

# Tecnología rupestre: una perspectiva teórico-metodológica para el estudio del arte levantino

**Neemias Santos da Rosa**

Universitat Rovira i Virgili

neemias\_of@hotmail.com

**Resumen:** El estudio arqueológico de la tecnología humana posibilita la obtención de una amplia variedad de datos relativos a los comportamientos técnicos y económicos desarrollados por los grupos prehistóricos. Con base a este principio, este artículo presenta una perspectiva teórico-metodológica para el estudio de las cadenas operativas involucradas en la producción del arte rupestre levantino. En ese sentido, destaca el papel de la arqueología experimental como metodología y la importancia del fenómeno tecnológico como un producto social.

**Palabras clave:** Tecnología rupestre; cadenas operativas; arqueología experimental; arte levantino

**Resum:** L'estudi arqueològic de la tecnologia humana possibilita l'obtenció d'una àmplia varietat de dades relatives als comportaments tècnics i econòmics desenvolupats pels grups prehistòrics. Amb base en aquest principi, en aquest l'article es presenta una perspectiva teòric-metodològica per a l'estudi de les cadenes operatives involucrades en la producció de l'art rupestre llewantí. En aquest sentit, destaquésquem el paper de l'arqueologia experimental com a metodologia i la importància del fenomen tecnològic com un producte social.

**Paraules clau:** tecnologia rupestre; cadenes operatives; arqueologia experimental; art llewantí

**Abstract:** The archaeological study of human technology makes it possible to obtain a wide variety of data related to the technical and economic behaviours developed by prehistoric groups. Based on this principle, this article presents a theoretical-methodological perspective for the study of the operative chains involved in the production of Levantine Rock Art. In this sense, it stands out the role of Experimental Archaeology as a methodology and the importance of the technological phenomenon as a social product.

**Key words:** Rock Art Technology; Operative Chains; Experimental Archaeology; Levantine Rock Art

## Introducción

Una de las principales dimensiones del arte rupestre es su funcionamiento como sistema de comunicación, siendo su materialidad el hilo conductor a través del cual fueron transmitidos diferentes tipos de informaciones codificadas por los creadores de las imágenes bajo influencia de su medio social.

Según Fiore (1996), estas manifestaciones prehistóricas se encuentran formadas por tres niveles fundamentales: composición plástica, contenido y proceso de trabajo. La composición plástica corresponde a la existencia y expresión del fenómeno rupestre a través de la imagen visual, estando esta última to-

talmente vinculada al contenido de lo que se expresa visualmente. A su vez, el contenido corresponde a la expresión del dominio ideológico del grupo humano productor de las imágenes, siendo este nivel el más valorado por los arqueólogos en sus investigaciones. En ese contexto, los dos niveles anteriores se encuentran asociados al proceso de trabajo, en el ámbito de lo cual se desarrolla el proceso tecnológico de producción y ocurre la conjugación práctica entre la composición plástica, el contenido y los elementos directamente relacionados a la materialización de las representaciones (conocimientos específicos, técnicas, instrumentos, pigmentos, soportes rocosos, etc.).

Sin embargo, a pesar de configurar una condición *sine qua non* para la existencia del arte rupestre, en los estudios sobre el arte levantino la tecnología aparece como un tema secundario, escasamente abordado en más de un siglo de investigaciones. Frente a esta realidad, el presente trabajo tiene como objetivo presentar los parámetros teórico-metodológicos adoptados para el desarrollo de una amplia y sistemática investigación sobre las cadenas operativas involucradas en la producción de las pinturas levantinas de la región del Maestrazgo y áreas limítrofes (este de España), enfatizando el papel de la tecnología como un producto social y como una importante fuente de información sobre los últimos grupos de cazado-res-recolectores que ocuparon la vertiente oriental de la península ibérica.

## El estudio arqueológico de la tecnología humana

El concepto de tecnología puede ser definido como un conjunto de acciones y relaciones que involucran desde la producción en sí misma hasta la organización del proceso productivo y todo el sistema cultural de procesos y prácticas asociados con la materialización y consumo de un determinado producto (Miller 2007: 4). Así, desde la perspectiva tecnológica, la investigación arqueológica se encuentra centrada tanto en el objeto como en su contexto, de modo que un determinado artefacto corresponde a una evidencia del comportamiento humano en sus dimensiones técnica, económica y social (Pelegrin 1990; Dobres y Hoffman 1994).

Desempeñando el papel de engranaje principal de los procesos tecnológicos de producción se encuentra la cadena operativa (*chaîne opératoire*) (Leroi-Gourhan 1964), entendida como «una secuencia ordenada de actividades que implementan técnicas y procedimientos, para modificar o transformar materias primas y/o lograr, a partir de ellas, un efecto previsto según un modelo o esquema previo» (Aschero 1988: 120). Esta secuencia se encuentra estructurada sobre un proyecto cognitivo,<sup>1</sup> posteriormente traducido en un esquema conceptual que luego es materializado por una serie de acciones correspondientes a un esquema operativo, estando todas las etapas interconectadas por un principio de unicidad<sup>2</sup> (Pelegrin 1990; Perlès 1992; Schlanger 1994; Inizan *et al.* 1999; Fogaça 2005).

No obstante, las operaciones intelectuales no se mantienen restringidas al proyecto cognitivo y al esquema conceptual. Durante la ejecución de las acciones físicas que posibilitan el desarrollo del esquema operativo, una serie de operaciones intelectuales ocurre de forma simultánea, proporcionando al individuo capacidad de abstracción, anticipación, resolución de eventuales problemas técnicos y la construcción de modelos (Karlin y Julien 1994). Como ya había señalado Leroi-Gourhan (1964), la conciencia crítica del individuo se mantiene en constante actividad, permitiéndole juzgar el desempeño de las acciones involucradas en cada etapa cumplida y a realizar (Fogaça 2005). Bajo esta óptica, la identificación de los elementos constantes (regularidades) del esquema operativo permite la determinación de las características del esque-

1. De acuerdo con la definición de Inizan *et al.* (1999: 15).

2. Según Fogaça (2005) el «principio de unicidad» corresponde al punto de convergencia de las diferentes etapas de una cadena operativa.

ma conceptual que orienta la operación, mientras que la definición de los objetivos de este último posibilita una aproximación sobre el aspecto general del proyecto cognitivo (Soressi y Geneste 2011: 337).

Por lo tanto, el estudio de las cadenas operativas permite a los arqueólogos documentar y analizar de forma sistemática vestigios provenientes de procesos técnicos realizados en el pasado, lo que posibilita la obtención de datos relativos a las elecciones técnicas y a los comportamientos tecnológicos y económicos desarrollados por los grupos humanos prehistóricos (Leroi-Gourhan 1964; Schiffer 1976; Perlès 1987; Pelegrin *et al.* 1988; Edmonds 1990; Sellet 1993; Karlin y Julien 1994; Inizan *et al.* 1999; Bleed 2001; Dobres 1999, 2000, 2010; Gosselain 2011; Soressi y Geneste 2011; Audouze y Karlin 2017).

## El proceso tecnológico de producción del arte rupestre

Sobre la base de los conceptos anteriormente expuestos, se puede considerar que la efectiva materialización del arte rupestre se realiza a través de un proceso formado por cadenas operativas específicamente orientadas a la producción y/o manipulación de tres recursos básicos: instrumentos, pinturas e imágenes. Cada cadena operativa, por su parte, se encuentra compuesta por etapas correspondientes a los distintos pasos de la acción tecnológica (selección, obtención, manufactura, uso, mantenimiento/reciclaje, descarte/destrucción/abandono), que eventualmente se superponen entre sí y son llevados a cabo a través del desarrollo de una serie de operaciones cognitivas y manuales profundamente influenciadas por el contexto social (Fiore 2007, 2009).

