normas y tributos					

En la Tabla 7.2 se ofrece una vista de sistema (inputs / outputs) por cada etapa articulada (Tabla 7.1), para luego pasar a definir y caracterizar cada una de ellas. A saber:

- a) **Prospección:** más que ‘buscar mineral’, la prospección organiza miradas expertas sobre señales geológicas y saberes locales. Sus huellas (canchas de selección, senderos,

cateos, campamentos, entre otras) suelen ser discretas. La lectura multiescalar prioriza el contexto, como las trazas de circulación, las marcas de tanteo y la relación con fuentes de agua y combustible. La decisión que los operadores toman en esta primera etapa marcará la dirección de la cadena, delimitando ventanas estacionales y costos logísticos.

- b) **Extracción:** la extracción materializa la direccionalidad de la etapa de prospección. Así, *piques*, trincheras y galerías se asocian con las herramientas líticas utilizadas y las escombreras generadas, aunque no necesariamente en función de la historia ocupacional del espacio. A escala micro, se registran huellas de golpe y pulidos de uso; a escala meso, la organización de frentes, turnos y tareas de mantenimiento; y a escala macro, la conexión con rutas y nodos de acopio. Las variaciones en la dureza de la roca o en la estabilidad estructural impactan en el resto de la cadena operativa (tamaño de fragmento, ritmos de abastecimiento).
- c) **Chancado / Selección:** esta etapa es el eslabón entre la mina y la fundición. Morteros múltiples, maray y canchas de ganga dan cuenta del trabajo colectivo y de los criterios de calidad del mineral. Los microfinos conservan minerales guía y los patrones espaciales organizan la clasificación. El pretratamiento reduce los costos térmicos y las pérdidas metálicas.
- d) **Fundición:** los hornos de fundición de distinto tipo, toberas, crisoles y escorias concentran las decisiones térmicas y de materiales. Las escorias registran temperaturas, atmósferas y eficiencia; las toberas, el manejo del flujo de aire; los refractarios, la disponibilidad y la preparación de arcillas. Las bifurcaciones incluyen mezcla de menas, ajuste de combustible y cambios en diseño de hornos, con efectos en calidad y rendimiento del metal.
- e) **Manufactura o conformación del objeto:** la transformación del metal en una pieza terminada puede realizarse mediante colada, incluida la técnica de cera perdida, trabajo mecánico por martillado y recocido, o una combinación de ambos procedimientos. Los fragmentos de moldes, las rebabas de colada y las láminas con bandas de deformación permiten reconstruir estas secuencias de manufactura. La elección de cada procedimiento incide en propiedades como la sonoridad, la dureza y el acabado superficial, así como en la duración y complejidad del proceso productivo. Las piezas defectuosas o descartadas podían volver a fundirse para recuperar el metal e iniciar una nueva secuencia de elaboración.
- f) **Uso / Deposición:** los objetos circulan, se reparan y se resignifican. Las huellas de uso y los descartes de taller revelan criterios de calidad, estandarización y valor social. En clave macro, los depósitos articulan paisajes rituales y domésticos; en clave meso, informan sobre fiscalización, tributos o clientelas; en clave micro, muestran corrosión, retoques y ensamblajes.

Tabla 7.2*De la decisión a la huella: preguntas guía, evidencias y sesgos por etapa*

Etapas	Preguntas guía (decisión)	Evidencias esperables	Sesgos / Precauciones
Prospección	¿Dónde y cuándo explorar? ¿Con qué señales / relatos locales?	Canchas, cateos, senderos, campamentos	Baja visibilidad, reocupaciones, equifinalidades paisajísticas
Extracción	¿Qué frente abrir y cómo sostenerlo?	Piques, trincheras, socavones, herramientas, escombros	Remoción moderna, cambios granulométricos condicionan etapas posteriores
Chancado / Selección	¿Qué umbrales de calidad / tamaño?	Morteros, maray, ganga, micro-fines, plataformas	Difícil atribución a minas / talleres, dispersión espacial
Fundición	¿Diseño de horno, combustible, carga?	Estructura de combustión (horno), toberas, escorias, refractarios	Atribución cronológica, mezcla de residuos, pérdidas metálicas ocultas
Manufactura	¿Colada o trabajo mecánico, o combinación de ambos? ¿Acabados?	Moldes, rebabas, láminas con huellas	Alta fragmentación de moldes, muestreo invasivo en objetos
Uso / Deposición	¿Dónde y por qué se deposita o refunde?	Objetos, reparaciones, descartes	Selección social del descarte, sesgo ritual / doméstico

Técnicas de manufactura de objetos de metal

Al inicio del capítulo desarrollamos el concepto de concebir a la minería como “vector social y simbólico”, para luego desplegar las etapas de la “cadena operativa” desde la prospección hasta la deposición. En esta sección nos situamos en el tramo final de esa cadena: las técnicas de manufactura que convierten el metal en una “forma social”, es decir, un objeto que circula por trayectorias definidas que tiene un sonido y brillo característico, al igual que un significado social y político específico de cada contexto sociohistórico. Aquí las elecciones técnicas no son neutras: decidir los tipos de aleaciones y las técnicas, “cera perdida” o “martillado / recocido”, “bivalva” o “*repoussé / chasing*”, “unión por remache” o “soldadura capilar”, “dorado por depleción” o “acabado pulido”, no es lo mismo ya que se modulan las propiedades del metal (dureza, sonoridad, espesor, color) y también se genera una identidad técnica que es detectable en huellas y residuos. Tal como plantea la cadena operativa, cada técnica equivale a un “punto de decisión” con costos, riesgos y repertorios propios; a su vez, esas decisiones están imbricadas con una organización del trabajo, acceso a los insumos (refractarios, combustibles, fundentes) y determinados códigos estéticos y/o rituales. A continuación, definimos algunas de las técnicas

más utilizadas, y además especificamos cuáles son las huellas diagnósticas que están presentes en la pieza como para identificarlas, y en cuáles artefactos generalmente se emplean. A saber:

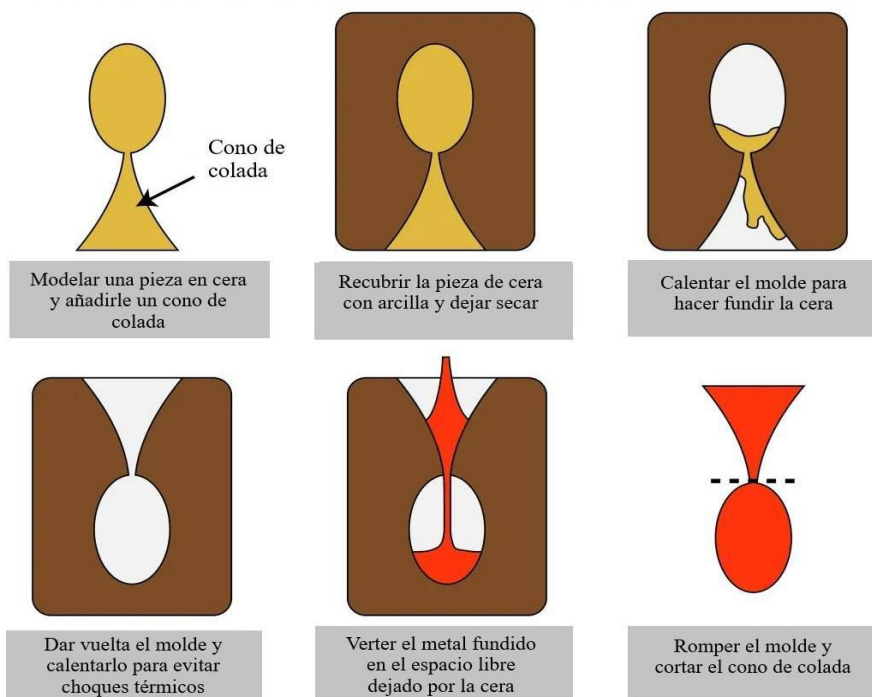
a) **Colada a la cera perdida (*cire perdue*)**

La técnica de cera perdida consiste en modelar la pieza en cera, incluyendo el sistema de alimentación con bebedero(s), respiraderos y, cuando corresponde, mazarota (alimentador), recubrirla con un molde refractario, descerar por calentamiento y verter el metal en la cavidad resultante; una vez solidificado, se rompe el molde desechable y se termina la pieza mediante el corte y limado de los muñones, pulido y, si hace falta, un “*chasing*” o cincelado fino de superficie (Figura 7.1).

Figura 7.1

Moldeo a la cera perdida, pasos claves

LAS ETAPAS DE LA FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Nota: Modificado de <https://meandrearcheometallurgiedotcom.wordpress.com/2016/11/04/la-cire-perdue/>

La técnica de la cera perdida permite la mayor libertad morfológica, habilitando volúmenes huecos, calados y detalles muy finos que serían impracticables con moldes reutilizables. Sus huellas diagnósticas combinan evidencias macroscópicas y microestructurales: cicatrices localizadas de bebedero y alimentador (muñones cortados y luego alisados, no líneas continuas de unión), textura cerámica en superficies internas, la “piel” del molde, sobre todo en piezas huecas, y microestructura de colada observable en cortes metalográficos (dendritas, poros de contracción o gas, segregaciones). Este conjunto permite distinguirla del

moldeo bivalvo, donde predominan líneas de junta continuas y otros rasgos propios de moldes reutilizables. Por su versatilidad, se empleó para campanas, cascabeles, figurillas, manoplas y, en general, para piezas con perfiles no desarrollables o con requerimientos de gran detalle.

b) Colada en molde abierto y en molde bivalvo / pieza

Esta técnica consiste en verter el metal fundido en cavidades de molde confeccionadas en piedra, cerámica o mezclas refractarias. En su variante de molde abierto, la cavidad es simple y se carga desde la superficie; en la de molde bivalvo / pieza, dos mitades (o un cuerpo multipartita) cierran una cavidad interna y se alimentan por un bebedero. Al ser moldes rígidos y, a menudo, reutilizables, favorecen la repetitividad y la estandarización de formatos, aunque restringen las geometrías complejas respecto de la cera perdida (Figura 7.2). Sus huellas diagnósticas incluyen el plano de partición en bivalvas con líneas de junta y posibles rebabas lineales si hubo sobrellenado; también puede observarse la textura mineral de la superficie de molde y, en general, una menor “libertad formal” que en *cire perdue*. Por su eficiencia y control dimensional, se usaron preferentemente para hachas, cinceles, lingotes y placas sencillas, es decir, piezas de sección y perfil relativamente simples que admiten series homogéneas.

c) Martillado y recocido (forja en frío con recuperación térmica)

Consiste en deformar plásticamente el metal mediante golpes controlados, martillado sobre un yunque, alternando ciclos de recocido que restauran la ductilidad por recuperación y recristalización. Esta secuencia permite estirar y afinar el material con precisión, obtener láminas extensas y regular el espesor, los bordes y las curvaturas (levantado), tal como se representaría en la Figura 7.3. Sus huellas combinan indicadores macroscópicos y microestructurales: adelgazamientos progresivos, bordes con microastillados o “mordidos” cuando faltaron recocidos intermedios, brillo de martillo y de pulido en superficie; en corte metalográfico se observan bandas de deformación, subgranos y granos recristalizados tras los recocidos. Por su control dimensional y buena relación resistencia-peso, se empleó para láminas ornamentales y placas, discos y elementos delgados con función arquitectural o ritual.

d) Repoussé y chasing (repujado y cincelado):

El *repoussé* consiste en trabajar una lámina por el reverso sobre un soporte blando (pez, cuero, arena) para elevar volúmenes y relieves; el *chasing* o cincelado se aplica luego desde el anverso para definir aristas, detalles y texturas con punzones y cinceles de distintos perfiles. Suelen alternarse con recocidos breves para evitar fragilización por endurecimiento. El resultado son relieves finos y membranas livianas, a menudo “sonoras”, de alta plasticidad formal (Figura 7.4). Las huellas diagnósticas incluyen espesores variables (zonas “estiradas” más delgadas), marcas lineales o punteadas de cincel en anverso, microabolladuras amortiguadas en el reverso por el soporte y, en cortes metalográficos, bandas de deformación por trabajo en frío con posibles episodios de recristalización si hubo recocidos. Se empleó para placas rituales y apliques, parrillas decorativas, y elementos acústicos donde la combinación de bajo espesor, relieve controlado y acabado superficial era funcional y/o simbólicamente relevante.