De acuerdo con esta lógica, el proyecto cognitivo corresponde a la elaboración mental del producto final que se busca crear, o sea, es una proyección idealizada de la imagen que el autor pretende materializar. Por consiguiente, aunque no sea posible reconstruir en detalles la imagen proyectada por el artista prehistórico, la repetición de una serie de características constantes en un determinado conjunto de representaciones permite determinar pautas o principios establecidos en el código gráfico del grupo autor de las imágenes (Garate 2007: 160).

De la misma forma que la construcción del proyecto cognitivo, la elaboración del esquema conceptual también configura una actividad desarrollada en el plano intelectual. En esta fase, el individuo organiza en su mente una cadena de intenciones constituida por etapas — cada una de ellas con sus objetivos propios — que al ser ejecutadas en el plano material llevarán a la producción de la imagen idealizada (Pelegrin 1990; Wynn y Coolidge 2014). Durante este acto de abstracción, el individuo reflexiona acerca de las materias primas más adecuadas para alcanzar el propósito anhelado, analizando simultáneamente si los recursos disponibles en el escenario real satisfacen las necesidades técnicas de la operación. De la misma forma, analiza la disponibilidad de soportes rocosos y reflexiona sobre la morfología de los trazos que estructuran la imagen que desea crear, mientras que piensa sobre las características de los instrumentos necesarios para lograr el objetivo establecido.

De forma paralela o posterior a la estructuración del esquema conceptual, se desarrolla el esquema operativo, o sea, la etapa plenamente material del proceso tecnológico de producción rupestre (que por ser material no deja de estar permeada por una intensa actividad cognitiva que orienta la realización de las operaciones). Este proceso sigue un flujo de acciones basado en la ejecución de las siguientes etapas<sup>3</sup> (Aschero 1988; Pérez-Seoane 1988; García 1999; Fiore 2007, 2009, 2018; Garate 2007; Méndez 2008):

3. El orden de realización de las etapas no es necesariamente fijo. Aunque el cumplimiento de la etapa «c» dependa obligatoriamente de la realización anterior de la etapa «a», en el caso de un soporte rocoso no preparado, la concreción de la etapa «d» podría ocurrir antes de la realización de la etapa «a».

- a) Obtención y posible transporte de materias primas, con o sin el uso de instrumentos procedentes de otros procesos tecnológicos de producción;
- b) Manufactura y/o apropiación técnica<sup>4</sup> de instrumentos de aplicación de pintura y de instrumentos complementarios, haciendo uso de las materias primas obtenidas en la etapa «a»;
- c) Manufactura y potencial almacenamiento de pintura, mediante el uso de las materias primas obtenidas en la etapa «a» y de los instrumentos resultantes de la etapa «b»;
- d) Selección de soportes rocosos y potencial preparación de los mismos, esta última mediante el uso de los instrumentos provenientes de la etapa «b»;
- e) Manufactura de imágenes a través de la técnica de pintura, utilizando los instrumentos de la etapa «b» y la pintura elaborada en la etapa «c»;
- f) Descarte, mantenimiento o reciclaje de los instrumentos;
- g) Uso de las imágenes;
- h) Potencial mantenimiento o reciclaje de las imágenes, a través del uso de los instrumentos manufacturados en la etapa «b» y de la pintura resultante de la etapa «c», o de instrumentos y de pintura provenientes del desarrollo de un proceso tecnológico de producción rupestre posterior;
- i) Abandono o destrucción de las imágenes.

En lo que se refiere a la obtención de materias primas para la producción de instrumentos<sup>5</sup> y de pintura,<sup>6</sup> el desarrollo de tal etapa podría ocurrir tanto en el entorno de un determinado lugar seleccionado para realizar las imágenes, como en áreas distantes dentro del territorio del grupo autor de las representaciones, implicando así en el transporte de los recursos. En algunos casos específicos — materiales de escasa disponibilidad o adquiridos mediante una elevada inversión laboral — parte de las materias primas podría incluso ser almacenada para uso posterior (Aschero 1988). Para la efectiva realización de esta operación podría ser necesaria la utilización de instrumentos provenientes del desarrollo de otros procesos tecnológicos de producción. Como ejemplo, podemos citar la explotación de la cantera de ocre roja de Wilga Mia (región de Murchison, Australia), de donde en los últimos 1100 años las poblaciones aborígenes extrajeron al menos 40.000 toneladas de ocre y rocas, siendo que de este lugar proviene la mayor parte del ocre rojo utilizado en las pinturas rupestres encontradas en la porción oeste de Australia occidental. En este caso, las investigaciones indican que tal operación — que generó la acumulación de 6m de desechos y polvo — implicó la utilización de pesados martillos de piedra, cuñas de madera endurecidas por el fuego, anclajes y andamios (Morwood 2002: 110).

La adecuada concreción de esta etapa dependería de una eficiente conjugación entre el plan de trabajo estructurado en el esquema conceptual y las posibilidades efectivamente disponibles en un determinado ambiente. Así, en la elaboración de eficientes estrategias de adquisición de recursos serían de suma importancia aspectos como: el conocimiento de fuentes de materias primas locales y distantes; la abundancia de materias primas en las diferentes partes del territorio; la calidad de los distintos tipos de

4. La participación de un objeto en el proceso de resolución de un problema técnico no implica necesariamente la transformación previa del mismo. Así, lo que se hace necesario para que un objeto asuma la función de instrumento es su apropiación técnica, es decir, su empleo de acuerdo con uno (o varios) gestos específicos de utilización (Mello *et al.* 2007: 35).

5. Elementos de origen vegetal y animal para la elaboración de pinceles, recipientes, andamios y medios de iluminación; recursos líticos utilizados como percutores, plataformas de trituración; etc.

6. Diferentes tipos de elementos minerales y/o vegetales utilizados como pigmentos; agua y elementos de origen vegetal, animal o mineral empleados como ligantes y cargas en las recetas pictóricas.

materias primas; el costo de tiempo y energía para la adquisición de los recursos; el contexto social y las tradiciones de los grupos humanos involucrados en el desarrollo del proceso tecnológico (Perlès 1992).

En tal contexto, González Ruibal (2003) señala que, frente a las tendencias funcionalistas que consideran los grupos de cazadores-recolectores como proto-empresarios enfocados en disminuir costos y maximizar resultados, la etnoarqueología ha demostrado que la selección de las materias primas no siempre obedece a parámetros exclusivamente materiales, estando frecuentemente asociada a cuestiones simbólicas. Así, en ciertos casos la preferencia por un determinado tipo de pigmento podría no estar asociada a su mayor disponibilidad, sino que a la posible naturaleza sagrada de la cantera de donde era extraído o a los aspectos simbólicos asociados a su color (Fiore 2007). Utilizando una vez más el ejemplo australiano, Morwood (2002: 112) relata que para obtener ocre de Bookartoo — considerado un material de alto valor simbólico y utilizado para pintar seres mitológicos y totémicos — cada año se realizaban expediciones de aproximadamente setenta hombres Dieri por distancias de hasta 500 km, en las que cada individuo hacía el largo camino de vuelta cargando entre 28 y 35 kg de aquella valiosa materia prima.

Disponiendo de las materias primas adecuadas, la etapa de manufactura de instrumentos de aplicación de pintura y de instrumentos complementarios implicaría la elaboración de elementos como pinceles, recipientes, cuerdas, andamios, lámparas, etc. (Delluc y Delluc 1979; Leroi-Gourhan y Allain 1979; Leroi-Gourhan 1982; Beaune 1987; Pérez-Seoane 1988; Lewis-Williams 2005; Fritz y Tosello 2007, 2015). Para ello, se utilizarían instrumentos manufacturados específicamente para viabilizar estas operaciones o elementos procedentes del desarrollo de cadenas operativas orientadas a la obtención de otros productos (por ejemplo, una lasca de sílex resultante de la talla de una punta de lanza lítica podría aprovecharse para cortar un mechón de pelos destinados a formar las cerdas de un pincel).

Las características exactas de la mayoría de los instrumentos manufacturados en esta etapa son todavía poco conocidas, sobre todo debido al hecho de que los mismos serían predominantemente elaborados con el uso de materiales perecederos. En ese sentido, relatos etnográficos indican que el pueblo San de África austral, por ejemplo, realizaba sus representaciones utilizando plumas de ave, fragmentos de junco y otros elementos vegetales como instrumentos de aplicación de pintura (Lewis-Williams 1994). Por otro lado, los artistas aborígenes de Australia empleaban sus propios dedos, pelos humanos, plumas de ave, tiras de cáscara de árbol, raíces, ramas, plantillas y sellos vegetales para pintar (Cole y Watchman 1992; Morwood 2002). En ese contexto, hay que tener en cuenta que, dependiendo de las particularidades de las materias primas utilizadas, los instrumentos empleados por los artistas prehistóricos podrían ser descartados después de su uso, así como podría realizarse el mantenimiento o el reciclaje de los mismos.

Sin embargo, a pesar de las incertidumbres en relación a las particularidades del conjunto artefactual utilizado por los artistas prehistóricos, el estudio de los efectos morfológicos y tipométricos generados por el uso de un determinado instrumento de aplicación de pintura en la construcción de una imagen posibilita una aproximación indirecta sobre las características del mismo (Garate 2007), siendo la Arqueología Experimental una herramienta metodológica de suma importancia en este proceso (Alvarez y Fiore 1995).

La etapa de manufactura de pintura, a su vez, englobaría la utilización de pigmentos minerales (p.e. hematita, goethita, pirolusita, etc.), vegetales (p.e. carbón vegetal) o de origen animal (p.e. huesos quemados), que desempeñarían la función de materiales colorantes. De la misma forma, implicaría la manipulación de elementos ligantes (p.e. agua, leche, saliva, sangre, orina, grasa animal, miel, clara y/o yema de huevo, cera de abeja, resinas, jugos vegetales, etc.) y el eventual uso de cargas (p.e. polvo de huesos, arcillas y ciertos minerales como yeso y cuarzo), insertados en la mezcla pigmentaria según las características de coloración, adherencia y densidad de la pintura que se deseaba alcanzar (Clottes *et al.* 1990; Cole

y Watchman 1992; García 1999; Williamson 2000; Sanchidrián 2001; Chalmin *et al.* 2003; Garate 2007; Balbín-Behrmann y González 2009; Sepúlveda 2016; Chalmin y Huntley 2019).

Teniendo en cuenta que los pigmentos empleados en la producción de arte rupestre son elementos con propiedades insolubles, el empleo de estos materiales en la manufactura de pintura requeriría su reducción a pequeñas partículas con un mayor grado de solubilidad. Para ello, una de las alternativas más comunes sería la trituration de los pigmentos mediante el uso de un soporte — elemento pasivo utilizado como plataforma de trabajo — y de uno o varios percutores — elementos activos — con los cuales la trituration de los materiales podría ser realizada. A lo largo de esta etapa también se podrían realizar procesos de selección granulométrica, con el fin de extraer eventuales impurezas presentes entre las partículas del material colorante (Aschero 1988; García 1999). Además, determinados pigmentos serían eventualmente sometidos a procesos de calentamiento, a través de los cuales sería posible generar alteraciones en el color y en las propiedades mecánicas de los minerales empleados (Chalmin *et al.* 2004; Salomon *et al.* 2015).

De manera general, después de la transformación de los pigmentos en polvo sería necesario realizar la mezcla del material colorante con uno o más elementos ligantes, estando la elección de los últimos directamente relacionada con las características específicas de la pintura que se buscaba obtener. Sin embargo, aunque existan algunos ejemplos puntuales en que fue posible verificar (directa o indirectamente) la presencia de elementos orgánicos en las mezclas pictóricas (p.e. Balbín-Behrmann y González 2009; Brook *et al.* 2018; López-Montalvo *et al.* 2017; Roldán *et al.* 2018), en la mayor parte de los casos la identificación precisa de los ligantes se muestra una tarea altamente compleja, ya que se trata de sustancias especialmente vulnerables a los procesos de degradación generados por el tiempo y el medio ambiente (Boschín *et al.* 2002).

Las pinturas manufacturadas por medio de distintas recetas podrían, a continuación, ser almacenadas para posterior uso o transporte hasta el lugar de realización de las imágenes. Y aunque las características y la variedad de los materiales utilizados sean todavía poco conocidas, conchas (Cuenca-Solana *et al.* 2016), cáscaras secas de ciertos frutos, huesos y artefactos de madera podrían haber sido empleados como recipientes.

Aún en el contexto de la manufactura de pintura, la posible existencia de una dimensión simbólica debe ser considerada, sobre todo porque la misma podría influenciar de forma determinante la tecnología pictórica (Sepúlveda 2016). Según Lewis-Williams (2005:160), para los San la pintura poseía poderes especiales, siendo capaz de disolver la superficie de la roca para permitir el surgimiento de imágenes de otro mundo. De este modo, la manufactura de tal sustancia se encontraba impregnada por una serie de procedimientos técnicos cargados de significado. De manera similar, ciertos grupos de la región del Columbia Plateau (oeste de los Estados Unidos) se referían a los pigmentos utilizando la palabra *nameeta*, que significa «poder» (Barbeau 1960: 207-209 apud Layton 2001: 313). En tal perspectiva, no sería extraño pensar que, en casos específicos, la pintura empleada por artistas prehistóricos debería ser tan significativa como las propias imágenes realizadas en las paredes de las cuevas y abrigos.

En la etapa de selección del soporte rocoso, las características morfológicas y petrofísicas (porosidad y permeabilidad) de las superficies seleccionadas deben haber desempeñado un papel crucial. Sin embargo, tal elección seguramente sería también influenciada por las prioridades del artista y de su grupo en lo que se refiere a la organización espacial ya la posible inserción de las representaciones en un dispositivo iconográfico mayor preestablecido (García 1999; Garate 2007: 158).

Según Fiore (2007), en un nivel inter-sitio (el sitio en el paisaje), al elegir un determinado lugar para la manufactura de imágenes el artista renunciaría a la elección de otros lugares posibles, de modo

que el arte rupestre podría estar siendo utilizado como un instrumento para la creación de paisajes culturales y fronteras territoriales. En el ámbito de este nivel, cuestiones relacionadas con la acústica — potencialmente importante en la realización de actividades ceremoniales individuales o colectivas — también podrían haber influido en la selección de ciertos lugares (Reznikoff y Dauvois 1988; Díaz-Andreu y Mattioli 2019).

Por otro lado, en un nivel intra-sitio (panel), la relación entre los motivos rupestres y determinadas características de los soportes (agujeros, fracturas, relieves, áreas oscuras, áreas con buena iluminación, etc.) demuestra que la composición plástica y su contenido ideológico no fueron estructurados de manera aleatoria (Fiore 2007), siendo que, en algunos casos, las particularidades del soporte podrían incluso influenciar la decisión del artista en relación temática y la morfología de las imágenes representadas (Lewis-Williams y Clottes 1998; Garate 2007; Clottes y Lewis-Williams 2010; Robert 2017).

Como demuestran algunas evidencias arqueológicas, los soportes podrían también ser preparados para recibir las representaciones rupestres, operación concretizada a través de la adición de determinados materiales a la superficie rocosa (yeso, arcilla, capas de pintura, etc.) o de la alteración de su microtopografía mediante la realización de abrasión sobre el área a utilizar (Aschero 1988; García 1999; Fritz y Tosello 2015).

Así, la etapa de manufactura de las imágenes correspondería a la conjugación de soportes rocosos, instrumentos de aplicación de pintura (e instrumentos complementarios) y mezclas pictóricas, elementos que serían manipulados por medio de técnicas, gestos y conocimientos específicos para posibilitar la efectiva materialización de imágenes (Fiore 2007).