Figura 7.2

Molde bivalvo de la Edad del Bronce y su impresión moderna. Los moldes de dos valvas permiten reproducir formas seriadas (hachas, punzones, piezas de engranaje), dejando a menudo ‘costuras’ de colada identificables en registro arqueológico

**e) Uniones**

Para ensamblar piezas metálicas se usaron tres soluciones principales. El remachado une láminas con clavijas: suelen verse las cabezas de remache (a veces rebajadas) y pequeños limados al ras. La soldadura capilar o brasado agrega una aleación de punto de fusión menor que “moja” la junta; deja un filo muy fino (cordón capilar) a veces con composición distinta y un halo térmico local. El *casting-on* es verter metal directamente sobre una pieza ya hecha para añadir partes (asas, apliques): se reconocen transiciones metal-metal y pistas de solidificación en la zona añadida. En general, estas uniones se usan para ensamblar componentes, reforzar bordes y fijar apliques u ornamentos sin rehacer toda la pieza (Figura 7.5).

Figure 7.3

Recocido (a) y martillado (b) de un lingote de plata hasta conseguir una lámina. El recocido reduce tensiones internas y restaura la maleabilidad tras el endurecimiento por deformación; en manufacturas prehispánicas este ‘ritmo’ martillar - recocer es clave para láminas, recipientes y ornamentos

**Figura 7.4**

Vaso (keru) Chimú en plata trabajado por repoussé y unión de secciones. Ilustra el modelado desde el reverso y el acabado por el anverso (cincelado), técnicas ampliamente documentadas en la Costa Norte del Perú e incorporadas al repertorio estatal incaico



Figura 7.5

Uniones por remachado en fragmentos de vaso: se observan cabezas de remache, solapes de lámina y orificios asociados. Este tipo de unión mecánica es típico para fijar apliques o reforzar bordes sin rehacer la pieza completa (PAS/British Museum, CC BY-SA 4.0)



Las distintas aleaciones tienen desempeños diferenciales. Los bronce estanníferos (Cu-Sn) tienen mejor dureza y sonoridad que el cobre nativo o sin alear, siendo apto para las coladas de piezas y láminas trabajadas. Por su parte, el bronce arsenical (Cu-As) se caracteriza por su endurecimiento y variaciones cromáticas; y su producción demanda riesgo a la salud por lo que hay que evaluar prácticas rituales asociadas. Por su parte, la aleación tumbaga (Au-Cu) genera una lámina dúctil, es apto para depleción, tiene apariencia de “oro” con núcleo más duro.

En resumen, cada una de las técnicas empleadas pueden identificarse en una pieza de metal a través de rasgos macroscópicos y también microscópicos generados con métodos arqueométricos (ver más adelante). De esta manera, a modo general, debemos considerar:

- a) Si el objeto fue producto de la técnica de colado (cera perdida / bivalva): se deben buscar bebederos cortados, líneas de junta, texturas internas; además de corroborar con técnicas arqueométricas, metalografía / SEM-EDS, para identificar poros, dendritas, inclusiones (ver más adelante).
- b) Si el objeto es una lámina trabajada (martillado / recocado, *repoussé* / *chasing*): la pieza debe presentar espesores variables, bandas de deformación, y también se debe corroborar a través de técnicas arqueométricas, metalografía y microdureza (ver más adelante).
- c) Si el objeto tiene unión / superficie (remaches, brasado, depleción): la pieza debe presentar juntas capilares, cabezas de remache, gradientes superficiales, y se debe complementar con técnicas arqueométricas (ver más adelante).

Técnicas arqueométricas: qué miran, hasta dónde llegan y qué preguntas permiten

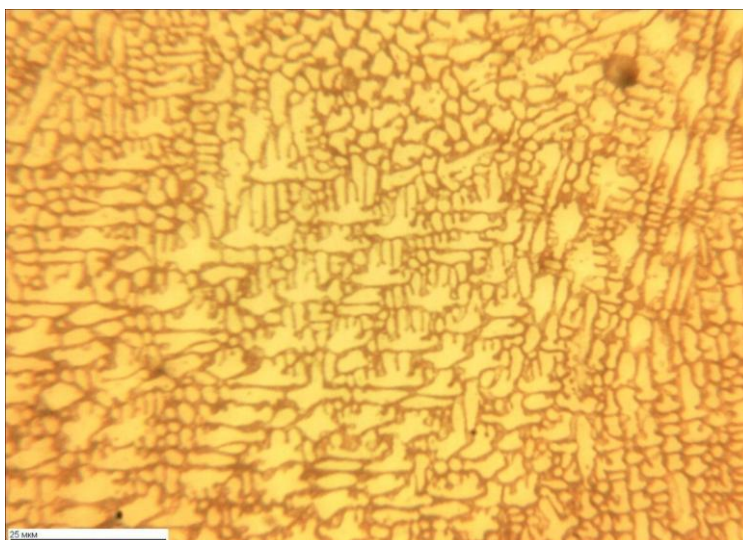
En arqueometalurgia, las técnicas analíticas no “decoran” la interpretación, la hacen posible. Anteriormente planteamos que los metales son vectores sociales / simbólicos, para luego desarrollar las etapas de la cadena operativa y las técnicas de manufactura empleadas. En esta sección mostramos cómo miramos esas huellas para vincular gestos técnicos con decisiones sociales. Cada método ilumina una parte del sistema (microestructuras, composición, residuos, refractarios, menas, circulación); y cada uno tiene alcances, limitaciones y preguntas de investigación que guían su realización. La clave no es acumular resultados, sino articularlos armoniosamente: elegir la técnica adecuada para la etapa de la cadena operativa en estudio y/o las hipótesis que orientan la investigación (¿cómo se fabricó?, ¿con qué se fundió?, ¿de dónde viene el metal?, ¿hubo mezclas?, ¿qué eficiencia tuvo el proceso?). A saber:

a) **Microscopía y metalografía (OM / SEM-BSE) con micro química (EDS)**

Permite observar microestructuras metálicas —dendritas de colada, bandas de deformación y recristalización—, fases en escorias y matrices refractarias (Figura 7.6). Con EDS se determinan composiciones elementales locales, como cobre, estaño, arsénico, inclusiones y vidrios de escoria. Su principal fortaleza es relacionar proceso y producto: distingue colada de trabajo mecánico, reconoce temperaturas relativas y atmósferas de formación en escorias e identifica materias primas de toberas y crisoles.

Figura 7.6

Microestructura dendrítica en metal colado. Las morfologías de solidificación (dendritas, poros) permiten diferenciar colada de trabajo mecánico y discutir régimen térmico / velocidad de enfriamiento (Andrew Egorov, CC BY-SA 4.0)



Entre las limitaciones podemos mencionar que mide áreas pequeñas, por lo que tiene el riesgo de no representar a todo el objeto. Además, el EDS es semicuantitativo y sensible al pulido / superficie del objeto, por lo que se requiere realizar una comparación con el contexto arqueológico de recuperación, lo cual no es siempre posible cuando se trabaja con piezas de colecciones de museos. Preferentemente, no solo basta una micro-foto aislada. Algunas preguntas guías que fundamentan la utilización de estos métodos y técnicas son: ¿La pieza fue colada o martillada / recocida? ¿Qué fases aparecen en la escoria y qué dicen de la eficiencia? ¿Los refractarios eran locales o seleccionados por propiedades?

b) Química a granel y multielemental (pXRF, XRF de banco, ICP-OES/MS, LA-ICP-MS)

Se emplea para obtener una composición global de metales y residuos (mayores, menores, trazas); con LA-ICP-MS se perfila micro-zonas o capas superficiales. Entre las fortalezas destaca que el pXRF es no-destructivo y rápido para cribado; ICP ofrece sensibilidad en trazas útil para firmas y controles de calidad (por ej. Sn / As / Ni / Sb en bronce). Como limitación más importante es que pXRF no es tan sensible (límite de detección es alrededor de 0,1%w) y al ser una técnica de análisis superficial sufre efectos de matriz y superficies enriquecidas (por ej. depleción en tumbaga); los análisis a granel promedian mezclas y pueden ocultar heterogeneidad. Algunas preguntas guías que fundamentan la utilización de estos métodos y técnicas son: ¿La aleación es Cu–Sn, Cu–As u otra? ¿Hay patrones de trazas compatibles con algún taller / receta? ¿La superficie está alterada (depleción, corrosión) y conviene muestrear el núcleo?

c) Petrografía y mineralogía de refractarios y escorias (lámina delgada, DRX)

Tanto la lámina delgada como la difracción de rayos X (DRX) caracterizan fases cristalinas, texturas y transformaciones térmicas en toberas, crisoles y escorias. Estas técnicas tienen como fortaleza que permiten reconstruir las tecnologías de horno (temperatura / atmósfera), selección de materias primas (arcillas, desgrasantes), tiempos de operación y reuso. Entre las limitaciones podemos mencionar que el registro es local y re-ocupado; la DRX puede promediar fases y perder minorías; exige cruzar con SEM-EDS. Algunas preguntas guías que fundamentan la utilización de estos métodos y técnicas son: ¿Cómo eran los refractarios y por qué se eligieron? ¿Qué fases de escoria hablan de eficiencia o de fallos (viscosidad alta, desmetalización)?

d) Isótopos de plomo (Pb) y proveniencia / mezcla

Las razones isotópicas de Pb (por ej. $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) son las que permiten comparar objetos / escorias con menas para inferir orígenes y mezclas, es decir fuentes de aprovisionamiento / explotación de las minas de Cu. Es una técnica poderosa para vincular circuitos materiales a escala regional; sensible a *blends* multi-fuente. Entre las limitaciones podemos mencionar que requiere bases de menas bien muestreadas; distintos yacimientos pueden solaparse; reciclajes y mezclas complejas pueden desdibujar reglas

simples. Algunas preguntas guías que fundamentan la utilización de estos métodos y técnicas son: ¿El metal refleja una fuente dominante o mezcla? ¿Cambian las firmas a lo largo del tiempo (reorganización de redes)? ¿Las escorias “dialogan” isotópicamente con los objetos del mismo taller? En el Box Temático que acompaña este capítulo tenemos un detalle de esta técnica preparado por la especialista en arqueometalurgia Dra. María Florencia Becerra.

e) Otras técnicas complementarias

Las dataciones radiocarbónicas (^{14}C) realizadas sobre carbones permiten contextualizar temporalmente a los usos de las estructuras de combustión. También se pueden realizar ensayos acústicos (campanas, cascabeles) para determinar la sonoridad y estimar los controles de calidad. Por su parte, Raman / FTIR se utilizan en pátinas y enriquecimientos superficiales (por ej. depleción en tumbaga), y en la identificación de minerales, siempre complementando con análisis químicos.

En resumen, las técnicas arqueométricas no reemplazan la lectura contextual, sino por el contrario la amplifican logrando mayor resolución. Una microestructura dendrítica confirma colada; bandas de deformación y granos recristalizados, martillado / recocido; una escoria con fases ferrosilicatadas fluidas apunta a buena reducción y temperatura; una tobera con vitrofusión sugiere exceso térmico o mal posicionamiento. Si, además, las trazas e isótopos de Pb acercan un objeto a un distrito metalífero, podemos ligar técnica y logística: quién funde, con qué insumos, y cómo se mueven metales y personas dentro de los diversos paisajes mineros.

Arqueometalurgia experimental como estrategia de contrastación

La arqueometalurgia experimental no constituye una técnica analítica instrumental, sino una estrategia complementaria que permite contrastar y poner a prueba hipótesis de trabajo derivadas del registro arqueológico y de los análisis arqueométricos. Consiste en el desarrollo de experimentos sistemáticamente registrados con materiales, herramientas y condiciones plausibles para el pasado, vinculados con la actividad minera, el procesamiento de minerales, la fundición, la colada, la aleación y la manufactura y decoración de objetos metálicos.

Su aporte radica en vincular variables de proceso (temperatura, atmósfera, tiempos de recocido, proporciones de aleación, eficiencia térmica) con huellas observables en objetos y residuos (microestructuras, morfologías de escoria, desgaste de morteros, defectos de colada). La comparación entre productos experimentales y evidencias arqueológicas permite evaluar la consistencia técnico-material de determinadas interpretaciones, explorar márgenes de variabilidad y reconocer límites operativos.

La experimentación no busca “recrear el pasado” ni demostrar definitivamente cómo ocurrieron los procesos, sino delimitar rangos de posibilidad y descartar explicaciones incompatibles con las condiciones materiales documentadas. En este sentido, funciona como un

punto entre manufactura y arqueometría, fortaleciendo la argumentación cuando las evidencias convergen y explicitando las incertidumbres cuando no lo hacen.

BOX TEMÁTICO

Análisis isotópicos y su aplicación en arqueometalurgia

Por María Florencia Becerra

Además de la composición química elemental de un objeto metálico, un atributo clave que puede medirse es la composición isotópica de algunos de los elementos presentes en él. La relación entre los isótopos de un mismo elemento puede variar debido a diversas reacciones químicas, fenómeno conocido como fraccionamiento isotópico. Esto permite reconstruir la historia geológica o ambiental de ciertos minerales / metales a partir de la medición de sus razones isotópicas. La mayoría de los metales poseen más de un isótopo: por ejemplo, ^{63}Cu y ^{65}Cu y ^{107}Ag y ^{109}Ag . El hierro tiene cuatro isótopos, el níquel y el zinc cinco y el estaño diez. Los más empleados en arqueometalurgia son los isótopos del plomo (Pb), con sus cuatro isótopos estables: ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb .

Algunos isótopos estables se originan como producto del decaimiento radiactivo de otros elementos. En el caso del plomo, los tres últimos isótopos estables son los miembros finales de tres largas cadenas naturales de decaimiento que comienzan con el uranio (^{235}U y ^{238}U) y torio (^{232}Th). La abundancia relativa de estos cuatro isótopos en un mineral o depósito mineral depende de la era geológica en la que se formó y de las concentraciones iniciales de uranio y torio. Por ello, cada depósito o conjunto de depósitos presenta una firma isotópica característica.

Distintos entornos geológicos (por ej. manto o corteza terrestre) y procesos tectónicos dan lugar a razones isotópicas del plomo diferenciadas. Estas relaciones suelen evaluarse a partir de parámetros modelo: la edad modelo, μ ($^{235}\text{U}/^{204}\text{Pb}$) y κ ($^{232}\text{Th}/^{235}\text{U}$), calculados a partir de las razones isotópicas basadas en ^{204}Pb . Se han desarrollado distintos modelos para ello, siendo los más utilizados los modelos de dos etapas de Stacey y Kramers (1975) y Albarède y Juteau (1984). El análisis de las razones isotópicas del plomo se aplica en geología de yacimientos minerales para reconstruir las fuentes de los metales y los procesos de formación de las mineralizaciones.

Para medir las concentraciones isotópicas inicialmente se empleó la espectrometría de masas por ionización térmica (TIMS), y más recientemente es más común el uso de ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* que en español se conoce como espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente). La muestra puede prepararse por disolución en ácido o extraerse mediante ablación láser.

En arqueología se analizan generalmente tres conjuntos de razones isotópicas ($^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) con el objetivo de responder preguntas sobre las fuentes potenciales de materias primas en materiales arqueológicos que contienen plomo: metales, vidrios, esmaltes, pigmentos y cerámicas. La mayoría de las veces este tipo de estudios se combina con el análisis

de elementos minoritarios y traza. La comparación directa entre las firmas isotópicas de objetos arqueológicos y de mineralizaciones es posible, ya que los procesos pirometalúrgicos o de alteración atmosférica no modifican las razones isotópicas del plomo.

En relación con la interpretación de los resultados, una de las fortalezas del análisis isotópico del plomo es que permite descartar fuentes minerales y, al mismo tiempo, identificar posibles fuentes que deben contrastarse con la información arqueológica. Sin embargo, incluso cuando es posible establecer con mayor certeza que un yacimiento podría ser la fuente potencial de un metal, el vínculo entre el mineral y los objetos no representa necesariamente una conexión arqueológica directa entre ambas localidades. Es necesario un estudio cuidadoso de la biografía y la tecnología del objeto, con el fin de reconstruir su trayectoria, que no siempre es lineal, sino que generalmente puede ser larga y compleja. Es fundamental además considerar el tiempo transcurrido entre la extracción primaria y la deposición arqueológica, dado que pueden intervenir fenómenos de mezcla y reciclaje. El análisis isotópico puede también indicar una fuente común de mineral dentro de un conjunto de objetos o un “pool” de metal, incluso cuando la fuente geológica precisa aún no se ha identificado. En general estos estudios se basan en grandes bases de datos con datos isotópicos de depósitos minerales y piezas arqueológicas. En Europa se han generado distintas bases de datos abiertas (OXALID; IBERLID) y desde 2023 se está trabajando en una base de datos global colaborativa de isótopos de plomo, TerraLID, cuyo objetivo es reunir información isotópica de plomo de depósitos minerales de todo el mundo con el fin de facilitar la reconstrucción de la procedencia de materias primas en objetos arqueológicos.

Los estudios de isótopos de plomo tienen aplicación directa en los estudios de minería y metalurgia andina. Según Killick et al. (2020), el oeste de Sudamérica presenta el rango más reducido de razones isotópicas de plomo, reflejando que casi todos esos depósitos minerales se formaron por un único proceso geológico relativamente reciente. En consecuencia, existe poca variación a lo largo del eje norte-sur dentro de las zonas paralelas a los Andes. Para estos autores, esto hace que los Andes sean la región menos prometedora para los estudios de procedencia basados en isótopos de plomo. Sin embargo, la información contextual arqueológica nos muestra que el movimiento y el intercambio en el desafiante entorno andino, desde la costa hacia las montañas y el altiplano, y de allí hacia las tierras bajas, solían realizarse a través de pasos cordilleranos en una trayectoria oeste-este mediante caravanas de llamas (Nielsen et al., 2019). Esta orientación coincide con la variación más notable en las razones isotópicas de plomo observada a lo largo de los transectos costeros y de altura (Macfarlane y Lechtman, 2016). En este sentido, los análisis de isótopos de plomo pueden aportar información valiosa sobre los movimientos de minerales en esta dirección.

Macfarlane y Lechtman (2016) fueron los primeros en aplicar este tipo de análisis en muestras arqueológicas de los Andes. En su trabajo realizaron análisis de isótopos de plomo tanto de piezas metálicas como de depósitos minerales de la región andina, que sumaron a análisis isotópicos previos de bibliografía geológica. Estudiaron específicamente objetos metálicos asignables al Horizonte Medio (ca. 400 y 900 de la era) provenientes de San Pedro de Atacama en el norte de Chile y de Tiwanaku y Pulacayo en el sur boliviano. Los resultados alcanzados

indicaron que, aunque en el norte de Chile existían numerosas fuentes de cobre y evidencias de minería precolombina, los objetos metálicos hallados en San Pedro de Atacama no fueron confeccionados con menas locales: se estima que sus fuentes, como las de las piezas bolivianas, corresponden a depósitos minerales del altiplano.

Recientemente, se comenzaron a realizar análisis de este tipo en Argentina con prometedores resultados. Es importante, sin embargo, continuar con la caracterización isotópica y geoquímica de los depósitos minerales potencialmente explotables en tiempos prehispánicos (minas de cobre y plata) para seguir construyendo una base de datos que nos permita establecer comparaciones entre las firmas isotópicas de los depósitos y las de las muestras minerales y metálicas halladas en contextos arqueológicos.

Referencias

- Albarède, F. y Juteau, M. (1984). Unscrambling the lead model ages. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(1), 207-212.
- Killick, D., Stephens, J. y Fenn, T. (2020). Geological constraints on the use of lead isotopes for provenance in archaeometallurgy. *Archaeometry*, 62(S1), 86-105.
- Macfarlane, A. W. y Lechtman, H. N. (2016). Andean ores, bronze artifacts, and lead isotopes: constraints on metal sources in their geological context. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 23(1), 1-72.
- Nielsen, A., Berenguer, J. y Pimentel, G. (2019). Inter-nodal archaeology, mobility and circulation in the Andes of Capricorn during the Late Intermediate Period (AD 1000- 1450). *Quaternary International*, 533, 48-65.
- Stacey, J. S. y Kramers, J.D. (1975). Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, 26, 207-221.

Casos de estudio: recorrido de un proceso de investigación

En esta última sección presentamos distintos casos de estudio en los que integramos las preguntas que guiaron la pesquisa, las etapas de la cadena operativa a las que refieren y, cuando corresponde, la implementación de técnicas arqueométricas. Elegimos algunos casos de arqueometalurgia del NOA para mostrar la variabilidad de situaciones existentes y, en particular, cómo distintas etapas de la cadena metalúrgica se emplazan en espacios diversos, a menudo muy alejados entre sí.

Los ejemplos se anclan en diferentes eslabones de la cadena operativa. Cada investigación está guiada por preguntas rectoras: función de uso de los morteros profundos y pretratamiento de menas; organización del taller metalúrgico previo y posterior a la llegada del incario y del control imperial; lectura de objetos con contexto controlado; cambio tecnológico de larga duración

en distritos mineros; y segmentación estatal de la actividad. La arqueometría interviene cuando la hipótesis lo requiere: microestructuras y química para distinguir colada vs. trabajo; petrografía / DRX / SEM-EDS para refractarios y escorias; química multielemental y -cuando existe base- isótopos de Pb para mezcla / proveniencia. El resultado es una narrativa integrada en la que técnica, paisaje y política se articulan a partir de evidencias convergentes.

El Salto-1 (Fiambalá, Catamarca): morteros profundos, arte rupestre y pretratamiento de menas

Las investigaciones del Proyecto Arqueológico Chaschuil-Abaucán (Ratto et al., 2023) pusieron en evidencia la existencia de morteros con oquedades profundas (≈ 40 cm), interpretados como instrumentos para el chancado de rocas provenientes de la Sierra de Fiambalá con alto aporte de mineral de estaño (Sn), asociado con cobre (Cu). Estos morteros están vinculados a rocas con grabados en los que sobresalen determinados personajes -como uturuncos / felinos- relacionados con la actividad metalúrgica andina.

En este marco, el trabajo desarrolla las etapas extractivas y de mineralurgia temprana (chancado / selección), representadas por la identificación de piques en las minas de la sierra y por morteros múltiples con oquedades profundas, asociados a chancadores pesados usados para fracturar la roca y separar el mineral de la ganga. La profundidad de los morteros y el peso de los machacadores respaldan su uso para el chancado de rocas metalíferas (no de granos / vegetales), y su asociación espacial con un “campamento” y rutas favorece la hipótesis de un pretratamiento *in situ* y el traslado posterior a áreas de fundición cercanas. Se abren, además, líneas experimentales para validar desgaste / eficiencia y micro-residuos. Finalmente, se discute cómo se relacionaba este espacio minero con hornos donde se llevaban a cabo otras etapas de la cadena operativa. Las técnicas arqueométricas implementadas incluyen cortes petrográficos, metalográficos y SEM-EDS.

Rincón Chico (Valle de Yocavil, Catamarca): del taller doméstico a la batería de huayras

Luis González (2010) realizó investigaciones intensivas en la localidad arqueológica Rincón Chico, especialmente en el taller metalúrgico del sitio 15. Los trabajos permiten seguir la evolución de la organización productiva entre los siglos IX–XVII y precisar qué introduce la ocupación incaica. La pregunta guía apunta a cómo cambian la escala y el control de la producción, la circulación de menas -en particular el estaño- y las soluciones técnicas (refractarios, “cucharas” para dosificar coladas, segmentación del trabajo). El registro muestra un pasaje desde ámbitos de taller doméstico hacia arreglos más especializados y controlados, donde la fundición mediante baterías de *huayras* reorganiza el paisaje laboral: sectores de molienda definidos, plataformas y áreas extramuros con funciones específicas.

La lectura estratigráfica de estructuras de combustión y *huayras*, junto con excavaciones finas de talleres, permitió identificar fases de remodelación y ampliación. La caracterización de refractarios y objetos (tipología, petrografía de pastas y metalografía) evidenció recubrimientos de fosfato de calcio en superficies calientes y el uso de “cucharas” cerámicas o metálicas para

dosificar el metal en colada, soluciones que optimizan el control térmico y la eficiencia del vaciado. Dataciones y mapeo funcional contribuyeron a anclar esta secuencia. En términos interpretativos, el taller ya estaba consolidado antes de la conquista incaica (bronces estanníferos y soluciones locales), pero la ocupación cuzqueña habilitó la producción a mayor escala con baterías de *huayras*, agilizó el aprovisionamiento de menas (incluido el Sn de fuentes distantes) y segmentó funciones entre sectores. El resultado se entiende como una intensificación con sentido político y simbólico, donde la técnica opera como vector de control imperial.