Ante la imposibilidad de observar a los artistas prehistóricos durante la realización de su trabajo, las particularidades técnicas de esta etapa pueden ser inferidas solamente de manera indirecta. De este modo, a través del análisis de las características tecno-morfológicas de los trazos elementales que dan forma a las figuras, y por medio del estudio de eventuales superposiciones establecidas entre ellos, es posible realizar una reconstrucción diacrónica del proceso de elaboración de las imágenes, el cual puede ser conocido de forma más profundizada mediante el uso de la arqueología experimental. Como destacan Fritz y Tosello (2007), estos análisis posibilitan una aproximación al comportamiento tecnológico de los artistas prehistóricos, proporcionando un mayor conocimiento acerca de los problemas técnicos que enfrentaron y de las soluciones que encontraron para superarlos. Ejemplos de la adopción de esta perspectiva para la comprensión del proceso gráfico son las investigaciones experimentales desarrolladas por Lorblanchet (1991) sobre el arte rupestre de Pech Merle (Francia), y los minuciosos trabajos de Apellániz (1991) y Apellániz y Amayra (2014), sobre la atribución de autoría a partir del estudio de la forma del dibujo figurativo paleolítico.

En el ámbito de esta etapa, y a pesar de los muchos indicios que apuntan a la existencia de un importante componente simbólico asociado a las diversas etapas del proceso tecnológico de producción del arte prehistórico, hay que tener en cuenta que cada grupo humano que se expresó a través de representaciones plásticas se encontraba inmerso en un medio social propio, siendo este último construido y orientado por un conjunto de normas culturales que seguramente reflejaron en su manera de producir y hacer uso del arte rupestre.

A partir del análisis de datos etnográficos y citando el ejemplo de grupos africanos actuales, Robert Layton considera que el arte rupestre no posee un lugar natural en las tradiciones culturales, de modo que «in some cases, it may be central to a people's religion, in others it may be mere doodling» (Layton 2001: 311). David Withley, por su parte, señala que el arte rupestre de los cazadores-recolectores históricamente conocidos de las regiones de California y Great Basin (Estados Unidos) fue realizado en el mar-

co de rituales chamánicos y ceremonias de iniciación, permeadas por el uso de sustancias alucinógenas, períodos de privación ritual y fuerte estrés. Conforme al autor, la relación establecida entre los chamanes y sus espíritus ayudantes sería tan intensa que incluso en los relatos etnográficos referentes a la manufactura de imágenes las acciones de ambos son muchas veces consideradas equivalentes (Whitley 1992, 2012). Frente a este panorama, y siendo conscientes de la escasez de los datos relacionados con el tema, los modelos explicativos generalistas sobre el contexto en que se realizaba la manufactura de imágenes por las sociedades prehistóricas deben ser evitados.

Dando continuidad al análisis del proceso tecnológico de producción de arte rupestre, la etapa de uso de las imágenes es posiblemente la más compleja. Esto se debe al hecho de que los vestigios de esta operación son prácticamente inexistentes en los contextos arqueológicos, lo que hace incluso su estudio indirecto una tarea de enorme dificultad y esencialmente teórica. Además, el uso del arte rupestre está directamente relacionado al concepto de funcionalidad atribuido a las representaciones por los artistas y por el grupo social responsables por la manufactura de las mismas, concepto este difícil de ser alcanzado cuando tratamos de sociedades prehistóricas (Layton 2001).

Como antes mencionado en relación a la etapa de manufactura de las imágenes, seguramente los grupos humanos dispersos alrededor del mundo hicieron uso de las representaciones rupestres en el ámbito de variados contextos culturales y motivados por distintas finalidades, de modo que, una vez más, la utilización de modelos generales no trae respuestas satisfactorias para las muchas preguntas existentes. Con esta perspectiva, evaluar los aspectos tecnológicos de esta etapa se muestra mucho más una tarea de abstracción que debe adaptarse a cada situación particular. Para ello, son valiosas para la formulación de hipótesis –no para la realización de analogías directas– las informaciones provenientes del estudio de sociedades tradicionales históricamente conocidas en las que el arte rupestre todavía desempeña un papel específico en la estructura social.

En un momento posterior del proceso tecnológico, los artistas prehistóricos podrían aún realizar una etapa de mantenimiento o reciclaje de las representaciones previamente realizadas. En casos de mantenimiento, este proceso estaría orientado por dos finalidades fundamentales: la recuperación de una imagen dañada o la reutilización de la imagen por un determinado grupo social. En ambas situaciones, la operación sería realizada —en la mayoría de los casos— mediante el uso de las mismas técnicas empleadas durante la manufactura de la imagen original (Fiore 2007). En ese sentido, el acto de repintar una imagen respetando sus características originales implicaría que, al menos en relación a su forma, tal motivo rupestre continuaría vigente a lo largo del tiempo, aunque su significado pueda haber sido alterado en el transcurso de las generaciones que compartieron aquel código visual (Aschero 1988). La importancia del proceso de mantenimiento de las pinturas puede ser corroborada con un ejemplo del área de Kimberley (Australia), donde Clarke (1978 citado por Mowaljarlai *et al.* 1988) identificó imágenes formadas por una película de pintura de 5 mm de espesor, correspondiente a más de cuarenta operaciones de repinte.

El reciclaje, por otro lado, implicaría la adición de nuevos elementos a la imagen (p.e. transformación de un bóvido en ciervo por medio de la representación de astas sobre los cuernos originales) o mediante la incorporación de la misma en un nuevo contexto, o sea, como parte de otro motivo o de una nueva composición gráfica. En este caso, la operación podría realizarse tanto con la misma técnica utilizada para la manufactura de la imagen original como mediante el uso de técnicas distintas (Aschero 1988; Fiore 2007).

La última etapa del proceso tecnológico de producción de arte rupestre correspondería al abandono o destrucción de las imágenes. Así, el abandono puede ser definido como el momento en que la sociedad autora de un conjunto de representaciones rupestres deja de hacer uso de las mismas. En ese contexto,



las imágenes perderían su papel en el medio social y el significado de las informaciones codificadas en su materialidad sería gradualmente olvidado. Los sitios rupestres dejarían de ser visitados o serían frecuentados con otras finalidades, de modo que la visualización de las imágenes no generaría, en un eventual observador, una sensación de vínculo cultural o reconocimiento.

La destrucción de las imágenes, a su vez, configuraría una forma de anulación intencional de las representaciones presentes en un panel rupestre (Aschero 1988). Esta operación podría ser realizada tanto por miembros de la sociedad autora de las imágenes como por artistas pertenecientes a una sociedad diferente. En el primer caso, la obliteración de ciertas figuras podría ocurrir como consecuencia de un proceso de reciclaje realizado sobre un panel (Bowdler 1988). En el segundo, la destrucción podría estar asociada a un deseo de imposición hegemónica de conceptos culturales e ideológicos en un determinado territorio a través del arte rupestre, proceso que podría tener su eficiencia amplificada mediante la destrucción de imágenes representativas de conceptos diferentes.

Frente a este conjunto de operaciones técnicas (eventualmente cargadas de significado), el proceso tecnológico de producción de arte rupestre puede ser sintetizado como un encadenamiento de etapas resultante de la interacción entre una serie de factores que actúan tanto en el ámbito intelectual como en el material (Garate 2007), proceso este que fue desarrollado por las poblaciones prehistóricas con el fin de expresar su mundo simbólico de forma visual.

## Una ingeniería inversa del arte rupestre a través de la experimentación

Según el filósofo de la ciencia Daniel Dennett, el concepto de ingeniería inversa corresponde a la interpretación de un artefacto ya existente mediante un análisis de las características del proyecto que orientó su creación (Dennett 1994: 683). De forma análoga, al estudiar un determinado conjunto de arte rupestre analizamos las características de imágenes ya existentes buscando identificar las particularidades de los procesos técnicos desarrollados para posibilitar su materialización.

Desde este punto de vista, la vía de investigación experimental — asociada al estudio exhaustivo de los contextos arqueológico, geológico y paleoambiental de un determinado conjunto de sitios rupestres — se muestra como un paso necesario y obligatorio para la contrastación de hipótesis respecto a los procesos tecnológicos que permean la creación del arte prehistórico, minimizando la ocurrencia de aproximaciones reduccionistas basadas en subjetivismos e interpretaciones gratuitas sin cualquier base de sustentación empírica (Aschero 1988; Alvarez y Fiore 1995; Alvarez *et al.* 2001; Sanchidrián 2001).

En ese sentido, la arqueología experimental debe ser entendida como una metodología que permite verificar — a través del análisis de procesos técnicos desarrollados de manera rigurosa y controlada en el tiempo presente — la validez de formulaciones hipotéticas acerca de los vestigios arqueológicos y el modo de vida de las poblaciones prehistóricas (Ascher 1961; Coles 1979; Reynolds 1999; Schiffer *et al.* 1994; Alvarez y Fiore 1995; Baena 1997; Nami 1997-1998; Mathieu 2002; Domínguez-Rodrigo 2008; Morgado *et al.* 2011; Pelegrin 2011).

Bajo esta perspectiva, el desarrollo de un programa experimental orientado a la resolución de un problema establecido por el investigador debe buscar la constante contrastación entre los datos provenientes de los procesos técnicos actualísticos y aquellos evidenciados en el registro arqueológico, formando un ciclo de investigación, experimentación y contrastación (Alvarez y Fiore 1995; Miller 2007; Soressi y Geneste 2011; Cuartero *et al.* 2016). En las palabras de Ascher (1961: 812), el desafío se encuentra en transformar hipótesis en inferencias legítimas.

## La tecnología del arte rupestre Levantino: una aproximación experimental para el estudio de sus cadenas operativas

La aplicación de esta perspectiva teórico-metodológica en el estudio de las pinturas levantinas condujo al desarrollo de la tesis doctoral presentada por Santos da Rosa (2019). En el marco de este trabajo fue construida una investigación centrada en la caracterización del proceso tecnológico de producción del arte levantino del Maestrazgo y áreas limítrofes, buscando identificar los aspectos técnicos y económicos de las siguientes etapas de sus cadenas operativas:

- a) Obtención y transporte de materias primas.
- b) Manufactura y/o apropiación técnica de instrumentos de aplicación de pintura y de instrumentos complementarios.
- c) Manufactura y almacenamiento de pintura.
- d) Selección y posible preparación de los soportes rocosos.
- e) Manufactura de imágenes.
- f) Descarte, mantenimiento o reciclaje de instrumentos.
- g) Mantenimiento o reciclaje de imágenes.

Con la intención de compilar las principales propuestas referentes al proceso de producción de las pinturas levantinas, la investigación tuvo inicio con la revisión de más de 700 trabajos directa o indirectamente relacionadas con este ciclo artístico, publicados entre los años de 1908 y 2018.

A continuación, se realizó un examen de toda la documentación fotográfica y del material de archivo de los siguientes proyectos de investigación desarrollados en el área de estudio: «El arte rupestre del Parque Valltorta-Gassulla y zona norte de Castellón» (2008-Presente), dirigido por Guillermo Morote (Museo de La Valltorta) y Ramon Viñas (Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social - IPHES), e «Investigación cronoestratigráfica de los soportes y recubrimientos de las pinturas rupestres de la Sierra de la Pietat» (2008-2011), dirigido por Ramon Viñas.

Con base en las informaciones obtenidas en esta etapa de revisión documental, 9 sitios rupestres ubicados en el Maestrazgo castellonense y áreas limítrofes fueron tomados como referencia para el estudio de la tecnología levantina. Tal elección tuvo como criterio la incorporación de conjuntos de pinturas representativos de aquel arte rupestre en todos sus aspectos, de modo que analizando las figuras que forman los mismos es posible conocer los aspectos técnicos considerados como patrón del arte levantino.

Así, sobre la base de estos criterios, la investigación se concentró en los siguientes sitios: Cova Remígia y Cingle de la Mola Remígia (Ares del Maestre), Cova dels Cavalls, Cova de Ribassals o Civil y Abric del Mas d'en Josep (Tírig), Cova Centelles (Albocàsser), Cova dels Rossegadors o El Polvorín (La Pobla de Benifassà), Cova de la Saltadora (Coves de Vinromà) y Abric d'Ermites I (Ulldecona). A partir de esta selección, fueron observadas *in situ* las características técnicas de aproximadamente 1500 figuras, con especial atención en las características de los trazos que estructuran las imágenes y de las pinturas empleadas en la manufactura de las mismas. En el ámbito de este proceso fueron también analizados los contextos arqueológico, geológico y paleoambiental de la región.

A partir de la caracterización técnica de la muestra de estudio, se desarrolló un amplio programa de arqueología experimental destinado a la obtención de datos actualísticos contrastables con las evidencias arqueológicas. Considerando la gran complejidad de esta operación, el mencionado programa fue dividido en tres etapas, estructuradas de acuerdo con los siguientes objetivos específicos:

Etapa I: *a)* Comprender el comportamiento técnico de pigmentos y ligantes en recetas pictóricas de estructura simple y compleja; *b)* Determinar las recetas de pintura roja, negra y blanca más eficientes para la manufactura de representaciones rupestres técnicamente similares a las pinturas levantinas del área de estudio.

Etapa II: *a)* Comprender el comportamiento técnico de instrumentos de aplicación de pintura en la realización de trazos típicamente levantinos; *b)* determinar los instrumentos de aplicación de pintura más eficientes para la manufactura de representaciones rupestres técnicamente similares a las pinturas levantinas del área de estudio.

Etapa III: *a)* Comprender el proceso técnico de construcción de las figuras levantinas del área de estudio; *b)* Confirmar la eficiencia de las recetas pictóricas e instrumentos de aplicación de pintura seleccionados en las etapas I y II; *c)* Analizar los aspectos económicos inherentes al proceso de producción rupestre, como el rendimiento de las pinturas y la durabilidad de los instrumentos.

De este modo, en el marco de las actividades experimentales se probó la eficiencia de 112 recetas pictóricas basadas en el uso de pigmentos<sup>7</sup> y ligantes<sup>8</sup>, y de 63 instrumentos<sup>9</sup> de aplicación de pintura con distintas características estructurales y morfologías de zona activa. A continuación, utilizando las recetas e instrumentos clasificados como eficientes — después de una sólida contrastación con las pinturas arqueológicas — se realizaron réplicas experimentales en escala real de 14 de los motivos rupestres más representativos de la muestra de estudio desde el punto de vista técnico.

Los resultados generados por esta investigación — presentados en detalle en publicaciones que se encuentran en elaboración — exponen la alta complejidad de las cadenas operativas y del proceso tecnológico de producción desarrollado para materializar el arte levantino. En ese sentido, los datos demuestran que la creación de estas manifestaciones rupestres implica mucho más que conocimientos referentes a la composición gráfica de las imágenes en sí, ya que exige una profunda comprensión acerca del comportamiento de las materias primas, soportes, instrumentos y pinturas involucrados en las operaciones técnicas que llevaron a su producción.

## Consideraciones finales

A pesar de las muchas divergencias relativas a la filiación crono-cultural del arte levantino, una gran parte de los investigadores está de acuerdo en que este ciclo rupestre sería el reflejo de un substrato cultural común (Porcar *et al.* 1935; Obermaier 1938; Almagro 1965; Alonso y Grimal 1999; Domingo 2012; Viñas 2014). A este respecto, Hugo Obermaier señalaba que «la producción del arte levantino debe haber sido responsabilidad de individuos que dominaban con maestría una técnica transmitida durante muchas generaciones, siendo este ciclo artístico creado y mantenido sobre la base de una sólida tradición» (Obermaier 1938: 116).