Esquina de Huajra (Quebrada de Humahuaca, Jujuy): objetos incaicos con contexto controlado

La clave del trabajo de Angiorama (2014) es la lectura de objetos terminados con contexto controlado en Esquina de Huajra, a fin de caracterizar las recetas aleacionales y, con ello, la organización productiva bajo dominio incaico. La pregunta que ordena el análisis es si esas composiciones dialogan con talleres regionales y con las políticas imperiales de circulación. La combinación de análisis composicional (EDS), tipologías comparadas con repertorios locales / imperiales y la integración con contextos funerarios y vías de comunicación (control del Pucará de Volcán, conexión con Yungas) permite construir un mapa tecnológico más fino. Un hallazgo clave es que esta serie con composición conocida representa el 77% de las piezas incaicas analizadas para la Quebrada, convirtiéndose en una base de referencia regional excepcional. De allí surgen patrones de continuidad / ruptura entre tradiciones locales y requerimientos estatales: coexistencia de bronces estanníferos “canónicos” con variantes que sugieren flexibilidad operativa; evidencias de estandarización en ciertos formatos, pero también acomodaciones a circuitos de abastecimiento locales. Cuando existe base comparativa suficiente, la química multielemental y, de ser posible, la futura aplicación de isótopos de Pb podría abrir una vía para discutir mezclas y procedencia de menas, siempre subordinada a hipótesis arqueológicas sólidas y al control de contextos.

San José del Abra y Conchi Viejo (Atacama, norte de Chile): trayectorias mineras de larga duración

Las investigaciones de Diego Salazar y su equipo en el distrito San José del Abra–Conchi Viejo (norte de Chile) ofrecen una rareza andina: una altísima densidad de minas prehispánicas de distintos períodos, lo que permite evaluar transformaciones tecnológicas y organizacionales en larga duración (Salazar, 2008; García et al., 2022). Las preguntas apuntan a cómo cambian los sistemas de producción desde el Formativo tardío, pasando por el Intermedio tardío (Período de Desarrollo Regional en la periodización del NOA), hasta el Tardío-Inca: especialización creciente, logística y segmentación espacial del trabajo.

El eje aquí está en prospección–extracción–chancado. La tipología lítica minera (martillos / cinceles), la lectura de morfologías de vetas y sus estrategias de aprovechamiento, incluida la explotación “circunvalar” de vetas, y los análisis espaciales de segregación funcional (extracción,

chancado, acopio, residencias) muestran el pasaje de trabajos estacionales y poco especializados hacia galerías subterráneas, con mayor inversión y especialización bajo dominio incaico. Las cronologías comparadas sostienen esta trayectoria: las fases tardías exhiben segregación de áreas, rutas de abastecimiento definidas y mayor control logístico. Esta combinación de evidencias permite, como en pocos casos en los Andes, discutir empíricamente cambios tecnológicos y de organización del trabajo a escala secular.

Cerrando el recorrido

Este capítulo mostró que la minería y la metalurgia prehispánicas del NOA no pueden comprenderse como una simple secuencia técnica, sino como una trama de decisiones que enlaza materia, energía y sentido. La noción de cadena operativa nos permitió articular desde los gestos microscópicos (microestructuras, fases en escorias, texturas de refractarios) hasta la organización del taller (diseños de hornos, ritmos de carga, segmentación de tareas) y los condicionantes del paisaje (rutas, campamentos, abastecimientos, normativas), integrando así escalas micro–meso–macro. Concebir la producción como un sistema de puntos de decisión -y no como una lista de pasos- habilita a leer cada objeto y cada residuo como archivo tecnológico y, a la vez, documento social.

En el plano teórico, la idea de la minería como vector social y simbólico invitó a revisar cómo brillo, color y sonoridad guiaron elecciones técnicas y justificaron inversiones colectivas; cómo la circulación (de menas, combustibles, refractarios, objetos y especialistas) articuló regiones y escalas de poder; y cómo la cosmología -rituales de apertura / cierre, agencia de montañas y vientos, “respirar” *huayras*- no compite con la técnica, sino que la hace inteligible y legítima. Al mismo tiempo, la política materializa esa cosmología en infraestructuras y regímenes de acceso: quién entra a la mina, quién abastece, quién controla pesos y calidades, quién decide sobre el riesgo.

Desde el punto de vista metodológico, el capítulo enfatizó buenas prácticas: (1) muestrear el sistema completo, incluyendo periferias y residuos de baja visibilidad (toberas friables, microescorias, finos de molienda); (2) documentar fallos y descartes -porque el error técnico ilumina aprendizaje, control de calidad y estandarización-; (3) integrar técnicas (OM/SEM-EDS, DRX, química multielemental, isotopía de Pb) con hipótesis claras y escalas pertinentes; (4) reportar incertidumbres y sesgos (efectos de matriz en pXRF, heterogeneidad de aleaciones, bases isotópicas incompletas, equifinalidades paisajísticas). La arqueometría no sustituye la lectura contextual: la potencia cuando el problema de investigación está bien planteado.

Las técnicas de manufactura repasadas -colada a la cera perdida y en moldes abiertos / bivalvos; martillado / recocido; *repoussé* y *chasing*; sistemas de unión como remaches, brasado y *casting-on*- enseñan que no hay soluciones universales, sino elecciones situadas que modulan propiedades (dureza, sonoridad, color, espesor), costos (energía de trabajo, combustible, control térmico) y riesgos (fallas de colada, fragilización). Estas elecciones dejan huellas diagnósticas

que, cruzadas con el contexto, permiten reconstruir trayectorias de fabricación, uso y depósito. De ahí la importancia de combinar lectura macroscópica y microscópica, evitando la ilusión de que una técnica analítica “dice” por sí sola: la interpretación emerge de la convergencia entre líneas de evidencia.

Si algo deja claro este recorrido es que no hay técnica inocente: cada elección configura mundo; es decir, produce formas específicas de organización social y material. Al estudiar cateos, piques, canchas, hornos, refractarios, escorias, aleaciones y objetos, estudiamos formas de cooperación y conflicto, de memoria y de autoridad. En esa lectura, la minería prehispánica del NOA no es solo un capítulo del pasado andino: es una gramática de transformaciones que nos enseña a reconocer cómo las sociedades convierten recursos en relaciones y materia en significado. Esa es la invitación con la que cerramos: seguir investigando con rigor técnico y sensibilidad histórica, para que cada huella -por pequeña que sea- encuentre su lugar en el tejido mayor de las prácticas que hicieron posible esos metales que aún hoy nos interpelan.

Los distintos estudios de caso ejemplifican cómo técnica, paisaje y política se co-determinan. En El Salto-1, los morteros profundos permitieron ubicar el pretratamiento de menas y su articulación logística con minas y un espacio significado a través del arte rupestre (uturuncos). En Rincón Chico, el pasaje de taller doméstico a baterías de *huayras* evidenció una intensificación y segmentación del trabajo bajo dominio incaico, con innovaciones en refractarios y manejo de coladas (*cucharas*, recubrimientos fosfatados). En Esquina de Huajra, la lectura de objetos con contexto controlado aportó la base composicional más robusta para la Quebrada, afinando el mapa tecnológico entre repertorios locales y requerimientos estatales. Y en San José del Abra–Conchi Viejo, la densidad extraordinaria de minas permitió evaluar cambios de larga duración: de trabajos estacionales y poco especializados a galerías subterráneas con mayor inversión, control logístico y segregación funcional. Estas viñetas muestran que la “cadena” no es lineal ni homogénea: se interrumpe, re-configura y reanuda en tiempos y espacios diversos, a menudo por fuerzas políticas, simbólicas y económicas.

Como proyección resaltamos la necesidad de intensificar: (i) el muestreo de las minas, potenciales fuentes de aprovisionamiento de minerales, con participación de antiguos mineros y el rescate de la memoria oral y documental; (ii) la arqueología experimental y ensayos funcionales para vincular variables de proceso con huellas observables; y (iii) generación de protocolos y trabajo colaborativo.

Finalmente, al igual que en el capítulo anterior, señalamos la posibilidad de consultar piezas metalúrgicas en el repositorio digital de acceso abierto Culturalis (<https://culturalis.mlp.fcnym.unlp.edu.ar/communities/01cdd152-4807-4a72-bbe4-0e6d81bb2668>), creado en el marco del proyecto de *Digitalización de las colecciones de la División Arqueología del Museo de La Plata* (FCNyM, UNLP), dirigido por el Dr. M. Bonomo (Bonomo et al., 2023). Para tales piezas se cuenta con registros visuales y documentación asociada, favoreciendo ejercicios comparativos, aproximaciones tecnológicas y reflexiones sobre conservación y materialidad desde una perspectiva situada en el patrimonio científico nacional.

Referencias

- Angiorama, C. (2001). De metales, minerales y yacimientos. Contribución al estudio de la metalurgia prehispánica en el extremo noroccidental de Argentina. *Estudios Atacameños*, 21, 63-87.
- Angiorama, C. I. (2014). *La metalurgia en tiempos del Inka: estudio de objetos metálicos hallados en Esquina de Huajra (Quebrada de Humahuaca, Jujuy)*. En V. Williams y B. Cremonte (Eds.), *Al borde del Imperio. Paisajes sociales, materialidad y memoria en áreas periféricas del Noroeste Argentino* (pp. 93–107). Buenos Aires: Publicaciones de la Sociedad Argentina de Antropología.
- Cruz, P. (2022). Metals for the Inka: Mining, power, and religion in Qullasuyu. En F. M. Hayashida, A. Troncoso y D. Salazar (Eds.), *Rethinking the Inka: Community, Landscape, and Empire in the Southern Andes* (pp. 35–56). Austin: University of Texas Press.
- García, B. M., Belmonte Schwarzbaum, E., Salazar S. D., Vidal Elgueta A. y Corrales, E. P. (2022). El Complejo Minero prehispánico San José del Abra: Arqueobotánica y redes de abastecimiento de una mina incaica en el Collasuyu. *Latin American Antiquity*, 33(3), 596-615.
- González, L. R. (2002a). Heredarás el bronce. Incas y metalurgia en el Sur del valle de Yocavil. *Intersecciones en Antropología*, 3, 55-68.
- González, L. R. (2002b). A sangre y fuego: Nuevos datos sobre la metalurgia Aguada. *Estudios Atacameños*, 24, 23–40.
- González, L. (2006). Metales y metalurgistas del noroeste argentino prehispánico. En C. Pérez de Micou (Ed.), *El modo de hacer las cosas* (pp. 102-169). Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- González, L. R. (2010). Fuegos sagrados. El taller metalúrgico del Sitio 15 de Rincón Chico (Catamarca, Argentina). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 15(1), 47-62.
- Lechtman, H. (1984). Andean Value Systems and the Development of Prehistoric Metallurgy. *Technology and Culture*, 25(1), 1–36.
- Lechtman, H. (2003). Andean Metallurgy in Prehistory. En P. Craddock y J. Lang (Eds.), *Mining and Metal Production Through the Ages* (pp. 1–40). London: British Museum Press.
- Núñez, L., y Nielsen, A. (2011). Ocupaciones mineras prehispánicas en los Andes Centro-Sur: Un enfoque arqueológico comparativo. *Revista Chungara*, 43(1), 3–24.
- Ratto, N., Orgaz, M., Coll, L. V., y Basile, M. (2023). El estaño en el tiempo: diferentes modos de uso y apropiación de los espacios mineros en los siglos VII al XVI (departamento de Tinogasta, Catamarca, Argentina). *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología*, (54), 255-280.
- Salazar, D. (2008). La producción minera en San José del Abra durante el Período Tardío atacameño (ca. 1450–1536 d.C.). *Chungara. Revista de Antropología Chilena*, 40(2), 213-231.

Salinas, H. y Salazar, D. (2008). Cadenas operativas y sistemas de explotación minera prehispánica. En D. Jackson, D. Salazar y A. Troncoso (Eds.), *Puentes hacia el pasado: Reflexiones teóricas en arqueología* (pp. 73-91). Monografías de la Sociedad Chilena de Arqueología 1. Sociedad Chilena de Arqueología, Santiago.

Conclusiones

A lo largo de este libro de cátedra desarrollamos un recorrido teórico-metodológico orientado a fortalecer la comprensión crítica de los métodos y las técnicas que estructuran la práctica arqueológica contemporánea. Partimos de la premisa, planteada desde la Introducción, de que la producción de conocimiento arqueológico no se apoya en procedimientos neutrales ni automáticos, sino en decisiones situadas que articulan marcos teóricos, escalas de análisis, unidades de observación y herramientas metodológicas concretas.

Los capítulos que integran esta obra desarrollan, de manera articulada, dos grandes ejes centrales de la práctica arqueológica. Por un lado, se trabajaron los fundamentos conceptuales del diseño de investigación, la construcción del dato y los procesos de formación del registro arqueológico, enfatizando la relación entre preguntas, evidencias y métodos. Por otro lado, se desarrollaron enfoques analíticos aplicados a distintas clases de materiales -cerámicos, líticos, arqueobotánicos, biomateriales y evidencias vinculadas a la minería y la metalurgia prehispánicas- incorporando técnicas arqueométricas, estudios de caso y aportes interdisciplinarios que ilustran su potencial interpretativo y sus límites.

Este libro no tuvo como objetivo reproducir de manera exhaustiva las doce unidades que integran el programa de la asignatura *Métodos y Técnicas de la Investigación Arqueológica*. Por el contrario, se optó por un **recorte consciente y fundamentado**, orientado a construir una **columna vertebral conceptual y metodológica** que permita al estudiantado articular, profundizar y problematizar los contenidos trabajados a lo largo de la cursada. En este sentido, algunos capítulos integran varias unidades del programa, articulando dimensiones que en la enseñanza se abordan de manera diferenciada pero que en la práctica investigativa se encuentran estrechamente imbricadas. Cabe destacar que otros contenidos del programa no fueron desarrollados de manera específica en esta obra, en función de la extensión sugerida por el Manual de Estilo de la Colección Libros de Cátedra de la UNLP y del carácter formativo del volumen. Se prioriza, así, un recorte temático que favorece la coherencia interna del libro y la articulación de los principales ejes conceptuales y metodológicos abordados.

El énfasis puesto en determinados materiales, técnicas y estudios de caso responde también a la intención de mostrar cómo se construyen los datos arqueológicos en contextos reales de investigación y de práctica profesional, incluyendo escenarios de arqueología de gestión. En todos los casos, se procuró destacar los alcances, las limitaciones y la necesaria complementariedad de los métodos, evitando una visión instrumentalista de las técnicas y subrayando su inscripción en marcos teóricos y contextos institucionales específicos.

En consonancia con los objetivos de la asignatura y de la propuesta editorial, este libro se concibió como una herramienta formativa destinada a acompañar al estudiantado en el tramo final de su carrera de grado, cuando ya cuenta con un sólido bagaje teórico y empírico. Su propósito no es cerrar debates ni ofrecer recetas metodológicas, sino brindar criterios, ejemplos y marcos de referencia que faciliten la apropiación crítica de la bibliografía especializada y la toma de decisiones fundamentadas en la práctica arqueológica.

En un contexto académico y profesional atravesado por demandas crecientes, restricciones materiales y marcos normativos cambiantes, esperamos que esta obra contribuya a formar investigadoras e investigadores capaces de articular el rigor técnico con la sensibilidad histórica y la atención a los contextos sociales en los que se desarrolla la práctica arqueológica. Más que un compendio cerrado, este libro propone un punto de apoyo desde el cual seguir explorando, discutiendo y ampliando los métodos y técnicas que hacen posible la construcción del conocimiento arqueológico.

La cátedra de MyTIA
FCNyM-UNLP

La Plata, 2 de marzo de 2026

Glosario

Capítulo 1: De paradigmas, corrientes teóricas, conceptos, unidades y la construcción del dato

Agencia (Teoría de la Agencia):

- Significado: el significado se produce en la acción social; los objetos y prácticas tienen sentido dentro de relaciones sociales.
- Agencia: se enfatiza la capacidad de los individuos para actuar y transformar estructuras sociales, aunque dentro de ciertos límites.
- Tiempo: dialéctica entre estructura y acción; el tiempo se entiende como una construcción social.
- Metodología: análisis contextual, teoría social (Giddens, Bourdieu), interpretación de prácticas.
- Objetivo: comprender cómo las personas moldean y son moldeadas por estructuras sociales a través de la acción.

Arqueología Cognitiva:

- Significado: explora cómo las personas piensan y procesan información. El significado se estudia a través de esquemas mentales, mapas cognitivos y representación del entorno.
- Agencia: considera la agencia como capacidad racional para resolver problemas, dentro de limitaciones ambientales y culturales.
- Tiempo: se interesa en procesos a largo plazo, pero también incorpora dinámicas cognitivas inmediatas.
- Metodología: modelos de procesamiento de información, analogías etnográficas, estudios de percepción y uso del espacio.
- Objetivo: entender cómo la mente humana influye en la producción de cultura material y en la adaptación al entorno.

Arqueología Conductual:

- Significado: el énfasis no está en el significado simbólico, sino en las relaciones entre comportamiento y cultura material.
- Agencia: los individuos actúan según reglas prácticas; su agencia se rastrea a través de los efectos materiales de sus acciones.
- Tiempo: se enfoca en escalas temporales intermedias: cambios en el uso y reciclaje de objetos, formación de sitios.
- Metodología: estudios experimentales, análisis funcional, modelado de procesos de formación de sitios.
- Objetivo: reconstruir comportamientos humanos a partir de evidencias materiales.

Arqueología Postcolonial e Indígena:

- Significado: el significado se reivindica desde perspectivas no occidentales; se centra en voces silenciadas y memorias subalternas.
- Agencia: reconocimiento de la agencia de comunidades indígenas y colonizadas en la producción del pasado.
- Tiempo: tiempo múltiple y cíclico, incorporando narrativas propias de cada cultura.
- Metodología: investigación colaborativa, métodos decoloniales, inclusión de oralidad y conocimientos tradicionales.
- Objetivo: descolonizar la arqueología y devolver el control del pasado a las comunidades locales.

Arqueología Procesual: Hodder (2014) considera que es una corriente modernista y científicista que busca explicar el cambio cultural a través de principios generales y procesos sistémicos, utilizando métodos cuantitativos y un enfoque objetivo. Se centra en variables externas (ambientales, tecnológicas) y concibe la cultura como un sistema adaptativo. Considera que es una corriente modernista y científicista que busca explicar el cambio.

Arqueología Posprocesual: Hodder (2014) considera que es una corriente interpretativa que enfatiza el papel del significado, la agencia humana y el contexto social en la producción de la cultura material. Rechaza la idea de una objetividad total y propone que la interpretación arqueológica es siempre situada, incorporando teorías sociales, simbolismo y múltiples voces.

Arqueología Simétrica:

- Significado: el significado no se distingue entre humanos y no-humanos; todos los actores participan simétricamente en la construcción de lo social.
- Agencia: agencialidad distribuida; humanos, objetos, tecnologías y paisajes tienen el mismo peso analítico.
- Tiempo: se evita una temporalidad lineal; se prioriza la red de relaciones en múltiples escalas.
- Metodología: inspiración en Actor-Network Theory (Latour), descripciones densas de redes.
- Objetivo: desestabilizar las jerarquías analíticas entre sujeto y objeto, naturaleza y cultura.

Datación por Luminiscencia Ópticamente estimulada (en inglés **OSL**, *Optically Stimulated Luminescence*): es un método de datación absoluta que mide el tiempo transcurrido desde que algunos minerales, como el cuarzo y el feldespato, son expuestos por última vez a la luz solar. Por esto los ambientes áridos, particularmente las arenas, son especiales para estas dataciones. Los sedimentos funcionan como "relojes de arena" naturales, los minerales enterrados y no expuestos a la luz solar absorben radiación y esa energía atrapada es medible en términos de tiempo. Es fundamental que esos sedimentos muestreados de las excavaciones no queden

expuestos a la luz ya que el reloj se resetea a “0”. Para esto, el muestreo se realiza con caños opacos, preferentemente en horas de la tardecita o noche.

Ecología Conductual Humana (HBE):

- Significado: el significado no es central; se enfoca en las decisiones que maximizan la aptitud biológica (fitness), como estrategias de subsistencia.
- Agencia: alta agencia individual, modelada por decisiones adaptativas racionales en función del costo-beneficio.
- Tiempo: se enfoca en procesos evolutivos a largo plazo pero también en decisiones situacionales.
- Metodología: modelos derivados de la biología evolutiva (optimización, teoría de juegos), cuantificación y estadística.
- Objetivo: comprender el comportamiento humano como adaptación al medio, explicando patrones culturales como estrategias óptimas.

Escuela Histórico-Cultural: Hodder (2014) enmarca esta escuela como parte de las corrientes modernistas y objetivistas de la arqueología, donde se concibe un mundo externo que puede ser descrito objetivamente a través de la observación empírica.

- Significado: el significado se asocia con rasgos culturales materiales (como tipos cerámicos o estilos arquitectónicos) que reflejan identidades étnicas o culturales. El énfasis está en clasificar y distribuir estos rasgos para definir "culturas arqueológicas".
- Agencia: no se presta atención significativa a la agencia de los individuos o grupos. Los cambios se explican a través de mecanismos externos como difusión, migración o influencia.
- Tiempo: se privilegia una visión diacrónica, centrada en el cambio cronológico y la sucesión cultural.
- Metodología: clasificación tipológica, definición de estilos y culturas materiales, correlación con fuentes históricas o etnográficas.
- Objetivo: reconstrucción del pasado cultural a través de la identificación de culturas arqueológicas, vistas como unidades históricas coherentes.

Fenomenología:

- Significado: el significado se origina en la experiencia vivida; los lugares, paisajes y objetos son sentidos corporalmente.
- Agencia: enfatiza la percepción y la acción encarnada del sujeto.
- Tiempo: se concibe como experiencia personal y social del devenir; no es lineal ni abstracto.
- Metodología: caminatas de campo, etnografía sensorial, descripción reflexiva del paisaje.
- Objetivo: comprender cómo los seres humanos experimentan su mundo material y espacial.

Herencia Dual:

- Significado: el significado se ve como resultado de procesos evolutivos tanto biológicos como culturales. Las prácticas culturales se entienden como parte de un sistema de transmisión hereditaria paralelo al genético.
- Agencia: se considera la agencia de los individuos, pero dentro de límites evolutivos: los actores humanos toman decisiones, pero estas están moldeadas por tendencias de transmisión cultural (como imitación o enseñanza).
- Tiempo: se centra en procesos de largo plazo, con énfasis en la evolución cultural y su dinámica a través del tiempo.
- Metodología: uso de modelos derivados de la biología evolutiva y la teoría de juegos, simulaciones y análisis cuantitativos para estudiar patrones de transmisión cultural.
- Objetivo: comprender cómo los rasgos culturales se transmiten y cambian a través del tiempo de manera análoga a la evolución genética.

Materialidad:

- Significado: el significado está encarnado en las cosas; los objetos son agentes en sí mismos, no sólo reflejos del pensamiento humano.
- Agencia: agencialidad distribuida entre humanos y objetos; los materiales co-constituyen la experiencia.
- Tiempo: el tiempo se experimenta a través de la interacción con la materialidad.
- Metodología: análisis de prácticas materiales, estudios de objetos, enfoque relacional.
- Objetivo: explorar cómo los materiales dan forma a las prácticas y a las identidades.

Palimpsestos y contextos secundarios:

Como producto de los procesos de formación que alteran al registro arqueológico se producen asociaciones de artefactos que provienen de diferentes ocupaciones humanas, de diferentes cronologías, generando así contextos secundarios y palimpsestos.

Procesos de formación:

Se refiere a un conjunto de fenómenos naturales y/o culturales que modifican los depósitos arqueológicos haciendo que se pierdan las relaciones espaciales y temporales entre los objetos. Este concepto está íntimamente relacionado a la **tafonomía** que se refiere a los procesos que experimenta un organismo desde el momento de su muerte, pasando por su descomposición, desarticulación, ataque de otros organismos, hasta que finalmente se entierra.

Prospección dirigida:

Estrategia de prospección arqueológica que, en el marco de un diseño de investigación, prioriza la exploración de sectores específicos del paisaje seleccionados intencionalmente a partir de información previa (antecedentes de investigación, hallazgos conocidos, rasgos ambientales o expectativas teóricas), independientemente de que todos los sectores del área de estudio tengan

la misma probabilidad estadística de ser muestreados. Este tipo de prospección se utiliza especialmente en contextos donde el conocimiento previo es escaso o desigual, y los sectores seleccionados funcionan como puntos de entrada o “ventanas” iniciales para la construcción de conocimiento arqueológico.

Teoría de la Complejidad:

- Significado: el significado emerge de la interacción entre múltiples elementos del sistema social; no está dado a priori.
- Agencia: la agencia es distribuida; los agentes individuales contribuyen al comportamiento emergente del sistema.
- Tiempo: se privilegia la no linealidad, con cambios rápidos o graduales en sistemas dinámicos.
- Metodología: modelos de simulación, teoría de sistemas complejos, análisis de redes.
- Objetivo: comprender cómo emergen estructuras sociales complejas a partir de interacciones locales.