En ese sentido, cabe recordar que las tecnologías están íntimamente vinculadas al contexto social, siendo que su consolidación depende directamente de la relación entre individuos y sociedad (Leroi-Gourhan 1964; d'Errico 1992; Lemonnier 1992; Schlanger 1994; Dobres 2000; Lewis-Williams 1994, 2005). Además, según Ingold (1993: 285):

7. Hematita, carbón vegetal, carbón mineral, pirolusita y barita.
8. Agua, saliva, leche, sangre, grasa, clara de huevo, yema de huevo, huevo entero, miel, látex y resina.
9. Manufacturados con plumas de tres especies de aves, pelos de siete especies de mamíferos y fragmentos de plantas. Además, los dedos del experimentador también fueron utilizados como instrumentos para pintar.

[...] is the acquisition of technique part and parcel of the acquisition of personhood in the process of socialization. Learning technique is like learning your country or your kinship system: it both enables you to navigate effectively in a world of human and non-human others and makes you the person you are. Thus techniques are not merely ways of doing things, indifferent to the personhood of their operators; rather they are active ingredients of personal and social identity. [...] leaning to do things in a certain way is also a matter of learning to do them differently from other people. Technical proficiency, then, is an aspect of social placement of belonging.

El análisis de las características técnicas de las pinturas levantinas del área de estudio y los resultados de la investigación experimental indican que el arte rupestre del Maestrazgo y áreas limítrofes fue realizado de acuerdo con un proceso tecnológico considerablemente homogéneo. Bajo esta perspectiva, juntamente con las normas relacionadas a la temática y la forma general de las figuras, se puede considerar que los pintores prehistóricos compartieron socialmente un conjunto de elecciones técnicas y cadenas operativas relacionadas con un modo eficiente de materializar las imágenes de su mundo simbólico (López-Montalvo 2008; Gavira *et al.* 2008; Ruiz 2012; López-Montalvo *et al.* 2017).

Así, como destacan Fritz y Tosello (2007), aunque no hay manera de traer a los artistas del pasado de vuelta a la vida, a través de la reconstrucción y la caracterización de su tecnología es posible ampliar de manera significativa y coherente el nivel de conocimiento sobre sus culturas, sociedades y formas de creación del arte.

## Agradecimientos

Al Dr. Ramon Viñas y a la Dra. Danae Fiore por todo el apoyo en el desarrollo de la investigación aquí descrita y por sus valiosos comentarios sobre el presente texto.

## Referencias Bibliográficas

- ALONSO, Anna; GRIMAL, Alexandre (1999). El arte levantino: una manifestación pictórica del epipaleolítico peninsular, en: José Aparicio Pérez (ed.). *Cronología del Arte Rupestre Levantino*, Valencia: Real Academia de Cultura Valenciana, pp. 43-76.
- ALVAREZ, Myrian; FIORE, Danae (1995). Recreando imágenes: diseño de experimentación acerca de las técnicas y los artefactos para realizar grabados rupestres, *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latino Americano* 16, pp. 215-240.
- ÁLVAREZ, Myrian; FIORE, Danae; FAVRET, Eduardo; CASTILLO GUERRA, Ramon (2001). The use of lithic artifacts for making rock art petroglyphs: observation and analysis of use-wear trace through optical microscopy and SEM, *Journal of Archaeological Science* 28, pp. 457-464.
- ApELLÁNIZ, Juan María (1991). *Modelo de análisis de la autoría en el arte figurativo del Paleolítico*, Bilbao: Universidad de Deusto, 1991, 189 p.
- ApELLÁNIZ, Juan María; AMAYRA, Imanol. *La atribución de la autoría de las figuraciones paleolíticas: avances metodológicos desde la Prehistoria y la Psicología cognitiva*. Bilbao: Universidad de Deusto, 2014, 376 p.
- ASCHER, Robert (1961). Experimental Archaeology, *American Anthropologist* 63. Vol. 4, pp. 793-816.
- ASCHERO, Carlos (1988). Pinturas rupestres, actividades y recursos naturales; un encuadre arqueológico, En: H. Yacobaccio (ed.), *Arqueología Contemporánea Argentina*, Buenos Aires: Búsqueda, pp. 109-142.
- AUDOUZE, Françoise; KARLIN, Claudine (2017). Le chaîne opératoire a 70 ans: qu'en ont fait les préhistoriens français, *Journal of Lithic Studies* 2. Vol. 4, pp. 1-69.

- BAENA, Javier (1997). Arqueología Experimental. Algo más que un juego, *Boletín de Arqueología Experimental* 1, pp. 3-5.
- BALBÍN-BEHRMANN, Rodrigo; GONZÁLEZ, José Alcolea (2009). Les colorants de l'art paléolithique dans les grottes et en plein air, *L'Anthropologie* 113, pp. 559-601.
- BEAUNE, Sophie (1987). Paleolithic lamps and their specialization: a hypothesis, *Current Anthropology* 28. Vol. 4, pp. 569-577.
- BLEED, Peter (2001). Trees or chains, links or branches: conceptual alternatives for consideration of stone tool production and other sequential activities, *Journal of Archaeological Method and Theory* 8, pp. 101-127.
- BOSCHÍN, María Teresa; SELDES, Alicia Marta; MAIER, Marta; CASAMIQUELA, Rodolfo; LEDESMA, Rossana; ABAD, Gonzalo (2002). Análisis de fracciones inorgánica y orgánica de pinturas rupestres y pastas de sitios arqueológicos de la Patagonia septentrional argentina, *Zephyrus* 55, pp. 183-198.
- BOWDLER, Sandra (1988). Repainting Australian rock art, *Antiquity* 62, pp. 517-523.
- BROOK, George; FRANCO, Nora; CHERKINSKY, Alexander; ACEVEDO, Agustín; FIORE, Danae; POPE, Timothy; WEIMAR III, Richard; NEHER, Gregory; EVANS, Hayden; SALGUERO, Tina (2018). Pigments, binders, and ages of rock art at Viuda Quenzana, Santa Cruz, Patagonia (Argentina), *Journal of Archaeological Science: Reports* 21, pp. 47-63.
- CHALMIN, Emilie; HUNTLEY, Jillian (2019). Characterizing rock art pigments, en: Bruno David; Ian McNiven (ed.), *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Rock Art*, Oxford: Oxford University Press, pp. 885-910.
- CHALMIN, Emilie; MENU, Michel; VIGNAUD, Colette (2003). Analysis of rock art painting and technology of Paleolithic painters, *Measurement Science and Technology* 14, pp. 1590-1597.
- CHALMIN, Emilie; VIGNAUD, Colette; MENU, Michel (2004). Paleolithic painting matter: natural or heat-treated pigment? *Applied Physics A: Material Science & Processing* 79. Vol. 2, pp. 187-191.
- CLOTTE, Jean; LEWIS-WILLIAMS, David (2010). *Los chamanes de la prehistoria*, Barcelona: Ariel, 200 p.
- CLOTTE, Jean; MENU, Michel; WALTER, Philippe (1990). La préparation des peintures magdaléniennes des cavernes ariégeoises, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 87, pp. 170-192.
- COLE, Noelene; WATCHMAN, Alan (1992). Painting with plantas: investigating fibres in aboriginal rock paintings at Laura, North Queensland, *Rock Art Research* 9. Vol. 1, pp. 27-36.
- COLES, John (1979). *Experimental Archaeology*, London: Academic Press, 288 p.
- CUARTERO, Felipe; ALCARAZ-CASTAÑO, Manuel; BAENA, Javier (2016). De la variable al dato empírico: cuatro casos de control de variables en experimentos de tecnología lítica, *Boletín de Arqueología Experimental* 11, pp. 183-203.
- CUENCA-SOLANA, David; GUTIÉRREZ-ZUGASTI, Igor; RUIZ-REDONDO, Aitor; GONZÁLEZ-MORALES, Manuel; SETIÉN, Jesús; RUIZ-MARTÍNEZ, Estela; PALACIO-PÉREZ, Eduardo; DE LAS HERAS, Carmen; PRADA-FREIXEDO, Alfredo; LASHERAS, Jose (2016). Painting Altamira Cave? Shell tools for ochre-processing in the Upper Palaeolithic in northern Iberia, *Journal of Archaeological Science* 74, pp. 135-151.
- DELLUC, Brigitte; DELLUC, Gilles (1979). Leclairage, en: Arlette Leroi-Gourhan; Jacques Allain (ed.), *Lascaux Inconnu*, Paris: CNRS, pp. 121-142.
- DENNETT, Daniel (1994). Cognitive science as reverse engineering. Several meanings of "top-down" and "bottom-up", *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics* 134, pp. 679-689.
- D'ERRICO, Francesco (1992). Technology, motion, and the meaning of epipaleolithic art, *Current Anthropology* 33, Vol. 1, pp. 94-109.
- DÍAZ-ANDREU, Margarita; MATIOLLI, Tommaso (2019). Rock Art, Music and Acoustics: a global overview, en: Bruno David, Ian McNiven (ed.). *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Rock Art*. Oxford: Oxford University Press, pp. 503-528.
- DOBRES, Marcia-Anne (1999). Technology's links and chains: the procesual unfolding of technique and technician, en: Marcia-Anne Dobres; Christopher Hoffman (ed.), *The social dynamics of technology: practice, politics, and world views*, USA: Smithsonian Institution, pp. 124-146.
- DOBRES, Marcia-Anne (2000). *Technology and Social Agency: outlining a practice framework for archaeology*, Oxford: Blackwell Publishers, 316 p.