Representación Social:

- Significado: se enfoca en cómo el pasado es representado y usado en el presente (museos, política, identidad).
- Agencia: los actores sociales contemporáneos son agentes activos en la resignificación del pasado.
- Tiempo: se diluyen los límites entre pasado y presente; énfasis en la memoria social.
- Metodología: estudios de recepción, análisis crítico del discurso, estudios de patrimonio.
- Objetivo: analizar cómo se representa y negocia el pasado en contextos sociales actuales.

Sesgos tafonómicos y científicos:

Los sesgos tafonómicos están íntimamente relacionados a las definiciones anteriores. Como se explicó en el caso de las secuencias sedimentarias y las discontinuidades estratigráficas y cronológicas, importantes procesos morfogenéticos, como la erosión, eliminaron por completo estratos que dejaron “vacíos”, faltantes temporales, en dichas secuencias. Los sesgos científicos dan cuenta de una intensidad en la investigación de algunas problemáticas por sobre otras en determinadas áreas. Las agendas de investigación abarcan el estudio de varias líneas de evidencia y a lo largo del diseño de investigación los arqueólogos ponemos énfasis, en algunas etapas, en el estudio de los mismos sitios o problemáticas a los efectos de lograr un nuevo estado de la cuestión sobre ellos.

Capítulo 2: El registro arqueológico y los procesos de formación más allá de los marcos teóricos

LiDAR:

Es un método de exploración aérea y terrestre. Consiste en la emisión de millones de haces de luz con un láser apto para lugares con alta cobertura vegetal. Los haces de luz “pasan” por los intersticios “libres” de vegetación y así rebotan sobre el suelo y mandan señal, o sobre el rasgo sobre el que “chocan” (por ej. hojas, o muros en altura).

Principio del uniformismo:

Plantea que las relaciones ecológicas (organismo-ambiente) no cambiaron durante el Cuaternario y pueden ser usadas para generar un modelo de las condiciones del pasado. Requiere generar una base de datos de los procesos actuales del sistema ambiental para proponer reconstrucciones paleoambientales confiables.

Proxy:

Cualquier componente dependiente de factores ambientales o climáticos de un archivo, que puede ser extraído, identificado y cuantificado de manera tal que los resultados que se obtengan de su análisis permitan inferir en forma confiable las condiciones ambientales pasadas, no accesibles a través de observación directa. Los proxy a elegir deben ser sensibles a cambios ambientales.

Sistema de Información Geográfica (SIG):

Sistema de información diseñado para trabajar con datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. El SIG es a la vez una base de datos con funcionalidades específicas para datos referenciados espacialmente y un conjunto de operaciones para trabajar con esos datos.

Capítulo 3: Prácticas alfareras. Preguntas de investigación, herramientas teórico-metodológicas y estrategias de análisis

Cromatografía líquida (LC) y gaseosa (GC):

Conjunto de técnicas de separación física de los compuestos entre una fase móvil (líquida en LC; gaseosa en GC) y una fase estacionaria confinada en una columna. En arqueometría se emplean para la resolución, identificación y cuantificación de compuestos orgánicos procedentes de materiales arqueológicos. La cromatografía líquida (LC) permite analizar moléculas no volátiles, polares o termolábiles, mientras que la cromatografía de gases (GC) es idónea para compuestos volátiles o derivatizados. Ambas técnicas pueden acoplarse a detectores

espectrométricos (por ej. MS) para la elucidación estructural y la caracterización de biomarcadores arqueológicos.

Espectrometría de masa (MS):

Técnica analítica que determina la masa-carga (m/z) de los iones generados a partir de una molécula, permitiendo su identificación estructural, cuantificación y detección de compuestos en trazas. El proceso implica la ionización de los analitos, su separación según la relación m/z en un analizador de masa y su detección mediante un sistema electrónico. En arqueometría se utiliza para caracterizar biomarcadores orgánicos, productos de degradación y residuos moleculares conservados en cerámicas, sedimentos, restos óseos u otros materiales, a menudo acoplada a técnicas cromatográficas (GC-MS, LC-MS) para mejorar la resolución y la asignación molecular.

Espectrometría de masa de relaciones isotópicas (IRMS):

Técnica analítica de alta precisión que mide las proporciones relativas de isótopos estables de elementos ligeros (por ej. $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^2\text{H}/^1\text{H}$). Los analitos se convierten en gases simples y puros (CO_2 , N_2 , H_2 , SO_2), que son ionizados y separados según su relación masa-carga (m/z) en un analizador de doble entrada o flujo continuo. En arqueometría, se emplea para reconstruir dietas antiguas, identificar orígenes geográficos y rutas de movilidad, caracterizar materias primas, establecer procedencias y estudiar procesos de degradación y transformación en materiales orgánicos e inorgánicos mediante la comparación de firmas isotópicas altamente sensibles.

Espectroscopía vibracional:

Conjunto de técnicas analíticas que estudian cómo las moléculas vibran cuando interactúan con la radiación electromagnética. Estas vibraciones son movimientos internos de los átomos dentro de la molécula (estiramientos, flexiones, torsiones, etc.). Cuando una molécula absorbe o dispersa luz en determinadas frecuencias, esas frecuencias corresponden a modos específicos de vibración. Analizando este patrón, podemos obtener información sobre los tipos de enlaces químicos presentes, la estructura molecular y las interacciones entre moléculas. La **espectroscopía infrarroja** (IR) mide la absorción de luz infrarroja por parte de las moléculas. Cada tipo de enlace tiene una frecuencia característica, por lo que se usa ampliamente para identificar compuestos. La **espectroscopía Raman** (RS) observa la luz dispersada por la muestra cuando se ilumina con un láser. Ambas técnicas son complementarias. En el campo del análisis de residuos orgánicos, la espectroscopía vibracional ha demostrado un valor particular debido a su carácter no destructivo o mínimamente invasivo, su rapidez y su capacidad para analizar de manera directa matrices arqueológicas heterogéneas, como fragmentos cerámicos, costras adheridas, pigmentos o biominerales.

Microestratigrafía cerámica:

micromuestra cerámica de 1 mm² que se consolida en un cilindro de resina acrílica Subiton®. Luego se lija y se pule hasta lograr la exposición de un corte transversal microestratigráfico, de acuerdo con los lineamientos de Marte et al., (2014). Para caracterizar la textura, la morfología y el ordenamiento de las capas, la microestratigrafía se observa con aumentos de 50X a 500X y se fotografía con microscopio petrográfico trinocular de polarización, con cámara digital acoplada.

Procedencia:

El término procedencia (*provenance*) designa el lugar de extracción de las materias primas (rocosas, minerales, pigmentarias, arcillosas) utilizadas en la elaboración de las distintas tecnologías (lítica, metalúrgica, del color, cerámica). No debe usarse como sinónimo de proveniencia (*provenience*), que alude a la ubicación de un hallazgo arqueológico (sitio, cuadrícula, profundidad) (Lyman 2012).

Capítulo 5: Los restos arqueobotánicos y sus técnicas analíticas

Antracología:

Disciplina dedicada al análisis de los carbones vegetales.

Birrefringencia:

Propiedad óptica de algunos materiales, como los granos de almidón, mediante la cual permite observar un brillo característico al microscopio con luz polarizada. Particularmente en los almidones, se ve una cruz brillante (“cruz de extinción”).

Carpología:

Disciplina dedicada al estudio de semillas y frutos.

Diatomeas:

Algas unicelulares que habitan ambientes húmedos y acuáticos.

Embrión:

Es la planta en desarrollo que, junto con los tejidos de reserva (endosperma) y el tegumento, conforman la semilla. Presenta uno o más cotiledones (hojas embrionarias).

Endosperma:

Tejido de reserva presente en muchas semillas. Aporta nutrientes al embrión durante su desarrollo y, en algunos casos, también en las primeras etapas de la germinación. En especies

como el maíz (*Zea mays*), constituye una fuente de almidón cuyos granos presentan características morfológicas diagnósticas ampliamente utilizadas en el estudio de microrrestos.

Espículas de espongiarios:

Estructuras de carbonato de calcio o de sílice, que forman parte del esqueleto de las esponjas. Proporcionan soporte y protección, y sus características morfológicas y de tamaño permiten su identificación taxonómica.

Esporas:

Células reproductoras microscópicas de organismos como hongos, bacterias y plantas.

Gelatinización:

Proceso irreversible que resulta del calentamiento (generalmente mayor a los 60°C) del almidón en presencia de agua.

Morfotipo fitolítico:

La forma, el tamaño y la ornamentación superficial que presenta cada tipo de fitolito.

Paleoetnobotánica:

Si bien suele emplearse el término de paleoetnobotánica como sinónimo de arqueobotánica, otras posturas argumentan su desacuerdo. Se plantea entender a la paleoetnobotánica como una rama de la etnobotánica, que se encarga del estudio de la interrelación entre los grupos humanos del pasado y el mundo vegetal.

Parénquima axial:

Se origina a partir del cambium vascular. Está constituido por células fusiformes alargadas o series de células cuya función principal es almacenar y distribuir nutrientes y agua.

Sonicación:

Técnica mediante la cual se coloca la pieza lítica, por ejemplo, en un vaso de precipitado con agua destilada, y se somete a vibraciones de alta frecuencia para la liberación de los microrrestos vegetales.

Tegumento seminal:

También denominado testa o episperma, constituye la capa más externa de la semilla y cubre al embrión y a los tejidos de reserva. Su estructura, espesor y ornamentación son rasgos diagnósticos relevantes en identificación taxonómica arqueobotánica.

Xilema secundario:

Tejido leñoso producido por el cámbium vascular hacia el interior del tallo, ramas y raíces de las plantas leñosas. Constituye la porción sólida que se encuentra por debajo de la corteza y cumple funciones de sostén y conducción de agua y solutos minerales. Está formado principalmente por células como fibras, vasos y traqueidas, junto con parénquima axial y radial. Es sinónimo de leño o madera.

Capítulo 6: Biomateriales y técnicas analíticas

Abandono y descarte:

Etapa final de la cadena operativa en la que los objetos se pierden, se descartan, se depositan intencionalmente o se descomponen, sobreponiéndose con los procesos de formación del registro arqueológico.

Biomateriales:

Materiales de origen vegetal o animal, poco o muy transformados, cuya estructura biológica es total o parcialmente reconocible y que forman parte del registro arqueológico como resultado de prácticas sociales del pasado.

Cadena operativa:

Herramienta analítica que describe el conjunto articulado de decisiones, gestos y acciones técnicas que transforman una materia prima en un objeto, e incluye su uso, mantenimiento, reciclaje y descarte.

Carbonización:

Proceso mediante el cual la materia orgánica se transforma en carbón por exposición al calor en ausencia o escasez de oxígeno, favoreciendo en algunos casos su preservación arqueológica.

Colección de referencia:

Conjunto de materiales modernos, etnográficos o experimentales utilizado para comparar rasgos morfológicos, microscópicos o técnicos con materiales arqueológicos.

Contexto de preservación:

Conjunto de condiciones ambientales y deposicionales que influyen en la conservación diferencial de los materiales arqueológicos (aridez, frío, anoxia, sellado rápido, entre otras).

Curtido:

Conjunto de técnicas destinadas a estabilizar la piel animal y transformarla en cuero resistente a la descomposición, mediante secado, ahumado, grasas o taninos vegetales.

Decorticado:

Procedimiento mecánico para obtener fibras vegetales foliares mediante el machacado y eliminación de tejidos blandos, preservando los haces fibrosos.

Enriado:

Proceso de fermentación controlada que permite separar fibras liberianas de los tejidos blandos del tallo vegetal.

Fibras animales:

Estructuras queratínicas o proteicas de origen animal (por ejemplo, lana, pelo) utilizadas como materia prima para la producción de hilos, textiles y otros artefactos.

Fibras vegetales:

Estructuras flexibles de origen vegetal (tallos, hojas, haces fibrovasculares, fibras de semillas o frutos) utilizadas como materia prima para la elaboración de artefactos.

Hilado:

Proceso mediante el cual fibras sueltas se transforman en hilo a través de la torsión manual o instrumental.

Identificación taxonómica:

Determinación del origen biológico (especie o grupo) de un material arqueológico a partir de rasgos morfológicos, microscópicos o biomoleculares.

Manufactura:

Conjunto de operaciones técnicas mediante las cuales una materia prima preparada se transforma en un objeto funcional o simbólico.

Materiales malacológicos:

Partes mineralizadas de moluscos (valvas y conchas) utilizadas como materia prima para la elaboración de objetos o incorporadas a prácticas sociales con valor simbólico.

Materia prima:

Recurso natural seleccionado para la producción de artefactos, cuya elección implica criterios técnicos, ambientales y sociales.

Microdesgaste:

Huellas microscópicas producidas por la manufactura, el uso o la reparación de un objeto, observables mediante técnicas de microscopía.

Preservación diferencial:

Fenómeno por el cual distintos materiales se conservan de manera desigual en el registro arqueológico según sus propiedades físicas y las condiciones ambientales.

Preforma:

Objeto en una etapa intermedia de manufactura que conserva rasgos del proceso técnico, pero aún no alcanza su forma final.

Reciclaje:

Reutilización de un objeto o de sus partes como materia prima o insumo para una nueva función dentro de la cadena operativa.

Sesgo tafonómico:

Distorsión en la representación del registro arqueológico producida por procesos físicos, químicos o biológicos que afectan diferencialmente la preservación de los materiales.

Subcadena operativa:

Segmento relativamente autónomo de una cadena operativa que corresponde a una fase específica del proceso técnico y puede analizarse de manera independiente.

Torsión S / Torsión Z:

Dirección del giro del hilo durante el hilado, que influye en sus propiedades mecánicas y en el comportamiento del tejido.

Uso, mantenimiento y reciclaje:

Etapas de la vida útil de un objeto que incluyen su empleo cotidiano o ritual, las reparaciones y modificaciones, y su eventual reutilización con nuevas funciones.

Capítulo 7: La minería prehispánica y sus técnicas analíticas

Aleación:

Material metálico con dos o más elementos (por ej. Cu-Sn, Cu-As, Au-Cu) cuyas proporciones modulan dureza, color, colabilidad y sonoridad.

Alimentador:

Ver mazarota.

Árbol de colada:

Conjunto de conductos (bebedero principal y ramales) que distribuyen el metal líquido en moldes de cera perdida.

Banda de deformación:

Rasgo metalográfico de trabajo mecánico en frío; indica martillado previo al recocido.

Bebedero (*sprue*):

Canal por donde ingresa el metal al molde; deja cicatriz puntual tras el corte / limado.

Brasado / Soldadura capilar:

Unión mediante una aleación de menor punto de fusión que fluye por capilaridad sin fundir las piezas base; deja cordón muy fino y halo térmico local.

Cadenas operativas (*chaîne opératoire*):

Marco para reconstruir secuencias de decisiones técnicas y sociales desde la prospección hasta el uso / deposición.

Campana / Cascabel (metales):

Objetos sonoros en los que aleación, espesor y acabado determinan timbre y duración del sonido.

Casting-on (“Colada sobre”):

Verter metal sobre una pieza ya solidificada para añadir partes (asas, apliques).

Cera perdida (*cire perdue*):

Técnica de colada: el modelo en cera se reviste con un molde refractario; la cera se elimina por calentamiento y el vacío se llena con metal.

Chapetas / Soportes de núcleo (*chaplets*):

Piezas que sostienen núcleos en moldes huecos; pueden dejar marcas puntuales internas (no siempre presentes en contextos andinos).

Depleción / Dorado por depleción:

Enriquecimiento superficial en oro (Au) por remoción selectiva de Cu / Ag mediante baños químicos y calor (típico en tumbaga).

Dendritas:

Morfologías metalográficas de solidificación en coladas; clave para distinguir colada de trabajo mecánico.

Difracción de Rayos X (DRX):

Técnica para identificar fases cristalinas en escorias y refractarios; se complementa con SEM-EDS.

EDS (microanálisis por rayos X):

Detector acoplado al SEM que entrega composición elemental local (semicuantitativa).

Escombrera:

Acumulación de residuos de extracción (estéril y fragmentos de mena) en frentes mineros.

Escoria:

Residuo vítreo / cristalino de fundición; registra temperatura, atmósfera, viscosidad y pérdidas metálicas.

Escoria ferrosilicatada:

Escoria con fase fayalítica y vidrios Fe-Si-O; indica atmósferas reductoras y temperaturas elevadas.

FTIR / Raman:

Espectroscopías para identificar compuestos orgánicos / inorgánicos en pátinas, ligantes o residuos superficiales.

Ganga:

Fracción no metálica o no útil del mineral, separada en la etapa de selección.

Huayra / Huayrachina:

Horno de tiro (natural o asistido por viento) típico de altura en los Andes, usado para fundición / reducción.

Isótopos de plomo (Pb):

Relaciones isotópicas ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) usadas para discutir proveniencia y mezclas de metales.

Línea de junta (partición):

Huella lineal continua de moldes bivalvos; contrasta con cicatriz puntual de bebedero / alimentador (mazarota) en cera perdida.

Maray:

Dispositivo lítico de trituración (muela / rodillo) usado en la reducción y selección de mineral.

Martillado / Recocido:

Trabajo mecánico en frío alternado con calentamientos para restaurar ductilidad; produce láminas y bordes controlados.

Mazarota (*riser*) / alimentador:

Depósito de alimentación que compensa contracción al solidificar; deja cicatriz puntual tras el corte.

Metal de corte:

Metal estandarizado para circulación / intercambio (formas y pesos convencionales).

Metalografía (OM / SEM-BSE):

Estudio de microestructuras en metales pulidos / ataque químico; distingue colada vs. trabajo mecánico y secuencias térmicas.

Mena:

Roca / mineral con tenores aprovechables de un metal.

Micro-CT (tomografía computada):

Imagen 3D no destructiva para visualizar vacíos, uniones, poros y reparaciones internas.

Micro-fines (finos / ultrafinos):

Fracción más fina del material particulado generado en chancado / molienda y beneficio de menas, usualmente <63 μm (a veces <45 μm o <38 μm). Se acumulan en morteros, pisos y sedimentos de taller y sirven como indicador de intensidad de procesamiento y de la mineralogía / química de la mena trabajada.

Minería prehispánica metalúrgica:

Conjunto de actividades de prospección, extracción y beneficio de menas metálicas (por ej. cobre, estaño, plata, oro, plomo, arsénico) destinadas a obtener metal. Su cadena operativa incluye selección y pretratamiento (chancado, concentración, tostación), reducción / fundición, refinado / aleación y manufactura (colada, forja, tratamientos térmicos), con residuos diagnósticos como escorias, refractarios y crisoles.

Minería prehispánica no-metalúrgica:

Conjunto de actividades de prospección, extracción y acondicionamiento de minerales no destinados a producir metal, empleados como materias primas para herramientas líticas, ornamentos y bienes simbólicos (obsidiana, turquesa, lapislázuli), pigmentos (hematites, cinabrio, malaquita), sales y azufre, abrasivos, refractarios y materiales de construcción. Su

cadena operativa prioriza selección, talla / molturación, clasificación granulométrica, pulido y, en ocasiones, tratamientos térmicos o mezcla con aglutinantes.

Misrun:

Colada incompleta por falta de temperatura / fluidez; deja bordes mal llenados y piel “fría”.

Molde abierto / Molde bivalvo:

Cavidades simples o de dos valvas para colada; útiles para piezas seriadas; dejan rebabas y líneas de partición.

Mortero (múltiple / profundo):

Estructura lítica de molienda / chancado; su número y morfología informan sobre intensidades y organización de trabajo.

pXRF / XRF / ICP-OES / ICP-MS / LA-ICP-MS:

Conjunto de técnicas analíticas empleadas para determinar la composición elemental de materiales arqueológicos, ya sea a granel o en microzonas. Se diferencian principalmente por su sensibilidad analítica, grado de representatividad de la muestra y carácter destructivo, mínimamente invasivo o no destructivo.

Petrografía de refractarios:

Lámina delgada para identificar materias primas, texturas y vitrificación en toberas / crisoles.

Poros de contracción / Poros de gas:

Vacíos por cambio de volumen o atrapamiento gaseoso en coladas; diagnósticos de régimen de solidificación.

Recristalización:

Crecimiento de nuevos granos durante el recocido; borra bandas de deformación y restaura ductilidad.

Refractario:

Material cerámico resistente a altas temperaturas (toberas, crisoles, moldes); su composición controla el desempeño térmico.

Respiradero:

Ventilación

Repoussé / Chasing (repujado / cincelado):

Formación de relieve desde reverso y definición de detalles desde anverso en lámina metálica.

SEM (Microscopio electrónico de barrido):

Instrumento que, junto con EDS / BSE, permite caracterizar microtexturas y composición de metales, escorias y refractarios.

Soldadura capilar (brasado):

Ver “Brasado / Soldadura capilar”.

Tobera:

Elemento cerámico que conduce aire a hornos o canaliza coladas; su vitrificación indica excesos térmicos / posicionamiento.

Trazas (elementos traza):

Elementos en bajas concentraciones que ayudan a discutir “recetas”, mezclas o procedencias.

Tumbaga:

Aleación Au-Cu (a veces con Ag) apta para depleción superficial que confiere apariencia de oro.

Los autores

Coordinadoras y autoras

Ratto, Norma

Licenciada en Antropología por la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires (UBA), Magíster en Estudios Ambientales por la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES) y Doctora de la Universidad de Buenos Aires, área de Arqueología. Es Profesora Consulta (UBA), investigadora y vicedirectora del Instituto de las Culturas (IDECU, UBA–CONICET), y Profesora Titular en la Licenciatura en Antropología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (FCNyM–UNLP) y en la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA). Dirige la Carrera de Posgrado Evaluación y Estudio de Impacto Arqueológico (FFyL-UBA). Ha dictado cursos de posgrado en universidades de Argentina, Chile y Uruguay en temas vinculados con la construcción del dato arqueológico, la arqueometría y la gestión patrimonial y ambiental. Es autora de más de 200 trabajos, entre científicos, de divulgación y de gestión. Dirige el Proyecto Arqueológico Chaschuil-Abaucán (PACH-A) en la provincia de Catamarca, centrado en el estudio de la historia socioambiental regional en escalas espaciales y temporales amplias.

Ramos van Raap, María Agustina

Licenciada en Antropología (2012) y Doctora en Ciencias Naturales (2018), ambos títulos obtenidos en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). En esta misma institución se desempeña como Ayudante Diplomada en la cátedra Métodos y Técnicas de la Investigación Arqueológica. Es Investigadora Asistente del CONICET, con lugar de trabajo en la División Arqueología, FCNyM, UNLP. Sus temas de interés se vinculan con evaluar la incidencia en la salud de los modos de vida de las poblaciones prehispánicas del sur del Noreste Argentino, a partir del relevamiento de patologías óseas y bucales; y contribuir al conocimiento de la dieta y los procesamientos de los alimentos de esos grupos humanos mediante el análisis de indicadores buco-dentales y del estudio arqueobotánico de tártaro dental. Actualmente es Editora Asociada de la Revista Argentina de Antropología Biológica. Ha publicado y presentado más de 50 trabajos científicos en revistas del país y del exterior y en eventos científicos, y ha participado en proyectos de extensión y de investigación.

Di Prado, Violeta

Licenciada en Antropología (2007) y Doctora en Ciencias Naturales (2015) en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Como estudiante avanzada se inició en el estudio morfológico-funcional y arqueométrico de pigmentos minerales. Durante sus estudios de doctorado se centró en el análisis de la alfarería prehispánica recuperada en el centro-este de Argentina como una vía de acceso para reconstruir los procesos de interacción y diferenciación social que ocurrieron durante el Holoceno tardío. En la actualidad investiga las tecnologías cerámicas y del color de los grupos prehispánicos del Delta del Paraná, aplicando variadas técnicas arqueométricas y trabajando en conjunto con alfareras/os locales. Ha publicado más de 60 trabajos científicos en revistas y congresos nacionales e internacionales, y participado en numerosos proyectos de extensión y divulgación de la arqueología. Se desempeña como Investigadora Asistente del CONICET y como Jefa de Trabajos Prácticos de Métodos y Técnicas de la Investigación Arqueológica y docente en la Especialización en Arqueometría, ambos en la FCNyM (UNLP).