- DOBRES, Marcia-Anne (2010). Archaeologies of technology, *Cambridge Journal of Economics* 34, pp. 103-114.
- DOBRES, Marcia-Anne; HOFFMAN, Christopher (1994). Social agency and the dynamics of prehistoric technology, *Journal of Archaeological Method and Theory* 1, pp. 211-258.
- DOMINGO, Inés (2012). Figura humana, técnicas y territorios: hacia una redefinición técnica del arte rupestre levantino, en: José Julio Arranz; Hipólito Collado; George Nash (ed.), *La cuestión levantina*, Budapest – Cáceres: Archaeolingua, pp. 117-144.
- DOMÍNGUEZ-RODRIGO, Manuel (2008). Conceptual premises in experimental design and their bearing on the use of analogy: an example from experiments on cut marks, *World Archaeology* 40. Vol. 1, pp. 67-82.
- EDMONDS, Mark (1990). Description, understanding, and the Chaîne Opératoire, *Archaeological Review from Cambridge* 9, Vol. 1, pp. 55-70.
- FIGLIARETTA, Danae (1996). El arte rupestre como producto complejo de procesos ideológicos y económicos: una propuesta de análisis, *Espacio, Tiempo y Forma* 9, pp. 239-259.
- FIGLIARETTA, Danae (2007). The economic side of rock art: concepts on the production of visual images, *Rock Art Research* 2, pp. 149-160.
- FIGLIARETTA, Danae (2009). La materialidad del arte. Modelos económicos, tecnológicos y cognitivo-visuales, en: Ramiro Barberena; Karen Borrazzo; Luis Alberto Borrero (ed.), *Perspectivas actuales en arqueología argentina*, Buenos Aires: IMHICIHU, pp. 123-154.
- FIGLIARETTA, Danae (2018). The materiality of rock art. Image-making technology and economy viewed from Patagonia, en: Andrés Troncoso; Felipe Armstrong; George Nash (ed.), *Archaeologies of Rock Art. South American Perspectives*, Londres: Routledge, pp. 23-57.
- FONSECA, Emílio (2005). *Mãos para o pensamento. A variabilidade tecnológica de indústrias líticas de caçadores-coletores holocénicos a partir de um estudo de caso: as camadas VIII e VII da Lapa do Boquete (Minas Gerais, Brasil - 12.000/10.500)* [Tesis Doctoral], Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- FRITZ, Carole; TOSELLO, Gilles (2007). The hidden meaning of forms: methods of recording paleolithic parietal art, *Journal of Archaeological Method and Theory* 14. Vol. 1, pp. 48-80.
- FRITZ, Carole; TOSELLO, Gilles (2015). Du geste au mythe: technique des artistes sur les parois de la grotte Chauvet-Pont d'Arc, en: R. White; R. Bourrillon (ed.), *Aurignacian Genius: art, technologie et société des premiers hommes modernes en Europe*, New York: New York University, pp. 287-321.
- GARATE, Diego (2007). El proceso gráfico de la pintura punteada cantábrica: hacia la identificación de una cadena operativa artística, *Munibe* 58, pp. 155-176.
- GARCÍA, Marcos (1999). Proceso gráfico e implicaciones técnicas de la pintura en el arte paleolítico, *Arkeos* 6, pp. 13-48.
- GAVIRA, José Maria; HERNANZ, Antonio; RUIZ, Juan (2008). Técnica y tecnología del arte rupestre em el arco mediterráneo, *Memoria* 10, pp. 51-54.
- GONZÁLEZ RUIBAL, Alfredo (2003). La experiencia del otro: una introducción a la etnoarqueología, Madrid: Akal, 192 p.
- GOSSELAIN, Olivier (2011). Technology, en: Timothy Insoll (ed.), *The Oxford Handbook of the Archaeology of Ritual and Religion*, Oxford: Oxford University Press, pp. 243-260.
- INGOLD, Tim (1993). Tools and Hunter-Gatherers, en: Arlette Berthelet; Jean Chavaillon (ed.), *The use of tools by human and non-human primates*, Oxford: Oxford Science Publications, pp. 281-292.
- INIZAN, Marie-Louise; REDURON-BALLINGER, Michèle; ROCHE, Hélène; TIXIER, Jacques (1999). *Technology and Terminology of Knapped Stone*, Nanterre: CREP, 189 p.
- KARLIN, Claudine; JULIEN, Michèle (1994). Prehistoric technology: a cognitive science? en: Colin Renfrew; Ezra Zubrow (ed.), *The ancient mind: elements of cognitive archaeology*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 152-164.
- LAYTON, Robert (2001). Ethnographic study and symbolic analysis, en: David Whitley (ed.), *Handbook of Rock Art Research*, Walnut Creek: Altamira Press, pp. 311-331.
- LEMONNIER, Pierre (1992). *Elements for an Anthropology of Technology*, Ann Arbor: University of Michigan, 129 p.
- LEROI-GOURHAN, André (1964). *Le geste et la parole I : technique et langage*, Paris: Albin Michel, 323 p.

- LEREOI-GOURHAN, Arlette (1982). The archaeology of Lascaux Cave, *Scientific American* 246. Vol. 6, pp. 104-113.
- LEROI-GOURHAN, Arlette; ALLAIN, Jacques (1979). *Lascaux inconnu*, Paris: CNRS, 381 p.
- LEWIS-WILLIAMS, David (1994). Rock art and ritual: southern Africa and beyond, *Complutum* 5, pp. 277-289.
- LEWIS-WILLIAMS, David (2005). *La mente en la caverna*, Madrid: Akal, 336 p.
- LEWIS-WILLIAMS, David; CLOTTES, Jean (1998). The mind in the cave – the cave in the mind: altered consciousness in the Upper Paleolithic, *Anthropology of Consciousness* 9. Vol. 1, pp. 13-21.
- LÓPEZ-MONTALVO, Esther; ROLDÁN, Clodoaldo; BADAL, Ernestina; MURCIA-MASCARÓS, Sonia; VILLAVERDE, Valentín (2017). Identification of plant cells in black pigments of prehistoric Spanish Levantine rock art by means of a multi-analytical approach. A new method for social identity materialization using chaîne opératoire, *Plos One* 12, Vol. 2, pp. 1-27.
- LORBLANCHET, Michel (1991). Spitting images: replicating the spotted horses of Pech Merle, *Archaeology* 44. Vol. 6, pp. 24-31.
- MATHIEU, James (2002). *Experimental Archaeology: replicating past objects, behaviors, and processes*, Oxford: British Archaeological Reports, 158 p.
- MELLO, Adilson; SILVA, Railda; FOGAÇA, Emilio (2007). *Sonhos em pedra: um estudo das operatorias do Xingó*, Aracajú: Museu de Arqueologia de Xingó, 133 p.
- MÉNDEZ, César (2008). Cadenas operativas en la manufactura de arte rupestre: un estudio de caso en El Mauro, valle cordillerano del Norte Semiárido de Chile, *Intersecciones en Antropología* 9, pp. 145-155.
- MILLER, Heather Margaret-Louise (2007). *Archaeological approaches to technology*, New York: Academic Press/Elsevier, 298 p.
- MORGADO, Antonio; BAENA, Javier (2011). Experimentación, Arqueología Experimental y experiencia del pasado en la Arqueología actual, en: Antonio Morgado; Javier Baena; David García (ed.), *La investigación experimental aplicada a la arqueología*, Granada: Universidad de Granada, pp. 21-28.
- MORWOOD, Michael (2002). *Vision from the past: the archaeology of Australian aboriginal art*, Crows Nest: Allen & Unwin, 347 p.
- MOWALJARLAI, David; VINNICOMBE, Patricia; WARD, Graeme; CHIPPIINDALE, Christopher (1988). Repainting of images on rock in Australia and the maintenance of Aboriginal culture, *Antiquity* 62, pp. 690-696.
- NAMI, Hugo (1997-1998). Arqueología Experimental, talla de la piedra contemporánea, arte moderno y técnicas tradicionales: observaciones actualísticas para discutir estilo en tecnología lítica, *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, pp. 363-388.
- OBERMAIER, Hugo (1938). Probleme der Palaolithischen Maleri Ostspaniens, *Quartar*, pp. 111-119.
- PELEGRIN, Jacques (1990). Prehistoric lithic technology: some aspects of research, *Archaeological Review from Cambridge*. Vol.9, pp. 116-125.
- PELEGRIN, Jacques (2011). Las experimentaciones aplicadas a la tecnología lítica, en: Antonio Morgado; Javier Baena; David García (ed.), *La investigación experimental aplicada a la arqueología*, Granada: Universidad de Granada, pp. 31-36.
- PELEGRIN, Jacques; KARLIN, Claudine; BODU, Pigeot (1988). Chaîne Opératoires: un outil pour le préhistorien, *Technologie Préhistorique* 25, pp. 55-62.
- PÉREZ-SEOANE, Matilde (1988). *Análisis artístico de las pinturas rupestres del gran techo de la Cueva de Altamira: materiales y técnicas: comparación con otras muestras de arte rupestre* [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- PERLÈS, Catherine (1992). In search of lithic strategies: a cognitive approach to prehistoric stone assemblages, en: Jean-Claude Gardin; Christopher Peebles (ed.), *Representations in Archaeology*, Indianapolis: Indiana University Press; pp. 223-247.
- PORCAR, Joan Baptista; OBERMAIER, Hugo; BREUIL, Henri (1935). *Excavaciones en la Cueva Remigia (Castellón)*, Madrid: Junta Superior de Excavaciones, 144 p.
- REYNOLDS, Peter (1999). The nature of experiment in archaeology, en: J. Coles; A. Harding (ed.), *Experiment and design: archaeological studies in honor of John Coles*. Oxford: Oxbow Books, pp. 156-162.
- REZNIKOFF, Iégor; DAUVOIS, Michel (1988). La dimension sonore dès grottes ornées, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 85. Vol. 8, pp. 238-246.

- ROBERT, Eric. The role of the cave in the expression of prehistoric societies. *Quaternary International*. 2017;432:59-65.
- ROLDÁN, Clodoaldo; MURCIA-MASCARÓS, Sonia; LÓPEZ-MONTALVO, Esther; VILANOVA, Cristina; PORCAR, Manuel (2018). Proteomic and metagenomic insights into prehistoric Spanish Levantine Rock Art, *Scientific Reports* 8, pp. 1-10.
- RUIZ, Juan (2012). Del macro-estilo al micro-estilo. Análisis de la técnica del arte levantino como factor discriminante estilístico, en: José Julio Arranz; Hipólito Collado; George Nash (ed.). *La cuestión levantina*, Budapest – Cáceres: Archaeolingua, pp. 323-344.
- SALOMON, Hélène; VIGNAUD, Colette; LAHLIL, Sophia; MENGUY, Nicolas (2015). Solutrean and Magdalenian ferruginous rocks heat-treatment: accidental and/or deliberate action? *Journal of Archaeological Science* 55, pp. 100-112.
- SANCHIDRIÁN, José Luis (2001). *Manual de Arte Prehistorico*, Barcelona: Ariel, 548 p.
- SANTOS DA ROSA, Neemias (2019). La tecnología del Arte Rupestre Levantino: una aproximación experimental para el estudio de sus cadenas operativas [Tesis doctoral]. Tarragona: Universitat Rovira i Virgili.
- SCHIFFER, Michael (1976). *Behavioral Archaeology*, New York: Academic Press; 222 p.
- SCHIFFER, Michael; SKIBO, James; BOELKE, Tamara; NEUPERT, Mark; ARONSON, Meredith (1994). New perspectives on Experimental Archaeology: surface treatments and thermal response of the clay cooking pot, *American Antiquity*, pp. 197-217.
- SCHLANGER, Nathan (1994). Mindful technology: unleashing the Chaîne Opératoire for an archaeology of mind, en: Colin Renfrew; Ezra Zubrow (ed.), *The ancient mind: elements of cognitive archaeology*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 143-151.
- SELLET, Frédéric. Chaîne Opératoire: the concept and its applications. *Lithic Technology*. 1993;18:106-112.
- SEPÚLVEDA, Marcela (2016). Methodological approach to the materiality of rock paintings based on their physicochemical characterisation. Proposal and reflections from their study in Chile, en: Robert Bednarik; Danae Fiore; Mara Basile; Giriraj Kumar; Tang Huisheng (ed.), *Paleoart and Materiality: the scientific study of rock art*, Oxford: Archaeopress, pp. 59-71.
- SORESSI, Marie; GENESTE, Jean-Michel (2011). The history and efficacy of the Chaîne Opératoire approach to lithic analysis: studying techniques to reveal past societies in an evolutionary perspective, *PaleoAnthropology*, pp. 334-350.
- VIÑAS, Ramon (2014). Arte Rupestre Levantino: el testimonio gráfico de los últimos cazadores-recolectores de Europa Occidental, en: Robert Sala; Eudald Carbonell; José Bermúdez; Juan Luis Arsuaga (ed.), *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el Estrecho de Gibraltar*. Burgos: Universidad de Burgos; Fundación Atapuerca; pp. 679-695.
- WHITLEY, David (1992). Shamanism and rock art in far western North America, *Cambridge Archaeological Journal* 2. Vol. 1, pp. 89-113.
- WHITLEY, David (2012). Rock Art, Religion, and Ritual, en: Timothy Insoll (ed.). *The Oxford Handbook of the Archaeology of Ritual and Religion*, Oxford: Oxford University Press, pp. 307-326.
- WILLIAMSON, Bonnie (2000). Direct testing of rock painting pigments for traces of haemoglobin at Rose Cottage Cave, South Africa, *Journal of Archaeological Science* 27, pp. 755-762.
- WYNN, Thomas; COOLIDGE, Frederick (2014). Technical cognition, working memory and creativity, *Pragmatic & Cognition* 22, Vol. 1, pp. 45-63.