Leipus, Marcela

Licenciada en Antropología y Doctora en Ciencias Naturales por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, de la Universidad Nacional de La Plata. Es Docente-Investigadora en la misma unidad académica, en las asignaturas Antropología General, Arqueología Americana III y Métodos y Técnicas de la Investigación Arqueológica de la Lic. en Antropología, e Introducción a la Antropología de la Lic. en Geología. Además, es parte del plantel docente en la Especialización en Arqueometría FCNyM (UNLP). Su trayectoria se inscribe inicialmente en el estudio de la tecnología lítica, con especial énfasis en el análisis de la organización tecnológica, los modos de uso, gestión y circulación de las materias primas líticas, mantenimiento y descarte de artefactos y la integración de enfoques experimentales vinculados al desarrollo y aplicación del análisis de rastros de uso para la interpretación de las prácticas tecnológicas de las sociedades cazadoras-recolectoras de la región pampeana desde el Pleistoceno final al Holoceno tardío. A partir de esta línea inicial, profundizó sus investigaciones en diversos conjuntos líticos de sociedades cazadoras recolectoras horticultoras y agropastoriles (Pampa, Patagonia, Noreste, Noroeste). Publicó numerosos trabajos en revistas especializadas y capítulos de libros como así también presentaciones en reuniones científicas nacionales e internacionales.

Autores

Andreoni, Diego

Licenciado en Antropología y Doctor en Ciencias Naturales, títulos otorgados por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), Universidad Nacional de La Plata. Es Investigador Adjunto de CONICET. Se desempeña como Ayudante Diplomado de la cátedra de Botánica Aplicada y como docente en la Especialización en Arqueometría, ambos en la FCNyM. Integrante del Grupo de Investigaciones Arqueobotánicas de la Diagonal Árida Argentina (GIADAA). La principal línea de investigación es el estudio de las estrategias de manejo de plantas leñosas en los Andes meridionales, durante el Holoceno. En esta extensa región desarrolla sus trabajos en dos áreas, por un lado, en el Centro Oeste Argentino vinculados a ocupaciones de altura en Mendoza y en el Noroeste argentino como colaborador en el Proyecto Arqueológico Chaschuil-Abaucán (PACH-A) en la provincia de Catamarca. Desde sus primeras investigaciones se ha formado en el campo de la arqueobotánica, específicamente en el estudio de materiales leñosos, ampliando paulatinamente sus estudios a los conjuntos textiles de cestería que incluyen el análisis de fibras animales y vegetales.

Becerra, María Florencia

Arqueóloga por la Universidad Nacional de Tucumán y Doctora en Arqueología por la Universidad de Buenos Aires. Es Investigadora Adjunta del CONICET con lugar de trabajo en la División Arqueología del Museo de La Plata (FCNyM, UNLP). En el ámbito docente, se desempeña como Jefa de Trabajos Prácticos regular en la carrera de Ciencias Antropológicas (FFyL, UBA) y dicta talleres de tesis y de arqueometalurgia en posgrados de la UBA y la UNLP. Actualmente es editora en jefe de la revista *Historical Metallurgy*, secretaria de la Sociedad Argentina de Antropología, editora responsable para Sudamérica de la base de datos global de isótopos de plomo TerraLID e investigadora asociada del IRAMAT-CNRS (Francia). Ha publicado más de 40 artículos científicos y tres libros de divulgación, y ha participado en más de ochenta congresos nacionales e internacionales. Su investigación se centra en la minería y la metalurgia prehispánica y colonial en los Andes del Sur, integrando enfoques arqueológicos, arqueométricos y etnohistóricos, con énfasis reciente en el uso, circulación y procedencia del cobre en el Noroeste argentino prehispánico.

Borrero, Luis A.

Licenciado en Ciencias Antropológicas y Doctor en Filosofía y Letras, ambos títulos otorgados por la Universidad de Buenos Aires. Es Profesor emérito de la misma Universidad. Ha dictado seminarios y cursos de posgrado en diversas universidades. Ha tenido becas de perfeccionamiento en la University of Reno, University of California-Santa Cruz, *Smithsonian*

Institution. Es Investigador Emérito del CONICET y miembro de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos. Sus intereses de investigación incluyen la arqueología de cazadores-recolectores, la tafonomía y el poblamiento de América del Sur. Sus principales trabajos de campo se realizan en la Patagonia, Tierra del Fuego y los archipiélagos del suroeste. Parte importante de su práctica arqueológica se dedica al estudio interdisciplinario de la relación entre ambientes sin análogos y sus primeros habitantes. Es autor de más de 300 trabajos y varios libros. Ha dirigido proyectos de investigación financiados por organismos nacionales e internacionales.

Colobig, María de los Milagros

Licenciada en Antropología y Doctora en Humanidades y Artes, con mención en Antropología–Arqueología, por la Facultad de Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de Rosario. Es Investigadora Independiente del CONICET y profesora de Epistemología en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Ha dictado cursos de posgrado en análisis de fitolitos y su aplicación en arqueología, realizado pasantías en el CICYTTP (CONICET–Gobierno de Entre Ríos–UADER) y participa como docente de la Especialización en Arqueometría de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Su trayectoria en arqueobotánica se inicia en 2007, con estudios sobre el manejo de plantas a partir del análisis de fitolitos en poblaciones que habitaban cuevas de las sierras de Tandilia oriental (Buenos Aires). Posteriormente amplió sus investigaciones al Noreste argentino, abordando las primeras prácticas hortícolas en ambientes fluviales mediante el análisis de granos de almidón en cerámica. Ha realizado estancias de investigación en el exterior (CSIC, Barcelona; Universidad de Exeter) y es autora de más de 100 trabajos científicos, además de dirigir y participar en proyectos financiados a nivel nacional e internacional.

Gutiérrez, María

Licenciada en Antropología y Doctora en Ciencias Naturales, ambos títulos otorgados por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. También obtuvo una Maestría en Estudios Interdisciplinarios (MSc. in Interdisciplinary Studies) de Texas Tech University (Estados Unidos). Es profesora titular de Tafonomía y procesos de formación de sitios arqueológicos en la Facultad de Ciencias Sociales (UNCPBA). Ha dictado cursos de posgrado de tafonomía en universidades nacionales e internacionales. Es Investigadora Principal del CONICET. Sus intereses de investigación incluyen la arqueología de cazadores-recolectores, la zooarqueología y la tafonomía actualista. Sus principales trabajos de campo se realizan en el área interserrana de la región pampeana y en la Patagonia meridional. Es autora de más de 100 trabajos científicos publicados en revistas y congresos nacionales e internacionales y ha dirigido proyectos de investigación financiados por organismos de Argentina y del extranjero. Presenta una vasta

trayectoria como editora de revistas científicas y en gestión de la ciencia en organismos nacionales e internacionales.

Lantos, Irene

Licenciada en Ciencias Antropológicas, orientación Arqueología, Universidad de Buenos Aires (2008) y Doctora de la Universidad de Buenos Aires, orientación Arqueología (2014). Es Investigadora Adjunta del CONICET en el UMYMFOR, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Es también docente de la Cátedra Materiales Arqueológicos y sus Tecnologías en el Departamento de Ciencias Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras, UBA. Sus investigaciones se centran en el estudio de las prácticas alimentarias tradicionales desde el pasado prehispánico hasta el presente. Se perfeccionó en la investigación interdisciplinaria a través de la aplicación de técnicas químicas para la caracterización y análisis de los residuos orgánicos recuperados en materiales arqueológicos, lo que posibilita la reconstrucción de antiguas prácticas culinarias y aporta a la valorización del patrimonio alimentario de nuestro país. Ha publicado en revistas nacionales e internacionales y ha participado en libros académicos y de divulgación científica. Dirigió proyectos de investigación PICT joven de la Agencia I-D-i y PIBAA del CONICET, y es miembro del grupo responsable de proyectos de investigación dirigidos por las Dras. Norma Ratto (IDECU) y Marta Maier (UMYMFOR) con financiamiento de la UBA, la Agencia I+D+i y el CONICET. Ha dirigido y codirigido tesis de licenciatura y doctorado.

Maier, Marta Silvia

Licenciada en Química y Doctora en Ciencias Químicas por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Ha realizado un posdoctorado en el Instituto de Química Orgánica de la Universidad de Bonn, Alemania con una beca otorgada por el Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD). Actualmente es Profesora Titular consulta en el Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) e Investigadora Superior en la Unidad de Microanálisis y Métodos Físicos en Química Orgánica (UMYMFOR, CONICET-UBA). Desde 2014 es codirectora del Centro de Investigación en Arte, Materia y Cultura, Instituto de Investigaciones en Arte y Cultura de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. En 2003 recibió el Premio IFS Jubilee otorgado por la International Foundation for Science (Suecia). Ha dirigido numerosos proyectos de investigación financiados por organismos nacionales e internacionales (Getty Foundation, IFS). Sus investigaciones abarcan el estudio de materiales en textiles y cerámicas arqueológicas, pintura y escultura colonial y arte contemporáneo mediante técnicas espectroscópicas, cromatográficas y de espectrometría de masas.

Martínez, Gustavo

Licenciado en Antropología y Doctor en Ciencias Naturales por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. Se desempeña como Investigador Principal del CONICET y es director de la UE INCUAPA (CONICET–UNICEN, Olavarría), además de vicedirector del CCT Tandil–CONICET. Es Profesor Titular Ordinario de las asignaturas Arqueología Argentina I y Seminario de Tesis en la Facultad de Ciencias Sociales de la UNICEN. Sus investigaciones se centran en la arqueología de grupos cazadores-recolectores de la región Pampeana y Norpatagonia, con especial énfasis en el curso medio del río Quequén Grande, los tramos inferiores de los ríos Colorado y Negro y la costa atlántica adyacente. Los sitios estudiados abarcan una temporalidad que va desde la transición Pleistoceno–Holoceno hasta el Holoceno tardío, incluyendo también investigaciones etnoarqueológicas. Es autor de más de 130 publicaciones científicas y ha presentado trabajos en ámbitos nacionales e internacionales. Ha recibido financiamiento de organismos nacionales e internacionales y fue distinguido en 2009 con el Premio Houssay en Ciencias Humanas.

Politis, Gustavo

Licenciado en Antropología y Doctor en Ciencias Naturales (1984) por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. Es Investigador Superior del CONICET y Profesor de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Es especialista en arqueología de las regiones pampeana y Noreste de Argentina, el poblamiento de las Américas, etnoarqueología de los cazadores-recolectores de Tierras Bajas y teoría e historia de la arqueología en América del Sur. Ha publicado 12 libros (6 como autor/coautor y 6 como editor/coeditor). Es autor o co-autor de 203 artículos y capítulos de libros. Entre las distinciones más importantes se cuentan la John Simon Guggenheim Fellowship (2003), el premio “Investigador de la Nación Argentina” (2013), Research Reward Shanghai Archaeological Forum (China 2023) y el Alexander von Humboldt Research Award (Alemania 2024).

Sepúlveda, Marcela

Arqueóloga de la Universidad de Chile, máster y doctora en Prehistoria, Etnología y Antropología de la Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Se desempeñó como académica en la Universidad de Tarapacá (2006–2019) y en la Pontificia Universidad Católica de Chile (2020–2023). Actualmente es investigadora asociada de la Universidad de Tarapacá y de la UMR 8096 ARchAm (CNRS–Paris 1), y docente de la Universidad Diego Portales. Ha sido profesora invitada en universidades de Francia, México, Argentina y Estados Unidos. Ha liderado y colaborado en numerosos proyectos con financiamiento nacional e internacional, con una productividad que incluye 145 artículos científicos y 10 coediciones de libros (dos en prensa para 2026). Sus investigaciones interdisciplinarias se centran en el arte y la cultura visual prehispánica, así como en la producción, uso y consumo del color en el norte de Chile y otras regiones de Sudamérica,

en contextos cazadores-recolectores, prehispánicos tardíos y coloniales. La arqueometría y el análisis de la materialidad del color constituyen ejes centrales de su trabajo. Es presidenta de la Sociedad Chilena de Arqueología (2021–2027) y directora de la Society for American Archaeology (2024–2027).

Métodos y técnicas arqueológicas : articulando teoría y práctica / Norma Ratto ... [et al.]
; Coordinación general de Norma Ratto ... [et al.]. - 1a ed. - La Plata : Universidad
Nacional de La Plata ; La Plata : EDULP, 2026.
Libro digital, PDF - (Libros de cátedra)

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-950-34-2774-3

1. Arqueología. I. Ratto, Norma II. Ratto, Norma, coord.
CDD 930.1

Diseño de tapa: Dirección de Comunicación Visual de la UNLP

Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata
48 N.º 551-599 / La Plata B1900AMX / Buenos Aires, Argentina
+54 221 644 7150
edulp.editorial@gmail.com
www.editorial.unlp.edu.ar

EduLP integra la Red de Editoriales Universitarias Nacionales (REUN)

Primera edición, 2026
ISBN 978-950-34-2774-3
© 2026 - EduLP

n
naturales


EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA