



Universitat Rovira i Virgili
Departament d'Història i Història de l'Art
Màster en Arqueologia del Quaternari i Evolució Humana



Erasmus Mundus



**International Master in
QUATERNARY AND PREHISTORY**

Tesis de Master:

**Análisis Morfo-Tecnológico y estudio
Experimental-Traceológico sobre la industria ósea
magdalenienne de la cuenca del Mediterráneo Occidental:
El caso del Molí del Salt (Conca de Barberá, Spain) .**

Miguel Subires Mérida

**Directores:
Manuel Vaquero Rodriguez
Deborah Barsky
Èva David**

Curso académico 2023/2025



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	7
PRESENTACIÓN.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Contexto climático: Tardiglacial y Dryas Reciente	13
1.2. Contexto Crono-cultural.....	16
1.2.1. El Magdalenense	16
1.2.2. Cazadores-Recolectores	22
1.2.3. Estrategias de Supervivencia en la transición Pleistoceno-Holoceno.....	27
1.3. Industria Ósea.....	36
1.3.1. Conceptos base para el análisis de la industria ósea:	45
Schème, schéma et chaîne opératoire.....	45
1.3.2. Tecnología Ósea	49
1.4. Análisis de estudio	71
1.4.1. Análisis Morfo-tecnológico	71
1.4.2. Análisis Traceológico.....	75
1.4.3. Análisis Experimental y Arqueología Experimental.....	80
1.4.4. Arqueología experimental y traceología aplicada a la Industria ósea	85
1.4.5. Análisis Tafonómico: Tafonomía	89
1.5. El yacimiento arqueológico del Molí del Salt.....	94
2. OBJETIVOS.....	109
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	111
3.1. Materiales.....	112
3.1.1. Conjunto de restos arqueológicos.....	112
3.1.2. Conjunto experimental	117
3.2. Metodología.....	119
3.2.1. Estado de la cuestión: Formación Bibliográfica-Referencial	120

3.2.2. Estado de la cuestión: Formación Práctica-Visual.....	122
3.2.3. Análisis y estudio de la industria ósea del Molí del Salt (Grupo A).....	125
3.2.4. Análisis y estudio de la colección faunística del Molí del Salt (Grupo B).....	132
3.2.5. Planning y desarrollo del proyecto experimental (MECIO)	134
3.2.6. Análisis y estudio de los materiales obtenidos tras la experimentación (Grupo C) .	148
3.2.7. Comparación de los estudios morfo-tecnológicos y traceológicos de los tres conjuntos estudiados	149
3.2.8. Interpretación de los datos obtenidos y puesta en valor de los resultados a modo de interpretaciones.....	152
4. RESULTADOS	155
4.1. Catalogación morfológica.....	164
4.1.1. Elementos Apuntados	165
4.1.2. Elementos Biselados o Agudizados	166
4.1.3. Elementos Alargados.....	168
4.2. Estudio Experimental	172
4.3. Análisis Traceológico	174
4.4. Análisis Tecnológico.....	178
4.5. Posibles interpretaciones.....	182
5.DISCUSIÓN	185
5.1. La Industria ósea del Molí del Salt	185
5.2. El estudio y análisis de la Industria ósea.....	189
5.3. Contextualización del Magdalenense en el Mediterráneo Occidental	190
6. PERSPECTIVAS DE FUTURO	192
7. CONCLUSIÓN	194
8. BIBLIOGRAFÍA.....	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Mapa tiempo geológico: Glaciares e Interglaciares	13
Fig. 2: Paleoambiente en Europa durante el UMG	14
Fig. 3: Tendencia ecológica y Evolución climática	16
Fig. 4: Etapas del Magdaleniense de Breuil.....	18
Fig. 5: Yacimientos magdalenienses en Europa	20
Fig. 6: Yacimientos magdalenienses en Cataluña	22
Fig. 7: Distribución de grupos a lo largo del Magdaleniense	31
Fig. 8: Rol del animal: alimento y artefacto.....	41
Fig. 9: Patrón de estudio de la Industria Ósea.....	44
Fig. 10: Resumen esquemático de la chaîne opératoire	47
Fig. 11: Etapas de la metodología y enfoques del análisis de la industria ósea.....	51
Fig. 12: : Frecuencia de animales en la industria ósea del Mesolítico Temprano	54
Fig. 13: 7 técnicas principales del Mesolítico.....	64
Fig. 14: 21 técnicas para la industria ósea	69
Fig. 15: Ejemplo de análisis experimental y traceológico	88
Fig. 16: Modelo de modificación paleobiología y destrucción selectiva	91
Fig. 17: Etapas de formación de un fósil	94
Fig. 18: Situación geográfica del Molí y secuencia estratigráfica	96
Fig. 19: Fotografías de las primeras campañas arqueológicas del Molí del Salt	97
Fig. 20: Secuencia estratigráfica junto a dataciones de los niveles del Molí del Salt.....	99
Fig. 21: Tabla del registro botánico del Molí del Salt	100
Fig. 22: Tabla del registro zoarqueológico del Molí del Salt.....	102
Fig. 23: Marcas de corte sobre huesos de conejo	104
Fig. 24: Cabañas grabadas sobre plaqueta de exquisito	104
Fig. 25: Mapa geológico con la localización de los principales afloramientos de sílex	105
Fig. 26: Distribución de las bases naturales del nivel Asup del Molí del Salt.....	107
Fig. 27: Clasificación tipológica de la industria lítica del Molí del Salt.....	107
Fig. 28: Piezas de macroutillaje del Molí del Salt	108
Fig. 29: Losa de esquisto con representaciones zoomorfas	109
Fig. 30: Tabla de restos materiales, nivel arqueológico y año de campaña.....	114
Fig. 31: Gráfico de proporción de materia prima en la industria ósea.....	114
Fig. 32: Tabla de la materia prima en relación al nivel arqueológico y la cantidad	115
Fig. 33: Tabla de variables del grupo de fauna del Molí del Salt	116
Fig. 34: Lámina del grupo externo a la industria ósea, de fauna del Molí del Salt.....	117
Fig. 35: Lámina de útiles óseos obtenidos tras un estudio experiemntal	119
Fig. 36: Lámina de fragmentos óseos sobrantes tras un estudio experimental	119
Fig. 37: Gráfico de la relación entre posición y carácter de marcas (Industria ósea)	131
Fig. 38: Gráfico de la relación entre posición y carácter de marcas (Fauna)	133
Fig. 39: Tabla de datos extraída tras estudio experimental (Materia prima y Artesano).....	138
Fig. 40: Tabla de datos extraída tras estudio experimental (Actividad y Técnica).....	139
Fig. 41: Cartel-Póster de la presentación del proyecto experimental MECIO	140
Fig. 42: Fase de aprovisionamiento de materias primas (MECIO).....	142
Fig. 43: Fase de talla de herramientas líticas (MECIO).....	143
Fig. 44: Fase de fractura de huesos (MECIO)	145
Fig. 45: Fase de manufactura ósea (MECIO)	146
Fig. 46: Fase de trato térmico (MECIO)	147
Fig. 47: Yacimientos de interés sobre mapa a relieve de la Cuenca del Mediterráneo.....	155
Fig. 48: Superficies alteradas de huesos de macrofauna del Molín del Salt.....	157
Fig. 49: Presencia de marcas longitudinales en la industria ósea del Molí del Salt.....	157

Fig. 50: Superficies a microscopio Hirox de huesos de macrofauna del Molín del Salt	158
Fig. 51: Fragmentos de industria ósea con marcas antrópicas	159
Fig. 52: Estudio de la superficie de la industria ósea del Molí del Salt	161
Fig. 53: Trazas antrópicas superficiales en fragmentos de industria ósea del Molí del Salt .	162
Fig. 54: Estudio de alteración superficial de fragmentos óseos del Molí del Salt	164
Fig. 55: Lámina de elementos Apuntados.....	166
Fig. 56: Lámina de elementos Biselados y/o Agudizados	167
Fig. 57: Lámina de Varillas Plano-Convexas	169
Fig. 58: Lámina de Varillas Prismáticas	170
Fig. 59: Lámina de Tubos	171
Fig. 60: Estudio de topografía microscópica de superficies óseas.....	173
Fig. 61: Análisis traceológico de punta del Molí del Salt.....	175
Fig. 62: Análisis traceológico de pigmentos sobre industria ósea del Molí del Salt	177
Fig. 63: Análisis tecnológico de industria ósea de la experimental (MECIO)	180
Fig. 64: Análisis tecnológico de industria ósea de la experimental (MECIO)	181
Fig. 65: Análisis tecnológico de industria ósea de la experimental (MECIO)	182
Fig. 66: Análisis tecnológico de industria ósea del Molí del Salt.....	183
Fig. 67: Interpretación funcional y tecnológica de la industria del Molí del Salt.....	184

AGRADECIMIENTOS

Mi madre, esa persona que sin su valor no hubiera venido al mundo. Sin quien hubiera hallase perdido, cada día y noche de mi vida su rumbo. Como quien cría un tesoro su niño, en paños de amor, trabajo y saber. Guerrera como ninguna, fuerza, perseverancia, brío. Me enseñaste a querer, a perdonar, a hacer todo de corazón. Fuiste quien siempre estuvo detrás de un teléfono para escuchar, la primera esperando mi regreso a casa. La primera en pelear, la primera en perdonar mis malos actos. Fuiste, eres y serás siempre la voz de mi cordura y residia de mi razón. De tu madre te viene el don, de ser algo igual que ella capaz de todo, a pesar del agobio o estrés no hay que separarse de con vosotras. Cachos de paciencia y mimo han llenado la vida de aquellos que os acompañamos en vida, con alguna voz de poder y mando. Pues ese carácter es el necesario para ser uno libre y no temer enfrentar a nada mi nadie. Algo que he aprendido de las dos. Coraje, corazón y perseverancia en todo aquello que la vida te traiga, sea malo o bueno, pues mañana es otro día que hay que vivir y hay quien no puedo hacerlo. Por ello estamos aquí para agradecer lo que tenemos y no lo que deseamos, ser felices con quien somos y no con quien quieren que seamos, ser uno con sus cualidades y virtudes al mantener el corazón calmado y la cabeza alta. Abuela, fuiste una segunda madre no, fuiste y eres la mejor abuela que un niño puede tener. Ese ángel de los caprichos que complace con lo prohibido por los padres. Ese núcleo puro de amor y ternura que consiente y adora. Esa manta que siempre está ahí cuando uno tiene frío. Ese plato de comida que nunca falta. Ese brillo del pulido de la perfección en todo aquello que se haga o desee. Esa garra que asusta al más grande. Pero dentro, esa nube llena de dulzura y mimo. Abuelo, es tu turno qué de que al menos dedique unas palabras al espejo de mi ser. A quien siempre he querido aprender y en quien me he inspirado para ser. El ejemplo de hombre correcto, trabajador, educado, sincero, transparente, cariñoso, niño, empático, noble, hornado, llano, correcto, leal..., quien ha tratado con sumo respeto a todos y no antepecho nunca su ego. Un modelo de persona, al que nunca vi tratar mal a nadie ni poner un dedo encima a nada. Son unas palabras directas y francas, daga más que suficiente para abatir cualquier enemigo. Solo presencia y aura rebosa en tu ser. De igual que mamá y abuela, un valiente sin miedo a nada. A vivir donde fuera, a trabajar en lo que sea, pero siempre de manera educada y correcta. Con el fin de que no faltase nunca pan en casa. Algo que aprendí y siempre me llevaré de tí, es que el dinero, los coches, las tierras, esos lujos mundanos, van y vienen. Y en ese camino ninguno acaba contigo el día de tu muerte. Sin embargo, el tiempo disfrutado, la sonrisa de un ser querido, la cerveza con su tapilla en el bar, un buen licor o vino, comida natural y casera, el tiempo con

familia y amigos, esos verdaderos placeres de la vida, que a veces muchos olvidan por nublarse su deseo en la avaricia y ostentación. Siempre seguiré esta lección de vida, pues humilde y correcto se disfruta de una vida verdadera en lo que la importancia lo toma aquello que viene del corazón. Papá, el otro hombre que ha modelado mi ser, que cada piedra que ha puesto en mi vida (literalmente) ha creado mi camino conforme ando. Quien me ha hecho ser lo excéntrico y único que soy. Atípico a la moda, a lo que los demás hacen. Haciendo lo que nos mueve y llena. Dando un paso a otros tiempos, a otras culturas. Abriendo mente y no juzgando. Siendo amigo del diablo y teniendo por bandera la libertad. El resto de la familia, mis tíos y tías, os agradezco hoy la paciencia de haberme criado, escuchado todas mis tonterías y soportado mis comportamientos. De haberme dejado siempre ser quien era, libre como el viento. Porque en muchas ocasiones no comprendemos lo que digo o hago, pero donde igualmente me habéis dejado actuar y ser yo. En especial quiero mencionar a mis 3 cabezones, Mario, Nicolás y Gonzalo. Habéis sido quienes sin quererlo o poder ni siquiera decidirlo habéis soportado mis charlas, comidas, experimentos e ideas locas desde pequeños. Quienes habéis creado en mi corazón un apartado de amor familiar que puedo llevar conmigo a donde vaya. Un orgullo de quien sois y seréis en el futuro. La familia que siempre tendré y que por nada cambiaría.

Quiero ahora hacer una mención especial a alguien que no es familia directa, pero ha sido una segunda madre para mí todos estos últimos años. Sin quien no estaría precisamente hoy presentado este trabajo ni mi vida hubiera tomado este rumbo. Nunca olvidaré esas palabras en un bar de Orce, una cálida noche de Julio que me llevaron a ser quien soy y a tener un objetivo y pasión en la vida. Quien vió en mí el deseo interior y vocación por este mundo. Quien fue maestra, tutora y consejera de todos mis pasos. Quien me enseñó a coger mi primera brocha, a interpretar mi primer estrato, a excavar mi primer fósil, a interpretar lo compleja que es la evolución humana y los misterios que entraña su saber. Quien ha creado a día de hoy un arqueólogo lleno de vocación, lleno de pasión por su trabajo. Un prisma en el que reflejarse, sin ápice de ego o maldad, una persona pura eres. Me hiciste familia y diste el valor. De creer en mí, de seguir adelante, de tomar mis propias decisiones, pero con la tranquilidad de tener un ángel de la guarda como consejera. Agradezco a la vida el haberte conocido y cada momento que ella me da junto a ti. Al igual que te agradezco a ti haberme hecho lugar en tu vida y familia. Tu bebé algún día crecerá y espero que tus ojos se llenen de orgullo por ver lo que este haga, guiado por tu enseñanza y ser

Amigos, aquellos que habéis creado conmigo y aquellos que os he encontrado durante mi camino fuera de casa. A todos y todas os agradezco el haber estado ahí, el haberme escuchado y aguantado mi verborrea. El aún así después de conocerme seguir a mi lado. Una amistad es una flor que se debe regar. Y en mi casa tengo un jardín precioso lleno de todos ustedes.

Queridos profesores, jefes y expertos. A todo aquel que su conocimiento y experiencia me ha transmitido. Hoy quiero también agradecer el haber compartido algo de tan sumo valor conmigo. El haberme hecho sentir menos ignorante y perdido. En un mundo donde falta gente como ustedes. Que reboten pasión en su trabajo, que de su trabajo hagan su vida y de su vida una obra de arte. En especial quiero agradecer a Manolo el haberme dado la oportunidad de trabajar con él, el privilegio de compartir sus días y conocimientos conmigo, de enseñarme lo que es la templanza y el saber. De igual modo a mi otra tutora y maestra, mi querida Eva, quien sin ella seguiría ciego por más que aumentase la graduación de los microscopios con los que trabajo. Quien me ha dado claridad y guiado en mi estudio y trabajo. Alguien que ha despertado una llama de pasión por la investigación y la industria osea en mi ser. Esos microscopios, tan tediosos y novedosos para un humilde chico de campo como yo. Los cuales no sabría utilizar ni poder disfrutar mientras trabajo con ellos sin la mano y guía de mi maestro Gorken. Ojalá todo el mundo tuviera tu esencia y dedicación en este mundo, gracias por tu conocimiento compartido y siempre una transmisión del mismo de manera sublime y familiar. Finalmente agradecer a mi amigo y guía Mario, quien quizá aún no ha sido profesor pero si mi maestro en mil materias. Sin ti todo me hubiera sido difícil amigo mío. Has sido el viento que ha permitido que la bandera de mi pensamiento ondease en libertad. Junto a ti dos partes más de la familia y división, mi hermana Coni y papá Marco, habéis hecho los 3 que Tarragona fuese hogar para mi. Que cuando en el calendario me tocaba subir o bajar a la ciudad, una ilusión de veros y compartir momentos, risas y vida, llenase mi alma.

PRESENTACIÓN

Este trabajo se enmarca en el proyecto "Evolució paleoambiental i poblament prehistòric a les conques dels rius Francolí, Gaià, Siurana i rieres del Camp de Tarragona", dirigido por el investigador principal Josep Maria Vergès Bosch con la ayuda de Josep Vallverdú Poch, investigadores del Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES). Es un trabajo de investigación interdisciplinario dentro de un marco general de investigación de un proyecto mayor, en el que se pretende esbozar cómo fue la evolución del entorno (medioambiente) del área de Tarragona, más concretamente las cuencas de los ríos Francolí, Gaià Siurana y los del Camp de Tarragona, junto con la de los grupos humanos que poblaron este espacio a lo largo de la prehistoria (poblamientos prehistóricos). El objetivo de este trabajo es aportar información al contexto general que ayude a comprender la transición del Pleistoceno al Holoceno y como eran los sistemas de asentamiento y supervivencia de los grupos humanos durante este período en esta determinada región. Para ello se ha tomado como yacimiento base de estudio y trabajo el yacimiento del Molí del Salt, el cual abarca una horquilla de tiempo que sitúa la ocupación de este durante los episodios finales del Paleolítico Superior y el comienzo del Mesolítico, quedando reflejada en la secuencia estratigráfica del mismo el periodo de abruptos cambios climáticos que tuvo lugar entre el Tardiglaciario y el Holoceno, expuesto su pico más brusco en el yacimiento con una caída de bloques (techo del abrigo rocoso) que sepultaron las ocupaciones paleolíticas, anteriores a la mesolíticas situadas sobre este derrumbe.

Con el fin de entender las estrategias de supervivencia, los patrones culturales y los sistemas económicos de los distintos grupos humanos que habitaron el Molí del Salt, este trabajo se ha enfocado en una de las diversas disciplinas o campos de estudio existentes dentro del grupo de trabajo e investigación del equipo y las distintas modalidades en el registro material. Más concretamente en la industria ósea y la asociación directa de esta a la industria y la tecnología. Con el objetivo de esbozar la cadena operativa de los elementos atribuidos a artefactos, fragmentos o herramientas sobre hueso, asta, cuerno, diente o concha, se pretende dar un paso en acercarse a entender la mente y comportamiento de los grupos humanos que las realizaron y con ello ver cómo se adaptaron y actuaron en relación al medio que los rodeaba y los cambios en las condiciones de este. Se pretende así en primer lugar un registro de los restos atribuidos a industria ósea y un primer examen tafonómico de los mismos para determinar las trazas o marcas antrópicas de manufactura o uso sobre estos y descartar la de otros agentes

como carnívoros, suelos o raíces; o dentro de la acción antrópica otras actividades relacionadas con el consumo de presas como la desarticulación o uso de estas con otro fin como la obtención de pieles mediante el despellejado. Más tarde se propone realizar un catálogo de referencia mediante estudios y análisis experimentales y traceológicos. Con el fin de aplicar posteriormente una comparación de lo expuesto en este con los restos arqueológicos recogidos en las más de 25 campañas de excavación arqueológica con las que cuenta el yacimiento, para poder crear una relación entre marcas y huellas con técnicas, método, función, uso y abandono. Así, se pretende entender en mejor medida la relación entre humano y entorno (medio ambiente), y como esta puede sufrir variaciones en medida de las condiciones climáticas o intereses culturales o económicos. Para ello usamos la industria ósea como puente entre humano y medio, el cual nos permite caminar sobre las diferentes actividades que tuvieron lugar en la vida de nuestros antepasados y las distintas técnicas y métodos empleados por los mismos para convertir de un abrigo rocoso un espacio de hábitat.

Del mismo modo se plantea la industria ósea como el vector entre hueso y piedra a modo de clave que puede servir para descifrar toda relación entre el humano, sus presas y los recursos naturales a los que este optaba en su entorno. Conocer la intención, naturaleza e idea detrás de la industria ósea puede acercarnos a entender el comportamiento y mente de los grupos prehistóricos. Pues la confección de una herramienta o artefacto en sí manufacturado sobre materias duras de origen animal como el hueso, el asta, el cuerno, el diente o la concha, es un proceso arduo y complejo que implica de un tiempo y energía invertido con el fin de obtener un propósito previo. Recientes estudios e investigaciones como las de David (2014, 2022) y Borao (2012, 2022) sobre la industria ósea avalan la idea del alto grado de complejidad y conocimiento requerido para elaborar una solo útil o herramienta. A la misma vez que la necesidad de acometer una práctica previa y desarrollar una habilidad en la o las técnicas empleadas y el método seleccionado. Remarcando la gran importancia del “saber hacer”, como esa capacidad de conocer en qué camino y bajo qué medio actuar en cada situación y paso del proceso a la vez de una soltura muscular y cognitiva en la acción, obtenida tras un estudio y práctica. Por tanto, si consideramos la ardua tarea de confeccionar un artefacto o una herramienta ósea, podemos entender cuán compleja es la industria ósea en sí y por ende estudiar e interpretar la misma en el presente. Sumado a ello debemos mencionar la problemática con los múltiples agentes tafonómicos que pueden actuar y modificar la matriz natural de las materias duras de origen animal. Ya que han podido ser numerosos y diversos los agentes que han actuado sobre este y le han brindado la forma que a día de hoy nos

encontramos. De esta manera se ha repetido y sigue siendo un acto común en los yacimientos arqueológicos el olvido de la industria ósea o la atribución de simples fragmentos de hueso, asta, cuerno, diente o concha (HACDC) como parte de una cadena operativa vinculada a la manufactura, uso o abandono de un útil óseo. Siendo normal toparse con un gran número de yacimientos centrados simplemente en clasificar como industria ósea aquellos elementos que pueden ser fácilmente identificables de manera morfo-tipológica. El grueso de esta investigación se centra en abordar esta problemática e intentar crear un catálogo referencial de trazas (huellas/marcas) que permitan relacionar la presencia de estas sobre un elemento óseo con una actividad antrópica relacionada a la industria ósea como pueda ser la manufactura del útil, el uso del mismo o el abandono tras su uso o rotura. Apoyado en la arqueología experimental se pretende así replicar las distintas técnicas y métodos, conocidos, relacionados a la manufactura de la industria ósea; implementando esto con futuras experimentaciones relacionadas con el uso de los útiles previamente elaborados. Siendo la idea general poder brindar un nuevo grano de ayuda a la determinación de fragmentos de HACDC en los yacimientos arqueológicos y evadir el olvido o descatalogación de muchas piezas relacionadas a la industria ósea que pueden a futuro ayudar a los investigadores a estudiar las cadenas operativas y estrategias de los grupos humanos. El periodo que se ha seleccionado para recrear dicho estudio es la transición del Pleistoceno al Holoceno o Paleolítico a Mesolítico, donde el grado de conocimiento y el desarrollo de técnicas y métodos empleados sobre la industria ósea estaban en apogeo y creaban un abanico de múltiples caminos.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto climático: Tardiglacial y Dryas Reciente

El cambio climático es un conjunto de fenómenos que afectan al planeta y cuyo origen y causas intentan ser comprendidos por la ciencia, dada su estrecha relación con la actividad humana y su creciente relevancia en la sociedad actual. Los científicos avalan nuestra acción directa en este fenómeno aumentando sus acciones o consecuencias, especialmente en los últimos 10.000 años BP con el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera (Alley et al., 2007). Previo al contexto actual, la Tierra atravesó importantes oscilaciones climáticas, destacando el Último Máximo Glacial, seguido por el Tardiglacial y el Younger Dryas. Eventos caracterizados por cambios abruptos del clima, identificados mediante estudios de depósitos glaciares y marinos, los cuales permiten reconstruir las fases glaciares y la dinámica del hielo (Delmas, 2015). Estos procesos están estrechamente relacionados con la variabilidad del hielo marino, el cual modula el flujo de calor oceánico y la circulación termohalina, afectando significativamente la estructura climática global (Loving & Vallis, 2005). Provocando transiciones entre períodos glaciares (fríos y secos) e interglaciares (cálidos y húmedos) (Pérez & Ramil, 1996). La transición entre dichos periodos sería origen de desastres naturales y extinciones masivas (Grayson & Cannon, 1999). Por tanto, podemos entender el cambio climático como el conjunto de fenómenos atmosféricos y oceanográficos que han transformado de forma profunda los ecosistemas y modos de vida en el planeta.

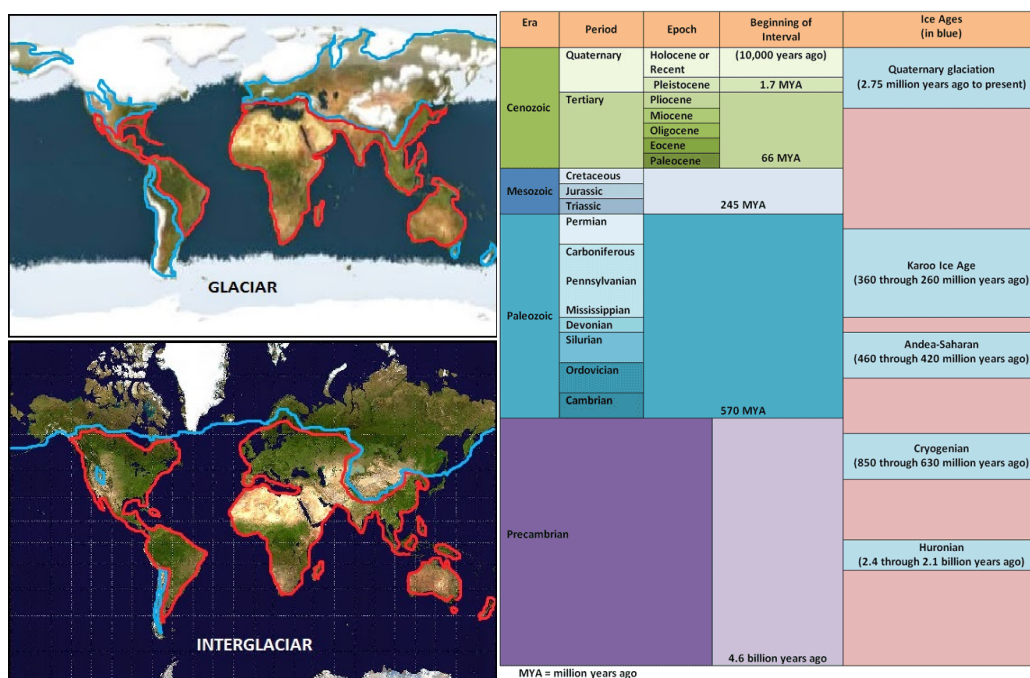


Fig. 1: La imagen de la izquierda corresponde a una visualización área de cómo se dispone las capas de hielo y zonas frías y secas (líneas azules) y cálidas y húmeda (líneas rojas) en los periodos glaciares y en diferencia durante los interglaciares. Imagen del artículo “Glaciares e Interglaciares y sus comportamientos sobre los ecosistemas”, escrito por el autor Miguel Llabata y publicado en *Tierra Sylvania* en 2015. A la derecha un cronograma donde se exponen los diferentes intervalos en relación a las edades de hielo de tiempo atribuidos a cada época, periodo y era. Lla secuencia de las diferentes edades de hielo expuestas sobre un mapa de tiempo geológico de la tierra. Esta imagen pertenece y ha sido obtenida del The Florida Center for Environmental Studies (CES) Climate Science Investigations of South Florida.

Precedente a las condiciones de climas templados o cálidos que facilitaron la adaptación y supervivencia de nuestra especie al entorno durante el Holoceno en adelante, el planeta vivió su última gran etapa/edad fría, el Último Máximo Glacial Se define como el momento de máxima extensión de las capas de hielo, donde estas alcanzaron su volumen máximo entre 26.5 ka y 19 ka (Clark et al., 2009). Durante este periodo grandes capas de hielo cubrían gran parte de Europa, Norteamérica y un continente de la Antártica con una mayor extensión. Lo cual generaba una carencia de agua líquida en los mares, que retrajo los niveles del mar 120-130 metros por debajo del que conocemos a día de hoy (Lambeck et al., 2002). El clima es una constante variable que no puede ser controlada, mutable por naturaleza y origen de cambios y catástrofes. Tal fue el caso durante el final del Paleolítico Superior, coetáneo con el final de la última glaciación y el comienzo Postglacial, también definido como Tardiglacial (Bølling-Allerød Interstadial) y Dryas Reciente (Younger Dryes) o en Prehistoria europea como el Magdalenense (Miller, 2012). Durante el cual (15.115 - 14.790 cal. BP a 12.945 - 12.610 cal. BP) se produce una alternancia de periodos cortos de clima frío y seco combinados con momentos donde predominan oscilaciones de climas más húmedos y temperaturas moderadas, las cuales finalmente alcanzan un estado de progresiva estabilización del clima al inicio del Holoceno (11.200 - 11.080 cal. BP), actual interglacial (Zapata et al., 2002; Pequeño, 2023). El Tardiglacial queda así marcado por una serie de oscilaciones climáticas, originadas por el avance y retroceso de los casquetes polares y los glaciares de montaña, como consecuencia de la deglaciación y en respuesta de la circulación oceánica termohalina (Broecker et al., 2010; Wunsch, 2002; Morales et al., 2012).



Fig. 2: Mapa que muestra las condiciones/paleoambiente de Europa durante el último máximo glacial. El mapeo se realizó con QGIS 2.12. Se utilizó GEBCO 2014 para el mapa base y un sombreado derivado para el relieve. Se eligió una coloración natural para las zonas climáticas de Koppen-Geiger, así como para los ríos y los lagos. Solo se representan las principales zonas climáticas de la clasificación de Koppen-Geiger (B, C, D, E), con una distinción adicional en los climas D entre verano caluroso (a), verano cálido (b) y verano frío (c), invierno muy frío (d). La imagen ha sido tomada del artículo: Becker, D., Verheul, J., Zickel, M. y Willmes, C. (2015). Paleoambiente del LGM en Europa: mapa. CRC806-Base de datos: Colonia, Alemania.

El clima es algo impredecible que actúa a libre albedrío, ocasionando episodios inesperados y contradictorios, caso de ello es el Dryas Reciente o Joven Dryas (YD ~ 12.900 - 11.500 BP.), el último episodio del Pleistoceno y precedente del cálido Holoceno. Un periodo de cambio global rápido y drástico, donde el calentamiento durante el período Bølling-Allerød se revirtió a partir de aproximadamente 12.900 cal BP, con condiciones más frías prevaleciendo durante el intervalo Dryas Reciente (YD) de 1.300 años (Pinter et al., 2011). Este es frecuentemente descrito como un retorno a las condiciones glaciares y el más severo y duradero de las interrupciones en el calentamiento del clima de la Tierra. Un fenómeno de enfriamiento que se manifiesta claramente en las latitudes septentrionales, relacionado en lugares como el Levante con el precedente u origen de la transición de cazadores-recolectores a agricultores y de la vida nómada a la sedentaria, una de las transformaciones más significativas de la historia de la humanidad. Se caracteriza por diversos cambios hidroclimáticos y un enfriamiento severo en las latitudes altas del norte que marcaron abruptamente la tendencia al calentamiento desde el último glacial hasta el presente interglacial (Cheng et al., 2020). El evento se describe como un período de rápido enfriamiento en el hemisferio norte, impulsado por reorganizaciones a gran escala de los patrones de circulación atmosférica y oceánica que comenzaron hace aproximadamente 12.900 años (Bakke et al., 2009). Para conocer las fechas que marcan este periodo, los investigadores realizan estudios de núcleos sedimentológicos del planeta, como glaciares o grandes cuencas lacustres a partir de núcleos de sedimentos obtenidos de los mares nórdicos y del lago Kråkenes. El estudio del equipo de Hai Cheng (2020), analiza los registros de datos de isótopos de oxígeno del espeleotema de las cuevas de Dodge Shennong, Kulishu, Rige en China; las cuevas de Mawmluh y Cherrapunji en el noreste de la India; Cueva de Tonnel'naya en Uzbekistán; Cueva de Jaraguá en Brasil; y la Cueva de Seso, en España. Estos estudios no solo nos han dado fechas, sino también conocimiento de cómo eran las condiciones atmosféricas en el planeta. Con ello podemos decir que entre el 12.900 y el 11.600 BP la Tierra sufrió un periodo de cambio climático extremo que revirtió drásticamente el curso del calentamiento global que puso fin a la última Edad de Hielo (Cheng et al., 2020). Este evento, tuvo un impacto directo en los sistemas y patrones de vida de nuestros antepasados. Quedando así tras este un horizonte de bienestar inexplorado para las especies animales y vegetales. El cambio a unas condiciones más cálidas-templadas y estables, permitió la expansión de especies que durante las fases frías sólo

crecían en nichos de refugio y brindó a las especies vegetales de nuevas propiedades específicas, relacionados con la calidad de la leña o la producción de su material comestible (frutos) (Allué et al., 2010). Por otro lado trajo consigo la conocida extinción de la megafauna (fauna > 100 kg) del Pleistoceno, donde especies como el tigre dientes de sable, el mamut o mastodontes (Wroe et al., 2004; Pinter et al., 2011; Stuart, 2015) desaparecieron de la faz de la tierra, quedando en el vago recuerdo del ser humano y a modo de acertijo para las futuras generaciones en las pinturas, en los grabados o en elementos y objetos tallados y/o decorados.

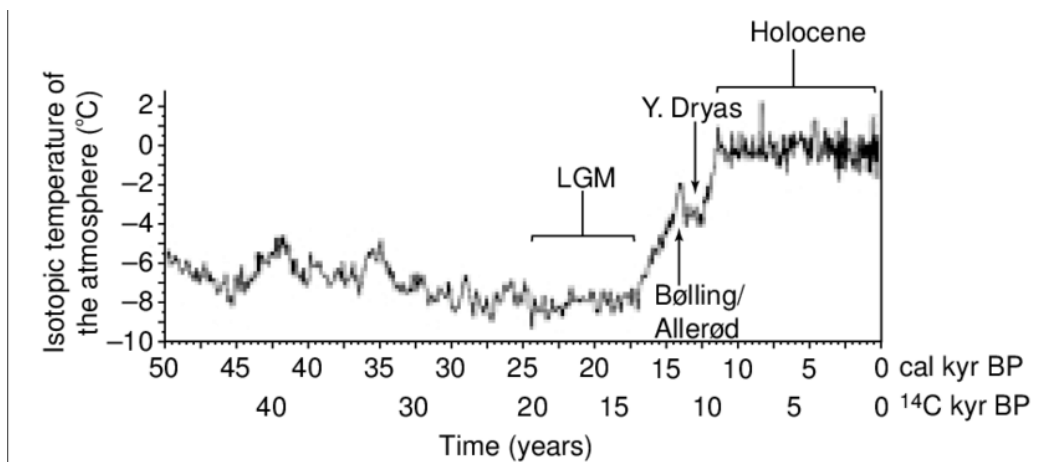


Fig. 3: La imagen muestra el cambio climático global en el intervalo comprendido entre hace 50.000 años (1000 años) y la actualidad, basado en el núcleo de hielo de Vostok, en la Antártida. El eje temporal absoluto («calibrado») es «cal kyr BP»; se muestran los años de radiocarbono (14 C kyr BP) a modo de comparación (estos son muy aproximados antes de hace 25.000 años). La escala de temperatura indica la desviación con respecto a la media actual. Leyenda: Bolling/Allerød, un interstadial cálido; Holoceno, el interglacial actual; LGM, Último Máximo Glacial; Younger Dryas, un estadal corto y frío. Aquí podemos observar la oscilación de la temperatura y el gran pico de cambio, un aumento de la temperatura, que se produce en la transición del LGM al Holoceno, con la excepción de la interrupción entre el Bolling Allerød y el Younger Dryas. Imagen gráfica de Stewart, J. R. y Lister, A. M. (2001). Refugios crípticos del norte y los orígenes de la biota moderna. *Tendencias en Ecología y Evolución*, 16(11), 608-613.

1.2. Contexto Crono-cultural

1.2.1. El Magdalenense

Para situarnos en contexto es imprescindible conocer primero el origen y significado del término Magdalenense. Este se acuñó por primera vez en Francia por parte de Lartet y Christy en 1864 a partir del yacimiento epónimo de la Madeleine (Utrilla, 2004). Siendo de la mano de Abate Breuil cuando se sientan las bases de una secuencia estratigráfica que defina al Paleolítico Superior y permita catalogar y clasificar los yacimientos en las distintas etapas dentro de este periodo. El pensamiento de Breuil comenzó a fraguarse en 1905 en el Primer Congreso Prehistórico de Francia, continuó con su publicación en el Congreso de Ginebra de

1912 de su artículo «Les subdivisions du Paléolithique Supérieur et leur signification» y culminó con el prólogo a su libro sobre «Les poissons, les batraciens et les reptiles dans l' Art Quaternaire», que publicó en 1927 en colaboración con Saint Périer (Utrilla, 2004). Fue el mismo Breuil quien estableció una primera subdivisión y sistematización del Magdalenense en seis diferentes etapas o fases marcadas y/o categorizadas por la morfo-tipología de la cultura material, en especial la industria realizada sobre asta y hueso como es el caso de las azagayas y arpones (ej.: Breuil, 1927 citado en Utrilla, 2004: “más abajo viene un conjunto de prototipos de arpón de formas diversas y significación no homogénea (...), estas capas diversas las reunimos bajo el nombre de Magdalenense IV. Nuestro Magdalenense III está caracterizado por el uso de azagayas cónicas de bisel simple en pico de flauta y a menudo largas ranuras no labradas en el interior”). El mismo Breuil continúa desarrollando dicha subdivisión gracias al estudio del yacimiento de Placard y sus distintos niveles estratigráficos ricos en cultura material (en especial la realizada sobre materia orgánica dura animal), remarcando una vez más la importancia de los elementos óseos (ej.: “alguna etapa podría no existir” en relación a que el denominado Magdalenense II carece de elementos óseos distintivos que lo separen adecuadamente del nivel que se le superpone; Utrilla, 2004). Dado que la tipología no le permitía diferenciar las etapas iniciales Breuil acudió a la tecnología, basándose en el estilo de talla y el tipo de soporte (Utrilla, 2004). A día de hoy no es usada la primera subdivisión del Magdalenense en 6 niveles (ej.: Magdalenense I o Magdalenense IV) dada por Breuil. Es más común utilizar términos como Magdalenense Inferior o Epi-Magdalenense (véase en Chapa, 1975; Villaverde, 1984; García-Argüelles et al., 2009; Utrilla, 2004; Villaverde et al., 2012; Straus, 2013; Sánchez de la Torre, 2015; Langley, 2015; Barshay-Szmidt et al., 2016). Breuil fue pionero en la clasificación del Magdalenense, permitiendo futuros estudios que definirían las distintas fases —Inferior, Medio, Superior, Final y Epi-Magdalenense— caracterizadas por rasgos culturales regionales e interregionales, vinculados a variaciones ambientales, recursos naturales y formas de ocupación del hábitat. Numerosas y diversas manifestaciones arqueológicas concretas de territorios y contactos intergrupales apoyan el creciente consenso sobre la realidad social del fenómeno magdalenense y los cambios y variaciones que lo caracterizan dentro de un rango que finalmente se extendió desde Portugal hasta Polonia durante los últimos milenios del Pleistoceno (Straus, 2013). Siendo la región de Aquitania y en especial la Cantábrica el núcleo o zona de origen de la tradición cultural magdalenense (Utrilla, 1997; Straus et al., 2001, 2002; Straus y González 2003a; Utrilla, 2004; Straus, 2006; Straus, 2013; Rivero y Sauvet, 2014; Djindjian, 2014).

Os travaillés caractéristiques des divers niveaux du Magdalénien.

— *Magd. 1* : sagaies assez plates à large lancette de base, dont le plat est strié en éventail, pas de rainures.

— *Magd. 2* : sagaies cylindriques fortes, à base pointue ou en biseau, souvent hachurée, rainures seulement incipientes.

— *Magd. 3* : petites sagaies courtes coniques, à long biseau striolé ou non, à courtes rainures; d'autres longues et fines, pointues à chaque bout, souvent à profonde rainure simple ou double; lames d'os minces, façonnées en spatules, à poignée parfois différenciée, souvent décorées de fins ornements d'apparence géométrique. Boucles en arceau, types primitifs de propulseurs, sans ornement.

— *Magd. 4* : sagaies parfois très fortes, à base pyramidale ou conique, parfois à biseau simple ou double; premières pointes à base fourchue (sagaies composites), harpons archaïques rares. Nombreuses rainures à niellures très obliques dans les sillons des rainures. Baguettes demi-rondes, à face plate, plus souvent lisses ou striées en long au verso, souvent décorées sur leur surface convexe, d'une décoration très particulière (spiraies des régions pyrénéennes); propulseurs magnifiquement sculptés (probablement purement cérémoniels).

— *Magd. 5* : harpons à un seul rang de barbelures, d'abord petites, nombreuses et serrées, puis longues, couchées, incurvées et moins nombreuses. Sagaies cylindriques à base à double biseau; autres à base fourchue dans les régions pyrénéennes (éléments de sagaie complexe); nombreuses baguettes demi-rondes à décoration généralement stylisée, très différente des précédentes, et à verso striés obliquement.

— *Magd. 6* : harpons à double rang de barbelures; celles-ci sont d'abord de la forme de la fin du 5; mais ensuite elles deviennent plus larges et anguleuses; à ce dernier stade, un peu tardif, ces barbelures se limitent parfois à un seul rang mais restent anguleuses.

Fig. 4: Catalogación y definición de los 6 etapas/facies del Magdaleniense en relación a la industria ósea encontrada en cada nivel estratigráfico, dada por H. Breuil en el "Bulletin de la Société préhistorique française, Année 1954". Imágen extraída de BREUIL, L. A. H. (1954). Le magdalénien. Bulletin de la Société préhistorique de France, 51(Fasc. 8), 59-66

Una vez que conocemos el origen del término Magdaleniense podemos ahondar en definir el concepto general que engloba y su contexto. Este periodo toma lugar durante la fase final del Pleistoceno, (Enloe, 2001; Villaverde et al., 2012; Langley, 2015). Una fecha objeto de debate científico, pues son diversos los métodos de datación utilizados para adscribir una edad a esta crono-cultura definida como Magdaleniense. Ello se debe a que el Paleolítico Superior es un momento de auge tecnológico y estilístico, donde encontramos normalmente una marcada regionalidad de las técnicas y métodos empleados en la manufactura de objetos y en la creación de arte, pudiendo atribuir características específicas a diferentes regiones o períodos concretos (Villaverde et al., 2012; Rivero & Sauvet, 2014). Gracias a esta diversidad tecnológica y artística es posible clasificar o catalogar distintos niveles de ocupación y hábitat de los espacios, los cuales pueden ser datados con técnicas actuales como la datación por radiocarbono (AMS 14C) (véase en Barshay-Szmidt et al., 2016); o la mencionada por Sainz (2007) datación bilineal por estilismo gráfico y 14C AMS para datar el arte y actividades gráficas de los distintos grupos magdalenienses (Valladas et al., 1992; 2001; Sainz, 2007).

Dicha variabilidad tecnológica y artística, bien llamada cultural, podemos relacionarla igualmente con una igualmente gran variabilidad climática-regional. Durante este interludio

se produjeron oscilaciones dinámicas de retroceso y avance de los glaciares, lo cual dio lugar a distintos episodios climáticos, caracterizados en general por condiciones frías (Enloe, 2001). Esto se debe a que esa horquilla de tiempo establecida para el Magdalenense entre aproximadamente 20 ka y 12 ka (García-Argüelles et al., 2009; Angevin, 2012; Cuenca-Bescós et al., 2012; Villaverde et al., 2012; Langley, 2015; Wild et al., 2018) coincidió con los episodios climáticos del Tardiglacial y el Dryas Reciente (Cuenca-Bescós et al., 2012), momentos de calentamiento y enfriamiento por igual del planeta, sinónimos de cambio (ej.: Enloe, 2001: “El interestadial de Lascaux, alrededor de 17.000 B.P., marca el comienzo del Tardiglacial (...); el Dryas I marca un regreso al frío clima glacial, a partir de alrededor de 16.000 B.P.; le sigue el templado Bolling interestadial, a partir de alrededor de 13.300 B.P.; el Dryas II, alrededor de 12.300 B.P., es un período frío muy breve. Por último, el Allerod, que comienza alrededor de 11.800 B.P., es un período templado durante el cual otras tradiciones culturales comenzaron a suplantarse al Magdalenense, y que marca el final del Pleistoceno”). En general, la mayoría de este periodo estuvo caracterizado por un clima frío y seco. No obstante, las condiciones climáticas no son las mismas en todo el planeta, varían de una región a otra en relación con la ubicación y proximidad a los principales fenómenos glaciales, donde los eventos de calentamiento e interestadiales se sintieron primero en las regiones del sur y sólo más tarde en las regiones septentrionales (Enloe, 2001). Dando esta mejora climática inicio a nuevas estrategias de adaptación y supervivencia para los grupos humanos y generando un cambio drástico en la tecnología y el arte, plasmado en el espacio de hábitat y las relaciones humanas. Momento definido como Epipaleolítico ((más relacionado con la cuenca Mediterránea Oriental, el Levante, y datado normalmente en fechas correspondientes al Magdalenense Europeo (véase en Stutz et al., 2009; Olszewski, 2014; Shimelmitz et al., 2018; Langgut et al., 2021)) o Mesolítico ((término más empleado por la academia europea, dado su importante connotación para definir el paso (transición) del Paleolítico al Neolítico en Europa (véase en Bailey & Spikins, 2008; García-Argüelles et al., 2009; McCartan et al., 2009; Otte, 2009))), que actuaría de puente entre el Paleolítico y el Neolítico, donde numerosas nuevas tradiciones culturales asociadas a tecnología, hábitat, comportamiento u arte, aferradas a un simbolismo regional, tomarían voz y color, poblando la Tierra de incontables y diversos caracterizados grupos humanos a modo de sociedades bajo la concepción del territorialismo.

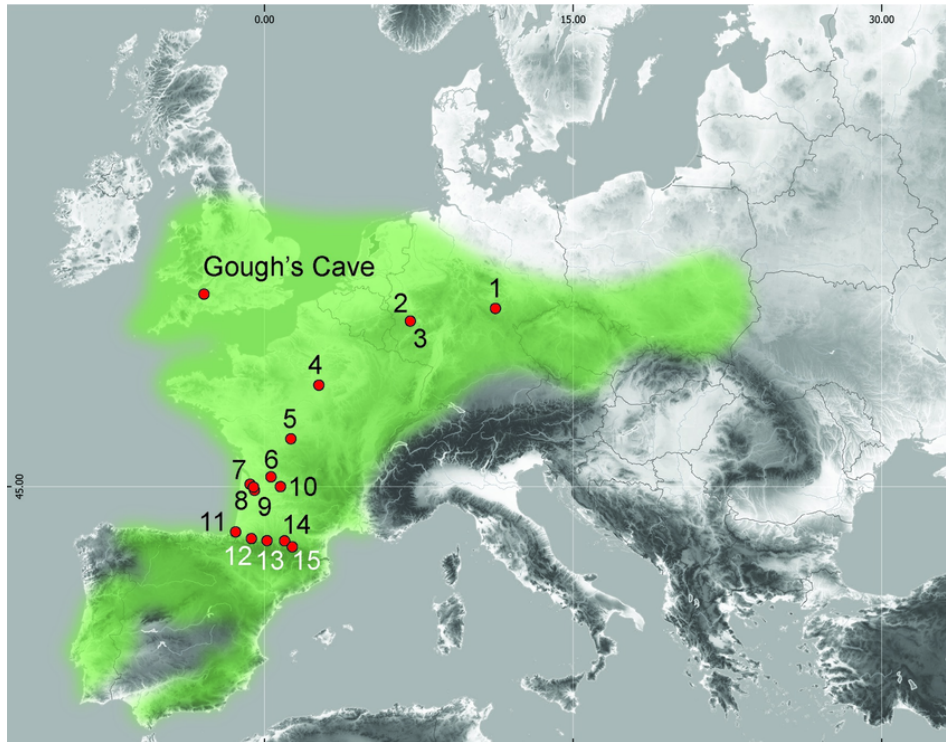


Fig. 5: Ubicación de la cueva de Gough y otros yacimientos magdalenienses con herramientas de tallado orgánicas en relación con la distribución general de los yacimientos magdalenienses (mostrados en verde). Leyenda: 1. Oelknitz; 2. Andernach; 3. Gönnersdorf; 4. Pincevent; 5. La Garenne; 6. Rochereil; 7. Roc-de-Marcamps; 8. Saint-Germain-de-la-Rivière; 9. Moulin-Neuf; 10. Laugerie-Haute; 11. Isturitz; 12. Laa 2 Cave; 13. Labastide; 14. Enlène; 15. La Vache. Mapa elaborado con Natural Earth.. Imagen extraída de Bello, S. M., Crété, L., Galway-Witham, J., & Parfitt, S. A. (2021). Knapping tools in Magdalenian contexts: New evidence from Gough's Cave (Somerset, UK). *PLoS One*, 16(12), e0261031.

El periodo de tiempo que al menos en Europa definimos como Magdaleniense fue caracterizado por una gran diversidad cultural de los grupos humanos con una fuerte asociación al territorio y una connotación política-regional. Donde la conducta humana podría seguir unos estándares o parámetros predefinidos por el grupo a modo de estandarte o bandera creando o no vínculos y relaciones entre distintos grupos que podrían compartir algunos de estos rasgos planteados. Durante este tiempo nuestros antepasados eran nómadas, lo que implicaba una movilidad y abandono del espacio de hábitat, un camino en el que podrían encontrarse e interactuar con otros grupos, creándose relaciones y vínculos entre estos que podrían haber quedado en el presente expuestos en los rasgos tecnológicos o artísticos de la cultura material. Adaptándose así estos durante este tiempo a cualquier medio ambiente y viviendo bajo cualquier condición, simplemente adaptando su tecnología y comportamiento a una estrategia u otra de supervivencia específica para cada lugar y momento. Viviendo desde en abrigos a espacios abiertos (mencionado entre tantos autores en Enloe, 2001; Cuenca-Bescós et al., 2012), con unas dietas totalmente distintas y dispares dependiendo de la región y clima, con una tecnología adaptada a esta dieta y con un fuerte componente regional en el arte (véanse ejemplos mencionados en Straus et al., 2002; García & Vaquero, 2006; Straus,

2006; Villaverde et al., 2012; Cuenca-Bescós et al., 2012; Foucher et al., 2013; Rivero & Sauvet, 2014; Djindjian, 2014; Langley 2015; Petrognani & Robert 2019).

La regionalidad cultural es condicionante a la hora de interpretar o comprender el Magdaleniense. Es por ello que debemos ser objetivos y a su vez reducir el foco de visión y estudio, centrando así la atención en un único espacio geográfico cuyos límites sean fijos y marcados. En nuestro caso debemos transportarnos a la cuenca Mediterránea de la Península Ibérica, donde el Magdaleniense en esta región queda datado en torno a ca. 20,000 – 12,900 cal. BP (Villaverde et al., 2012). No obstante, como bien remarcan autores como Villaverde (2012), no toda la costa mediterránea de la Península Ibérica es semejante, pues ejemplo de ello es el área geográfica que comprende la actual Cataluña donde en su región más norte, y por ende colindante a los Pirineos, la influencia de culturas del área Pirenaica es plasmada en la industria y tecnología de los grupos humanos (ej.: una industria ósea diferente marcada en el tipo de arpón, aziliense, o en la industria lítica; citado en Villaverde et al., 2012). Para describir dicho periodo y los eventos transcurridos dentro de este, que generan a su vez las subdivisiones, nos encontramos casos únicos o solitarios de yacimientos que puedan definirlos y relacionarse con otros espacios de hábitat y actividad humana. Ejemplo de ello es la Cova de Parpalló, único yacimiento de la costa Mediterránea de la P. Ibérica donde es posible documentar claramente las fases de ocupaciones del Badeguliense y Magdaleniense Inferior (Aura Tortosa, 1989; Villaverde et al., 2012; Utrilla et al., 2018). Así los investigadores han centrado en las últimas décadas sus estudios en analizar tecnológicamente la industria ósea y lítica de toda el área, donde una vez en contexto, poder compararla con la de otras áreas como la Cantábrica, la de Aquitania o Centro-Europa, donde los grupos de cazadores-recolectores de éstas son llamados del mismo modo en cronologías semejantes bajo el concepto general de grupos Magdalenienses. Un ejemplo de una distinción totalmente opuesta es al otro extremo de la Cuenca Mediterránea, la zona del Levante, donde directamente no se habla de Magdaleniense sino de Epipaleolítico y los grupos humanos que poblaron dicha región son denominados bajo términos como Kebariense o Natufiense (véase en Bar-Yosef & Valla, 1991; Belfer-Cohen, 1991; Nadel & Hershkovitz, 1991; Rosenberg, 2004; Maher et al., 2012; Grosman et al., 2016). Volvemos una vez más a la problemática de la regionalidad cultural y las diferencias, por minúsculas que a veces sean, expuestas en la cultura material, sin poder eludir ni discernir un patrón general o común para entender el cómputo global de la transición del Paleolítico al Neolítico, siendo por ello necesario acotar el espacio (área) de estudio y los distintos grupos humanos que habitaron en este.

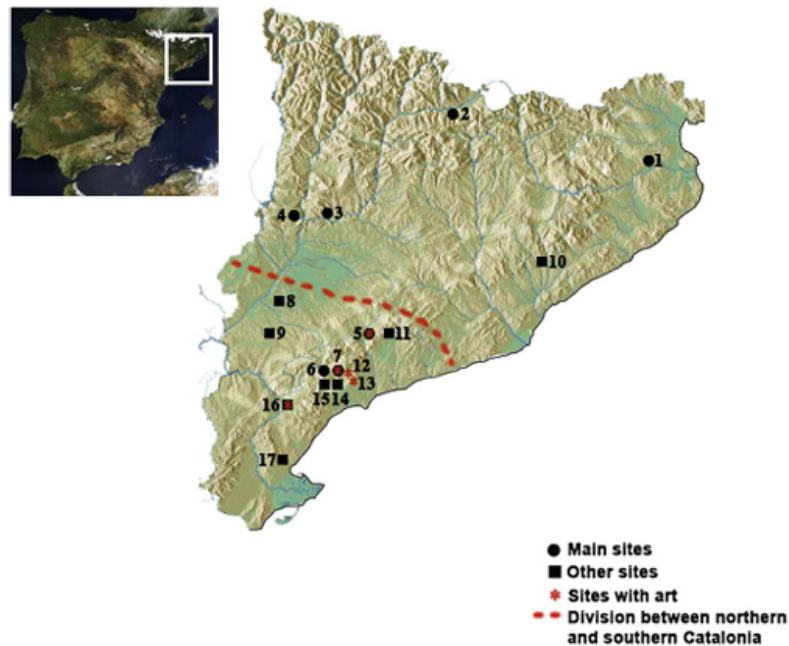


Fig. 6: Mapa de distribución de yacimientos magdalenienses en Cataluña: 1- Bora Gran d'en Carreras, 2- Montlleó, 3- Parco cave, 4- Cova Gran, 5- Molí del Salt, 6- Els Colls, 7- L'Hort de la Boquera, 8- Bauma de la Peixera d'Alfès, 9- Cova de la Granadella, 10- Can Garriga, 11- Balma de la Vall, 12- Cova de la Taverna, 13- Parellada IV, 14- Auferi, 15- Cova del Boix, 16- Sant Gregori, 17- La Mallada. Imagen de Fullola J.-M., et al., *The Magdalenian in Catalonia (northeast Iberia)*, *Quaternary International* (2012).

1.2.2. Cazadores-Recolectores

El término «cazadores-recolectores», estrechamente relacionado con «nómadas» y «grupos paleolíticos», ha sido objeto de un largo debate sobre su connotación y terminología desde que se acuñó por primera vez. Destacados académicos como Lewis Binford han dedicado toda su carrera académica al estudio y la definición de este término y de los grupos humanos con los que se asocia. Es imprescindible determinar las características o singularidades que definen a un grupo humano denominado cazadores-recolectores. Para comprender el significado que se le da a este término, es necesario situarse en un contexto histórico y filosófico que pueda dar cabida al concepto de un vacío filosófico, desprovisto de cualquier principio rector contemporáneo. El concepto de «cazadores-recolectores» se ha definido de diversas maneras, lo que ha dado lugar a un conjunto sustancial de teorías sobre el significado que se le pretende dar y las características que definen a los grupos humanos clasificados bajo este término. Como se ha señalado anteriormente, hay otros dos términos estrechamente relacionados con este: «nómadas», en relación con el estilo de vida y la movilidad de los grupos humanos; y «grupos paleolíticos», vinculados al origen de la cultura humana y al estilo de vida de nuestros primeros antepasados (Bettinger et al., 2015). Así, podemos desdibujar la relación directa que lleva a definir a los cazadores-recolectores y a estudiar las

relaciones humanas con el medio a modo de adaptación y estrategia de supervivencia. Cuando hablamos de cazadores-recolectores debemos tener presente que sociedades definidas como tal, conviven a día de hoy en el planeta junto a nosotros y no es por ende un término únicamente asignado a grupos humanos del pasado. Es por ello que debemos abordar la comprensión del término con un pie en el presente y otro en el pasado. Situando a nuestro cuerpo y mente en un puente entre el ser humano y el espacio que lo rodeó. El cual nos permita cruzar entre tiempos y analizar las diferentes estrategias de adaptación y supervivencia que nuestra especie ha desarrollado en diferentes momentos y lugares del planeta a lo largo de nuestra evolución e historia. No obstante, la lógica actual nos aproxima a una nueva visión y forma de entender a los grupos humanos de la Prehistoria. No meramente como cazadores recolectores, sino como carroñeros-recolectores que irían desarrollando estrategias de caza para una mayor implementación cárnica en su dieta, pero no siendo esta acción de cazar el eje angular de la dieta de la especie (véase Lewin, 1984; Shipman, 1986; Moleón et al., 2014; Reschke et al., 2024). Si nos centramos en la dieta de nuestra especie observamos cómo es plenamente omnívora y podemos decir del mismo modo que oportunista. Nos alimentamos con los recursos encontrados que nos permitan sobrevivir. Dando lugar a la característica humana de haber desarrollado un conjunto de adaptaciones para la búsqueda de alimento que puede entenderse como una combinación única de características (Grove, 2010). A diferencia de otros animales cuya estrategia de alimentación es solitaria o en subgrupos muy pequeños, con el fin de evitar la competencia directa de sus congéneres en los sitios de matanza, los primates, se ven obligados a fisión grupal por la naturaleza de su base de recursos (Gompper, 1996). A su vez, existe una característica predominante en los homínidos sobre cualquier otra especie animal, el uso de materiales extrasomáticos de manera singular con un alto grado de complejidad cognitiva, donde cada material corresponde a un gesto y acción particular. Basado en estudios primatológicos, de morfología funcional, filogenéticos, arqueológicos y paleontológicos, podemos argumentar que hace más de 2'5 millones de años los homínidos habrían utilizado herramientas, como piedras modificadas o no modificadas (Panger et al., 2002) u otros elementos naturales como madera o hueso. Esto nos habla de la gran diversidad de comportamientos de subsistencia de los homínidos durante el Pleistoceno inferior, interpretada como un reflejo de la evolución no lineal de dichos comportamientos (Hanon et al., 2025).

Para conocer cuando comenzamos a ser cazadores-recolectores debemos por tanto remontarnos a los albores de la expansión cognitiva de nuestros antepasados. Bajo la razón

del uso directo o modificación previa a este de los materiales extrasomáticos que los rodeaban, con la finalidad de obtener los recursos necesarios para una dieta óptima que les permitiera adaptarse al medio. Los primeros sistemas de asentamiento de homínidos fueron pequeños (a semejanza de cualquier grupo de primates actual). Restringidos a grupos pequeños, que rara vez adquirirían materias primas más allá de una distancia de 30 km (Gamble, 1998). Una adaptación óptima al medio, requeriría del uso en el mayor grado posible, de las materias primas. Aportando así a estas un grado de complejidad prácticamente único. La aparición de los primeros artefactos de piedra marcó un cambio de comportamiento significativo en la evolución de los homínidos, vinculado en especial género *Homo* y el cual había tomado origen en sus antepasados y coetáneos géneros de *Paranthropus* y *Australopithecus*, en lugares como la cuenca Omo-Turkana Finestone, 2025) o el sitio de Lomekwi 3 en Kenia datado en 3.3. millones de años de antigüedad (del Río et al., 2024). Este comportamiento de utilizar y modificar la forma de los materiales como piedras por nuestros antepasados fue cogiendo cada vez un mayor grado de especialización y complejidad, lo que trajo consigo las definidas actualmente como tecnología lítica y tecnología ósea. La cual permitió a nuestros antepasados homínidos desarrollar nuevas y mejores estrategias de adaptación al medio. Brindando la capacidad de sobrevivir en diferentes ecosistemas y bajo adversas circunstancias.

La acción de caza sería una actividad compleja, la cual requeriría de estrategias, cooperación y la imitación de esos rasgos marcados en otros cazadores que mediante observación se pudieron replicar gracias a la industria, aplicada de igual modo en la recolección de frutas y vegetales. Observamos así un estrecho vínculo entre la industria y la capacidad de adaptación y supervivencia al espacio por medio de nuestra especie y sus antepasados. No obstante, el empleo de esta es aún a día de hoy objeto de estudio e interpretaciones, pues por analogías que hagamos, se necesitan datos fehacientes que demuestren el fin de cada una de estas. Estos datos vienen dados de la mano del análisis y estudio de las trazas o residuos que podemos encontrar, normalmente a nivel microscópico, en las partes activas (parte de uso) de la herramienta o artefacto. Los residuos en este contexto generalmente se refieren a materiales que se transfieren y se adhieren a los implementos en el curso de su uso o preparación para su uso (Fullagar & Matheson, 2013). De particular interés es la transferencia de residuos relacionados con una tarea específica (por ejemplo, la recolección de cereales o la caza) o el procesamiento de un material particular, como la molienda de semillas (Fullagar & Matheson, 2013). Estos estudios presentan una fuerte implementación en los últimos años, la cual parece

continuar y ser a futuro una de las herramientas principales para entender el comportamiento y estrategias de adaptación y supervivencia de los grupos homínidos del pasado.

Vemos como un fuerte vínculo entre industria y supervivencia nace, definiendo este la estrategia de supervivencia y el comportamiento humano. Un comportamiento empleado para describir y catalogar a los grupos humanos prehistóricos. Según Bettinger et al. (2015), la fuerza de la evolución social progresiva actúa contra las fuerzas materialistas del medio ambiente natural; por ende, la cultura evoluciona por la sustitución de la economía natural (ecología) por una economía política. Presas u objetivos más difíciles de obtener requerirían de un mayor grado de complejidad tecnológica y social, lo que llevaría a una adaptación y evolución de las estrategias empleadas. Este desarrollo culminaría con el drástico cambio de la agricultura y ganadería, donde todo método de carroñeo, caza o recolección anteriormente empleado, quedaría abolido por el nuevo sistema de obtención de recursos. El cual bajaría el coste energético en la actividad y premiará el buen empleo de la técnica con un excedente que salvaguardaba la alimentación y por ende la supervivencia del grupo.

“La independencia humana del medio ambiente culmina en la sociabilidad..., la emancipación progresiva del medio ambiente, señalada en los grados superiores de la cultura, la conquista de la Naturaleza a través de la actividad industrial (McGee, 1898).”

Más allá de un profundo estudio epistemológico del término, para poder definir a este, necesitamos algún resto que nos hable de quiénes y cómo eran nuestros antepasados. La acumulación de restos dejada por la actividad humana nos permite acercarnos a estudiar a los grupos humanos del Paleolítico. La acumulación suele ir asociada a una actividad determinada, la cual presenta unos rasgos concretos que permiten definirla. El comprender y definir estas actividades es lo que nos permite definir las estrategias de ocupación del territorio, la alimentación y gestión de recursos, y la estacionalidad de las actividades (Djindjian, 2012). Las comunidades del final del Paleolítico superior vivían de la cacería y de la recolección de vegetales silvestres. La primera de estas actividades suele estar bien representada en los yacimientos arqueológicos debido a la buena conservación de los restos de fauna. Mientras que de la recolección de vegetales tenemos sólo datos muy parciales, ya que sus restos sólo se conservan en determinadas y específicas condiciones (Vaquero & Alonso, 2015).

En nuestro caso, nos enfocamos en la movilidad de los grupos, pues consideramos que, entendiendo los patrones de movimiento de estos, podemos entender mejor cómo eran y cómo interactuaron entre ellos. Binford (1980) propone distinguir entre dos patrones de movilidad, el primero denominada como “movilidad residencial”, una estrategia oportunista donde los grupos de cazadores-recolectores instalan sus asentamientos cerca de recursos alimentarios, llevaba a cabo por pequeños grupos de gran movilidad (familia nuclear) que no construyen grandes asentamientos. Y un segundo, catalogado como “movilidad logística”, caracterizada por campamentos base más grandes donde viven las familias, y campamentos satélites a los que viaja una parte del grupo para adquirir recursos (campamentos de caza, afloramientos de materias primas, etc.) o almacenarlos (Binford, 1980). Autores como Kaplan y Hill (2017), defienden que existe un intercambio de recursos en estos grupos paleolíticos, donde la carne es compartida con más frecuencia que los recursos vegetales. Tomando así la carne una importancia elevada en las sociedades prehistóricas. Tornándose la caza en la actividad por antonomasia de nuestra especie y cumpliendo un rol esencial en la obtención de carne para el grupo y las relaciones sociales que tomarán lugar en este o entre distintos grupos. Por su parte Woodburn (1980) apoyado en estudios etnográficos plantea dos sistemas de organización principales bajo los que entender el comportamiento de los grupos humanos y poder catalogar los distintos grupos de cazadores-recolectores en base a su economía y estrategia. Un primer sistema denominado “sistema de retorno inmediato”, en el que se enfatizan las actividades relacionadas con el presente y las personas utilizan herramientas simples, portátiles, utilitarias, de fácil adquisición; y un segundo sistema denominado “sistema de retorno” tardío es aquel en el que, por el contrario, las actividades se orientan hacia el pasado y el futuro, así como hacia el presente, donde los sistemas de activos son de cuatro tipos principales: valiosas facilidades técnicas utilizadas en la producción, alimentos procesados y almacenados, productos silvestres mejorados por el trabajo humano, activos-bienes en forma de derechos de los hombres sobre parientes femeninas (Woodburn et al., 2005).

Podríamos así definir el término de cazadores-recolectores como cualquier persona o grupo que dependa principalmente de alimentos silvestres para su subsistencia, con una dieta diversa adaptada al entorno local con múltiples estrategias de abastecimiento/búsqueda, incluyendo la caza o captura de animales mayores, la caza o captura de animales más pequeños, la pesca, la recolección de mariscos o insectos y la recolección de alimentos vegetales silvestres como frutas, verduras, tubérculos, semillas y nueces (citado en “hunter-gatherer: Facts & Related Content” escrito y verificado por The Information Architects of Encyclopaedia britannica).

Cuya economía está basada en una estrategia de movilidad, bien residencial o bien logística (Binford, 1980; Kelly, 1983; Galaty, 2005; Grove, 2010; Djindjian, 2012). Precedente a las adaptaciones pre-agriculturas características de grupos más sedentarios y con una economía y política totalmente distinta (sociedad agro-pastoril). Donde factores como el medio ambiente, la disponibilidad de recursos, la subsistencia, el sedentarismo, el asentamiento lineal, la tecnología, el almacenamiento, la población, el intercambio, los conflictos, la competencia, la organización social, la territorialidad, el estilo, la organización laboral, la especialización artesanal, la desigualdad y la diferenciación de estatus, toman una mayor complejidad (Price & Brown, 1985).

1.2.3. Estrategias de Supervivencia en la transición Pleistoceno-Holoceno

Desde que el primer antepasado de nuestra especie pobló el planeta hasta nuestros tiempos, los sistemas y estrategias de supervivencia y por ende adaptación han ido cambiando en relación a los inmodificables pero mutables agentes naturales como el entorno (medio ambiente), el clima, las materias primas u otras mismas especies. Un cambio hacia propios agentes internos del código físico y anatómico (genes, rasgos anatómicos, patologías, mutaciones...) de los homínidos que han ido moldeando las capacidades de estos para determinadas acciones y estrategias; y los agentes intangibles de la mente y cognición humana (comportamiento social, político, económico...). El clima y los cambios que este experimenta tienen un impacto directo en la evolución humana y en la interacción de nuestra especie con el medio ambiente y entre nosotros mismos. La humanidad solía aplicar sus estrategias de supervivencia en consecuencia con el medio ambiente, quien depende del clima y de los cambios que se producen en él. Podríamos decir que la principal estrategia de supervivencia es el patrón de movimiento, dentro del cual encontramos diferentes estilos de vida empleados a lo largo de los años y generaciones. Clasificados en el estilo de vida nómada (movilidad continua), el sedentario (movilidad puntual con asentamiento perenne en un mismo lugar y espacio) y el semisedentario (movilidad mixta o estacional, dependiente de las necesidades del grupo y las condiciones ecológicas) (véase en Becker, 1999; Khazanov & Wink, 2001; Averbouh et al., 2022). El clima es el principal agente que controla el estilo de vida, dado que es necesario adaptarse al medio si se quiere sobrevivir y tener descendencia. En la evolución humana el patrón del grupo ha sido tender hacia el sedentarismo, para encontrar aquel lugar que suministrase los recursos necesarios y facilitara la proliferación del grupo. Los cambios en las condiciones climáticas han actuado como los principales agentes que han empujado a los grupos prehistóricos a desplazarse de sus hábitats y obligado a buscar

un nuevo lugar donde vivir, o por el contrario, una forma de adaptarse a este cambio de clima y luchar contra él por el territorio. Es evidente cómo el clima y el cambio climático están extremadamente ligados a nuestra especie y a su evolución. Una evolución que presenta un modelo de patrón social y espacial, que se ha ido modificando a lo largo del tiempo, llegando en su parte final al modelo sedentario/sociedad sedentaria (Wright, 2005). El cambio de las condiciones climáticas trae consigo el cambio de especies animales y vegetales, pues hay que adaptarse y sobrevivir bajo unas nuevas condiciones distintas a las precedentes, donde no todo ser vivo consigue perdurar al cambio. Ejemplo de ello es el relacionado a la megafauna del Pleistoceno, donde se produce la extinción de esta en la transición al Holoceno (véase en Wroe et al., 2004; Pinter et al., 2011; Stuart, 2015; Galetti et al., 2018). Esta mencionada transición del Pleistoceno al Holoceno fue caldo de múltiples estrategias de supervivencia desarrolladas por la especie humana, adaptada a múltiples y distintos ecosistemas y condiciones, y bajo los diversos intereses de cada grupo.

“El medio ambiente es un condicionante directo del patrón de asentamiento y las capacidades colonizadoras de los homínidos (Gamble, 1998).”

El Paleolítico es un espacio de tiempo que abarca una gran horquilla temporal, durante la cual nuestra especie experimentó múltiples cambios anatómicos, culturales, sociales, económicos, tecnológicos, cognitivos, un gran etcétera. Es por ello que para estudiar y comprender estos cambios hay que usar la estrategia del catalejo, donde comenzamos observando un espectro de manera difusa y general. Tras la cual vamos graduando y afinando el foco hasta llegar a vislumbrar un pequeño detalle de forma clara y precisa. Este fenómeno es aplicable para estudiar y entender los cambios producidos en el Paleolítico, donde desde un marco (contexto general) de este vamos profundizando en un lapso de tiempo concreto y las condiciones y característica de este momento, al igual que en las especies que habitaban el planeta durante el mismo. Así, en nuestro caso al haber seleccionado la transición del Pleistoceno al Holoceno nos encontramos con un periodo quizá no muy extenso en años, pero sí rico en la cantidad e importancia de cambios que se dan a nivel global en el planeta y a su vez en las especies que pueblan este en respuesta. El interés reside en intentar crear una relación directa entre espacio y comportamiento, con el fin de acercarnos a esos grupos humanos del Paleolítico Superior (Pleistoceno) para conocer su relación con el medio y ver los cambios experimentados en ellos hasta la llegada al Mesolítico (Holoceno).

Hábitats locales permitían a muchas especies adaptadas al frío, tales como el reno y el buey almizclado, vivir en la misma comunidad con especies adaptadas a una extrema aridez como el antílope saiga, el caballo, el rinoceronte lanudo y el mamut (Guthrie, R. D., 1982). No obstante, el final de este periodo está caracterizado por grandes cambios en el clima y por lo tanto en las especies animales y vegetales. Especies como el *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis* y *Saiga tatarica*, han sido documentadas en los registros arqueológicos y en el arte de la P. Ibérica, apareciendo de manera puntual en este territorio durante el Tardiglaciario (Álvarez-Fernández & Jöris, 1998). Debido al cambio de la Corriente del Golfo (ahora situada más al sur que en la actualidad), la influencia climática minimizada del Atlántico seguramente afectó al norte de la P. Ibérica, donde junto a la insolación debieron de ser un factor decisivo en el norte peninsular, no permitiendo a estos mamíferos adaptados a climas fríos alcanzar latitudes más bajas (Álvarez-Fernández & Jöris, 1998). Durante el Dryas reciente es probable que las temperaturas frías afectarían la productividad de los recursos básicos silvestres, lo que podría haber incitado a los grupos humanos a responder a ello cambiando las estrategias de supervivencia. Así, los cambios climáticos y el establecimiento de la estacionalidad causarían supuestamente una mayor dependencia de los recursos estacionales (Allué et al., 2010) que condicionaría las estrategias o sistemas de adaptación y supervivencia en relación a las estaciones (cambios periódicos en el clima). Las limitaciones ambientales indican que las mejores condiciones climáticas y los cambios en la estacionalidad podrían haber causado una mayor dependencia del medio más local y, por lo tanto, producir una menor movilidad de los grupos humanos. La combinación de diferentes recursos muestra patrones de estrategias de movilidad que sugieren una explotación de los recursos más abundantes en el entorno (Allué et al., 2010). No obstante, el movimiento debe tener un incentivo, como la adquisición de materias primas, con las que fabricarían sus útiles. O bien alimentario, con el que aseguraban su supervivencia al nutrirse. La movilidad confiere una ventaja a los recolectores humanos en el sentido de que el mismo número de individuos puede cubrir un área mayor por unidad de tiempo, aumentando así sustancialmente sus posibilidades de encontrar animales de caza (Grove, 2010). Fue durante el Paleolítico Superior donde estos movimientos y las actividades ligadas a ellos experimentaron un destacado cambio de los sistemas técnicos, expuesto en la cultura material (Djindjian, 2012). En el espacio geográfico que hoy conocemos como Europa, el clima fue un determinante directo y crucial para el movimiento de nuestros antepasados, pues en periodos fríos (glaciales) la mitad del continente quedaba congelado y por tanto la vida en este era prácticamente imposible, lo que hacía moverse a los grupos que habitaban esas zonas hacia el sur, un movimiento que pudo

llevarlos a descubrir nuevas regiones y entrar en contacto con nuevas especies y grupos. El problema en muchas ocasiones han sido las posiciones posprocesualistas (ver discusiones en Galaty, 2005), a veces fenomenológicas a la hora de estudiar grupos del pasado.

Los cazadores-recolectores, de estilo de vida nómada, se asentaron en Europa siguiendo rutas migratorias vinculadas a grandes mamíferos, eligiendo sus lugares de ocupación en función del clima, la disponibilidad de recursos naturales, el acceso al agua dulce y la proximidad a rutas de caza y refugios. Otro condicionante que toma peso en el Paleolítico Superior fue la estructura social de los grupos, eran gentes con un comportamiento transmitido culturalmente para expandirse (Gamble, 1998). El aumento de la ingesta cárnica se cita con frecuencia como una de las trayectorias clave en el curso de la evolución de los homínidos. Sin embargo, el registro etnográfico demuestra que la caza es una estrategia arriesgada y de gran variación que requiere una reorganización fundamental del patrón de alimentación (Grove, 2010). Así, los grupos de cazadores-recolectores interactúan entre sí bajo un fin común, con el objetivo de reducir riesgos y aumentar el beneficio o aprovechamiento de los recursos. Existe un cambio en el porcentaje de caza óptimo, definido por el encuentro (Grove, 2010). En general, un día de caza es considerablemente más probable no producir ningún beneficio que en un día dedicado a recolectar alimentos vegetales (Grove, 2010). Los recursos vegetales eran bastante importantes para los cazadores-recolectores, aunque las evidencias de materiales orgánicos son escasas debido a problemas de conservación (Allué et al., 2010), quedando en los yacimientos arqueológicos vagamente la presencia de especies vegetales preservadas en restos de carbones como esencias de perfumes en pequeños frascos.

A día de hoy se entiende que los primeros grupos de homínidos fueron pequeños, carentes de redes sociales basadas en comportamientos complejos y simbolizantes (Gamble, 1998). Un pensamiento más intuitivo, más dinámico, más salvaje, más animal. Estas actividades o movimientos ligados a las redes sociales y económicas son por tanto sujeto del Paleolítico Superior (Bulus & Conard, 2001). Durante la transición de un periodo a otro en Europa, nos encontramos con el choque entre sapiens y neandertales, con la curiosidad de que tras dicha interacción los kits de herramientas y los comportamientos de búsqueda de alimento se volvieron más complejos (Richter, 2001). Llegando al punto en el que el patrón de asentamiento de estos grupos de cazadores nos muestra que cada cueva fue ubicada/seleccionada en un lugar específico, con el propósito de explotar especies particulares (Galaty, 2005). Desarrollándose así durante el Paleolítico Final un sistema de asentamiento,

en el cual los humanos crearon un “paisaje social” que permitió el “estiramiento de las relaciones sociales” (Galaty, 2005). Se teoriza la existencia de intercambio de individuos de diferentes grupos, con el fin de mantener las relaciones-vínculos con otros grupos. Creando así redes geográficas-familiares que abarcan grandes distancias. Tales contactos proporcionarían una red de seguridad determinante en momentos de escasez de recursos naturales (Whallon 2006). La regularidad del contacto entre los grupos humanos es vital para mantener las relaciones favorables y un conocimiento de las condiciones del medio ambiente (Binford, 1982; Kelly, 1983; Grove, 2010). Nettle (1998) sugirió que cuanto mayor es el riesgo asociado con un determinado régimen de subsistencia, “mayores son las redes sociales que la gente debe formar para asegurar un suministro confiable de productos básicos de subsistencia”. Esto sugiere que la variación en los retornos de los alimentos debería correlacionarse con la capacidad socialmente mediada de compartir recursos (Grove, 2010). Pues a medida que se produce un incremento cárnico en la dieta se genera una mayor dependencia de la caza (Kaplan y Hill, 2017), lo que conduce a una necesaria variación de los entornos de búsqueda de alimento y el estudio y seguimiento de otras especies animales, como grandes mamíferos. Mientras que el compartir carne no cambia la cantidad del recurso, aumenta su valor total para los participantes (Winterhalder, 1996). Además, se puede demostrar que este “valor- mejora” aumenta con el tamaño del grupo y que en la medida en que un acto inicial de compartir promueve la reciprocidad, es beneficioso (Grove, 2010). Así, lugares y regiones que fueron usadas por años y por diferentes generaciones, pudieron adquirir un valor social, sentimental o especial (cultural) para estos grupos.



Fig. 7: Posición geográfica de los yacimientos magdalenenses datados por radiocarbono durante las diferentes etapas de este período cronocultural. Utiliza sistemas de información geográfica y modelos ecológicos para reconstruir los entornos magdalenenses (hace aproximadamente entre 20. 000 y 14.000 cal BP). Imágenes de Gravel-Miguel, C. (2017). Los impactos de la geografía y el cambio climático en las redes sociales magdalenianas. Universidad Estatal de Arizona.

Por tanto, para conocer las estrategias o sistemas de supervivencia y adaptación de los grupos humanos debemos leer en el registro arqueológico de los espacios de hábitat o actividad,

dejados por estos, su patrón de movimiento e interacción con el medio. En algunos casos parece haber relaciones funcionales dentro de los niveles entre las especies de ungulados y los elementos esqueléticos, por un lado, y los elementos líticos y óseos asociados a artefactos por el otro (Straus, 2006). Según Straus (2006) la interpretación de la función del sitio es una cuestión de análisis pragmáticos, interdisciplinarios y específicos de la situación y parsimonia (control de los gastos). Se plantea la división por rol específico de yacimientos (espacios de ocupación) de estos antepasados nuestros, basada en las condiciones medioambientales y la diferente cultura material ligados a estos (Parkington, 1980). Los datos tecnológicos sobre restos de talla pueden informar sobre la posición del sitio dentro de diferentes áreas operativas, la cadena operativa, la tipología (Straus, 2006). Con esta información podemos obtener un esquema de las diferentes actividades ligadas al espacio concreto, intentando conocer el uso que le dieron al sitio en el pasado. El fin es recrear una reconstrucción general del grupo social que habitó el espacio e intentar averiguar cómo fueron sus relaciones entre los mismos individuos del grupo y con el medio que los rodeaba, existiendo en dicho medio la posibilidad de encontrar otros grupos humanos. Existen así diferentes teorías sobre cómo fueron las distintas estrategias llevadas a cabo por estos grupos. Según Djindjian (2012) podemos dividir las en las siguientes 5 estrategias de ocupación y movilidad:

- 1) Estrategia Oportunista Local: Caracterizada por una movilidad reducida y explotación intensiva de territorios limitados hasta el agotamiento de recursos; frecuente interacción con otros grupos durante desplazamientos. Presente en grupos musteriense (50.000–30.000 a.C.) y en Europa Central tras el Gravetiense (21.000 a.C.).
- 2) Estrategia planificada extendida: Se da una alta movilidad del grupo dentro de amplios territorios, con especialización funcional de los sitios (caza, aprovisionamiento, arte). Existe una fuerte interconexión entre grupos, lo que origina un intercambio cultural y caza especializada colectiva de grandes mamíferos migratorios. Característica del Paleolítico Superior (Aurignaciense, Gravetiense, Magdaleniense).
- 3) Estrategia semisedentaria: Definida por asentamientos estacionales prolongados (8–10 meses) en regiones abiertas, con abundancia de grandes presas. La disponibilidad de recursos impulsa la innovación tecnológica, arte y almacenamiento. Documentada en episodios específicos del Pavloviano (27. 000 BP), el Gravetiense Oriental (24. 000 - 21. 000 BP) y del Messiniense (15. 000 a 14. 000 BP).

- 4) Estrategia de movilidad estacional: Migraciones periódicas desde campamentos meridionales hacia el norte en épocas cálidas, en respuesta a la mejora climática. Esta estrategia corresponde a los cortos periodos de la mejora climática máxima de la edad de hielo. Caracterizada por una caza especializada y movilidad de largo alcance. Aplicada por grupos del Solutrense tardío, Badeguliense, Epigravetiense temprano de la Europa Central y Oriental. Con una situación más compleja en la Europa occidental, donde en la región de Aquitania los grupos solutrenses están presentes durante todo el año, haciendo viajes al norte o a la parte alta de los ríos del Macizo Central en busca de renos (caza especializada) y obtención de materias primas (véase en Utrilla 1997; Straus, 2006).

- 5) Estrategia planificada restringida: Definida por una reducción territorial y especialización local en campamentos estacionales, una diversificación máxima de la dieta, un aprovisionamiento local de materias primas, y un bajo desarrollo artístico. Esta estrategia es el resultado de una reducción gradual de la estrategia planificada ampliada, debido a la desaparición de especies animales. Refleja una transición adaptativa del Epigravetiense tardío en respuesta a extinciones y cambios climáticos.

*“La alta movilidad y el almacenamiento son soluciones independientes
para la mitigación de riesgos (Colson, 1979).”*

Otros autores como Binford (1980) postulan dividir estas estrategias simplemente en dos tipos de movilidad (comportamientos). Una primera, Movilidad Logística (movilidad de grupos), donde el movimiento de recursos va hacia los consumidores, caracterizada por campamentos base grandes donde viven las familias, y campamentos satélites (más pequeños) a los que viaja una parte del grupo para adquirir recursos (campamentos de caza, afloramientos de materias primas, etc.) o almacenarlos. Y una segunda, Movilidad Residencial (movilidad de asentamientos), la cual implicaría mover a los consumidores hacia los recursos, donde los grupos de cazadores-recolectores instalan sus asentamientos cerca de recursos alimentarios, una estrategia "oportunist" implementada por pequeños grupos de gran movilidad (familia nuclear) que no construyen grandes viviendas ni asentamientos (Binford, 1980). Es Kelly (1983) quien plantea la cuestión de ¿cómo podríamos esperar que los recolectores que siguen estrategias de alto riesgo adapten sus patrones de movilidad?. El riesgo inherente a una estrategia de alimentación mediante caza surge del hecho de que las presas suelen ser muy

móviles y estar muy dispersas, aspectos que pueden considerarse ventajas a largo plazo (Grove, 2010). El aspecto de la movilidad logística más importante en términos del presente documento es que implica necesariamente la subdivisión de la banda en grupos más pequeños, de tareas específicas, que se fusionan nuevamente en la finalización de esas tareas. Estas tareas implican a menudo la adquisición de recursos de subsistencia, con especial énfasis en caza (Kelly, 1995). Binford (1980) por su parte sugiere que las estrategias logísticas ocurrirán con mayor frecuencia en latitudes más altas. Se basa en la idea de que la movilidad logística resuelve “el problema de una distribución incongruente de recursos críticos”. Donde una mayor variabilidad estacional conducirá a tal problema, y que la variabilidad estacional es mayor cuanto más lejos del ecuador. Una posible correlación entre el porcentaje de caza y latitud. Un resultado de la movilidad logística es que, a través de la subdivisión de la banda, se cubre una mayor cantidad de espacio por unidad de tiempo, lo que produce efectos tanto directos como indirectos sobre los recursos (Grove, 2010). El efecto directo es que al cubrir una mayor cantidad de espacio, el grupo en su conjunto encontrará en promedio más animales de presa por unidad de tiempo cuando se dividen en subgrupos. Los efectos indirectos resultan del hecho de que también encontrarán en promedio más representantes de bandas vecinas por unidad de tiempo. Brindando oportunidades para el mantenimiento de relaciones positivas que resultan invaluable en caso de que sus esfuerzos de caza fracasen (Whallon, 2006). De esta manera, una amplia movilidad logística debe desarrollarse en consonancia con una creciente dependencia de los recursos faunísticos y disminución de la capacidad de almacenamiento (Grove, 2010).

Como menciona Le Dosseur (2003), en la transición de un sistema de vida nómada a uno sedentario las etapas iniciales del proceso de fabricación ósea, probablemente se vieron afectadas, dejándonos varias interpretaciones como:

- El nuevo estatus doméstico puede haber atraído a los artesanos de la industria ósea a estos animales. Alternativamente, la escasez de las presas salvajes podría haber generado una nueva fascinación por ellas al atribuir un prestigio especial a los animales salvajes. Es posible que los atributos asignados al estado domesticado/salvaje se hayan manifestado a través de la instauración de nuevos tabúes o pautas de comportamiento específicas en relación con sus esqueletos. Por ejemplo, se podría atribuir un estatus particular a la fabricación de un objeto determinado, realizado de una manera específica, en función del valor atribuido al animal.

- Las modificaciones en el proceso de adquisición de especímenes podrían haber ocasionado una variación en el calendario de sacrificio y, por consiguiente, en la disponibilidad estacional de esqueletos, constituyendo una variable que probablemente ejerció influencia en la selección del animal cuyos huesos fueron utilizados y en la metodología empleada para su tratamiento.
- En este sentido, la implementación de prácticas ganaderas pudo haber ocasionado una reestructuración en el calendario de caza, lo que, a su vez, resultó en una modificación de las rutinas de los artesanos del hueso, quienes dependían de este recurso como fuente de subsistencia.
- Por otra parte, se plantea la hipótesis de que los modos y objetivos de la cría de animales (probablemente diferentes desde el principio de los relacionados con la caza) pudieron haber conducido al desarrollo de nuevos calendarios de caza que resultaban más beneficiosos o más perjudiciales para el artesano de los huesos. Estas modalidades podrían haber determinado ciertas opciones.

Podemos así observar que diversas hipótesis y teorías sobre el comportamiento de los grupos humanos del Paleolítico Superior han sido planteadas por distintos autores en función de las múltiples e infinitas estrategias de supervivencia que nuestros antepasados desarrollaron en diversos ambientes y bajo singulares condiciones. Siendo el único sujeto común, la necesidad de adaptarse y sobrevivir con los recursos y conocimientos que había a disposición del grupo. Recursos que serían animales, vegetales y los mismos elementos naturales como la piedra. Condiciones que variarían en relación a la región geográfica y a las condiciones climáticas del momento. Así cada grupo desarrollaría un sentimiento o relación adscrita al territorio y una herencia cultural vinculada al mismo espacio, plasmada en sus técnicas y métodos para adaptarse y sobrevivir en dicho lugar y perpetuar la especie y futuro del grupo a generaciones futuras quienes nacerían con el arraigo regional que modelaría su crecimiento e interacción con el medio. Dando esto origen a una red infinita de posibilidades de estrategias de supervivencia ya adaptación adoptadas en la tecnología, bien lítica, ósea o vegetal (madera) y en las actividades de caza y recolección. Apareciendo del mismo modo ligado a ese sentimiento cultural la exposición de ideas o sentimientos del grupo en arte caracterizado por diferentes patrones y técnicas dependiendo de la región y el grupo adscrito a este.

1.3. Industria Ósea

El término artefacto se refiere estrictamente a lo que realmente se fabrica (por ejemplo, por descamación o molienda), el término artefacto de piedra se refiere comúnmente a cualquier piedra que sea fabricada, modificada o utilizada por los humanos, aunque otros primates también fabrican y usan artefactos (Fullagar & Matheson, 2013). Los subproductos de la fabricación a menudo también se denominan artefactos en el sentido de que los humanos los produjeron. Por su parte las herramientas de piedra, por ejemplo, suelen definirse como aquellos artefactos que realmente tienen evidencias de uso (Fullagar & Matheson, 2013), al igual que misma distinción toman las herramientas óseas. Como cita Dosseur (2003) el uso del hueso (en nuestro caso de las materias duras de origen animal) puede dividirse en 4 estadios: Recolección de materia prima, que incluye el sacrificio y la matanza del animal, puede ser autónomo o secundario, en otras palabras, parte de otras actividades de mayor prioridad, como el consumo de alimentos; su Transformación en un objeto; el Uso del objeto; y finalmente su Eliminación. Para la identificación fiable de las herramientas prehistóricas y la determinación de sus funciones específicas, los analistas se basan en múltiples líneas de evidencia que pueden incluir el diseño de la herramienta, el desgaste, los residuos, los patrones de rotura, y el contexto arqueológico (Fullagar & Matheson, 2013). No obstante, cuando acuñamos el término industria nos referimos tanto a esas herramientas como a los artefactos sin hacer distinción en el estudio de estas. Pues es un análisis completo del registro en su contexto lo que puede realmente nombrar y catalogar a estas y vislumbrar el rol que cumplieron en las sociedades prehistóricas. Lo que a su vez, nos permite teorizar sobre cómo era la vida, el entorno, los pensamientos y el comportamiento de estos grupos humanos paleolíticos.

La Industria ósea, tal y como se definió por primera vez en el Colloque de Sénanque de 1974 y recogieron los posteriores coloquios internacionales, es aquella que comprende objetos fabricados y/o utilizados en una materia dura de origen animal (hueso, dientes, moluscos, asta, cuernos...) (Álvarez, 2013). Así los materiales que recogemos en el registro arqueológico cuando hablamos de industria ósea, no es solo el hueso, sino el armazón completo del animal (Álvarez, 2013), como son los dientes, los cuernos, las astas o caparazón (ej.: concha). El hueso y el asta representan la materia prima más común utilizada para la fabricación de herramientas (Eva David en St-Pierre & Walker, 2007). El hueso, presenta unas características físicas muy plásticas, lo que facilita su trabajo, a la vez que unas

propiedades de dureza y elasticidad (Álvarez, 2013) óptimas para confeccionar útiles prácticos. Esto permite así desarrollar una tecnología especializada en la confección de útiles o herramientas óseas que iría evolucionando y adaptándose a las condiciones y necesidades del grupo y el medio. A lo largo de la historia existe registro de los múltiples usos que se le han dado a las partes de los esqueletos con el fin de obtener un útil (Álvarez, 2013). Entre estos usos podemos encontrar desde el cráneo utilizado para los discos recortados y copas; el hioides como elemento decorativo; la mandíbula de soporte decorativo, los dientes como colgante; los colmillos para objetos decorativos, útiles apuntados punzantes, cinceles, cuchillos y objetos de arte; la costilla como alisador, objetos apuntados y soporte decorativo; los omóplatos como discos recortados y soportes decorativos; la tibia para generar retocadores, compresores y tensores; el radio de retocador, compresor; la ulna como punzón; las diáfisis para apuntados, alisadores, cinceles, yunques y soportes decorativos; y la diáfisis de huesos largos para mangos y tubos; huesos largos de ave como tubos, flautas, pajas y soportes decorativos; el asta para generar morfotipos, como bruñidor, mango; las diáfisis del asta para apuntados y soporte decorativo; las vainas de las cuernas como copas y arandelas (Álvarez, 2013).

Si nos remontamos a los orígenes o al menos los restos datados más antiguos de elementos y/o artefactos óseos de los que se tiene constancia a día de hoy y pueden atribuirse científicamente al término de industria ósea o al menos aplicable el de tecnología ósea, nos encontramos con que los primeros huesos utilizados consistieron en lascas de hueso largas y rectas y núcleos de cuerno encontrados en el sitio de Swartkrans en Sudáfrica (que datan de hace aproximadamente 1,8 a 1 millón de años) (d'Errico & Backwell, 2007). Los investigadores interpretan que probablemente estos materiales fueron utilizados por miembros de la especie *Australopithecus robustus* para excavar en montículos de termitas (Backwell & d'Errico 2020; de la Torre et al., 2025). Sin embargo, no se trata de herramientas formales de hueso, sino más bien de fragmentos de hueso convenientemente utilizados como herramientas y, por lo tanto, moldeados informalmente mediante el uso (Gates St-Pierre & Walker 2007). Estudios recientes en el sitio de Olduvai Gorge Bed II en Tanzania, apoyan esta teoría del empleo o uso de elementos óseos o incluso la manufactura de herramientas sobre hueso en fechas del Pleistoceno Inferior (Paleolítico Inferior) mediante la talla de extremidades largas de elefantes, hipopótamos y bóvidos (en menor medida) centrada en la extracción de pequeñas lascas de manera preconcebida e intencionada con el fin de performar un objeto o útil (véase en de la Torre et al., 2025; Mirazón, 2025). Si continuamos avanzando en el

tiempo durante el Paleolítico Medio podemos observar como los estudios de industria ósea se han centrado prácticamente en los retocadores (véase en David 2024; Bauman et al., 2025) no obstante recientes estudios demuestran la manufactura de una tecnología ósea más compleja, que va más allá de simplemente usar un fragmento óseo o de asta y cuerno poco modificado (ej: punta de lanza en hueso en el yacimiento Neandertal del Abri Romaní, Mateo-Lomba et al., 2024; o el proyectil-arma con punta de hueso Musteriense de la cueva de Mezmaiskaya en el Cáucaso, Golovanova et al., 2025). Finalmente llegamos a la época dorada de la industria ósea, el Paleolítico Superior, donde una diversidad compleja y culturalmente marcada genera en el registro arqueológico la aparición de numerosos, diversos y determinables elementos óseos adscritos a herramientas que cumplen una función específica en actividades como la caza, las del hogar, la ornamentación o el arte (Knecht, 1993; Farizy, 1994; Bar-Yosef, 2007; Teyssandier, 2008; Martisius et al., 2022)

Hasta hace no tanto años la industria ósea había sido una tecnología asociada simplemente al Paleolítico Superior y a los grupos de *Homo sapiens*, donde la complejidad del grado de la modificación del elemento óseo hasta hacerlo herramienta caracterizaba a estos. Sin embargo, recientes estudios en yacimientos del Pleistoceno Medio y en general centrados en grupos Neandertales y los “retocadores” como útil o herramienta de estudio, demuestran que el hueso (o cualquier otra parte del esqueleto y exoesqueleto animal) podría usarse como una herramienta con un modelado mínimo o nulo, sin necesidad de un alto grado de complejidad en su manufactura (Baumann et al., 2025). No obstante, hay que andar con pies de plomo al interpretar estos elementos óseos con pocas modificaciones, pues las mismas pueden ser causas de algún agente tafonómico que haya afectado a estos durante su deposición y preservación en el tiempo (Vercoutère et al., 2007). Por ello, es importante mantener presente la importancia del suelo en el que se ha conservado los restos, la tafonomía (Álvarez, 2013). Otro marcador y diferenciador (agente tafonómico) son las alteraciones óseas que inciden en las cualidades mecánicas del resto óseo (esquirlamiento, muescas, fracturas, alisado, raspado...), al igual que el tratamiento térmico (calentamiento) altera la composición química del hueso, donde la alteración de sus elementos originales permite una mayor flexibilidad (cuernos y colmillos) y fracturación (Álvarez, 2013). El objetivo, es por tanto diferenciar si estas alteraciones que se producen sobre la materia dura de origen animal son de origen antrópico, y si es así saber si este es intencionado y bajo qué objetivo. Pues puede ser simplemente la necesidad de la extracción y consumo del tuétano del interior del hueso (véase en Baumann et al., 2025) y no tiene por qué estar vinculado a ningún proceso tecnológico que

pudiéramos atribuir a una industria ósea. Incluso el “objeto” que observamos puede ser causa de una acción tafonómica tras la deposición del elemento natural sobre el suelo que genera una deformación sobre este. Como expone Vercoutère (2007) junto a su equipo, entre las modificaciones tafonómicas del resto óseo podemos encontrarnos distintos agentes y acciones como trazas de masticación, producidas generalmente por carnívoros, especialmente por cánidos, lo que produce hoyos/cúpulas o arañazos y estrías en la diáfisis del hueso; perforaciones causadas por distintos agentes como la incisión de los caninos de los carnívoros; puntas limadas o romas en el caso de las astas o cuernos, donde antes de su muda natural animales como los ciervos las frotan contra otros elementos naturales como los troncos de los árboles; los denominados grabados de raíces, las cuales excretan ácido húmico que disuelve la materia orgánica y luego crea surcos poco profundos en forma de U en la superficie de los restos, surcos que se distribuyen según un patrón dendrítico característico; el llamado desgaste del cuello de los dientes, pues algunos dientes tienen un surco periférico en el cuello, el cual se ve pulido y separa la corona de la raíz por causa puramente natural (patológico); pulido natural, donde acciones naturales como la propia sedimentación y agentes relacionados a esta como la mera acción animal de un oso frotando su cuerpo sobre un conjunto de restos óseos puede reproducir un limado o pulido sobre estos entre la fricción producida sobre este y el suelo que actúa como superficie o yunque. Es necesario un estudio y análisis taxonómico y tafonómico de los restos entendidos como industria ósea antes de poder definirlos como tal, ya que es imposible hacerlo sin antes conocer sus características, sus propiedades y los posibles agentes externos que hayan actuado sobre los mismos y afectado a estas.

Como se cita en el artículo de Baumann et al. (2025), a día de hoy se empieza a vislumbrar un mosaico de nuevos y distintos patrones de interpretación y estudio de los yacimientos y los restos óseos en relación a sistemas técnicos más amplios y complejos, donde generar un sistema de reevaluación de cada contexto arqueológico, centrándose en la identificación de los artefactos óseos, es ahora un paso esencial hacia una comprensión más completa de los mecanismos que subyacen a su surgimiento, el desarrollo y las capacidades cognitivas. Del mismo modo las recientes investigaciones de distintos equipos tanto en África como en Asia sugieren que la narrativa europea puede contar una historia que es más provinciana (regional) y menos universal de lo que se pensaba anteriormente (Rabett & Piper, 2012). Por lo que todas esas generalizaciones en torno a la diversificación de la tecnología ósea, de los artefactos y herramientas tan características y singulares del Paleolítico Superior Europeo, no

pueden definir un contexto global del mundo, sino simplemente dar una visión de lo que pasaba en una determinada zona/región. No por ello, concebir que el resto del planeta iba al unísono, o los grupos humanos de otras regiones que vivieran en climas y situaciones geográficas totalmente distintas debieran adaptarse al medio de la misma manera y con las mismas ideas o tecnologías que lo hicieron los grupos del continente europeo. No obstante, a pesar del dinamismo que ha caracterizado a los estudios de huesos trabajados durante la última década, es lamentable que el potencial informativo de los artefactos de huesos trabajados siga siendo ignorado en gran medida por muchos arqueólogos y equipos a nivel mundial (St-Pierre & Walker, 2007). Necesario es ahora cambiar las ideas preconcebidas sobre las estrategias y tecnologías de los grupos prehistóricos y reevaluar por tanto las hipótesis e ideas planteadas bajo una nueva visión que englobe la existencia de herramientas realizadas sobre otros materiales que no fueran líticos, como es el caso de la industria ósea o la realizada sobre madera. Este cambio de paradigma nos lleva a un debate eterno que necesitará de interdisciplinarios estudios y empleo de nuevas técnicas o ciencias (por ejemplo la traceología nos puede ayudar a vislumbrar el uso que tuvo el objeto o material que nos encontramos en el registro arqueológico o el de un experimento y cotejar con parámetros existentes sobre un conjunto de materiales arqueológicos). Toca pensar de nuevo como se adaptan nuestros antepasados al medio que los rodeaba y como usaron cada materia prima próxima a estos. Pues..., ¿dónde deberíamos situar el término industria ósea?, ¿encierra este solo al concepto de herramienta por excelencia o también a un simple artefacto o incluso el elemento natural usado directamente sin modificación? (ej.: un colmillo de mamut usado como elemento punzante bien para cavar o clavar, un cuerno usado como extremidad punzante de un palo a modo de lanza o jabalina, un fémur empleado para fracturar elementos frágiles-elásticos como una nuez...).

La producción de formas estandarizadas, moldeadas mediante técnicas más complejas como el ranurado, el raspado o el pulido es característica de las llamadas “formales herramientas de hueso” en el Paleolítico Superior (Mateo-Lomba et al., 2024). Descubrimientos recientes sugieren que la denominada como herramienta formal de hueso más antigua, fabricada intencionalmente, podría tener entre 300.000 y 140.000 años de antigüedad, durante la Middle Stone Age en la cueva de Broken Hill en Zambia, y consistir en dos gubias óseas (cincel) y una punta de proyectil de hueso (Barham et al., 2002; St-Pierre & Walker, 2007). Otras herramientas de hueso de la Middle Stone Age fueron descubiertas en la cueva de Blombos, Sudáfrica, incluyendo 28 punzones y puntas de hueso (algunos grabados) y 41 cuentas de

concha, datadas con seguridad en 70.000-75.000 años AP (Henshilwood & Sealy, 1997; d'Errico et al., 2001; Henshilwood et al., 2001, 2004; St-Pierre & Walker 2007). Las fechas más aceptadas actualmente para las primeras herramientas de hueso oscilan entre unos 80.000 y 90.000 años BP en África. Se trata de puntas de hueso con y sin púas, así como una daga plana de los yacimientos de Katanda en el valle superior de Semliki, República Democrática del Congo (Brooks et al., 1995; Yellen et al., 1995; Gibbons 1995; Yellen 1998; McBrearty & Brooks, 2000; St-Pierre & Walker, 2007).

Desde un punto de vista de adaptación y supervivencia, un animal cumple dos roles, actuando como base o matriz principal de dos procesos básicos para la vida de nuestros antepasados, tanto como dietético (fuente de recursos alimenticios) o como materia prima (fuente de recursos técnicos-útiles) (Vercoutère et al., 2007). El examen de la selección de materias primas, la estandarización de las formas y la reutilización de las herramientas de hueso revela interesantes similitudes y diferencias en la organización social de la producción en las sociedades neolíticas del sur de Europa, Anatolia y el sur de Asia (St-Pierre & Walker 2007). Un comportamiento que puede ser herencia de las tradiciones culturales y técnicas de los antepasados de estos grupos neolíticos. La variabilidad de las herramientas óseas observada en diferentes ensamblajes refleja una considerable diversidad funcional (Mateo-Lomba et al., 2024)

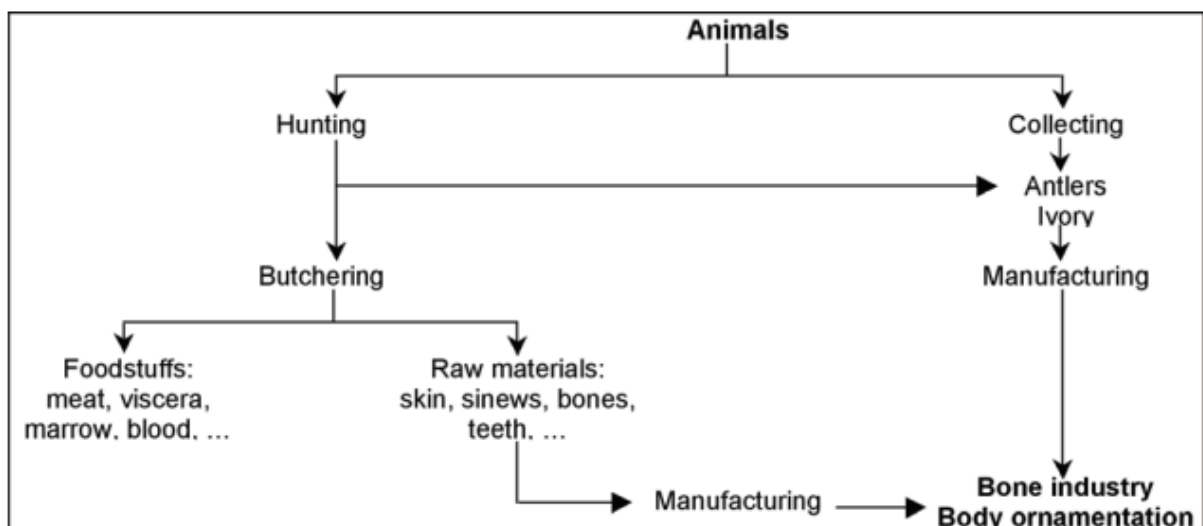


Fig. 8: *Uso de animales para la fabricación de alimentos y artefactos. Imágen extraída de Vercoutère, C., Patou-Mathis, M., & Giacobini, G. (2007). The importance of the paleontological and taphonomical analyses for the study of bone industries. Bones as tools: current methods and interpretations in worked bone studies, BAR S, 1622, 23-34.*

Los sistemas sociales y simbólicos definen las reglas de obtención de animales, modificación ósea, uso y finalmente la eliminación de los objetos manufacturados (Le Dosseur, 2003). Así,

mediante el estudio de la industria ósea se pueden identificar diferentes "tradiciones" técnicas a gran escala en forma de tecnocomplejos (Eva David en St-Pierre & Walker, 2007). En el sentido que se pretende aquí, se refieren a la distribución en el tiempo y el espacio de los sitios que han proporcionado a los ensamblajes patrones comunes de técnicas, tipos morfológicos y blancos anatómicos, así como patrones comunes de cambio en la frecuencia relativa de los tipos de herramientas, todo dentro de un entorno definido (Eva David en St-Pierre & Walker, 2007). Podemos así analizar y comprender la industria ósea desde diferentes variables como la morfológica, la tipológica, la tecnológica o la funcional-traceológica. Dentro de la variable de morfología, la forma ósea según la técnica de trabajo aplicada, nos da variables múltiples como agujeros, depresiones, incisiones longitudinales profundas, incisiones transversales profundas, incisiones transversales paralelas, incisiones finas, incisiones irregulares profundas, incisiones irregulares finas, perforaciones, bordes irregulares, bordes regulares, desintegración, raspado, pulido, color, abrasión, cepillado, tallado, astillado, astillado, astillado, grabado, fuego, plegado, ranurado, brillo, rotura natural, percusión, perforación, decapado, retoque, fundición, aserrado (Álvarez, 2013). Permitiéndonos así catalogar los artefactos o herramientas según su forma en apuntada, biselada, roma (desafilada), hueca o agujereada, enmangada, alargada, perforada, denticulada/dentada y otros/arte. Esta puede ser implementada o servir como base para generar una clasificación tipológica pudiendo definir una categorización morfo-tipológica (empleada por numerosos autores, véase en Christensen et al., 2004; Álvarez, 2013; Le Dosseur & Shatil, 2014; Langley, 2018) donde los objetos, artefactos o herramientas quedan catalogados en:

- **Apuntado/Puntiagudo:** aguja, alfiler, anzuelo, arpón, azagaya, micro-azagaya, gradine, punta, daga, punzón, micro-punzón.
- **Biselado:** plancha, cincel, cuchillo, retocador.
- **Romo:** cuchara, cuña, espátula, lengüeta/ficha, hoja, paleta, alfiler, varilla
- **Hueco:** varilla, pajita, tubo
- **Enmangada:** mango, hélice, funda

- **Perforado:** Anillo, Arandela, Palo, Botón, Colgante, Cuenta, Disco, Placa, Contorno recortado, Flauta, Fusayola.
- **Denticulada/dentado:** peines, los demás dentados.
- **Otros/arte:** Esculturas, Figuras, Antropomorfos.

De todos estos útiles mencionados hay un grupo de ellos con una larga tradición de estudio y definición a lo largo de las últimas décadas por numerosos autores como Barandiarán (1967), Camps-Fabrer (1975, 1981, 1990), Borao (2012): ***Puntas**, objetos útiles alargados enteramente trabajados, apuntados en uno o ambos extremos y con sección que varía de la circular a la rectangular; **Azagayas**, útiles enteramente trabajados en los que la parte distal es apuntada, mientras que la proximal presenta una morfología variable, según el acondicionamiento de enmangado; **Agujas**, útiles alargados con el extremo distal apuntado, de morfología diversa y sección que varía entre aplanada oval, rectangular, sub rectangular, cuadrada o irregular, y fuste liso que se aplana hacia el extremo proximal donde tienen normalmente una perforación; **Arpones**, útiles alargados con dientes en uno o en los dos bordes del fuste, donde el extremo distal es generalmente apuntado y el proximal varía según el modo de enmangue; **Varillas**, útiles alargados con sección plano-convexa y cuya morfología en sus extremos es variable; **Punzones**, útiles alargados, parcial o totalmente trabajados, con sección y longitud variables, donde la parte distal es apuntada y la proximal puede estar o no trabajada; **Tubos**, objetos con forma cilíndrica obtenidos a partir de la diáfisis de un animal, recortando los dos extremos; **Ornamentos o Arte mueble**, como el caso de pendientes normalmente realizados sobre dientes mediante perforación, cuentas de collar o brazalete elaboradas mediante la perforación y/o decorado/pigmentación de los moluscos (Malacofauna), la decoración de otros útiles en hueso o asta mediante el grabado de patrones geométricos o lineales normalmente, o el modelado de una figura como el Löwenmensch (hombre-leon) de Hohlenstein-Stadel. Si bien nos centramos en un análisis morfo-tecnológico e intentamos catalogar las herramientas en función a este nos encontramos con una clasificación dependiendo de la técnica de fragmentación empleada (ej.: técnica de astilla de cuña, David, 2024); y del uso/desgaste (incisión, ranurado, aserrado, raspado, pulido, limado, perforado; David, 2024). Por su parte, David (2007) clasifica así los artefactos en hueso, asta, cuerno, diente o concha que componen el kit/equipamiento de los grupos cazadores-recolectores del Mesolítico temprano en seis categorías de herramientas (objetos con una parte activa) junto con los objetos de adorno o arte. Estas incluyen ***piezas puntiagudas****

(agujas, punzones, puntas de proyectil, gargantas, ganchos); ***herramientas de borde biselado*** (azuelas, hachas, azadones, hachas de hoja, hachas martillo, todo tipo de cinces, gubias, mortajas, buriles); ***herramientas de corte*** (cuchillos, cuchillos de "escalado", cuchillos ranurados); ***herramientas con manguitos*** (manguitos, manguitos de martillo, mangos, mangos con codos); ***herramientas de superficie plana*** (todo tipo de lissoirs) y ***herramientas de punta redondeada con un aspecto blando o rayado*** (martillos, picos, punzones) (David en St-Pierre y Walker 2007).

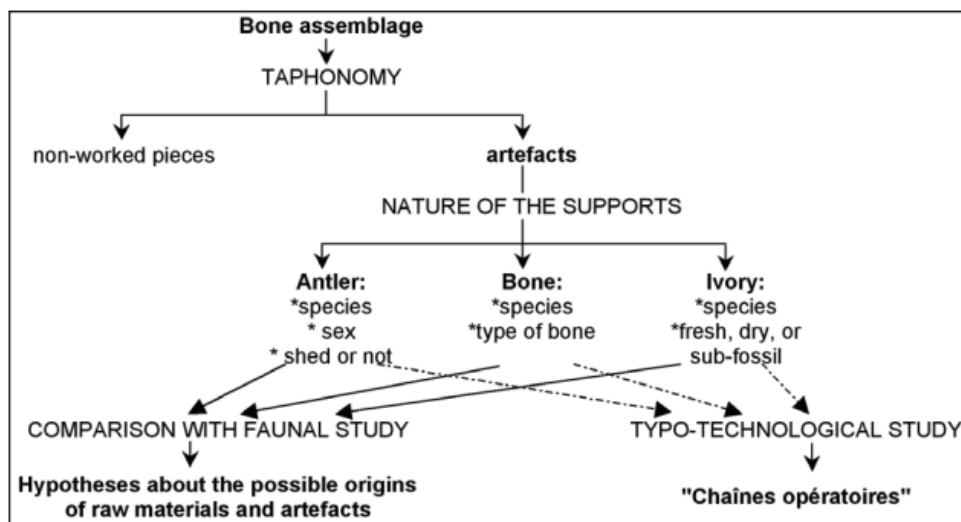


Fig. 9: Patrón de estudio de industria ósea. Imagen extraída de Vercoutère, C., Patou-Mathis, M., & Giacobini, G. (2007). The importance of the paleontological and taphonomical analyses for the study of bone industries. *Bones as tools: current methods and interpretations in worked bone studies*, BAR S, 1622, 23-34.

Queda así definida la industria ósea como el vector entre la fauna y la industria, conectando animal, humano y mente. Un prisma a través del cual se puede vislumbrar la relación del grupo con el medio, las capacidades cognitivas y físicas de los autores y el grado o relación cultural-tecnológico del individuo respecto al sentimiento de grupo, tiempo y espacio. Pues la manufactura de un elemento o artefacto que pueda definirse como objeto, comprende un grado de complejidad y conocimiento técnico y material heredado a la vez que unas capacidades engendradas y pulidas con el tiempo. El tiempo tomado para performar un objeto óseo es elevado normalmente al compararlo con el tomado para una herramienta lítica. Del mismo modo es necesario el empleo de dichos objetos líticos sobre la materia dura de origen animal (hueso, dientes, moluscos, asta, cuerno) para darle una forma específica y predeterminada a la misma con la finalidad y propósito de cumplir una tarea o función concreta. Del mismo modo es necesario un conocimiento de la materia prima trabajada y las propiedades y cualidades de la misma. Este estudio es comparable a la actual zooarqueología, la cual ha adquirido importancia y popularidad hoy en día, en parte porque dio el paso del

análisis de huesos per se y la producción de listas descriptivas de fauna, a análisis más elaborados, interpretativos e integrados sobre estrategias de caza, análisis de cuencas, estacionalidad, movilidad y migración, comercio, domesticación de animales, estatus social, los aspectos simbólicos de los animales, los procesos de formación de los yacimientos, la tafonomía, entre otros muchos temas (St-Pierre & Walker 2007; Vercoûtère et al., 2007). Vemos así el marcado vínculo entre fauna y lítica plasmado en la industria ósea, la cual puede hablarnos como era la mente, pensamiento, condiciones y vida tras el autor de la pieza y el individuo que la usó.

1.3.1. Conceptos base para el análisis de la industria ósea:

Schème, schéma et chaîne opératoire

Antes de actuar directamente sobre el material físico (materiales experimentales y restos arqueológicos), el primer paso es comprender el término chaîne opératoire, organizar nuestras ideas y actos futuros de acuerdo con la resolución de nuestro problema (experimento), y entender lo que teníamos (materiales, objetivos y problemáticas) y lo que nos gustaría obtener al final del proceso (resultados). Para ello, es necesario diseñar un cronograma de trabajo en el que los diferentes pasos estuvieran ordenados de manera lógica. Por tanto, el primer paso es identificar el material de trabajo y los objetivos para poder buscar literatura y experimentos relacionados. Bajo el término de chaîne opératoire, este primer paso es lo que podría llamarse «adquisición», que nosotros interpretamos como la base del proyecto. No solo era necesario encontrar y leer (y entender) los materiales con los que íbamos a trabajar, sino también conocer el camino de trabajo (operaciones, técnicas y procesos) que necesitábamos seguir para resolver nuestro problema. Este «camino de trabajo» es, en términos reales, la idea prismática de la propia cadena operativa: una sucesión de gestos ordenados en el tiempo y el espacio, orgánicamente vinculadas entre sí por una intención técnica, un proyecto económico y un conocimiento previamente adquirido. De igual modo, el término de chaîne opératoire está vinculado con otros términos como el de esquema o esquema conceptual (schème, schéma), cuyo entendimiento es requerido para un correcto trabajo y estudio.

Las nociones teóricas de esquema, esquema conceptual y cadena operativa son la base del análisis de las producciones de las sociedades prehistóricas. Utilizada para resaltar las intenciones técnicas involucradas en el proceso de fabricación de herramientas, estas nociones conducen a la discusión del estado de la técnica mediante el análisis de la conducta técnica,

que aparece a través de la fabricación y el uso de herramientas (Mazet et al., 2024). Así pues, podemos identificar la intención técnica detrás de cada estrategia mediante el uso de estos tres términos como herramientas conceptuales. De un modo donde a partir de la observación de las manifestaciones técnicas – *Chaîne opératoire* – podemos comprender la organización de la práctica técnica – *esquema conceptual* – y a partir de ello reflexionar sobre la lógica técnica subyacente – *los esquemas* –, que se interpretan a la luz de las limitaciones materiales (Mazet et al., 2024). Mediante la arqueología experimental, la cual nos brinda una colección de materiales obtenidos bajo unas condiciones y variables cuantificadas y registradas, que pueden ser estudiadas mediante análisis como el estadístico. El concepto analítico de la **cadena operativa**, que se convirtió en el corazón del enfoque tecnológico desde la década de 1970 hasta la Prehistoria (Djindjian, 2013), ha permitido dar cuenta de la sucesión efectiva de gestos y acciones técnicas que han llevado de una materia prima al abandono de los productos que se derivan de ella, a partir de su registro en el material (Mazet et al., 2024). Partiendo del hecho de que entendemos las chaînes opératoires como una herramienta conceptual utilizada en el campo de la investigación arqueológica, para interpretar las intenciones técnicas involucradas en el proceso de fabricación de herramientas analizando el mismo comportamiento técnico, que aparece a través de la fabricación y el uso de herramientas (usewear). Podríamos dividir los pasos del estudio de las chaînes opératoires en 3 principales: Adquisición → Producción → Utilización. Primero, enfoque en el abastecimiento de materiales y conocimientos (literatura previa y trabajos experimentales vinculados a nuestro tema); un segundo basado en el proceso de fabricación (etapa operativa definida por el empleo de metodología y técnicas) para dar forma a nuestro material para obtener el objeto, artefacto o herramienta deseada; finalmente un tercero destinado a dar un valor de uso al objeto, artefacto o herramienta manufacturada y así cumplir el destino de su creación. Los métodos convencionales de transformación de un material se destacan por el hallazgo de restos arqueológicos en las producciones denominadas «estandarizadas», lo que evidencia las mismas aplicaciones técnicas (Mazet et al., 2024). Además, la reconstrucción de cadenas operativas similares entre diferentes sitios arqueológicos proporciona información sobre la aplicación práctica de los métodos relacionados con la fabricación de producciones comparables (Mazet et al., 2024). De la restitución de las etapas de la cadena operativa fluye el **esquema conceptual** que la rige, es decir, la exposición "por el prehistoriador de la planificación, por los estados, sobre los cuales el hombre prehistórico se guió" para realizar la sucesión de gestos y acciones técnicas (Pelegrin, 1995). Este término se entiende como la secuencia de estados que se han investigado para fabricar y utilizar la herramienta. Se utiliza

el esquema conceptual para mostrar que, en la realización de herramientas, se ha buscado en la práctica técnica la representación de morfologías intermedias (Forestier, 1993. Como cita Mazet (2024): “*La representación implicaría el seguimiento de las imágenes mentales de una manera más o menos exitosa que se basaría en la capacidad de percibirlos (conocimiento) así como en la posibilidad de anticiparnos (saber hacer) en el curso de la acción técnica (Pelegri, 1991)*”. Por su parte el concepto de **esquema** refleja la organización general de acciones y actividades específicas directamente relacionadas con el artefacto (Mazet et al., 2024). El empleo del concepto de esquema ha facilitado la comprensión de la interrelación entre la producción y el uso de una herramienta, que se retroalimenta, mientras que la noción de economía del débito se centra exclusivamente en los aspectos de producción (Mazet et al., 2024). De hecho, la distinción entre esquemas funcionales y productivos no parece ser significativa para el estudio del material prehistórico, ya que de nuestro estudio encontramos que estas concepciones se integran de hecho en la proyección de la herramienta ósea sobre la matriz, habiendo sido la herramienta misma producida para cumplir un objetivo técnico específico. Según se cita en Mazet (2024) “*la concepción de la herramienta, o "gen", es cíclica: la herramienta se define para el uso (producción) y se redefine por el uso (función)*”. El aporte de la noción de esquema para el uso de la materia ósea se basa en su ambivalencia entre las dimensiones material y conceptual (Mazet et al., 2024). Por lo tanto, el uso de esta noción teórica nos permite acceder a un aspecto inmaterial de la tecnología plasmado por las herramientas prehistóricas en lo que constituye su materialidad, el único elemento que nos llega físicamente (A. Mazet et al., 2024).

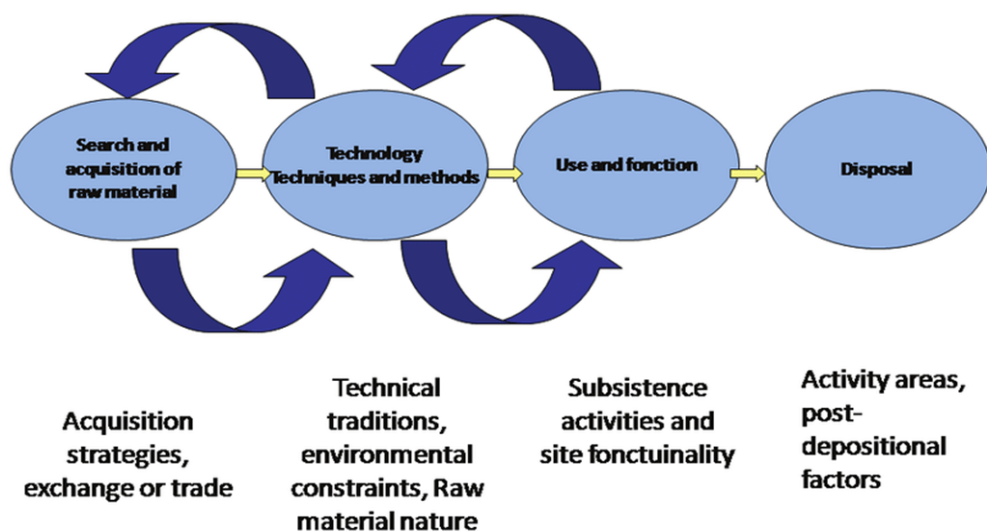


Fig. 10: Resumen esquemático de la chaîne opératoire y la naturaleza de la información proporcionada por cada etapa. Imágen extraída de e Imagem, G. D. C. (2014). Metodologias de Trabalho Arqueológico. Campo, Laboratório, Divulgação (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico de Tomar).

El estudio de las culturas materiales puede dar cuenta de las concepciones técnicas que gobernaron las producciones calificadas como industrias líticas e industrias óseas. La percepción de esta fenomenalidad por parte de los prehistoriadores se basa en la identificación de acciones técnicas y el análisis de las intenciones involucradas en la fabricación de las herramientas (Mazet et al., 2024). Igualmente hay que mantener presente el objeto de estudio como ser subjetivado, con la finalidad de no crear confusión entre la percepción del artefacto en su análisis y la concepción del mismo en su representación teórica (Mazet et al., 2024). En sus respectivas contribuciones, las nociones de esquema, esquema conceptual y cadena operativa ilustran la diversidad de concepciones prehistóricas implementadas en la transformación de un material base dado: nódulo de sílex de grano fino, bloque lítico granulado, parte cortical del hueso, astas en el proceso de crecimiento de ciervos, dentina fósil, concha de bivalvos, etc (Mazet et al., 2024). Este término permite designar cualquier material por sus características físicas y volúmenes específicos, tal como son perceptibles en el artefacto por el pre historiadores con el fin de deducir con la mayor precisión posible las características materiales, incluidos los volúmenes iniciales, involucradas en el diseño de la herramienta por parte del artesano. En la práctica, por lo tanto, el estudio de las materias primas que se lleva a cabo aquí se ocupa más de lo tafonómico en lugar de basar su análisis en grados taxonómicos.

La creación de herramientas a partir de materias primas depende tanto de las propiedades físicas del material como de las capacidades cognitivas del artesano. Es decir, el material no es considerado útil por sí solo, sino cuando el artesano identifica en él un potencial técnico, basado en lo que puede hacer con él según su cultura, experiencia y conocimientos. Esta percepción convierte el material en una “matriz” sobre la cual el artesano proyecta mentalmente la herramienta final y las acciones necesarias para obtenerla. Algunas veces, las características funcionales ya están presentes en el material (como forma o dureza), y otras, se construyen mediante procesos técnicos como el desbaste (*débitage*) o el modelado (*façonnage*). Es así el estudio de las cadenas operativas (las etapas técnicas en la producción de un objeto) lo que permite entender cómo se organiza la producción y cómo influyen la tradición técnica y los esquemas conceptuales culturales en las decisiones del artesano (Mazet et al., 2024). El concepto de "affordance" (las posibilidades de uso que ofrece un objeto según su forma y características) ayuda a explicar cómo se equilibra la relación entre el material disponible y el objetivo técnico deseado (Mazet et al., 2024). En cuanto a los materiales duros de origen animal (como huesos, astas, dientes), como bien señalan Mazet y su equipo (2024) su uso implica un conocimiento empírico por parte de las poblaciones prehistóricas sobre la

estructura interna del cuerpo animal (por ejemplo, las diferencias entre hueso compacto y esponjoso, la forma del periostio, etc.). La elección de ciertos huesos para fabricar herramientas dependía de varias características anatómicas invariantes, como la densidad ósea, la curvatura natural, la torsión o la presencia de tejidos blandos, que podrían facilitar o limitar la transformación del hueso en una herramienta funcional (Mazet et al., 2024). Dado que la materia ósea es parcialmente orgánica, su condición y las propiedades físicas derivadas de ella evolucionan con el tiempo. El estado de frescura y el tipo de matrices anatómicas pueden haber influido en la forma en que se ha modificado el material según las técnicas aplicadas al mismo (Mazet et al., 2024). Según la experiencia de estudios experimentales y trabajos por parte de Eva David y nuestros, podemos acuñar que los huesos frescos son aceitosos y más difíciles de desgastar que los huesos secos, mientras que los huesos secos pueden fracturarse inesperadamente. Del mismo modo podemos mencionar que los huesos frescos de animales domésticos (carne de vacuno y cerdo) son más difíciles de trabajar que los de caza (ciervo y jabalí) y suelen ser más resistentes que los huesos de los animales juveniles. Desde este punto de vista, el estado de frescura de la matriz en el momento de su uso integra el análisis de las estrategias para la selección de materiales, base que debe ser reconstruida por la biografía del artefacto (Mazet et al., 2024). El reconocimiento del material de base constituye, por lo tanto, un requisito previo esencial para el desarrollo de la comprensión de las concepciones del pasado, ya sean restos óseos pequeños o, por el contrario, totalmente modificados por/para su uso. A partir de la restitución detallada de prácticas técnicas basadas en el análisis diacrítico de los artefactos es posible, por tanto, cuestionar las intenciones técnicas de los artesanos (Mazet et al., 2024).

“Como toda materialización, nace de una necesidad y se ajusta, en su aplicación práctica, a una concepción técnica, toda materialidad encontrada es un fenómeno entre el Ser (anima) y la Sustancia (materia) (Mazet et al., 2024)”. Dicho de manera más simple, toda producción técnica se basa en el encuentro entre las necesidades de un individuo y un material del que percibirá propiedades que le permitirán responder precisamente a esta necesidad.

1.3.2. Tecnología Ósea

La identificación de artefactos óseos mínimamente modificados de conjuntos paleolíticos generalmente se realiza mediante el uso de grandes categorías de material arqueológico. La categoría de "herramienta" tiene prioridad sobre otros huesos modificados (David, 2024). Se destaca el material ilustrado utilizando el concepto de herramienta biográfica (David &

Ducrocq, 2023) o la chaîne opératoire del ítem, es decir, el proceso de transformación de un hueso a través de la lectura diacrítica de sus modificaciones superficiales, desde la matriz anatómica hasta el artefacto como remanente material óseo de un contexto cultural. El punto de entender la tecnología ósea es poder entender la mente humana y su evolución en el tiempo, a través de una reconstrucción del comportamiento de los grupos humanos prehistóricos a partir del registro arqueológico. Son tres las características de la mente humana moderna que podemos vincular con la de nuestros ancestros y desarrollo evolutivo tecnológico. Citando a Bradfield & Brand (2015), estas son la capacidad para recordar y relacionar pensamientos y visiones subconscientes, nuestro uso de la memoria de trabajo mejorada (la capacidad de conceptualizar múltiples pasos mientras realizamos tareas) y nuestra capacidad para conceptualizar y utilizar simultáneamente múltiples tecnologías simbióticas (Lombard & Haidle, 2012). Aquí es donde cada componente de un sistema tecnológico consta de múltiples elementos, trabajando juntos para realizar la tarea requerida y en donde el conjunto no puede funcionar sin todas las partes necesarias (Bradfield & Brand, 2015). Los elementos tecnológicos que conforman la cadena operativa de reproducción de la industria sobre materias duras animales, con mucha frecuencia pasan desapercibidos en el proceso de excavación, por lo que son guardados como restos de fauna, no atribuidos a la industria ósea (Borao, 2012). Pues a diferencia de en la industria lítica donde los restos de talla (debris) habitualmente han sido recogidos como material arqueológico perteneciente a la cadena operativa de una herramienta lítica, no ocurrió en la industria ósea. De igual manera los diferentes soportes o estados de un elemento lítico antes de ser herramienta están estudiados y documentados en la industria lítica, donde encontramos una primera categoría que separa la producción de soportes en lascas o láminas que posteriormente pueden ser o no modificadas con el fin de convertirlas en un objeto. Raramente vemos este proceso o determinación en la industria ósea. El propio fenómeno de las escamas (lascas) óseas no utilizadas fue observado y publicado por primera vez en Escandinavia en la década de 1980 por Møhl-Hansen , quien, en su análisis de los huesos de las extremidades inferiores de los ciervos rojos de los yacimientos mesolíticos daneses en la turbera de Aamose, en la parte noroeste de la provincia de Zelanda, observó que sus extremos estaban "tallados", "retocados" o "rematados" (David et al., en O. Grøn & H. Peeters (eds), 2022). En consecuencia, la caracterización tecnológica de los restos óseos y su inclusión en una discusión significativa sobre las estrategias de subsistencia se ve obstaculizada por la variabilidad temporal de las técnicas de fracturación aplicadas a los huesos de animales. Así como por la diversidad taxonómica de los especímenes utilizados y la variación en el valor funcional de las distintas

partes del cadáver (David et al., en O. Grøn y H. Peeters (eds), 2022). La categorización tecnológica se desarrolla en tres pasos principales: 1) identificación técnica (aserrado, tallado, rectificado, etc.), 2) procedimientos de corte (metapodial dividido en dos, tres o cuatro partes) y 3) caracterización de métodos técnicos (Legrand & Sidéra, 2007). No obstante, antes de aplicar esta es necesario un conocimiento base sobre la materia sobre la que se trabaja, donde las características individuales de cada individuo y de las propias partes anatómicas de este confeccionan una aplicación de acciones y procesos particulares. La elección de la materia prima por aparte los grupos de cazadores-recolectores puede deberse tanto a características morfométricas, físicas y químicas; como a cuestiones de disponibilidad o accesibilidad; facilidad de trabajo de transformación; o incluso por propiedades estéticas o simbólicas (Borao, 2012). Para conocer el porqué de la elección de cada elemento o materia en sí para una función concreta es necesario comprender el grado de complejidad que envuelve la manufactura de un elemento o útil sobre una materia dura de origen animal. De igual modo, para poder reconstruir estos “procesos de fabricación” y comprender las técnicas empleadas y la superposición de las trazas dejadas tras actuar, es necesario el uso de la microscopía (Legrand & Sidéra, 2007).

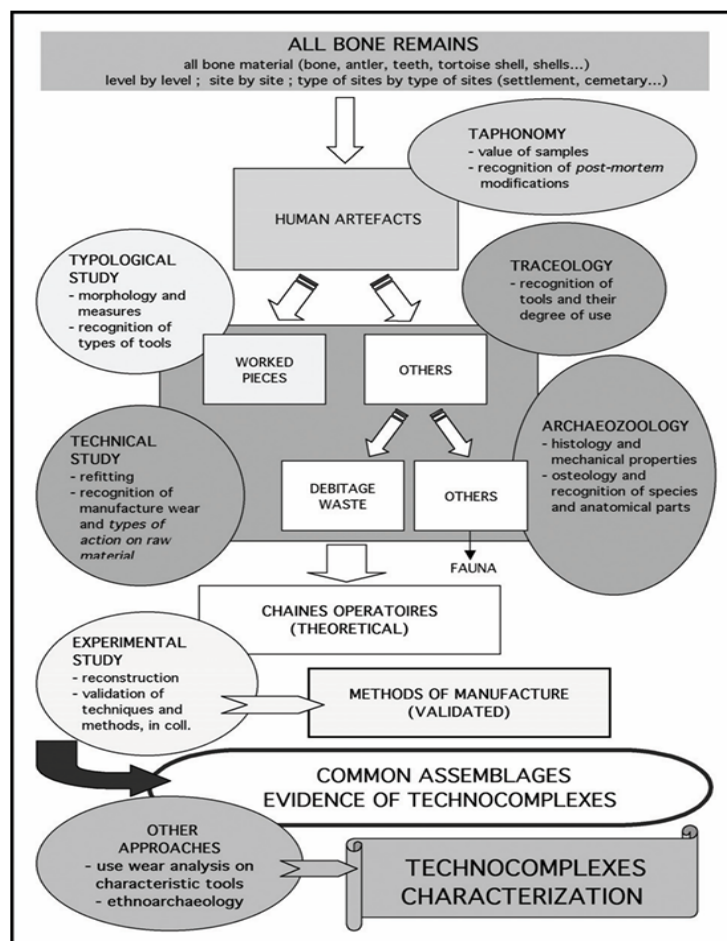


Fig. 11: *Etapas de la metodología y enfoques arqueológicos utilizados para el análisis tecnológico de las industrias óseas. Imagen extraída del Capítulo 3: "Technology on Bone and Antler Industries: A Relevant Methodology for Characterizing Early Post-Glacial Societies (9th – 8th Millennium BC)" escrito por Eva David; en el libro de Gates St-Pierre, C., & Walker, R. B. (2007) "Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies".*

“Cada materia prima posee unas cualidades físicas y químicas propias que les confiere unas propiedades mecánicas que influyen en su elección, Borao 2012”.

En el ámbito de la investigación arqueológica, el estudio de las industrias líticas y óseas ha permitido identificar la presencia de diversas «tradiciones» técnicas a gran escala, manifestadas a través de tecnocomplejos. Estos complejos se caracterizan por la distribución espaciotemporal de sitios que han proporcionado ensamblajes, patrones comunes de técnicas, tipos morfológicos y espacios anatómicos en blanco, así como patrones de cambio en la frecuencia relativa de los tipos de herramientas, todos ellos dentro de un entorno definido (David en St-Pierre & Walker 2007). El enfoque tecnológico se aplica a la industria ósea en un sentido amplio, considerando todos los artefactos fabricados con diversos materiales óseos (hueso, asta, diente, marfil animal, concha). En consecuencia, se logra la visualización de cada muestra de acuerdo con su determinación anatómica, permitiendo así la separación de los artefactos que presentan modificaciones (David St-Pierre & Walker 2007). Una vez que los productos y subproductos, así como los residuos, han sido debidamente clasificados según sus rasgos anatómicos y contextuales, se procede a someterlos a un riguroso análisis técnico. Este enfoque implica la identificación de técnicas específicas (o cómo la materia prima se desprende durante el proceso de manufactura) en los componentes, lo que facilita la reconstrucción teórica de los métodos de fabricación (o cómo las técnicas se han vinculado para crear una herramienta, un arma o cualquier otro objeto manufacturado) (David en St-Pierre & Walker 2007). Los métodos son mucho más característicos que las técnicas y la morfología (Legrand & Sidéra, 2007), ya que se pueden identificar una sucesión y repetición del mismo patrón por un individuo o más de uno en múltiples casos, dejando un rastro similar sobre la materia trabajada. Mientras que las técnicas pueden variar según las condiciones de la materia, el artesano y el medio. El conocimiento de estas técnicas y su puesta en práctica mediante los métodos es lo que nos puede ayudar a esbozar el mapa conceptual atribuido a la cadena operativa (*chaîne opératoire*) correspondiente a cada elemento. Además de los aspectos tafonómicos y arqueozoológicos que pueden proporcionar una comprensión de las modalidades de transformación de los restos originales, es necesario incorporar el concepto de «*schéma opératoire conceptuel*» (Pelegrin 1995; St-Pierre & Walker 2007) al de «*chaîne opératoire*». Este término ha sido bajo el concepto de un enfoque que magnifica la relevancia de la lógica subyacente, en la sucesión y combinación de gestos técnicos empleados por los

“artesanos” de herramientas, para la ejecución de proyectos de naturaleza intelectual. En el caso concreto del hueso, como sucede con otros materiales de naturaleza arqueológica, la observación de patrones técnicos repetitivos permite la inferencia de técnicas específicas. A pesar de la diversidad de técnicas y procedimientos existentes en el ámbito industrial, las características intrínsecas del hueso imponen restricciones significativas a la complejidad técnica, particularmente en lo que respecta a la fase de planificación (David en St-Pierre & Walker, 2007). La reconstrucción completa de los métodos de manufactura implica la identificación de todos los elementos diagnósticos y patrones recurrentes en las distintas partes anatómicas, para posteriormente compararlos con los datos observados. No obstante, enfrenta la problemática de partes ausentes en las secuencias de manufactura de huesos, asociadas con elementos del material óseo cuya ausencia debe explicarse por selección (factores biológicos o ambientales) o por modificaciones, que pueden incluir su completa destrucción (David en St-Pierre & Walker, 2007). Estas alteraciones pueden atribuirse a intervenciones humanas que no dejan residuos visibles, tales como técnicas de desgaste, o a perturbaciones naturales como procesos del suelo, actividad de animales o agentes físicos. De igual modo la ausencia de tamizado durante los procesos de excavación dificulta la recuperación de fragmentos óseos de pequeño tamaño que han sido desprendidos como resultado de fracturas, lo que complica significativamente la reconstrucción de las secuencias de manufactura ósea y restringe la capacidad de reensamblar las piezas. Como señaló David (2007), no existe una metodología que permita determinar anatómicamente los huesos trabajados a nivel individual, como el emparejamiento en el análisis faunístico. Por lo tanto, la reconstrucción de las secuencias de producción, en términos de operaciones técnicas y funcionales desde el hueso natural original hasta la pieza desechada, ha sido validada por trabajos experimentales. Este hecho ha permitido construir grupos de conjuntos arqueológicos que exhiben un comportamiento idéntico o asemejado al producir implementos similares en materia prima equivalente, en forma de tecnocomplejos (David en St-Pierre & Walker, 2007). Para establecer comparaciones entre ensamblajes, es imperativo establecer si los artefactos óseos analizados fueron manufacturados bajo condiciones y proporciones comparables (David en St-Pierre & Walker 2007). En lo que respecta a las industrias óseas del Paleolítico tardío y el Mesolítico temprano, la evidencia sugiere que la fabricación de dichas industrias se ha llevado a cabo predominantemente mediante la utilización de animales cazados. En términos generales, aproximadamente el 90 % de los especímenes analizados estaban constituidos por restos óseos de ungulados, tales como corzos, ciervos rojos, alces y uros. Durante el Mesolítico en el norte de Europa, como cita David (2007), las astas de ciervo rojo y alce

constituyeron la mayor diversidad de tipos de herramientas; los huesos (huesos de las extremidades y costillas) y los dientes se reservaron, respectivamente, para armas y colgantes; los dientes trabajados indican una explotación de jabalíes, castores y numerosos animales carnívoros (oso pardo, tejón, marta, lobo, zorro rojo y perro). Un ejemplo de ello es el análisis morfométrico llevado a cabo por David (2007) donde muestra la explotación de los ciervos para puntas rectas y con muescas, mientras que el alce se usó preferentemente para puntas de púas.

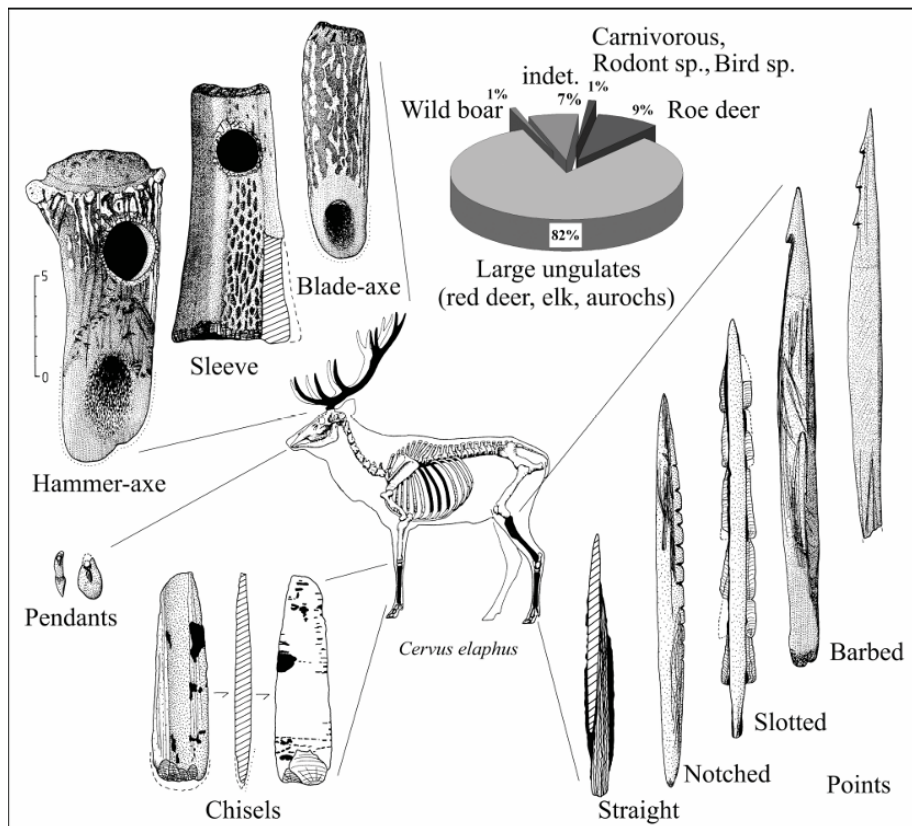


Fig. 12: Frecuencia de animales representados en la industria de huesos y astas del Mesolítico Temprano (Mullerup I), y utilizaron partes anatómicas de rojo ciervos con sus correspondientes artículos manufacturados; hacha martillo, manguito y hoja en asta (Mullerup I), canina (Bedburg-Königshoven) y colgantes incisivos (Ulkestrup Lyng Øst II), cincel óseo (Agerød I:AHC VL) y, en el hueso de la extremidad, rectos (Friesack 4-III), con muescas (Hohen Viecheln b), ranurados (Agerød I:AHC UT) y puntas de púas (Mullerup I). Imagen extraída del Capítulo 3: "Technology on Bone and Antler Industries: A Relevant Methodology for Characterizing Early Post-Glacial Societies (9th – 8th Millennium BC)" escrito por Eva David; en el libro de Gates St-Pierre, C., & Walker, R. B. (2007) "Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies".

El concepto de "técnica" se emplea aquí en su acepción más fundamental, entendida como una acción ejercida sobre la materia. Una técnica se caracteriza por el modo en que se interviene sobre el material, el gesto técnico implicado y la naturaleza de la herramienta empleada. La combinación de estos tres elementos genera marcas específicas en el material, cuya morfología, disposición y orientación son indicativas y distintivas del procedimiento técnico utilizado (Ramseyer & Chauvière, 2004). Por otra parte, el término "proceso" o método hace referencia a la integración de múltiples acciones, es decir, a la aplicación

secuencial o combinada de una o varias técnicas diferenciadas con el objetivo de alcanzar un resultado específico. Los procesos intervienen en todas las etapas de la cadena operativa de transformación técnica, abarcando desde la obtención y preparación de materias primas hasta las fases de corte, modelado y acabado. Un proceso se caracteriza por la selección de las técnicas empleadas, su orden de aplicación y la finalidad funcional o morfológica que se pretende alcanzar (Ramseyer & Chauvière, 2004). Antes de entrar en detalle en las distintas técnicas de transformación, es necesario entender los conceptos básicos en la tecnología general, tanto lítica como ósea, que actúan como grandes categorías de procesos técnicos asociados a la producción y transformación de las herramientas. El “debitage”, es la acción intencionada de fracturar un bloque de materia prima con el propósito de utilizar, modificar o dar forma a los productos resultantes (Ramseyer & Chauvière, 2004). El objetivo principal del débitage es producir soportes (lascas, hojuelas, hojas, fragmentos...) que pueden ser utilizados directamente o transformados en herramientas. Por otro lado, el “façonnage” se refiere a la acción intencional de dar forma a un soporte, independientemente del método de transformación seguido, incluyendo la forma general y el diseño de los atributos (Averbouh, 2000). En este caso, el objetivo es modificar la morfología del soporte para obtener una forma final deseada, como bifaces, hachas o puntas, mediante la aplicación de retoques más controlados y sistemáticos. El “acabado” se refiere a la colocación de elementos que ya no alteran la forma general de la pieza en bruto e implica, entre otras cosas, el pulido y la desestructuración (Ramseyer & Chauvière, 2004). Finalmente, el concepto de “estigma”, se define como la «huella duradera que queda en una pieza como resultado del encuentro de una herramienta, un gesto y un material» (Averbouh, 2000). En el ámbito del procesamiento de materiales duros de animales, la técnica empleada determina la naturaleza del estigma, el cual puede manifestarse como un negativo de eliminación, una sección de fractura, un surco o una raya (Ramseyer & Chauvière, 2004). Dentro de las técnicas de transformación en el ámbito de la transformación de materiales duros de origen animal, se identifican dos métodos predominantes: una acción por división de la materia y una acción por eliminación gradual del material. En el ámbito de la tecnología, se observa la presencia de dos grupos principales: las técnicas de fractura, asociadas a la percusión lanzada, y las técnicas de desgaste, asociadas a la percusión tendida (Ramseyer & Chauvière, 2004). Asimismo, se ha desarrollado una técnica intermedia que, si bien se implementa mediante la colocación de percusión, presenta una mayor similitud con las técnicas de eliminación sucesiva de material (Ramseyer & Chauvière, 2004).

Las técnicas de fractura se basan en la aplicación de una percusión proyectada (percusión lanzada), es decir, un impacto energético sobre el matriz de trabajo (bloque). Esta puede ser directa, cuando el percutor actúa directamente sobre el bloque, o indirecta, cuando se interpone un elemento intermedio entre ambos (Pelegrin, 2000; Ramseyer & Chauvière, 2004). Según el modo en que se transmite la fuerza al material, estas técnicas de fractura se clasifican según Ramseyer & Chauvière (2004) en dos categorías:

- **Técnicas de estallido o división:** Conducen a la división del bloque en grandes partes de material, lo que implica la aplicación de una fuerza violenta en el área que debe ceder, quedando como estigma característico de este fenómeno la sección de fractura. En consecuencia, se identifican tres técnicas:
 - Estallido/división por percusión directa: Mediante una percusión difusa lanzada que produce una explosión por choque violento, se produce la fragmentación del material. Este proceso se lleva a cabo con la finalidad de «romper por astillas» y, de este modo, dividir el bloque en dos o más fragmentos. Este fenómeno físico se manifiesta mediante un movimiento de magnitud variable, generalmente dirigido de arriba hacia abajo, utilizando un percutor activo, como un rodillo, o un percutor de pie, como un yunque.
 - Estallido/división de percusión indirecta: Implica la fragmentación del material mediante la aplicación de un impacto, mediado por un agente intermedio. Este procedimiento se orienta predominantemente hacia la división del bloque en su eje longitudinal. El movimiento desplegado de arriba hacia abajo y de magnitud media se materializa en un gesto corto e intenso. El percutor, de peso variable (sostenido en la mano o con un mango), y la herramienta intermedia (que actúa como cuña) aplicada directamente al material a dividir, son los elementos fundamentales de este método.
 - Estallido/división por flexión: Implica la separación del material mediante la aplicación de una fuerza continua y violenta, la cual es generada por la combadura del objeto. Este proceso tiene como objetivo la separación de un fragmento del bloque. El movimiento de tracción/flexión, dirigido hacia arriba o hacia abajo, se realiza con las manos desnudas o en combinación con un acuñaamiento.

- **Técnicas de eliminación, extracción o retiro:** Consisten en la aplicación de un golpe dirigido, con el propósito de disociar fragmentos (astillas) de diversos tamaños del material. El resultado de la acción sobre la superficie del material es una marca conocida como abducción negativa. Este proceso de eliminación se logra a través de tres métodos principales de percusión:
 - Percusión cortante directa: La herramienta impacta directamente sobre el material, provocando la eliminación de astillas sucesivas del bloque de trabajo. Este procedimiento se lleva a cabo mediante un movimiento brusco y alternativo de arriba hacia abajo, utilizando una herramienta (con o sin mango) dotada de una parte activa afilada. La serie de desmontajes, sujetos a una metodología de análisis comparativo, presenta una serie de negativos cuya morfología evidencia variaciones significativas en función de la naturaleza y el tipo de herramienta utilizada.
 - Percusión cortante indirecta: Implica la utilización de un elemento intermedio entre la herramienta y el material, lo que conduce a la eliminación de material mediante un choque transmitido. Este procedimiento, realizado con un percutor y una herramienta intermedia dotada de una parte activa afilada, da como resultado la eliminación sucesiva de escamas de pequeño tamaño.
 - Percusión lanzada difusa: El impacto es más amplio y menos focalizado, lo que da lugar a la eliminación del material por medio de un choque para desprender las astillas. Este fenómeno, impulsado por una acción dirigida de arriba hacia abajo, exhibe variaciones tanto en su intensidad como en su orientación. Su ejecución se lleva a cabo mediante la utilización de un percutor dotado de una superficie activa que presenta una configuración más o menos convexa, análoga a la de un guijarro.

Las técnicas de desgaste por su parte, se caracterizan por una percusión fija que implica la aplicación directa de la fuerza muscular sobre el material. Este fenómeno, descrito por Leroi Gourhan en 1943, resulta en la presión directa sobre el bloque trabajado, lo que sugiere una estrategia deliberada y premeditada. En función de la metodología empleada en el proceso de materialización del material, las técnicas de desgaste según Ramseyer & Chauvière (2004) se pueden clasificar en dos subconjuntos a su vez subdivisibles en tres técnicas cada uno:

- **Las técnicas de desgaste superficial:** con la “estría” (raya, línea o surco) como su estigma principal, estas técnicas se caracterizan por dejar huella de su acción en la superficie del material trabajado tras la aplicación sobre éste de una herramienta cuya parte activa está necesariamente formada por una superficie plana, curva o en forma de borde, que conducen a la eliminación del material en forma de partículas o virutas de diferentes dimensiones según la fuerza aplicada y la herramienta utilizada. Hay tres técnicas de desgaste superficial:
 - Raspado: Consiste en la eliminación de finas virutas mediante la ejecución de movimientos unidireccionales repetitivos, empleando una herramienta dotada de un borde activo, cuyo objetivo es regularizar o reducir el espesor de una superficie. Generalmente está vinculado a la fase de façonnage.
 - Abrasión: Implica la eliminación de partículas de una superficie mediante la fricción resultante del contacto repetido entre dos cuerpos. Este procedimiento se utiliza para regularizar o reducir el espesor del material, empleando piedras abrasivas de distintos granos (grueso, medio o fino), según el tamaño de las partículas a eliminar. El movimiento puede ser rotativo o alternativo (de vaivén), dejando como estigmas marcas lineales o circulares, organizadas sobre superficies tanto planas como rugosas. Esta interviene durante la fase de debitage y façonnage.
 - Pulido: Conlleva la eliminación de micropartículas del material mediante fricción, con el propósito de homogeneizar y alisar la superficie. Este proceso se lleva a cabo mediante movimientos giratorios o lineales, utilizando abrasivos finos como muelas, cuero, cenizas o fibras vegetales. El objeto de estudio deja marcas lineales o circulares sobre superficies lisas y planas, según la dirección del movimiento. Teóricamente empleado exclusivamente en la fase de acabado, siendo uno de los temas a tratar en nuestra experimentación y ver si se puede implementar este en otras fases.
- **Las técnicas de desgaste profundo:** en este caso, estas técnicas actúan sobre el espesor del material, eliminando partículas de mayor o menor relevancia, mediante la acción de herramientas u objetos cuya parte activa posee un ángulo de cincelado o un borde afilado/mordaz. Existen tres técnicas para el desgaste profundo:

- Incisión: Consiste en la eliminación de micro-partículas del material trabajado mediante una acción de corte poco profunda generando un surco estrecho. El proceso de ejecución se caracteriza por un movimiento unidireccional, mediante la utilización de herramientas con un borde activo en ángulo, similar al de un cincel (como lascas de sílex). El estigma típico se manifiesta como un surco en forma de U, con bordes rectos y un fondo estrecho, cuya morfología experimenta variaciones en función de la cantidad de pasadas efectuadas. Esta técnica se aplica en las tres etapas del proceso de producción: debitage (para delimitar zonas), façonnage (para definir rasgos específicos) y acabado (con fines decorativos).
- Ranurado: Implica la eliminación de partículas del material mediante la realización de cortes profundos y prolongados, con el propósito de generar surcos marcados y alargados. Se lleva a cabo mediante la realización de movimientos unidireccionales, ya sean repetitivos o alternativos, mediante el empleo de herramientas dotadas de un borde activo en ángulo. El resultado obtenido es una ranura profunda con una sección transversal en forma de U, cuyos laterales y fondo presentan estrías longitudinales paralelas. La implementación de esta técnica se produce en dos etapas fundamentales del proceso de producción, durante el debitage y el façonnage.
- Aserrado: Conlleva la eliminación de finas partículas del material mediante la fricción repetida de un borde cortante, con el propósito de seccionar o dividir un cuerpo sólido. Este proceso se lleva a cabo mediante un movimiento alternante (hacia adelante y hacia atrás), perpendicular a la dirección longitudinal de las fibras óseas. Para ello, se utilizan herramientas con filo agudo, resistente y alargado, como hojas de pedernal o metal. Esta acción da lugar a la formación de una ranura estrecha, con sección en V (en el caso del pedernal) o en U (en el caso de las herramientas metálicas), que progresa hasta separar el material. En la sección meridional del surco, se observan estrías rectas, continuas y paralelas, orientadas perpendicularmente al plano de corte. El aserrado se utiliza principalmente en la fase de debitage, aunque también puede intervenir en el façonnage.

Finalmente, nos encontramos con la técnica definida como "corte con cuchilla" a modo de técnica intermediaria o intermedia. Debido a que esta no se integra del todo con las técnicas de fractura o desgaste, pero sí comparte ciertos aspectos con ambas. Su principio se basa en eliminar material mediante golpes precisos, lo que lo relaciona con el desgaste, aunque su

resultado —la formación de virutas— lo acerca más a la fractura (Ramseyer & Chauvière, 2004). La técnica consiste en colocar el filo directamente sobre la materia prima y aplicar fuerza con un movimiento de muñeca para desprender astillas. Este proceso genera pequeñas muescas en el material, cuya forma y tamaño dependen del objetivo buscado. Aunque a veces se emplea en la fase de corte inicial, su uso principal es en el modelado y acabado del objeto, como en la ampliación de muescas, el alisado de bordes o tareas decorativas (Ramseyer & Chauvière, 2004).

“La tecnología es el vínculo entre la materia prima, la morfología, los estilos y la función.

La técnica, es la huella del conocimiento, memoria y cultura del artesano”.

Para cronologías cercanas al Paleolítico Superior (Paleolítico Final) autores como Averbouh (2000), Goutas (2004), Tejero (2009), Langley, Pétilon & Christensen (2017) o Borao (2012, 2022) presentan una subdivisión y catalogación de las técnicas y métodos empleados en la manufactura de la industria ósea. Complementaria, para fechas relacionadas al Mesolítico, por autores como Eva David (2004, 2014, 2015, 2022), St-Pierre & Walker (2007), Skakun, Zhilin & Terekhina (2011), Bergsvik (2015) o Zhilin (1998, 2017). Se implementa el número de técnicas y métodos empleados. Del mismo modo en las investigaciones de estos autores se relacionan las distintas técnicas con diferentes trazas o residuos dejados en el material arqueológico que posteriormente pueden observarse e identificarse a nivel macro y microscópico. Rastros que permiten reconstruir el comportamiento y tradiciones de los grupos humanos del pasado, concediendo a los investigadores la posibilidad de establecer cronoculturas o complejos tecno-culturales para diferenciar o asociar los últimos grupos de cazadores-recolectores de Europa en la transición de Pleistoceno-Holoceno.

Técnicas del Paleolítico Superior Final

Técnicas de fracturación según Borao (2012):

- Percusión directa: Fractura de un bloque golpeándolo con un percutor con el fin de obtener fragmentos.
- Percusión indirecta: Fragmentar de forma controlada la matriz a partir de un golpe aplicado mediante un percutor sobre un elemento intermedio que hiende la materia fracturándola longitudinalmente.

- Percusión cortante directa: Levantamiento de materia con un útil cortante sobre un punto concreto produciendo una entalladura.
- Flexión: Fragmentación de un bloque al aplicar fuerza de forma progresiva, produciendo una fractura en forma de lengüeta.

Técnicas de desgaste según Borao (2012):

- Raspado: Técnica aplicada para eliminar materia de una superficie y regularizar o disminuir su espesor creando estrías agrupadas en bandas paralelas y generalmente longitudinales al eje de la pieza.
- Abrasión: Elimina finas partículas de materia mediante la frotación de la materia contra un agente abrasivo de grano grueso. Las estrías que produce se caracterizan por ser rectas o circulares, organizadas en bandas planas y rugosas.
- Pulido: Técnica similar a la abrasión pero en su caso elimina micropartículas de la materia mediante la frotación de un agente abrasivo muy fino. Las estrías suelen ser circulares, organizadas en bandas planas y lisas.

Procedimientos o **sucesión de gestos** para conseguir un resultado (métodos) podemos destacar (según Averbouh, 2000; Goutas, 2004; Tejero, 2009; Borao, 2012):

- Doble ranurado: Eliminación de partículas de materia creando surcos profundos y largos a través de un movimiento unidireccional repetido. Los surcos o ranuras pueden ser paralelos o convergentes y cada uno se compone por un fondo y dos planos laterales que presentan estigmas longitudinales paralelos.
- Hendido con cuña: Consiste en partir longitudinalmente una materia por percusión indirecta.
- Entallado: Levantamiento de materia por percusión cortante directa produciendo esquirlas en todo el contorno del bloque.

Técnicas del Mesolítico

En el libro publicado por St-Pierre y Walker (2007), la investigadora Eva David cita las tres modalidades técnicas (desgaste, muesca y fractura) en las que se pueden clasificar las más de 20 técnicas de manufactura vinculadas a la industria ósea, obtenidas en su mayoría gracias a estudios experimentales. Entre ellas, siete técnicas son mencionadas por Eva David (2007) como las siete técnicas originales de manufactura de industria ósea durante el Mesolítico Temprano: limado, taladrado (técnicas de desgaste), perforación punteada (técnica de muesca), cuña-astilla, cuña-divisor, eje-cuña-astilla y retoque de contragolpe (técnicas de fractura). Acorde a la terminología establecida por David (2007):

- Limado: Implicaba la profundización de las muescas sobre púas mediante la utilización de una hoja de sílex como herramienta de afilado. Esta herramienta era utilizada con movimientos rápidos, suaves, multidireccionales y en varios ángulos para ampliar la incisión inicial.
- Taladrado: Por su parte presenta métodos de perforación divergentes. Siendo así aplicada bien en grabados como en el debitage de huesos como metápodos, con el propósito de extraer los extremos distales mediante perforación y facilitar mediante un modelado antrópico las posteriores acciones ejercidas sobre el hueso con el fin de obtener de este un útil deseado y previamente diseñado en una imagen mental. Del mismo modo se aplicaba sobre los dientes, perforando comúnmente desde ambos extremos la raíz de estos. Para llevar a cabo esta práctica, se empleaba un arco de dimensiones reducidas que posibilitaba la rotación de un eje provisto de un extremo de sílex tallado, actuando como un taladro.
- Perforación punteada: Se implementa con el propósito de eliminar de manera expedita la superficie articular superior de los metapodiales, proceso llevabado a cabo mediante la utilización de un pico de sílex, el cual era percutido directamente sobre la superficie de interés, permitiendo así la eliminación de fragmentos sucesivos.
- Extracción de cuña-astilla: Utilizada para la extracción de lascas axiales de la superficie articular superior completa de los metapodiales. Para llevar a cabo este proceso, se hacía uso de un elemento intermedio de sílex o hueso dotado de un borde biselado, el cual era percutido mediante el uso de un martillo blando y de peso considerable.

- División por cuña (cuña-divisor): El hueso era seccionado longitudinalmente mediante la inserción de elementos en surcos previamente preparados. Este procedimiento implicaba la generación de una previsión en la corteza del hueso mediante la inserción de pequeños fragmentos óseos en ranuras específicas. Posteriormente, un elemento de sílex de mayor robustez, golpeado axialmente con un martillo blando, desprendía astillas gracias a la fuerza aplicada.
- Eje-cuña-astilla: Implicaba la división longitudinal del hueso mediante la utilización de un fragmento de sílex con borde biselado, el cual era insertado en la fisura generada por una aplicación previa del mismo procedimiento. El fragmento óseo era sometido a un proceso de fractura mediante la aplicación de percusión con un martillo blando, lo cual resultó en una fractura que se desarrolló a lo largo de las líneas naturales del hueso. La metodología aplicada se caracterizaba por su enfoque meticuloso y sistemático, con una repetición rigurosa a lo largo de las dos caras del hueso. Este procedimiento se llevaba a cabo mediante la utilización de un instrumento diferente en cada segmento dividido, lo que denota un alto grado de precisión y atención al detalle en la ejecución de la técnica.
- Retoque por contragolpe: Mediante la cual las piezas en bruto con bordes astillados eran enderezadas. Para llevar a cabo este procedimiento, se disponía la pieza sobre una superficie convexa de piedra dura y se percutía uno de sus lados con un martillo de piedra, lo que generaba una extracción en el lado opuesto. Este procedimiento se repetía en todas las direcciones hasta obtener una forma rectilínea.

Estas 7 técnicas mencionadas no son más que un tercio de las, a día de hoy, 21 técnicas de manufactura de industria ósea relacionadas con los grupos humanos mesolíticos. Remarco y hago hincapié en el “a día de hoy”, pues son científicos de todo el mundo, como la misma Eva David, quienes investigan sobre nuevas posibles técnicas empleadas en la manufactura de la industria ósea.

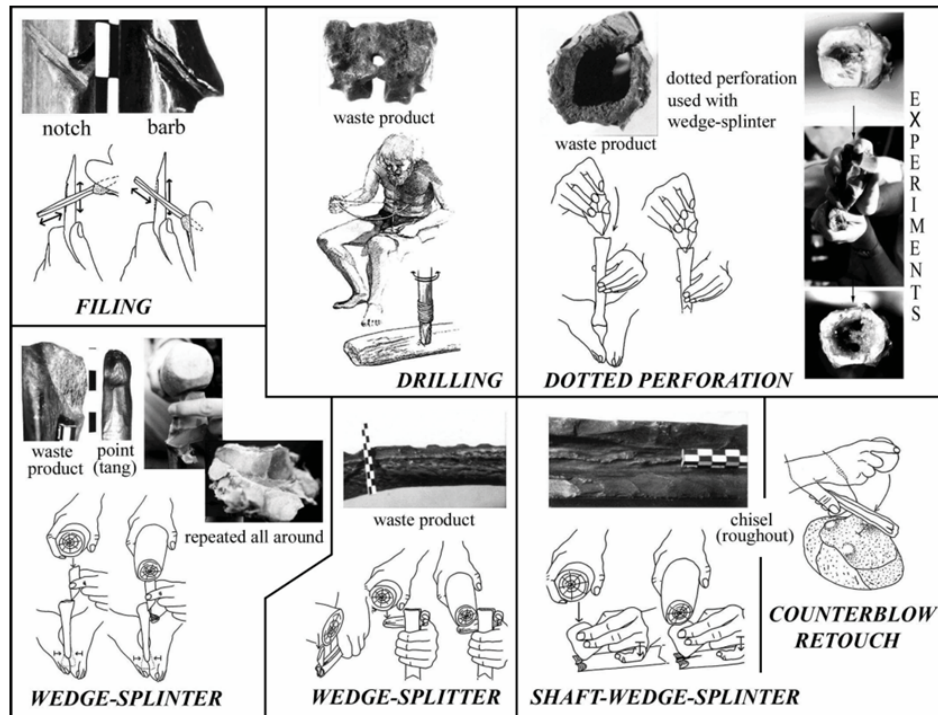


Fig. 13: Entre las veinte técnicas de fabricación recientemente identificadas para el Mesolítico Temprano en la industria de huesos y astas del norte Europa, se han caracterizado recientemente siete técnicas originales: limado, taladrado (técnicas de desgaste), perforación punteada (técnica de muesca) y retoque de cuña-astilla, cuña-divisor, eje-cuña-astilla y contragolpe (técnicas de fractura). Imagen extraída del Capítulo 3: “Technology on Bone and Antler Industries: A Relevant Methodology for Characterizing Early Post-Glacial Societies (9th – 8th Millennium BC)” escrito por Eva David; en el libro de Gates St-Pierre, C., & Walker, R. B. (2007) “Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies”.

David (2004) divide las 21 técnicas en tres grupos/categorías principales:

- **Desgaste o abrasión:** desgaste progresivo del material por fricción.
 - **Molido o pulido (Grinding):** El desgaste progresivo del material se atribuye a la fricción con una superficie abrasiva, como la piedra arenisca. El procedimiento metodológico se basa en el frotamiento repetido del hueso o asta contra una piedra abrasiva o la aplicación de una herramienta abrasiva sobre la pieza. El propósito de este procedimiento es la regularización de la superficie, la modificación de su forma, la reducción de su grosor o el alisado de la misma.
 - **Incisión o grabado (Incising):** Implementación de líneas, surcos o patrones en la superficie del hueso que se lleva a cabo mediante la utilización de una herramienta aguda. El procedimiento metodológico empleado se basa en el corte superficial controlado.

- Raspado (Scraping): Se centra en la eliminación de finas capas de material superficial, para lo cual se utiliza una herramienta dotada de un filo romo o biselado. El procedimiento se basa en el arrastre del filo sobre la superficie, aplicando una presión controlada. El propósito de este procedimiento es la optimización de la superficie mediante la eliminación de imperfecciones, la reducción de su espesor, la eliminación de suciedad y la preparación de la misma para futuras intervenciones.
- Aserrado (Sawing): Realizado mediante un movimiento oscilatorio con una herramienta dentada. El procedimiento metodológico se basa en la utilización de una herramienta lítica dotada de un dentado fino, o bien de naturaleza posterior metálica, con el propósito de realizar cortes lineales. El objetivo principal de este procedimiento es seccionar el hueso con precisión o facilitar la fractura controlada.
- Limado (Filing): Eliminación de material de manera controlada, empleando una superficie dotada de una textura abrasiva o dentada, similar a la de una lima primitiva. El procedimiento metodológico se basa en la aplicación constante de fricción en una dirección específica o mediante movimientos circulares. El propósito de este procedimiento es la nivelación de bordes, la adecuación de medidas y la optimización de áreas de difícil acceso.
- Ranurado (Grooving): Implementación de incisiones longitudinales o circulares con una profundidad que excede la de la propia incisión constituye un procedimiento de naturaleza quirúrgica. El procedimiento metodológico se basa en el empleo de una herramienta de perfil angosto, ya sea afilada o abrasiva, para la apertura de un conducto en el material sujeto. El propósito de esta es la preparación de la superficie para la división y encaje de otros elementos, tales como cuerdas.
- Perforado (Boring): Apertura de orificios en materiales mediante la aplicación de fuerzas mecánicas, tales como la rotación o la presión. El procedimiento puede llevarse a cabo mediante el uso de una punta giratoria, ya sea de manera manual o mediante un arco, o bien mediante un movimiento de rotación ejecutado entre las manos. Estos orificios pueden presentar un carácter

funcional, decorativo o estructural. A, igual que aplicados en diversas prácticas, incluyendo su uso para el colgado, el ensamblaje y otros fines específicos.

- Taladrado o perforación rotativa (Drilling): Realización de un orificio mediante rotación continua de una herramienta puntiaguda. El procedimiento metodológico se ha desarrollado mediante la implementación de una herramienta giratoria, ya sea de manera manual o mediante el uso de un arco de taladro, aplicada bajo condiciones de presión controladas. El objetivo de este procedimiento es la creación de orificios de tamaño reducido y exactitud milimétrica. Se experimenta una pérdida del material extraído.
- Taladrado de testigo o extracción del núcleo (Coring): Extracción de un núcleo cilíndrico (testigo) mediante la utilización de una herramienta hueca constituye un proceso de perforación. El procedimiento metodológico se basa en la utilización de una barrena o corona tubular que rodea el núcleo sin comprometer su integridad estructural.
- **Muesca o corte**: creación de pequeñas entalladuras o muescas, generalmente con fines funcionales o de ajuste.
 - Mellado o muescado: Se trata de una serie de pequeñas muescas que se encuentran dispuestas de manera regular o de forma aislada en el borde del material. El método de elaboración de las herramientas de piedra tallada se caracteriza por la aplicación de presión o percusión ligera, utilizando herramientas con filo agudo. La finalidad de la implementación puede clasificarse en dos categorías: funcional y estética. La funcional abarca la creación de zonas de agarre, retención o encaje, mientras que la estética se refiere a la repetición de patrones decorativos.
 - Mellado o muescado inverso: Muecas hechas desde la parte interna del material hacia el borde exterior, o desde dos caras opuestas que se encuentran. El método se ha llevado a cabo desde direcciones opuestas, con la intención de crear una escotadura o espacio de anclaje. El propósito de este estudio es

examinar los ajustes precisos, los engarces y la facilitación de rupturas controladas con una forma específica.

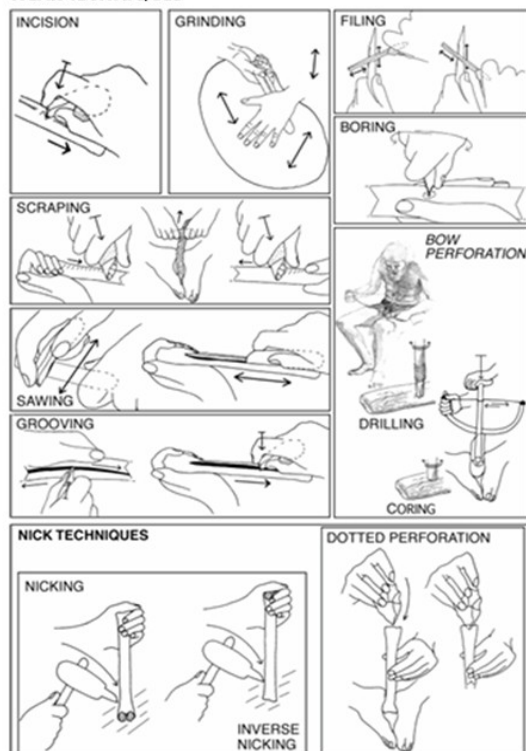
- Perforación punteada: Serie de pequeñas marcas o hendiduras hechas por punteado repetido, a menudo formando un diseño o para guiar un corte o perforación. El procedimiento se llevó a cabo mediante la utilización de una herramienta de punta fina, la cual fue aplicada en múltiples ocasiones mediante golpecitos, evitando completamente el paso del material a través de la herramienta. La finalidad de este elemento puede ser decorativa, mediante el grabado punteado, funcional, con el propósito de debilitar una área y facilitar el corte posterior, o preparatoria, para el perforado final.
- **Fractura**: eliminación de partes del hueso mediante rotura (controlada o no).
 - Fractura simple (Breakage): Rotura espontánea o poco controlada del hueso, sin preparación previa. El procedimiento metodológico empleado se basa en la percusión directa, sin haber realizado modificaciones previas en el punto de impacto. El objetivo principal de este procedimiento es la obtención de fragmentos de gran tamaño para su empleo futuro, si bien de manera imprecisa. El resultado de la observación realizada evidencia la presencia de fracturas irregulares, las cuales se caracterizan por presentar bordes astillados con frecuencia.
 - Fractura sobre yunque (Anvil breakage): Fractura del hueso colocándolo sobre una superficie dura (yunque) y golpeándolo desde arriba. El procedimiento metodológico empleado en este estudio se basa en la percusión directa con yunque como punto de apoyo pasivo. El propósito de este estudio es obtener secciones mediante la aplicación de una fuerza controlada por oposición. El resultado del análisis efectuado revela la presencia de una fractura en los puntos de contacto, la cual se manifiesta con una frecuencia predominante en configuraciones bipolares.
 - Fractura preparada (Prepared breakage): La fractura se lleva a cabo sobre un hueso que ha sido objeto de modificación previa, ya sea por marcado, entallado o debilitamiento. El procedimiento metodológico se basa en la preincisión o

debilitamiento del hueso antes de la aplicación del golpe final. El propósito de este estudio es examinar la metodología empleada para controlar de manera más efectiva la dirección y la forma de la rotura.

- Fractura por flexión (Flexion breakage): Se define como la ruptura de la estructura del hueso como resultado de la aplicación de fuerzas mecánicas en dos direcciones opuestas, comúnmente denominadas fuerzas de doblez o torsión. El procedimiento se basa en la aplicación de presión en el centro del hueso, apoyado en dos puntos. El objetivo de este procedimiento es la obtención de fragmentos alargados o el control de la dirección del corte.
- Fractura por desprendimiento de lasca (Flake-breakage): La fractura constituye la ruptura de una lámina o lasca del hueso. Este fenómeno se asemeja al tallado lítico, en el cual se observa la separación de fragmentos óseos debido a la acción de herramientas o agentes externos. El procedimiento metodológico se basa en la aplicación de percusión o presión en el extremo del hueso, con el propósito de desprender una lasca ósea. El objetivo de este estudio es obtener elementos delgados, planos o afilados.
- Fractura y contragolpe (Fracture and counterblow): Procedimiento que implica la fractura de un hueso mediante la aplicación de un golpe directo, el cual también genera un efecto de rebote en el lado opuesto. El procedimiento metodológico se ha desarrollado mediante la aplicación de percutores sobre huesos que han sido posicionados de manera rígida. El objetivo principal de este procedimiento es fracturar de manera expedita, aunque con un menor grado de control.
- Astillado por cuña (Wedge-Splinter): Procedimiento que implica la utilización de un objeto con forma de cuña para fracturar el hueso en capas o secciones. El procedimiento metodológico se ha desarrollado mediante la inserción de una cuña (lítica o ósea) entre las fibras del hueso, seguida de un golpeo controlado. El objetivo de este procedimiento es la separación de láminas longitudinales. Como resultado se obtiene una fragmentación en fibras o astillas de gran longitud.

- Separación por cuña (Wedge-Splitter): Se trata de un elemento con características similares al anterior, pero que presenta la particularidad de estar orientado a partir del hueso por completo a lo largo de su eje. El procedimiento metodológico se ha desarrollado mediante la inserción de una cuña en una hendidura previamente establecida, seguida de un golpeo progresivo hasta lograr la apertura del hueso. El objetivo de este procedimiento es la obtención de dos mitades simétricas del hueso. El resultado evidencia una división longitudinal completa, frecuentemente recta.
- Astillado por cuña del eje (Shaft-wedge-splinter): Se define como una variante especializada del wedge-splinter, aplicada de manera específica al eje (diáfisis) del hueso largo. El procedimiento metodológico se basa en la inserción de una cuña en el centro de la diáfisis, siguiendo las fibras óseas. El objetivo de este procedimiento es la obtención de astillas de longitud considerable y anchura limitada a partir del eje. El resultado se resume en la obtención de fragmentos estrechos y rectilíneos, cuya funcionalidad se puede establecer en la confección de instrumentos punzocortantes, tales como punzones o agujas.

WEAR TECHNIQUES



FRACTURE TECHNIQUES

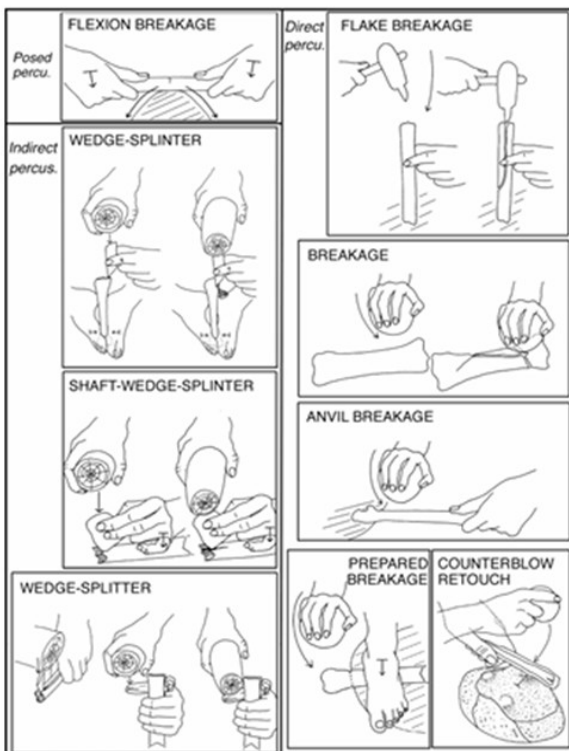


Fig. 14: Técnicas utilizadas para la fabricación de la industria ósea y de cuerno del Mesolítico temprano, nueve pertenecen a las técnicas de desgaste (el polvo se desprende durante la acción), dos a las técnicas de muesca (las astillas se desprenden durante la acción) y nueve a las técnicas de fractura (la lasca se desprende durante la acción). Las flechas indican el tipo de gesto y la dirección de la presión ejercida durante la acción («T»). Imagen extraída del capítulo 3: «Tecnología en las industrias del hueso y el cuerno: una metodología relevante para caracterizar las sociedades postglaciales tempranas (milenios IX-VIII a. C.)», escrito por Eva David, en el libro de Gates St-Pierre, C. y Walker, R. B. (2007), «Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies» (Los huesos como herramientas: métodos actuales e interpretaciones en los estudios sobre huesos trabajados).

El presente estudio aborda la naturaleza de las técnicas de fabricación y su variabilidad en función de los factores que influyen en el proceso de creación. Se observa que la producción de una técnica específica no se origina a partir de un único patrón, sino que se manifiesta como una diversidad de patrones, dependiendo de la intensidad y la dirección del impacto del borde de trabajo durante la implementación de la materia ósea (David, 2008). Este fenómeno sugiere que la manipulación de la materia puede ser influenciada por la dirección del movimiento del borde de trabajo, ya sea frontal o lateral, lo que implica una dinámica de producción altamente compleja y sujeta a variables. Teóricamente, diferentes técnicas también pueden dejar una misma "lesión" en la materia ósea, por lo que la caracterización de las técnicas requiere una integración dinámica de varios criterios utilizados para identificar las modificaciones de las superficies: tipo (estriación, impacto, plano), forma (forma general, formas en diferentes áreas y en secciones transversales), aspecto (organización, tamaño) extensión, distribución, orientación y asociación (David, 2014). Con limitaciones técnicas comparables, el estudio de las recurrencias técnicas y morfológicas indica la forma en que los artesanos prehistóricos aprovecharon la configuración análoga de de estos materiales y revela las estrategias de producción y áreas funcionales, que cumplan objetivos específicos (Mazet et al., 2024). Podemos así decir que el enfoque tecnológico a modo de análisis del material arqueológico no solo busca comprender el comportamiento técnico (como la caza o la producción de herramientas), sino que también proporciona información sobre la naturaleza de los depósitos arqueológicos y la función del sitio en relación con patrones de subsistencia (Eva David en St-Pierre and Walker 2007). Por ello, conocer y determinar las técnicas y métodos empleados por los grupos humanos del Paleolítico final y Mesolítico puede aportarnos un espectro de visión de los comportamientos y tradiciones de estos mismos grupos e individuos. Así, nos permite acercarnos a entender la mente humana que había tras la acción de una actividad y cuál pudo ser incentivo a realizarla. De este modo, desdibujar la relación entre humano y medio ambiente puede ser implementado por el estudio técnico y analítico de la industria ósea.

1.4. Análisis de estudio

Para un completo estudio y desarrollo correcto del mismo, de los materiales arqueológicos es necesario aplicar sobre estos diferentes tipos de análisis y técnicas. La industria como hemos mencionado ha sido tradicionalmente interpretada mediante el análisis morfo-tipológico. No obstante, la costumbre cambia y el método evoluciona. Así, a día de hoy se emplean nuevos tipos de análisis y métodos de estudio para poder interpretar la industria ósea y teorizar sobre la relación de esta con el ser comportamiento humano. De entre ellos, vamos a exponer y explicar a continuación de manera individual, los que hemos implementado en nuestro trabajo.

1.4.1. Análisis Morfo-tecnológico

Los útiles óseos jugaron un rol muy importante en el equipamiento del ser humano, incluyendo diferentes tipologías con funciones diversas: tecnológicas (fabricación de otros útiles), económicas (caza, pesca, recolección...) y sociales (elementos decorativos) (Borao, 2012). Durante décadas los estudios y análisis realizados sobre el registro arqueológico estuvieron basado en un enfoque tipológico y taxonómico, esencial en los objetos líticos prehistóricos, el cual ha pasado a ser un episodio del pasado y por ende obsoleto en la historia de la investigación, reemplazado por enfoques tecnológicos, funcionales, químicos y cognitivos (Plutniak, 2022). Un claro ejemplo de ello es la tradición tipológica de “Bordes” y “Laplace” presente en los estudios estructurales y analíticos sobre la industria lítica llevados a cabo entre los años 1950 y 2000, especialmente en Francia, España e Italia (Plutniak, 2022), mediante la cual se han nombrado y catalogado útiles y herramientas, conjuntos arqueológicos, yacimientos, culturas. Dejando de lado en esta denominación y nombre atribuido a los restos materiales caracteres tan importantes como saber el propio uso del mismo (ej.: raspador, donde su nombre indica la función de este elemento o útil para raspar o remover algo como carne u otro tejido orgánico de la piel, pero no es hasta día de hoy y recientes estudios traceológicos que puede saberse si realmente la herramienta fue usada para ello o cumplía otra función distinta). Se han creado análogos y actualismos desde el presente con una visión contaminada de los útiles del pasado por los objetos actuales y las funciones que estos desempeñan. Atribuyendo por similitud e intuición una categorización o nombre a la cultura material prehistórica en base a una función desconocida, carente de análisis fehacientes que la comprueben. Es por ello que una correcta actuación sería la más objetiva posible, intentando desprendernos de cualquier idea previa o concepto concebido sobre el material de estudio. El estudio tecnológico de los útiles fabricados en materias duras animales

es una de las vías de investigación en auge dentro del campo de la investigación arqueológica prehistórica (Borao, 2012). Para ello planteamos el uso de un análisis morfo-tecnológico, empleado por otros tantos autores en el campo de la arqueología y evolución humana (véase en Sharon & Goren-Inbar, 1999; Peña, 2008; Vidal-Matutano et al., 2021; Eguilleor-Carmona et al., 2024).

Precedente al término o este campo de estudio existían los análisis morfológicos y los análisis tecnológicos por separado. Así, ha sido empleado el análisis morfológico general como método básico de modelización científica (Ritchey, 2018). Según describe Ritchey (2018) el Análisis Morfológico General (GMA) es un método para estructurar un espacio conceptual de problemas, llamado morfoespacio, y, a través de un proceso de combinatoria existencial, sintetizar un espacio de soluciones. El modelo científico en sí de análisis se basa en las variaciones entre un conjunto común de componentes y propiedades, y se desarrollan a través del mismo proceso iterativo que implica ciclos de análisis y síntesis (Ritchey, 2012, 2018). Cuando mencionamos el término de modelo científico lo hacemos refiriéndonos a la denominación del mismo aportada por Ritchey (2018), donde el concepto se define sobre la base de: 1) sus componentes y estructura (variables y enlaces) y 2) su método de generación (análisis y síntesis). Para que el modelo funcione debe contener al menos dos o más constructos mentales que pueden actuar como variables que pueden servir de soporte a un rango de estados de valores; donde se busca establecer relaciones entre los distintos parámetros y ver a su vez la relación y conexión entre estos (Ritchey, 2018). Debemos entender y tener presente al utilizar este término que la morfología descriptiva comprende dos elementos de análisis: la descripción real de los detalles morfológicos que se basa en una terminología estandarizada (nómina anatómica, mencionado en Schwartz, 2022), y una evaluación del grado en que se expresa esa característica (Bastir, 2018). Podemos así resumir el término acuñando que un análisis morfológico es un proceso complejo que estudia la estructura interna de los sujetos, permitiendo identificar los componentes principales de cada uno a través de parámetros y características particulares, que pueden o no ser compartidas, lo que nos permite establecer relaciones entre estos y crear catálogos o listas donde clasificarlos.

En el mundo de la arqueología y la investigación sobre el ser humano y su evolución, el análisis morfológico ha sido empleado en diversos yacimientos, lugares y cronologías distintas. El uso de la morfología descriptiva es particularmente importante ya que hay aspectos de los especímenes que no se pueden medir, especialmente cuando se trata de especímenes incompletos donde la descripción es la única forma de transmitir información

(Bastir, 2018). Pues análisis morfológicos, junto con el derivado análisis morfotipológico, han sido implementados sobre los conjuntos líticos y faunísticos, estudiando las relaciones entre forma y tamaño, para poder clasificar los mismo y poder entenderlos en contexto y relacionarlos con otros (ej.: estudios morfométricos aplicados sobre las puntas Paleoindias de piedra, aplicados sobre análisis morfológicos de las mismas; Shott, 2011). Del mismo modo, la aplicación del análisis morfológico y morfotipológico es relacionada con la morfometría y a su vez la identificación de especies. Tal es el caso del análisis de las propiedades y morfología de los gránulos de almidón para la identificación de especies vegetales presentes en el sedimento de los yacimientos arqueológicos (ej.: el estudio de los fósiles de gránulos de almidón de los sitios arqueológicos de Xianrendong y Diaotonghuan para crear un catálogo vegetal de la flora del entorno en torno a 20.000 - 12.000 cal. a BP.; Wan et al., 2020). Otro ejemplo del uso de estos análisis es en el campo de la paleoantropología, donde debido a que la descripción es específica del fósil/espécimen, no es necesario forzar (reducir) el "proceso de morfología-extracción" a números o a requerir del espécimen completo ya que que las medidas suelen estar estandarizadas (Bastir, 2018), suelen ser reproducibles. Así, cada descripción se convierte en una "unidad de información" que puede compararse con otras "unidades de información" igualmente detalladas (Bastir, 2018) con el fin de crear una base de datos comparable entre ellos y otros conjuntos y/o yacimientos.

Por el otro lado nos encontramos con el análisis tecnológico o técnico, el cual alude al estudio de las técnicas empleadas y el desarrollo tecnológico definido bajo unos conceptos y nomenclatura técnica (Bobrova et al., 2021). Los fundamentos de toda teoría o análisis técnico es que las tendencias en la historia están destinadas a repetirse (Levy, 1966), patrones del pasado que se repiten en distintas circunstancias (tiempo) y lugares (espacio). El análisis de la tecnología requiere la posesión de recursos apropiados de conocimiento que están dispersos, y también concierne a muchos aspectos del desarrollo tecnológico tomando en cuenta factores como el económico, el social, el técnico y el medioambiental (Halicka, 2016). Si orientamos este análisis al campo material o incluso arqueológico podemos definir a este como el encargado de la deconstrucción de las características de los objetos a través de un proceso descriptivo y la reconstrucción de los mismos a través de un proceso interpretativo (Cobas & Prieto, 2003). Debemos entender que un objeto tecnológico tiene una doble naturaleza, por un lado, es un objeto físico con una estructura física específica (propiedades físicas), cuyo comportamiento se rige por las leyes de la naturaleza; por otro lado, cualquier objeto tecnológico tiene una función, lo que significa que dentro de un contexto de acción humana puede ser utilizado como medio para un fin (Kroes, 1998). Es así un objeto

tecnológico la encarnación de un diseño humano, hecho específicamente para realizar una determinada función, la cual no puede aislarse del contexto de uso; pues el propio objeto se define dentro de ese contexto (Kroes, 1998). El objetivo del estudio tecnológico es por ende reconstruir los patrones de regularidad que existen entre los objetos, con el objetivo de caracterizar los estilos, mediante la constatación de los datos obtenidos de la cultura material con otros datos relevantes para esa misma cultura y, cuando es posible, relacionando estos datos con una teoría antropológica (Cobas & Prieto, 2003). Quedando finalmente definido un objeto tecnológico como una construcción física así como una construcción humano/social, constituido por la suma de la función del mismo y el carácter del portador físico (Kroes, 1998). Podemos resumir todo en la frase de que un análisis tecnológico consiste en realizar un estudio crítico y detallado de cada uno de los elementos del objeto de estudio, los tangibles y los no tangibles, con la finalidad de conocer el origen y fin de la vida y función del objeto.

Una vez definidos los dos conceptos por separado podemos volver a ahondar en la descripción del término “morfo-tecnológico”. Podríamos entender a este como el estudio de las características físicas y funcionales del objeto de estudio, donde se analizan características del mismo como forma, medidas, patrones anatómicos ...; junto las funciones del mismo y técnicas detrás de su manufactura y posterior uso. Este tipo de análisis ha sido y sigue siendo empleado en el campo de la arqueología y paleontología con el fin de determinar la vida del ser humano a lo largo de su evolución, el comportamiento y relación de este con el medio (ej.: la denominación de crono-culturas como la Magdalenense o patrones de asentamiento y estrategias de supervivencia a través de sus útiles de caza, como es el caso de las puntas de púa (arpones), véase en Cerezo et al., 2024 o en Eguilleor-Carmona et al., 2024). Dicho análisis puede ser implementado por la comparación de unos datos de los objetos principales de estudio con una base de datos obtenidas tras un experimento y los objetos originados durante este (Sharon & Goren-Inbar, 1999). En el mundo de la arqueología este tipo de análisis ha sido empleado con el fin de poder realizar clasificaciones y catálogos tipológicos del registro material en base a sus características morfológicas y su función. No obstante conocer la función del mismo es una ardua tarea que debería llevarse a cabo a través de estudios y análisis centrados en la variedad morfo-técnica y funcional del objeto (Eguilleor-Carmona et al., 2024); apoyada sobre estudios de las trazas o residuos de uso del objeto (St-Pierre & Walker, 2007).

1.4.2. Análisis Traceológico

En los últimos años el análisis microscópico de los materiales arqueológicos ha sido una herramienta imprescindible en el estudio de los mismos, lo que le ha llevado a un desarrollo continuo. Permitiendo establecer como una disciplina formal el “análisis del uso” (use-wear analysis), la cual ha adquirido la posición de una práctica rutinaria en la investigación arqueológica (Mansur et al., 2014). Este tipo de estudio recibe diferentes denominaciones, a veces utilizadas indistintamente, como análisis funcional, trazología/traceología, análisis de microdesgaste, etc (véase en Fullagar & Matheson, 2013; Mansur et al., 2014; Mateo-Loma et al., 2022). Para poder definir y entender en profundidad el concepto de análisis traceológico o de uso debemos primero entender el valor del término “residuos”. En el contexto científico y por igual arqueológico, los residuos se refieren a materiales que se transfieren y se adhieren a las herramientas o artefactos en el curso de su uso o preparación para el mismo (Fullagar & Matheson, 2013). La presencia de un residuo sigue el principio de intercambio de Locard’s, que establece que "con el contacto entre dos elementos, habrá un intercambio (Fullagar & Matheson, 2013). Estos pueden incluir *microfósiles*, predominan los de plantas, representados por polen, fitolitos, granos de almidón y otros cristales inorgánicos; *fibras*, incluyen fibras vegetales naturales (ej.: celulosa), fibras animales (ej.: colágeno y pelo), fibras de insectos (ej.: seda) e históricamente fibras sintéticas; *escamas* procedentes de reptiles o peces; *partículas* que pueden incluir partículas orgánicas (ej.: carbón) o inorgánicas (ej.: metales); *pigmentos* que igualmente pueden ser inorgánicos u orgánicos, predominantemente inorgánicos en el registro arqueológico (por ejemplo, ocre y cinabrio); *trazas*, pueden incluir tejidos y células animales y vegetales; *amorfos*, difíciles de caracterizar, formados por trazas degradadas, como grasa de tejidos adiposos, fluidos secos (ej.: sangre, leche, huevo) o exudados vegetales (ej.: resinas, gomas, oleorresinas); *biomoléculas*, las más analizadas son los ácidos grasos, también se pueden estudiar hidrocarburos, carbohidratos, proteínas, ácidos nucleicos, lípidos, ácidos resinosos, medicamentos y hormonas (Fullagar & Matheson, 2013). El análisis de residuos comienza con microscopía de luz incidente de baja potencia, continúa con microscopía de luz incidente de alta potencia y culmina con la eliminación del residuo de la superficie del artefacto para la microscopía de luz polarizada y su posterior análisis (Fullagar & Matheson, 2013). Este enfoque de microscopía arqueológica para el análisis de residuos suele ser capaz de identificar microfósiles, fibras, escamas, partículas, pigmentos y algunos rastros (Fullagar & Matheson, 2013). Los análisis posteriores que emplean histología, inmunología, prueba bioquímica simple, espectroscopia de absorbancia, espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia Raman, luminiscencia UV,

cromatografía de gases, espectroscopia de masas (GCMS), cromatografía líquida, espectroscopia de masas (LCMS), análisis elemental, genético o de proteínas, pueden caracterizar e identificar residuos arqueológicos, incluso residuos amorfos y biomoléculas residuales (Fullagar & Matheson, 2013).

El análisis de residuos se puede realizar en artefactos hechos de los siguientes materiales: madera, hueso, piedra, textil, metal, concha, cerámica, vidrio, asta, cuerno y pluma (Fullagar & Matheson, 2013). Presentan un interés especial aquellos residuos relacionados con una tarea específica (por ejemplo, la recolección de cereales o la caza) o el procesamiento de un material particular (por ejemplo, la carpintería o la molienda de semillas) lo que produce una transferencia específica (véase en St-Pierre & Walker, 2007; Fullagar & Matheson, 2013; Mansur et al., 2014) ligada a una función particular, la cual puede permitirnos descifrar su uso y por ende acercarnos a entender el comportamiento de sociedades pasadas. Los principios del análisis de residuos se basan en la identificación de microfósiles de diagnóstico, firmas químicas, estructura atómica, composición genética y otras propiedades (Fullagar & Matheson, 2013). No obstante, dicha identificación de los residuos y su posterior análisis y estudio no es una tarea sencilla, ya que este análisis presenta una serie de cuestiones metodológicas imprescindibles a entender y seguir, como la naturaleza del propio residuo, su sincronidad con la pieza en la que se encuentra y la actividad realizada con la pieza (Mateo-Lomba et al., 2022). Es por ello que numerosos trabajos han intentado definir la mejor manera de reconocer los residuos funcionales, incidentales o post-deposicionales (Mateo-Lomba et al., 2022), para bien saber si estos están ligados directamente al uso de la herramienta, a una fase previa a este durante su manufactura, o por el contrario a una fase posterior (post-deposicional) donde los residuos están más ligados a la acción sedimentológica del área que a la propia antrópica. Durante el uso de las herramientas quedan residuos funcionales, mientras que los residuos incidentales y posteriores a la deposición pueden ser producidos por diversos agentes y ser confundidos con residuos funcionales (Mateo-Loma et al., 2022).

El análisis de residuos caracteriza un residuo con suficiente detalle como para interpretar la función o el proceso de una herramienta en particular (Fullagar & Matheson, 2013). Esta interpretación puede incluir la contaminación posterior a la excavación, la contaminación ambiental, el contacto incidental y la transferencia no relacionada funcionalmente (Fullagar & Matheson, 2013). Permitiendo así definir, o al menos teorizar sobre una base tangible, las tareas o actividades a las que se asocia la herramienta. Si bien es potencialmente aplicable a todas las clases de materiales (incluidos los artefactos hechos de madera, hueso, piedra,

vidrio, concha y metal), se han desarrollado métodos específicos y reglas de interpretación para materiales de herramientas particulares (por ejemplo, pedernal) (Fullagar & Matheson, 2013). En el campo de la traceología lítica, algunos estudios han destacado la importancia de preparar y limpiar adecuadamente los materiales de estudio, una vez documentados los residuos, para el posterior estudio de las huellas de uso-desgaste (Mateo-Lomba et al., 2022). Evadiendo así el daño a la superficie de estudio y permitiendo mantener el contexto y valor (informativo) del objeto arqueológico. Del mismo modo las herramientas de hueso también pueden ser útiles para identificar actividades pasadas con rastros menos visibles o invisibles, especialmente cuando involucran algunos materiales orgánicos que se descompondrá mucho más rápido que el hueso (St-Pierre & Walker, 2007). Por lo que es necesario una metodología cautelosa y detallada en el procesamiento del estudio de las piezas y los posibles residuos y huellas de uso pasadas que quedan en las mismas (ej.: el desgaste característico de las herramientas de hueso utilizadas en el cuero y la piel, la corteza, la madera y las fibras vegetales, todos ellos materiales orgánicos y perecederos, que pueden documentarse por los residuos dejados; St-Pierre & Walker, 2007). No por ello podemos asumir que a la hora de realizar un análisis funcional los protocolos de limpieza utilizados son siempre inocuos para el material a analizar, pues en algunos casos, las superficies de los materiales han sido modificadas por acciones mecánicas o productos utilizados durante el propio proceso de limpieza (Mateo-Lomba et al., 2022).

La huella de uso (o "desgaste por uso") puede definirse como el desgaste producido en los bordes y superficies de una herramienta u objeto relacionado con su utilización (Odell, 2004; Fullagar & Matheson, 2013). Las principales formas de huellas de uso en las herramientas de piedra incluyen: cicatrices, estrías, redondeo de bordes, alisado y pulido y biselado (Fullagar & Matheson, 2013). Estas mismas huellas o patrones similares pueden aparecer por igual sobre las herramientas de hueso. Cada forma de desgaste de uso proporciona evidencia de función, pero rara vez es suficiente por sí sola para reconstruir tareas particulares (Fullagar & Matheson, 2013). Sin embargo, las formas particulares de huella de uso no se estudian de forma aislada, sino en combinación con otras formas de desgaste de uso, otros rastros de uso (por ejemplo, residuos) y otras líneas de evidencia como el diseño de herramientas, roturas y contexto arqueológico (Fullagar & Matheson, 2013). Por ello es necesario implementar este estudio traceológico sobre las huellas de uso o los residuos sobre materiales del registro arqueológico con otros estudios como el etnográfico y el experimental (Fullagar & Matheson, 2013; Lepère, 2014; Mateo-Lomba et al., 2022). A través de la diferenciación de las principales formas de huellas de uso/desgaste presente en los materiales se puede esbozar una especie de

catálogo o tabla que nos permite aislarlas y estudiarlas según su naturaleza y conocer así su origen. Basado en la publicación de *"Traceology: A summary"* por Richard Fullagar y Carney Matheson (2013), presentamos la siguiente catalogación a modo de guía en la identificación de las diferentes huellas de uso/desgaste que podemos encontrar en las herramientas o artefactos del registro arqueológico:

- Fractura mecánica de lascado (The fracture mechanics of flaking): Indica que las propiedades particulares de las cicatrices (inicio, tipo de terminación, orientación y tamaño) están relacionadas con la aplicación de fuerza, la morfología del borde y la naturaleza de los materiales trabajados (ej.: las puntas de piedra utilizadas como taladro padecen de cicatrices característicamente anguladas, orientadas en ángulo recto con el movimiento circular de perforación; Fullagar & Matheson, 2013).
- Pulido (Polish): El pulido superficial de un área puede ser un indicador diagnóstico del material trabajado (ej.: el pulido en las herramientas de sílex indica el material trabajado con estas; van Gijn, 2013). Los segmentos de piedra en forma de hojas de hoz mantienen un brillo muy característico que indica haber actuado (cortado/segado) sobre plantas altamente silíceas (Fullagar & Matheson, 2013) como cereales.
- Implementos de molienda y machaque (Grinding and pounding implements): Las superficies de los artefactos o herramientas sufren modificaciones como alisados, estrías y picaduras. La trituración y molienda de minerales (por ejemplo, ocre), plantas y tejidos animales obliga a los residuos (incluidos líquidos, compuestos químicos y partículas) a formar grietas e imperfecciones en las superficies de las herramientas (Fullagar & Matheson, 2013).
- Mango o enmangamiento (Haft and Hafting): Las trazas de mango pueden ser indicativas de mangos particulares y función de la herramienta (Rots, 2010). Experimentos muestran que las combinaciones de encuadernaciones, encajes y adhesivos afectan el tipo, la ubicación y la abundancia de cicatrices, estrías y pulido (Fullagar & Matheson, 2013).

Podemos así decir que como mencionan Fullagar y Matheson (2013), el análisis de desgaste (huella de uso) y residuos tiene el potencial de proporcionar una base confiable para reconstruir y evaluar la naturaleza de las tareas prehistóricas, la utilización de recursos y la

historia de los asentamientos. Así, los recientes estudios sobre los desgastes de las herramientas y artefactos del registro arqueológico, al igual que el análisis de los residuos que aparecen en estos tras su uso o deposición, pueden ofrecernos una nueva lente con la que observar la prehistoria y la historia. Igualmente es necesario mantener siempre presente que la mayoría de las herramientas pasan por una etapa de pulido indistinto antes de que se acumulen suficientes rastros de desgaste por uso para permitir una identificación precisa del material o la función de contacto (Bradfield, 2013). No obstante, el riguroso estudio de estas nos permiten acercarnos a conocer y entender la historia de la tecnología de caza, el procesamiento de alimentos, la utilización de recursos y de los asentamientos (Fullagar & Matheson, 2013). De este modo, reconstruir o visualizar las estrategias de adaptación y supervivencia de los grupos paleolíticos, mesolíticos y neolíticos, se vuelve una tarea más real y tangible. Es posible teorizar y demostrar las actividades de los individuos a través del análisis del uso de sus herramientas, sin necesidad de crear vacías hipótesis sin un fundamento científico. Estos estudios pueden acercarnos a entender cómo fueron las relaciones de los grupos humanos del pasado entre sí y con el medio ambiente. Podemos ver donde van las piezas del puzzle y unir las sin necesidad de crear puentes de pegamento entre ellas.

“La traceología se centra básicamente en la interpretación funcional de los artefactos y sus correlatos en el análisis socioeconómico de las sociedades pasadas (Mansur et al., 2014).”

Aunque Semenov fue el primero en aplicar el análisis de uso-desgaste en 1964, su aplicación a herramientas óseas se ha fortalecido principalmente en la última década, gracias al incremento de publicaciones internacionales que a su vez ponen de manifiesto la necesidad de llevar a cabo programas experimentales y de observar y documentar de manera sistemática las herramientas con distintos niveles de aumento, con el fin de crear bases de datos actualizadas y fiables (Buc, 2011). De acuerdo con el análisis realizado por Diedrich (2015), citado por David (2024), únicamente aquellos elementos que aparentemente hayan sido generados por la intervención técnica de un agente biológico, como parte de un diseño intencional, pueden ser identificados como productos manufacturados por el ser humano. Este procedimiento implica la evaluación meticulosa de la superficie ósea con el propósito de identificar la naturaleza del material empleado, caracterizar sus patrones distintivos y desentrañar los pasos que ha experimentado a lo largo del tiempo y el espacio (David, 2024).

1.4.3. Análisis Experimental y Arqueología Experimental

Cuando hablamos del análisis experimental como ciencia debemos tener presente el estrecho vínculo de este término con la palabra “comportamiento”, pues un dato natural en una ciencia del comportamiento es la probabilidad de que un determinado fragmento de comportamiento ocurra en un momento dado (Skinner, 1966). El análisis experimental se ocupa de observar, analizar y cuantificar la probabilidad en términos de frecuencia o tasa de respuesta (Skinner, 1966). Al igual que la probabilidad, la tasa de respuesta sería un concepto sin sentido si no fuera posible especificar la topografía de la respuesta de tal manera que se puedan contar instancias separadas de una operante (Skinner, 1966). La especificación se hace generalmente con la ayuda de una parte del aparato, el "operando", que detecta las ocurrencias de una respuesta (Skinner, 1966). En la práctica, las respuestas muestran una considerable uniformidad a medida que el organismo se mueve en un marco definido por su propia anatomía y el entorno inmediato (Skinner, 1966). Se considera que el comportamiento es significativo solo en el cumplimiento de ciertos estándares o criterios. Los cambios en la probabilidad de respuesta se tratan como si fueran respuestas o actos (Skinner, 1966) a estímulos concretos, estableciendo con ellos patrones que pueden más tarde derivar en variables cuantificables. Un experimento a menudo se diseña de manera que el resultado importante sea una relación entre dos de estas medidas (estímulo y respuesta), cuando la arbitrariedad o irrelevancia de los aspectos medidos parece anularse (Skinner, 1966). Los procesos conductuales estudiados en un análisis experimental suelen consistir en cambios en la probabilidad (o tasa de respuesta) en función de variables manipuladas (Skinner, 1966). Tales medidas se eligen principalmente porque son cuantificables (ej.: la fuerza de respuesta se puede registrar con precisión, el número de ensayos se cuenta con exactitud y el tiempo transcurrido se mide en el reloj más preciso; Skinner, 1996). Fue O. G. S. Crawford a comienzos del siglo pasado quien describió este proceso como el "uso disciplinado de la imaginación". Un enfoque experimental y positivista puede escapar de los grilletes del historicismo y el empirismo simples, porque permite ir más allá de la limitada gama de opciones que ofrecen los registros del mundo actualmente conocido (Outram, 2008). La tarea de un análisis experimental es descubrir todas las variables de las que la probabilidad de respuesta es una función (Skinner, 1966). Como se cita en Outram (2008): “Si se adopta un punto de vista científico y positivista (Popper 1959), entonces la experimentación es parte de un proceso hipotético-deductivo. Se formula una hipótesis y luego se prueba para ver si puede ser falsada. Si una hipótesis se resiste a la falsación y está respaldada por la experimentación, puede ser considerada como válida. Válido, en este sentido, no significa verdadero, sino

simplemente que los principios detrás de la hipótesis pueden continuar siendo utilizados hasta que sean falseados y reemplazados por un mejor conjunto de principios”.

“La experimentación permite la investigación de lo contraintuitivo y la posibilidad de saltos deductivos, en lugar de simplemente confiar en extrapolaciones probabilísticas e inductivas del conocimiento existente (Outram, 2008).”

De igual modo debemos conocer el significado del término “experimento”, el cual nace del proceso de experimentar (la experimentación) y por ende da lógica al estudio de diferentes factores y comportamientos (el análisis experimental). Un experimento es, por definición, un método para establecer una conclusión razonada por ensayo o prueba (Reynolds, 1999). Debemos tener presente que el tipo de experimento es tan naturalmente diverso como la evidencia material que busca examinar y a su vez que es posible agrupar a los diferentes experimentos en categorías amplias, siempre que se entienda claramente que estas categorías son complementarias e interdependientes en lugar de exclusivas (Reynolds, 1999). Un ejemplo son los “experimentos imitativos”, dedicados a estudiar las creencias sobre el comportamiento cultural del pasado a través de operaciones en las que la materia es moldeada, o la materia es moldeada y utilizada, de una manera que simula el pasado (Ascher, 1961). La experimentación imitativa puede ser usada en arqueología con el fin de transformar una creencia sobre algo que pasó en el pasado en una deducción sobre la cuestión en el presente (Ascher, 1961). Por norma existe una metodología (criterio) base para actuar sobre cualquier tipo de experimento. Donde una vez que el experimento se ha llevado a cabo dentro de los parámetros establecidos, los resultados se comparan directamente con los datos primarios sobre los que se postuló la hipótesis. Posteriormente en base de si la comparación es positiva la hipótesis puede ser aceptada como válida o si bien por el contrario es negativa, la hipótesis debe ser rechazada y refutada por lo tanto es errónea (Reynolds, 1999). En general podemos decir que los experimentos han desempeñado un papel en la evaluación de si la forma de ciertos objetos es el resultado de agentes humanos o naturales (Ascher, 1961). Apareciendo el término “experimento” en el contexto arqueológico ligado a métodos tanto de campo como analíticos (Ascher, 1961; Reynolds, 1999; Mathieu, 2002; Outram, 2008; Pétilion et al., 2016; Mateo-Lomba et al., 2022; David, 2024; Liu, 2024; Yeshurun et al., 2024). En ambas categorías, la mayoría de las veces significa un ensayo, prueba realizada con el fin de evaluar un nuevo método (Ascher, 1961), con el fin de probar o refutar una hipótesis previamente planteada.

“Si se entiende por arqueología el estudio de los comportamientos culturales del pasado, el experimento imitativo es la piedra angular de la arqueología experimental (Ascher, 1961).”

En Ascher (1961) se expone el ejemplo de estudios y análisis experimentales (pioneros en su época) aplicados a la arqueología, como es el caso de “los dientes de hoz”: “En 1934, Garrod informó sobre el descubrimiento de "hoces" de una cueva en el Monte Carmelo, en Medio Oriente. El hallazgo despertó interés ya que las "hoces", si pudieran interpretarse como herramientas agrícolas, servirían como evidencia de una de las primeras introducciones de la agricultura en el Cercano Oriente y en el mundo en general. Aquí surgió la cuestión de si el brillo de los bordes de pedernal de las "hoces" era el resultado de cortar madera, hueso o hierba. Si se pudiera demostrar que el tipo de brillo evidente en las "hoces" podría ser el resultado del corte de hierba, y por el contrario no ser el resultado del corte de hueso o madera, entonces se podría relacionar a la práctica de la agricultura. Antes del informe de Garrod, Spurrell (1892), Vayson (1919) y Curwen (1930) realizaron experimentos con partes o réplicas de "hoces" u objetos "parecidos a hoz". En estos experimentos se cortaron varios materiales con el fin de probar la creencia de que diferentes materiales producirían diferentes tipos de brillo y, por lo tanto, el uso que se le dio a la herramienta pudo inferir a posteriori en el brillo del filo de esta. No obstante, los resultados de estos experimentos no fueron concluyentes. Después del informe de Garrod, Curwen (1935) refinó los experimentos, simulando más de cerca la cantidad y el tipo de desgaste al que estarían sujetas las "hoces". Los resultados de este experimento imitativo indicaron que el hueso, la madera y la hierba producen diferencias distinguibles en el brillo. El tipo de brillo producido por la hierba era similar al brillo de las hoces del Monte Carmelo” (Ascher, 1961).

En la práctica actual, uno de los dogmas principales en la arqueología de campo es el respeto y preservación del patrimonio. Pues se es consciente de que no se cuentan con las mejores técnicas ni herramientas aún en la actualidad para desenterrar todos los restos que hay bajo tierra sin que estos sufran daño o sin que su contexto desaparezca una vez que hayan sido excavados. Por ello se trabaja normalmente con la intención de dejar siempre un sector sin excavar, destinado a futuras excavaciones. Dada acción conlleva que los restos extraídos aluden únicamente a un (bajo) número representativo del potencial de material total. No obstante, no es la cantidad de restos quien define la naturaleza de estos, sino que es la actividad humana. Por ello, incluso siendo un tanto por ciento no completo y en ocasiones de baja escala, los restos arqueológicos recogidos pueden hablar si son estudiados y contarnos el comportamiento de su autor y las condiciones bajo las que este se encontraba. Como cita

Reynolds (1999): *“Se excava un yacimiento y se describe su producto como dato primario, se somete a análisis e interpretación. En lugar de utilizar el término "interpretación", que implica una comprensión completa, se sustituye por "hipótesis". La hipótesis implica una conclusión deducida o razonada que puede ser sometida a una prueba o ensayo para confirmar o negar esa conclusión. El método de prueba se denomina experimento. Esto se construye a partir de la especificación de la conclusión razonada utilizando los datos primarios como evidencia dada. El experimento, por lo tanto, no es un ejercicio imaginado o inventado por el experimentador. Es bastante específico de una hipótesis y un recurso de datos específicos. La parcialidad, por lo tanto, se elimina. No obstante, la ambición del experimento no es sólo explorar la hipótesis hasta sus extremos, sino sobre todo su destrucción”.*

Es en este contexto que cualquier forma de explicar una interpretación tiene que ser una mejora de su aceptación ciega o incuestionable. En consecuencia, el proceso experimental realza la naturaleza de la interpretación (Reynolds, 1999). Así la aplicación de la experimentación y el análisis experimental cobra un papel crucial en la ciencia arqueológica y en el camino de estudiar y entender las sociedades pasadas. Naciendo un vínculo directo entre arqueología y experimentación, que da paso a la arqueología experimental. Coles (1979) afirma que el objetivo de la arqueología experimental es "reproducir condiciones y circunstancias pasadas", y lo mismo recuerda Mathieu (2002), quien dice que está diseñada para "replicar fenómenos pasados" (Outram, 2008). De hecho, la mayoría de las personas, cuando piensan en arqueología experimental, conjuran palabras como 'reconstrucción', 'recreación', 'reproducción' y 'replicación', porque las actividades de quienes se dedican al tema generalmente parecen orientadas, de alguna manera, hacia actividades de recreación, artefactos, estructuras y procesos que ocurrieron en el pasado (Outram, 2008). Uno de los mayores problemas que afronta la arqueología experimental a día de hoy es el bagaje metodología que esta disciplina en sí arrastra, pues muchos experimentos se han llevado a cabo en el pasado sin tener por ejemplo en cuenta parámetros como las condiciones ambientales o rasgos fisionómicos o cognitivos particulares de cada individuo; o por igual bajo una carencia o limitación del material tecnológico necesario; al igual que la aparición de fenómenos impredecibles. Se podrían probar muchos factores sobre los materiales de origen, las condiciones de procesamiento y los productos finales dentro de las condiciones controladas de un laboratorio, donde cada experimento podría implicar mantener todas las variables excepto una constante en un momento dado (Outram, 2008). La arqueología experimental debe ser entendida como una rama complementaria de la ciencia arqueológica,

la cual puede ayudar a aprobar hipótesis y construir teorías bajo datos fehacientes a los que los investigadores pueden atracar sus ideas.

Reynolds (1999) definió cinco clases principales de experimentos que son el pilar de la arqueología experimental. Los cuales fueron resumidos por Outram (2008) en los siguientes términos:

- Constructo: construcciones a escala 1:1 que prueban un diseño hipotético para una estructura (por ejemplo, una casa) basado en evidencia arqueológica. Es una hipótesis que literalmente se mantiene o cae.
- Experimentos de procesos y funciones: investigaciones sobre cómo se lograron las cosas en el pasado. Esto incluye investigaciones sobre para qué servían las herramientas, cómo se utilizaban y cómo se lograban otros procesos tecnológicos (e.g. tar el renderizado o el almacenamiento en fosa).
- Simulación: investigaciones experimentales sobre los procesos de formación del registro arqueológico y la tafonomía post-deposicional.
- Ensayo de eventualidad: generalmente combinando las tres categorías anteriores, se trata de experimentos a gran escala, que pueden investigar sistemas complejos (como la agricultura) y trazar variaciones causadas por eventualidades inesperadas o raras (por ejemplo, clima extremo).
- Innovación tecnológica: donde las propias técnicas arqueológicas se ensayan en escenarios realistas. Un buen ejemplo sería la prueba de equipos geofísicos sobre un sitio arqueológico simulado y enterrado.

Podemos así finalmente extender la arqueología experimental como la puerta en el presente para entender el pasado. Donde a través de análogos realizados bajo unas condiciones medidas y premeditadas se obtienen productos deaseados. Que nos brindan la posibilidad de determinar cómo se hicieron, para qué se utilizaron y porque se abandonaron. Completando el ciclo de la denominada en 1966 por André Leroi-Gourhan “Chaîne opératoire” o “cadena operativa” en español. Término clave para realizar nuestra propia metodología de trabajo a la vez que para entender el origen de la situación de nuestro conjunto arqueológico y poder compararlo con el registro experimental creado.

1.4.4. Arqueología experimental y traceología aplicada a la Industria ósea

Cada materia prima posee unas cualidades físicas y químicas propias, las les confiere unas propiedades mecánicas que influyeron en su elección por los humanos prehistóricos (Borao, 2012), al igual que en el presente esas mismas características nos llevan a proceder de manera distinta con cada materia en el proceso de experimentación. Los materiales orgánicos confieren a la materia mayor elasticidad y resistencia, mientras que los inorgánicos aportan una mayor dureza y rigidez (Christensen, 2004; Borao, 2012). Todos los materiales óseos están formados por una matriz orgánica (colágeno) y una matriz inorgánica (hidroxiapatita que contiene fosfato y carbonato de calcio) (Ramseyer et al., 2004). El hueso contiene mayor cantidad de materia inorgánica que orgánica por lo que es más rígido y resistente; por su parte el asta es más flexible al tener un alto grado de colágeno, lo que unido a los minerales de su misma composición, la convierte en una materia prima dura y flexible (Borao, 2012).

El estudio de las herramientas óseas se ha concentrado principalmente en la identificación de rastros de uso para identificar funciones pasadas, utilizando el principio de la tribología (Bradfield, 2013). Este principio establece que cuando dos superficies entran en contacto y se produce fricción, materiales similares y modos de uso similares darán como resultado tipos similares de desgaste, identificables bajo un microscopio (Bradfield, 2013). La premisa subyacente es que los tipos de desgaste equivalen a funciones específicas y/o materiales de contacto específicos (Semenov, 1964; Bradfield, 2013). No obstante herramientas utilizadas durante diferentes períodos de tiempo en la misma actividad y sobre el mismo material pueden parecer diferentes (Buc y Loponte, 2007; Thompson et al., 2011; Bradfield, 2013) y/o presentar del mismo modo diferencias o semejanzas cualificables a nivel microscópico. Las diferentes trazas o huellas de uso como fracturas pueden haber sido fruto de una acción intencionada o no, y haberse originado por múltiples y diversos factores, relacionados a su vez con diferentes tareas y actividades. Como pudiera haber sido la manufactura del mismo objeto, donde variarían según la materia prima y su estado, la técnica usada y el método empleado. Su empleo en actividades como la caza, donde dependerá del tipo de arma o útil que es, como es usada y sobre qué animal se proyecta; tareas de hábitat como la costura o confeccionamiento de pieles a modo de vestimenta, etc.

Es necesario por tanto crear análogos en el presente para entender las herramientas del pasado, posible gracias a la arqueología experimental. Para poder diseñar y llevar a cabo un

buen estudio experimental es necesario en primer lugar conocer la cadena operativa a la que se atribuye cada elemento. Pues es necesario conocer las condiciones específicas bajo las que es manufacturado, usado y abandonado. Esto crea una inmensa nube de situaciones y parámetros a tener en cuenta, lo cual se convierte en una multitud de variables difícilmente controlables todas al mismo tiempo. Para aclarar las condiciones de uso iniciales, se debe tener en cuenta información contextual y ambiental precisa, como la fauna, la vegetación o las fuentes de materias primas (Legrand & Sidéra, 2007). Dentro de la industria ósea dos de las variables imperantes son la materia prima y su estado (ej.: hueso fresco o asta seca tras recolección) y la o las técnicas empleadas (ranurado, limado...) junto con sus respectivos movimientos y orientación ligados a esta (ej.: unidireccional-transversal). Parámetros como la naturaleza del hueso (fresco, seco o tratado térmicamente), el estado de la piel (rugoso o curtido), el estado de la madera (fresca o seca) y las texturas y densidad de la madera (dura o blanda) pueden cambiar los resultados (Legrand & Sidéra, 2007). Otras variables que pueden ser tomadas y de relativa importancia son la edad del animal; el sexo de la persona que efectúa la acción, su edad y su lateralidad; el tiempo invertido; condiciones climáticas-ambientales; etc. Por ello es imprescindible crear un plan de trabajo estructurado en el que se han seleccionado anteriormente las variables que van a ser medidas y estudiadas y por ende las acciones que se van a llevar a cabo y bajo qué condiciones. De igual modo a día de hoy los programas experimentales están estrechamente vinculados con los análisis microscópicos. Siendo estos últimos los que permiten demostrar de manera cuantificada lo que es observado o teorizado durante la experimentación y el estudio de los materiales obtenidos durante esta. Para ello se suelen investigar las marcas de uso-desgaste definidas anteriormente en el apartado de "traceología" dentro de este mismo documento obtenidas tras un programa experimental. A rasgos generales se dividieron las observaciones y estudios de esta combinación de disciplinas en micro-fracturas (Bradfield, 2013) y macro-fracturas (Bradfield & Brand, 2015). Estas últimas fundamentan sus análisis en los principios de la mecánica de fractura de sólidos frágiles, la cual establece que ciertas fracturas se desarrollarán en herramientas sólidas quebradizas utilizadas en una actividad específica, constituyendo un aspecto de los estudios de trazas de uso (Bradfield & Brand, 2015). El examen de baja potencia (macro-fracturas) se realiza primero a simple vista y con un microscopio estereoscópico en el rango de aumento más común de 10x a 80x (Legrand & Sidéra, 2007). Por otro lado, según Buc (2011), las micro-fracturas presentan un criterio específico para su análisis y descripción (véase también en LeMoine, 1994; Christidou & Legrand-Pineau, 2005; Sidéra & Legrand, 2006; Legrand & Siderá, 2007; Bradfield, 2013):

1. ***Alteraciones de volumen:*** Según S. A. Semenov (1964), el principio consiste en marcar todas las deformaciones que ocurren en los artefactos. De acuerdo con las propiedades físicas y mecánicas del material óseo, el desgaste modifica su diseño original (Maigrot, 2003; Sidéra & Legrand, 2006; Legrand & Sidéra, 2007; Buc, 2011). En los extremos podemos distinguir tres tipos de alteraciones: redondeo, descamación y aplanamiento. El redondeo es el resultado del desgaste repetitivo (Semenov 1964; Maigrot, 2003; Legrand & Sidéra, 2007; Buc, 2011). La descamación es la microfractura en el hueso que generalmente se interpreta como consecuencia de la percusión contra un material más duro (Maigrot, 2003), pero, como afirmó Legrand & Sidéra (2007), también puede ser el resultado de un uso prolongado, ya que la superficie ósea se vuelve más frágil mientras se usa (Buc, 2011). El aplanamiento sería la primera etapa del proceso de desgaste en la que las fibras óseas se retraen (Legrand & Sidéra, 2007; Buc, 2011).

2. ***Microtopografía:*** La topografía es la configuración de la superficie ósea; por lo tanto, su análisis implica descripciones de la distribución de los puntos altos y bajos (Legrand & Sidéra, 2007; Buc, 2011). Cuando las diferencias entre los puntos altos y bajos son notorias, la microtopografía se define como heterogénea; por el contrario, si son pequeños, lo que implica que tanto los puntos altos como los bajos se ven afectados por el uso, la microtopografía será homogénea (Buc, 2011).

3. ***Microrrelieve:*** El análisis del microrrelieve es una descripción más detallada de la topografía (Legrand & Sidéra, 2007). Si los puntos altos muestran la misma altura, el microrrelieve se define como regular; pero cuando hay diferencias importantes en su altura, se denominará irregular (Buc, 2011). Además, según la morfología de los puntos altos, pueden ser redondeados o planos y, dependiendo de su textura, ásperos o lisos (Buc, 2011).

4. ***Estriaciones:*** Cualquier rasgo lineal (raya, surco o hendidura) y profundo que se vea en la superficie ósea se considera una estría. Se clasifican según su *distribución* (relativa al eje de la pieza) en transversal, longitudinal, aleatoria; la *disposición* (entre estrías) puede ser paralela, cruzada, irregular; y la *morfología*, subdividida a su vez según su ancho: estrecho, ancho, variable; la profundidad: profunda, poco profunda; la longitud: larga, corta; la forma: recta, sinuosa; y las características internas: gruesas, lisas y cerrado en forma de V o abierto en forma de V (Buc, 2011).

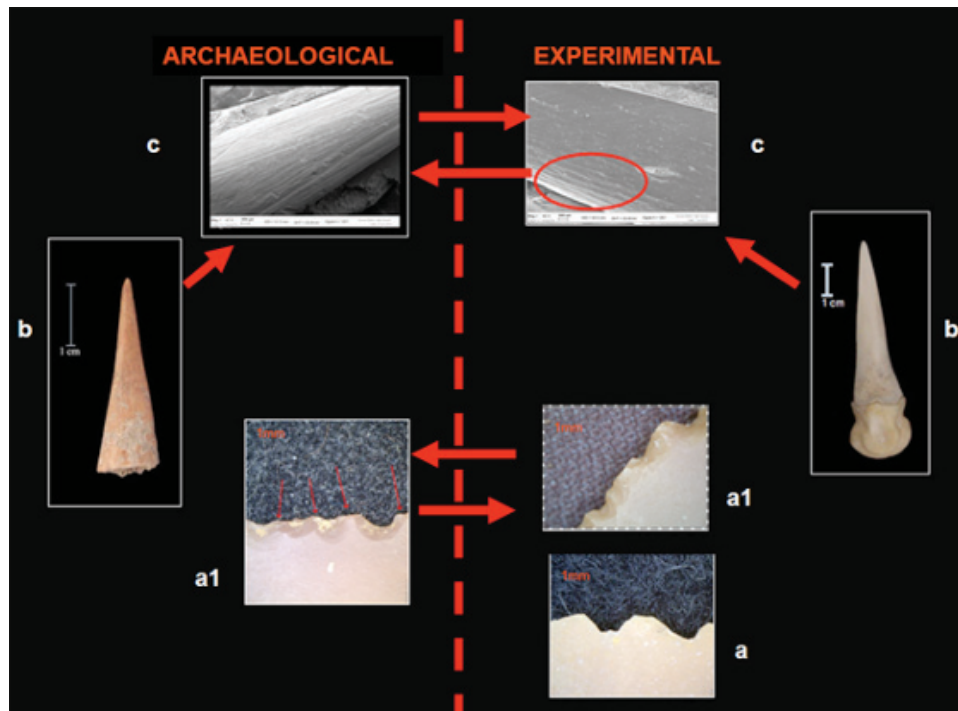


Fig. 15: Ejemplos de análisis experimental y traceología sobre industria ósea comparando las trazas de trabajo sobre una punta mediante el empleo de microscópicos. Resultados del análisis comparativo entre la colección ASW y el trabajo experimental. a) Filo de la hoz antes de su uso, (a1) filo de la hoz que muestra trazas relacionadas con el trabajo con hueso. b) Extremo proximal de un punzón de hueso (izquierda) y un punzón experimental (derecha). c) Trazas de procesamiento por el uso de una hoz en la superficie del punzón. Imagen extraída de Abuhelaleh, B., Al Nahar, M., Hohenstein, U. T., Berruti, G. L., & Cancellieri, E. (2015). An experimental study of bone artifacts from the Neolithic site of Tell Abu Suwwan (PPNB-PN), Jordan. *Adumatu*, 32, 7-20.

Todas estas trazas o huellas no están únicamente relacionadas con el proceso técnico de manufacturar la herramienta, sino que también presentan un estrecho vínculo con su uso. Durante los primeros minutos de uso de la herramienta aparecen diferentes rastros como arañazos, nuevos aspectos superficiales (pulido o coloración) y descamación; posteriormente, se producen suavizados y deformaciones de los contornos según el material trabajado, su naturaleza y forma, y cinemática (Legrand & Sidéra, 2007). Otra disciplina que puede apoyar en estos estudios y aportar un mayor espectro de luz a las interpretaciones es la etnografía. Un ejemplo de ello es el expuesto en el trabajo de Kononenko y su equipo en 2010 sobre el estudio de artefactos en uso de tortuga en las Islas Carolina y en Papua Nueva Guinea; o los retocadores en hueso estudiados y comparados por d'Errico y su equipo (2012) en los grupos humanos del área de Sudáfrica, Cueva Sibudu con los grupos de cazadores-recolectores de Norteamérica y Sudamérica, estudiados por autores como Binford (1978).

Vemos como es más de un rastro la huella que deja la acción antrópica. Un rastro que puede responder a preguntas del presente situándonos en el pasado. Que puede hacer ver cuál fue la verdadera función de un útil o artefacto, y la mente humana que había tras ello. Siendo posible esbozar patrones, semejanzas y comportamientos que nos acerquen a entender el amplio y diverso abanico de sociedades (grupos humanos) y culturas que poblaron el planeta

tierra a finales de la Prehistoria. No obstante, es un arma de doble filo realizar estos análogos desde el presente, pues más que conclusiones pueden aportarnos ideas de cómo sería o pudo haber sido. Debemos así evitar caer en la tentación de relacionar lo observado o expuesto en un experimento con un conjunto arqueológico del pasado, a modo de ciencia exacta. Pues al fin y al cabo como venimos mencionado son numerosas y a veces inimaginables la cantidad de variables a las que un mismo objeto, actividad o acción ha estado sometida y a la vez recrearlo bajo unos parámetros idénticos. No por ello, no significa esto que no debamos seguir utilizando este método, todo lo contrario, es una herramienta en crecimiento exponencial y la cual puede ser una de las llaves que nos abra las distintas puertas del conocimiento de las sociedades prehistóricas. Es por ello mismo que hemos decidido usar en nuestro estudio la combinación del análisis traceológico junto al experimental. Siendo ambos clave para responder el vacío de respuestas a los que se enfrentaba la pregunta general de la investigación. Siendo solo necesario ajustar el enfoque y la luz de la lente con la que miramos las pistas que nos han dejado nuestros antepasados y resolver el puzle construyendo las piezas perdidas en el tiempo. Debido a que la materia orgánica sufre un cambio diagenético irremediable, todos los artefactos óseos no son automáticamente comparables en términos de estudio (David, 2024). Por ello, el marco analítico aplicado en nuestro trabajo se basa en reproducir patrones tantas veces como fuera posible bajo diferentes parámetros de estudio para apoyar la interpretación basada en la analogía con el material arqueológico. Consideramos nuestro proyecto experimental solo como una validación de observaciones que del desgaste y los enfoques tecnofuncionales. Las diferentes disciplinas involucradas en los estudios óseos trabajados (anatomía, traceología, tecnicidad y tafonomía) contribuyen a la lectura (tecnológica) de un material óseo arqueológico (David, 2007; David, 2024). Tanto nuestro estudio experimental como traceológico debe coordinarse y complementarse de igual modo junto a estudios y análisis tafonómicos, tipológicos, arqueozoológicos, tecnológicos y funcionales, sedimentológicos, geológicos, arqueobotánicos...

1.4.5. Análisis Tafonómico: Tafonomía

Antes de entrar en detalle es necesario tener claro el significado de dos términos básicos en la tafonomía, “los fósiles” como aquellos restos señales de organismos del pasado; y “elemento conservado” como cualquier resto o señal de una entidad biológica del pasado (Fernández Lopez, 2001). En base a estos dos términos se desenvuelve el término de la tafonomía como ciencia principal y apéndice imprescindible para el correcto desarrollo de otras ciencias.

Como es citado por el doctor R. Lee Lyman (2010) en la revista científica *Journal of Taphonomy*, el término "tafonomía" fue definido originalmente por el paleontólogo Efremov en 1940 como "el estudio de la transición (en todos sus detalles) de restos animales de la biosfera a la litosfera". Evolucionando al incluir restos de plantas ya que de igual modo Efremov indicó que la tafonomía se refería a la "Transición de la biosfera a la litosfera" (Lyman, 2010). La etimología del término reside en las palabras griegas "taphos" para entierro y "nomos" para historia (Efremov, 1940; Lyman, 2010) o "taphos" para sepultura y "nomos" para ley o norma (Noe-Nygaard, 1987; Aguirre, 1997; Fernández Lopez, 2001). Podemos así entender el significado literal del término como "las leyes del enterramiento" (Fernández López, 1999). Por su parte el investigador Noe-Nygaard (1987) la definió como la ciencia que se encarga del estudio y análisis del o de los procesos involucrados en la conversión de un antiguo organismo vivo en un fósil. Del mismo modo, podemos decir que la tafonomía es un subsistema conceptual de la Paleontología que aspira a explicar cómo ha sido producido y qué modificaciones ha experimentado el registro fósil (Fernández Lopez, 2001). El cual se ocupa del estudio de los procesos de fosilización y de la formación de los yacimientos fósiles (Fernández López, 2000, 2001). La idea de fosilización más utilizada en la actualidad corresponde al modelo de modificación paleobiológica y destrucción selectiva (Fernández López, 1999). (Fig. 15: Modelo de modificación Paleobiologica). Según esta idea, la fosilización consiste en la transición desde el estado vivo al estado fósil, debido a la propia naturaleza de los organismos o a la intervención de algunos agentes que han actuado a modo de filtros sucesivos y han eliminado los restos menos resistentes o conservables. La formación de los yacimientos de fósiles suele ser interpretada como el resultado final de la transformación de biocenosis o comunidades del pasado (Fernández Lopez, 1999, 2000, 2001). Dentro de la Tafonomía se suele distinguir en la actualidad dos disciplinas: la Bioestratinomía, encargada de las modificaciones ocurridas antes del enterramiento; y la Fosildiagénesis, la cual por su parte se ocupa de las modificaciones post-enterramiento (Fernández López, 2001). A su misma vez son múltiples y distintos los mecanismos de alteración tafonómica por los cuales un elemento o una asociación ha podido experimentar modificaciones en su composición, estructura y/o ubicación espacio-temporal, de los que cabe distinguir los siguientes: biodegradación, carbonificación, encostramiento, relleno sedimentario, mineralización (cementación, neomorfismo, reemplazamiento), abrasión, bioerosión, disolución, maceración, distorsión, y necrocinesis y desplazamientos fosildiagénéticos (reorientación, desarticulación, dispersión, reagrupamiento, remoción) (Fernández Lopez, 1999, 2000, 2001).

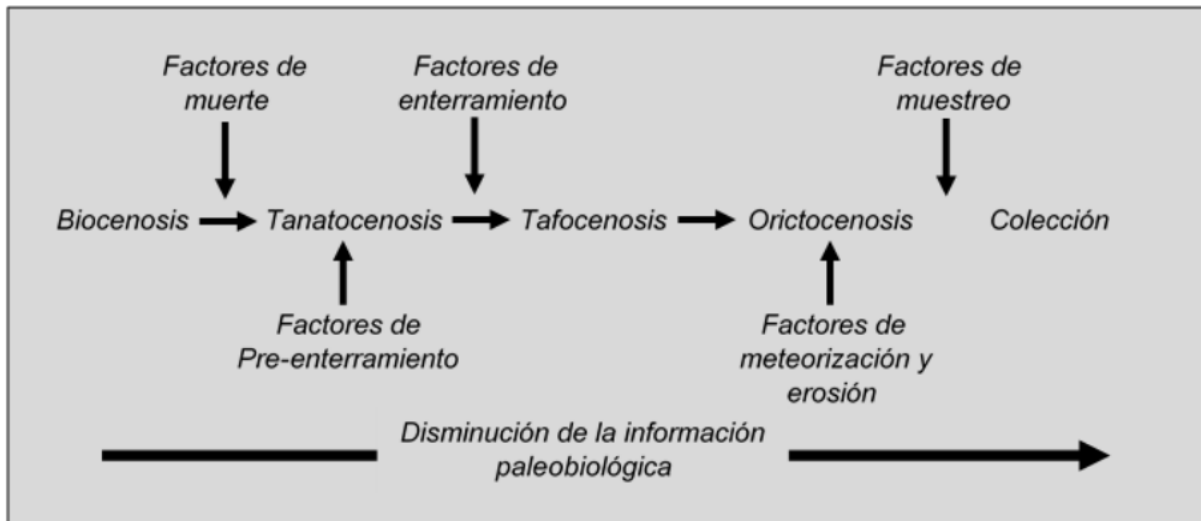


Fig. 16: Modelo de modificación paleobiología y destrucción selectiva. Es el modelo más tradicional y toma en cuenta la fosilización como un proceso paleobiológico, pues se da en los organismos que vivieron en el pasado, transformándolo en fósiles. Pero esto implica una disminución de información paleobiológica a causa de diferentes factores, van eliminando las formas menos resistentes. Esto nos da a entender que los fósiles serían "partes" de organismos transformados por la fosilización y el registro fósil estaría integrado por los restos más resistentes de los mismos. Adamonis & Concheyro (2007) en "Los fósiles y los procesos de fosilización". Imagen tomada del libro "Los invertebrados fósiles" de Horacio H. Camacho y Mónica Longobucco (2007).

La propia epistemología del término sufrió una alteración tras ser adoptada por los arqueólogos y usada por estos para identificar la formación y perturbación del registro arqueológico y la modificación natural de artefactos (Lyman, 2010). Podemos de entre estos remarcar el especial interés de la Zooarqueología, quien acogió el término, ya que el interés de esta reposaba en determinar si los huesos o fragmentos de estos que aparecían en el contexto arqueológico habían sido modificados antrópicamente, es decir, por el humano y no por el contrario el estado de los mismos se daba simplemente a cualquier otro agente tafonómico que había intervenido en la preservación del estado original de la matriz del hueso. Durante las primeras décadas de vida de la arqueología como disciplina el trato que recibía el material óseo tanto en los procesos de excavación como de preservación del mismo, causaba un deterioro del potencial e información de este para un posterior estudio (Noe-Nygaard, 1987). Un efecto que es visible incluso a día de hoy en distintas facetas de la arqueología de campo, destacado en la arqueología preventiva o de urgencia, y en la conservación y preservación de estos restos óseos sin usar el equipo o reglamento adecuado, dañando y/o alterando el estado natural del resto arqueológico. Después de ser producido, cualquier elemento conservado ha experimentado modificaciones en su composición, estructura y/o ubicación espacio-temporal, puede haber dado lugar a otros restos y/o señales, o puede haber sido destruido (Fernández López, 2001). La tafonomía actúa aquí como una disciplina que se vuelca en el énfasis de la necesidad de una correcta extracción de campo del resto para un posterior estudio del mismo tras una óptima preservación de este. Mientras la tafonomía se refiere a un material que alguna vez fue vivo, los procesos de formación

arqueológica se refieren a ambos, material que una vez vivió y nunca vivió; la tafonomía se refiere a la transición de lo vivo a lo no vivo y geológico, por lo que incluye los procesos de formación tanto naturales como culturales como sesgo o información cargado y de interés para la investigación, mientras que la formación arqueológica se refiere a la transición de una vida sistema geológico no vivo, pero los procesos naturales están sesgados, mientras que la formación cultural son de interés para la investigación (Lyman, 2010).

Los útiles o elementos manufacturados sobre hueso presentan distintas problemáticas en su preservación, aun así bajo menores condiciones de erosión que el asta, lo que les favorece un mejor estado de conservación. No obstante, al igual que las conchas, dientes y cuernos, las astas y huesos se ven expuestos a la alteración postdeposicional de carácter abiótico (atmosféricos o el fuego) y de carácter biótico, producidas por animales (roedores, carroñeros, o los propios humanos) o plantas (Averbouh, 2000; véase también en Borao, 2012). Aplicada así al interés de nuestro estudio e investigación la tafonomía. Pues al trabajar con restos de origen animal provenientes de un contexto arqueológico debemos conocer el origen de la naturaleza de estos, es decir, saber cómo y porqué lucen como lo hacen y quienes o cuales han sido los responsables de ello. Es necesario así determinar en primer lugar las condiciones sedimentarias a las que ha sido expuesto el registro material fósil y a su misma vez, cuál es la matriz natural de este antes de sufrir una modificación o alteración. Del mismo modo, es importante tener siempre presente la modificación externa causada por otros agentes como los propios animales junto con trazas, fácilmente confundibles con la acción humana de pulido, perforación, mascado... (mencionadas anteriormente en el apartado de industria ósea). Así, una vez llevado a cabo un primer estudio y consultorio tafonómico con los especialistas en la materia, es posible interpretar el conjunto como un grupo de restos atribuidos a industria ósea. Para posteriormente poder proceder a analizarlos y estudiarlos mediante otras disciplinas o técnicas externas a la tafonomía pero no desvinculadas de esta. Siendo así, necesaria la guía y consulta tafonómica a lo largo de todo el estudio. Pues determinadas marcas que tras un análisis microscópico puedan parecer antrópicas, pueden también ser realizadas por otros agentes como carnívoros; o incluso propias marcas antrópicas, pueden estar simplemente relacionadas con un proceso de descarnamiento o desarticulación y no tienen porqué estar vinculadas a un proceso tecnológico, en la manufactura de un útil o herramienta. De igual modo los procesos postdeposicionales, dejan una huella o traza que puede ser confundida con una acción o alteración antrópica e inducir a la confusión en la determinación del fragmento o pieza como elemento perteneciente al conjunto de industria

ósea. Ejemplos de ello lo expone Marreiros, y su equipo (2014), donde mencionan la pátina coloreada o brillante, procedente de la deposición de diversos minerales presentes en el suelo, agua y/o rocas circundantes, lo que resulta en la oxidación y corrosión de la superficie de las herramientas; o el llamado brillo o brillo misceláneo (Van Gijn 1990), causado por varios procesos postdeposicionales naturales y mecánicos, este proceso consiste en un efecto luminoso y lustroso distribuido en todas las direcciones y por toda la superficie de la herramienta (Marreiros, 2014). Además, las condiciones de deposición y conservación, en conjunto con las modalidades de transformación empleadas durante el proceso de fabricación, desempeñan un papel crucial en la reconstrucción del complejo rompecabezas teórico subyacente a las diversas etapas de fabricación, que incluyen la preparación, el depósito, el conformado, el acabado, el uso, el reafilado, entre otras. Además de la degradación resultante de factores naturales que probablemente afectan en gran medida a cualquier conjunto óseo, otros elementos dinámicos pueden haber modificado la calidad de la muestra original al eliminar partes de los artefactos (David en Gates St-Pierre y Walker 2007). En este sentido, la acción canina sobre los restos faunísticos, así como sobre los productos manufacturados y los desechos, constituye un factor de sesgo real en la industria ósea del Mesolítico temprano (David, 2005). Siendo esto claro ejemplo de la necesidad de un profundo estudio interdisciplinar en el objetivo de un análisis sobre un conjunto de industria tanto ósea como lítica, pues son múltiples los factores y agentes que pueden alterar el estado natural (base) del elemento en concreto.

Debido a la complejidad de identificación, desconocimiento de ciertas técnicas o análisis, o mero interés, durante mucho tiempo, los investigadores sólo estaban interesados en objetos prestigiosos de la industria ósea, centrados sus estudios esencialmente en la tipología (Vercoutère et al., 2007). Es ardua la problemática enfrentada al postrarse de frente tras un conjunto de fragmentos difícilmente identificables morfo-tipológicamente o incluso taxonómicamente, debido a su pequeño tamaño y a veces aleatoria o poco definida modificación. Donde atribuir las marcas o trazas de alteración de la matriz original a una acción antrópica intencionada bajo un carácter tecnológico queda a cuenta de la implementación de comparaciones con otras colecciones donde se hayan podido identificar marcas similares sobre agentes comunes y bajo condiciones semejantes. He aquí donde entra en juego el papel de la arqueología experimental como ciencia implementada al estudio y análisis de la colección arqueológica.

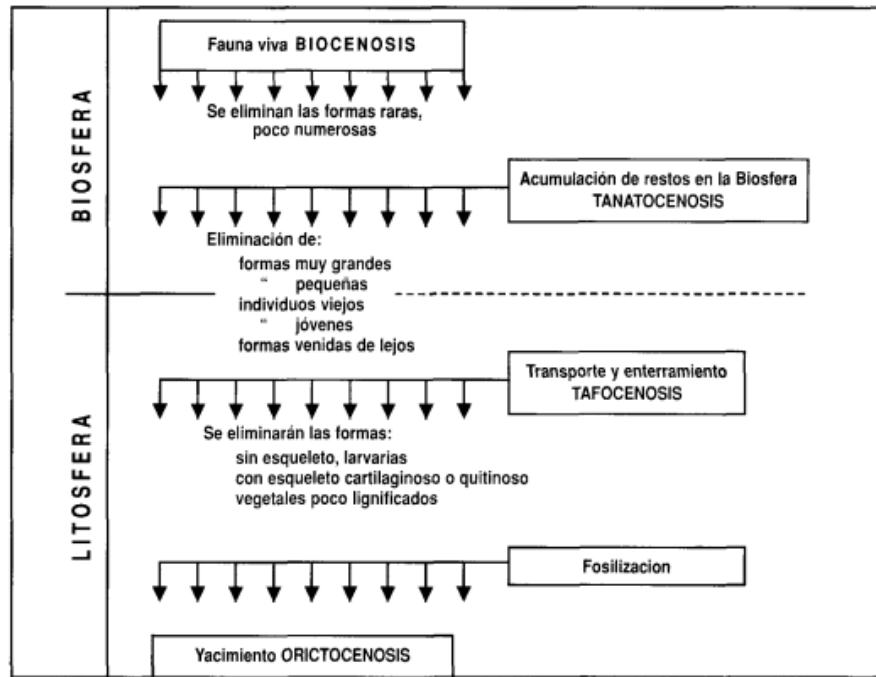


Fig. 17: Diferentes etapas de la formación de un yacimiento de fósiles u orictocenosis y las «cribas» que han de pasar los restos orgánicos, que son causa de que en éste falten muchos de los elementos que primitivamente constituían la biocenosis (según EFREMOV, 1953, y MELÉNDEZ, 1959). Tabla extraída de Fernández López, S. R. (1999). *Tafonomía y fosilización*.

1.5. El yacimiento arqueológico del Molí del Salt

El Molí del Salt es un yacimiento arqueológico situado al Noreste de la Península Ibérica (Fig. 17: Localización Molí del Salt), más concretamente en la Conca de Barberá, localizada a 490 metros por encima del mar, a unos 40 km de Tarragona dirección interior y 90 km desde Barcelona hacia el noreste (Vaquero et al., 2005; Vaquero, 2006; Vaquero et al., 2009; Allué et al., 2010; Vaquero, 2011; Soto et al. 2011; Vaquero et al., 2012; Vaquero et al., 2013; Vaquero & Alonso, 2014; Vaquero & Alonso, 2015; Rufà et al., 2018; Vaquero et al., 2020; Mas et al., 2021). Situado a unos 750 m del núcleo de Solivella y Poblet, a escasa distancia del antiguo molino que le da nombre (Vaquero & Alonso, 2014), en el término municipal de Vimbodí i Poblet. Sus coordenadas UTM son X= 336532.5, Y= 458446.5 (sistema de referencia geodésico ETRS89). Desde el punto de vista geomorfológico, el Molí del Salt se sitúa en el contexto de las formaciones oligocenas de la Depresión Central Catalana, caracterizadas por la alternancia de niveles de conglomerados y arcillas en cuyo contacto suelen formarse, por erosión diferencial, pequeños abrigos (Vaquero et al., 2005). Se trata de una balma o abrigo abierto en las formaciones de conglomerados y lutitas del Oligoceno superior que se localizan en la margen del río Milans, a una distancia de unos 100 m del lecho actual del río (Vaquero et al., 2005; Vaquero & Alonso, 2015; Vaquero et al., 2020). Las secuencias de conglomerados y lutitas son habituales en los sectores marginales de la

depresión del Ebro y corresponden a formaciones de borde de cuenca depositadas cuando esta depresión era un mar interior (Vaquero & Alonso, 2014; Vaquero & Alonso, 2015). El sitio está ubicado en una transición entre las montañas (montañas de Prades) y la llanura aluvial del río Francolí (Allué et al., 2010). Situado dentro de los valles fluviales del Francolí y Anguera (Rufà et al., 2018) (Fig. 12: Montañas de Prades y Curso de Agua próximo al yacimiento). Lo que daría fruto a unas condiciones ambientales y ecológicas óptimas para unas formas de vida basadas en la cacería y la recolección (Vaquero & Alonso, 2014, 2015). En Vaquero y Alonso (2015) se citan tres factores determinantes que hacen de esta área geográfica un territorio idóneo para la instalación de las comunidades prehistóricas:

- 1) Emplazamiento en una frontera fisiográfica, conocida como ecotono, que actúa como zona de transición entre dos ecosistemas: las montañas de la cordillera Prelitoral al sur (Montañas de Prades) y la llanura aluvial de la Conca de Barberà al norte. Esta ubicación favorece una gran diversidad de flora y fauna, así como la presencia de agua incluso en épocas secas. Por ello, fue un lugar ideal para los grupos paleolíticos, ya que ofrecía recursos tanto de montaña como de llanura, facilitando la adaptación a climas estacionales. La altitud media del territorio (entre 400 y 600 m) también proporcionaba condiciones de hábitat favorables durante el Pleistoceno.
- 2) Ubicación en una vía natural de comunicación entre el interior de la depresión del Ebro y las regiones litoral y prelitoral del sur de Cataluña. Este carácter de lugar de paso ha sido constante a lo largo de la historia y sigue siendo evidente hoy en día por la presencia de importantes infraestructuras de transporte.
- 3) Abundancia de sílex de buena calidad en la zona de la Conca de Barberà. Estos afloramientos se encuentran en la zona de contacto entre formaciones geológicas de distintas eras (Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico), en el borde de la antigua cuenca sedimentaria de la actual depresión del Ebro. Esta riqueza en sílex, resultado de procesos geológicos en ambientes lacustres poco profundos, facilitó la fabricación de herramientas de piedra por las poblaciones prehistóricas (Ortí et al., 2007)

Su posición geográfica junto con unas condiciones climáticas no muy drásticas permitieron a grupos humanos asentarse en el lugar durante unos 5.000 años aproximadamente, quedando un hiato entre las ocupaciones tras la caída de bloques de la pared y techo del abrigo, que nos permite distinguir dos fases de ocupación del yacimiento; una primera referente a los dos niveles estratigráficos principales (A y B) fechada entre 15.486 cal. BP y 12.670 cal. BP, asociada a grupos magdalenenses de finales del Paleolítico Superior; y una segunda ocupación (niveles estratigráficos más recientes) sobre este derrumbe de bloques fechada entre 9.110 y 8.710 cal. BP y asociada a grupos humanos del Mesolítico (Vaquero et al., 2005; Vaquero, 2006; Vaquero et al., 2009; Allué et al., 2010; Vaquero, 2011; Soto et al. 2011; Vaquero et al., 2012; Vaquero et al., 2013; Vaquero & Alonso, 2014; Vaquero & Alonso, 2015; Rufà et al., 2018; Vaquero et al., 2020; Mas et al., 2021). Desde el punto de vista cronológico, las fechas coinciden con el límite Pleistoceno/Holoceno, momento en que se produjeron importantes cambios climáticos que transformaron radicalmente el paisaje y que marca el final del Paleolítico y la aparición del Mesolítico (Vaquero & Alonso, 2014; Vaquero & Alonso, 2015).

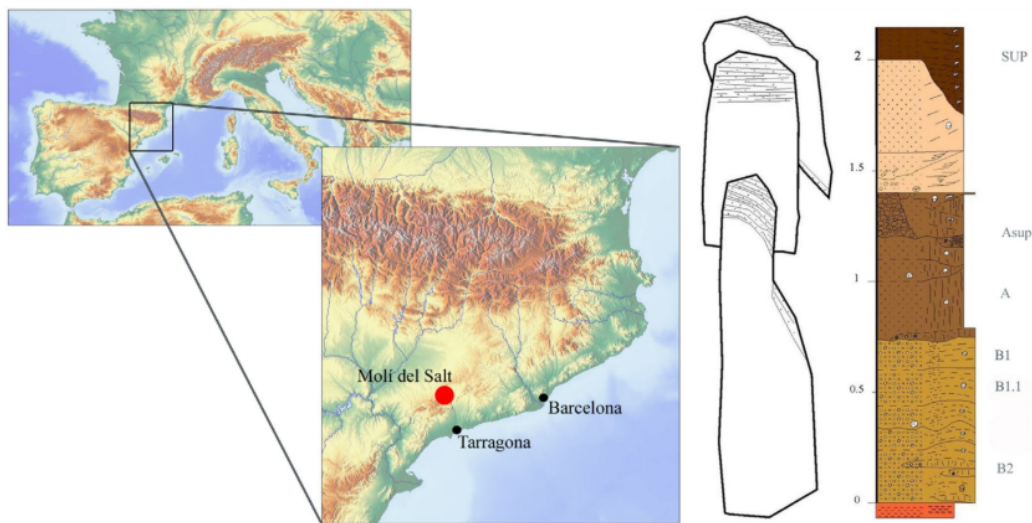


Fig. 18: A la izquierda una pareja de imágenes que muestran localización del yacimiento del Molí del Salt en un mapa donde se enfatiza la proximidad de este a las ciudades de Barcelona y Tarragona, tomadas como puntos de referencia geográficos. A la derecha le acompaña un dibujo de la secuencia estratigráfica del yacimiento. Imagen originada tras la modificación de un grupo de imágenes publicado en Rufà, A., Blasco, R., Rosell, J., & Vaquero, M. (2018). What is going on at the Molí del Salt site? A zooarchaeological approach to the last hunter-gatherers from South Catalonia. *Historical Biology*, 30(6), 786-806.

El Molí del Salt aparece por primera vez como yacimiento arqueológico en los trabajos de Salvador Vilaseca (1953), que lo cita como un conjunto de superficie caracterizado por una industria lítica con hojas y puntas de dorso, raspadores, «cuchillos» y núcleos (Vaquero & Alonso, 2015; véase también en Vaquero et al., 2001; Vaquero et al., 2004; Vaquero et al., 2012; Vaquero & Alonso, 2017). Sin embargo, la existencia de un depósito estratigráfico conservado no se constató hasta la década de los noventa. En un primer momento, el aspecto

del yacimiento no indicaba la existencia de un abrigo, ya que sólo se veía un depósito sedimentario en forma de talud apoyado sobre la pared de conglomerado que limitaba por el norte el campo de avellanos (Vaquero & Alonso, 2015) (Fig. 18: Imágenes de las primeras campañas antes de abrir). A pesar de estar casi totalmente cubierto por la vegetación, en diferentes puntos de este talud afloraron algunos restos líticos y óseos que sugerían la posibilidad de que hubiera un yacimiento arqueológico en contexto estratigráfico (Vaquero et al., 2001; Vaquero et al., 2004; Vaquero & Alonso, 2014; Vaquero & Alonso, 2015; Vaquero & Alonso, 2017). A raíz de un episodio de lluvias torrenciales que originó la destrucción de una parte de este depósito superficial, en el año 1999 se decidió realizar una primera intervención arqueológica de urgencia con la finalidad de documentar la secuencia estratigráfica y evaluar su interés científico (Vaquero & Alonso, 2015). Esta intervención consistió en la realización de un sondeo de 3 m² el cual llegó a la base del depósito y permitió documentar toda la secuencia estratigráfica y continuar el trabajo en el área a través de un proyecto de investigación que comenzó en 2001 (Mas et al., 2021). Durante la campaña del 2001 y las posteriores se fue ampliando progresivamente la superficie excavada, hasta definir el área de intervención de unos 70 m² (Vaquero & Alonso, 2015) en la que se sigue interviniendo anualmente a día de hoy.

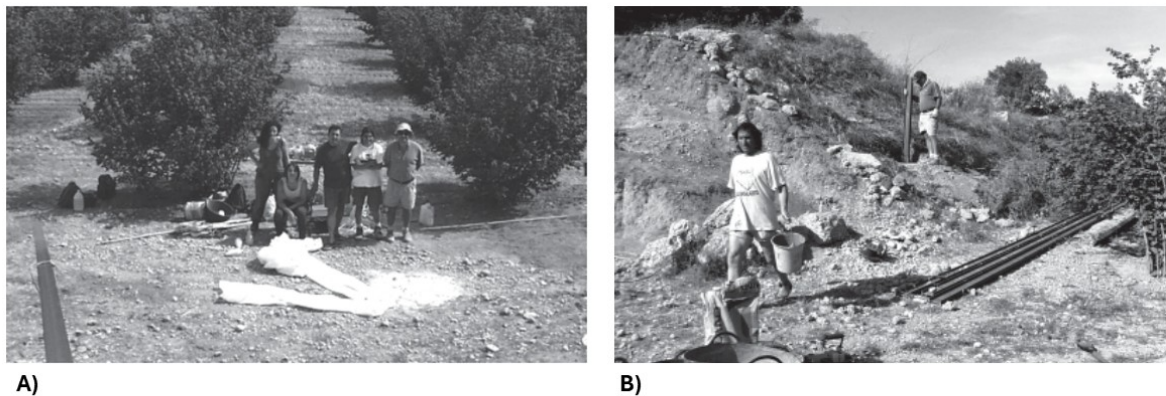


Fig. 19: Imágenes recuperadas de los primeros años de campaña arqueológica, donde se puede apreciar cómo era el espacio del yacimiento arqueológico antes de comenzar a ser excavado. A) Equipo de excavación de la campaña de 2001, de izquierda a derecha, Susana Alonso, Palmira Saladié, Josep Martín, Marta Fontanals y Josep Maria Gené; B) Colocando las vigas para instalar el cobertizo que más tarde cubriría el espacio de trabajo (excavación arqueológica), en primer término, Pep Vinyets; al fondo, Josep Maria Gené. Imágenes extraídas de la memoria escrita por Rodríguez, M. V., & Fernández, S. A. (2017). Grup de Recerca Arqueològica de la URV-IPHES, al Molí del Salt (Vimbodí i Poblet). Aplec de treballs, (35), 9-32.

La secuencia estratigráfica del Molí del Salt tiene unos 250 cm de potencia (Vaquero et al., 2001; Vaquero et al., 2004; Vaquero & Alonso, 2014; Vaquero & Alonso, 2015; Mas et al., 2021). En esta se han reconocido dos fases de ocupación humana principales, separadas por un episodio de hundimiento del techo del abrigo (Vaquero & Alonso, 2015). La fase más antigua corresponde al Paleolítico Superior final (conjuntos B y A) y la más reciente al

Mesolítico (nivel Sup). El tramo inferior de la secuencia, donde se encuentran los niveles del Paleolítico superior, es el más importante desde el punto de vista arqueológico, tanto por la cantidad y el tipo de evidencias arqueológicas como por su estado de conservación (Vaquero et al., 2001; Vaquero et al., 2004; Vaquero & Alonso, 2014; Vaquero & Alonso, 2015; Mas et al., 2021). Estos niveles inferiores, que alcanzan unos 150 cm de potencia, se depositaron en un contexto de interior de abrigo (Vaquero & Alonso, 2015). Siguiendo el estudio geológico y arqueológico de Vallverdú y Carrancho (2004), podemos por tanto clasificar las distintas unidades estratigráficas en los siguientes 4 niveles:

- **Conjunto B.** Está formado por 75 cm de gravas y arenas de color marrón amarillo oscuro y se dispone directamente sobre las lulitas que constituyen el sustrato del depósito. Se trata de una sucesión de capas lenticulares en la que se pueden reconocer dos niveles (B2 y B1). Los procesos sedimentarios estarían relacionados con flujos de estiba difusos.
- **Conjunto A.** Está formado por unos 70 cm de limos y arenas en capas lenticulares espesas y mal estratificadas. Incluye tres niveles arqueológicos (A1, A y Asup). El proceso sedimentario dominante sería la disgregación arenisca de la pared y el techo del abrigo. En la parte superior (nivel Asup) se encuentran los primeros bloques de conglomerado asociados al colapso de la cornisa. Aspecto muy homogéneo, lo cual se puede relacionar con fenómenos de bioturbación.
- Por encima del conjunto A se documenta el episodio principal de **caída de grandes bloques** de conglomerado, que pasan lateralmente a depósitos de arenas y limos rojos canalizados. Estos depósitos aparecen principalmente en el sector más próximo a la pared del abrigo; hacia la parte exterior se van apretando progresivamente hasta desaparecer. Esta unidad es prácticamente estéril desde el punto de vista arqueológico.
- **Nivel Superficial (Sup).** Está formado por arenas de color gris oscuro, mal estratificadas, que se adosan a los bloques de conglomerado y a los depósitos de escorrentía concentrada de la unidad anterior. La potencia es muy variable y aumenta hacia el sureste del depósito, donde supera los 20 cm. Las arenas muestran una estructura agregada en una fábrica biológica que sugiere procesos de bioturbación muy intensos.

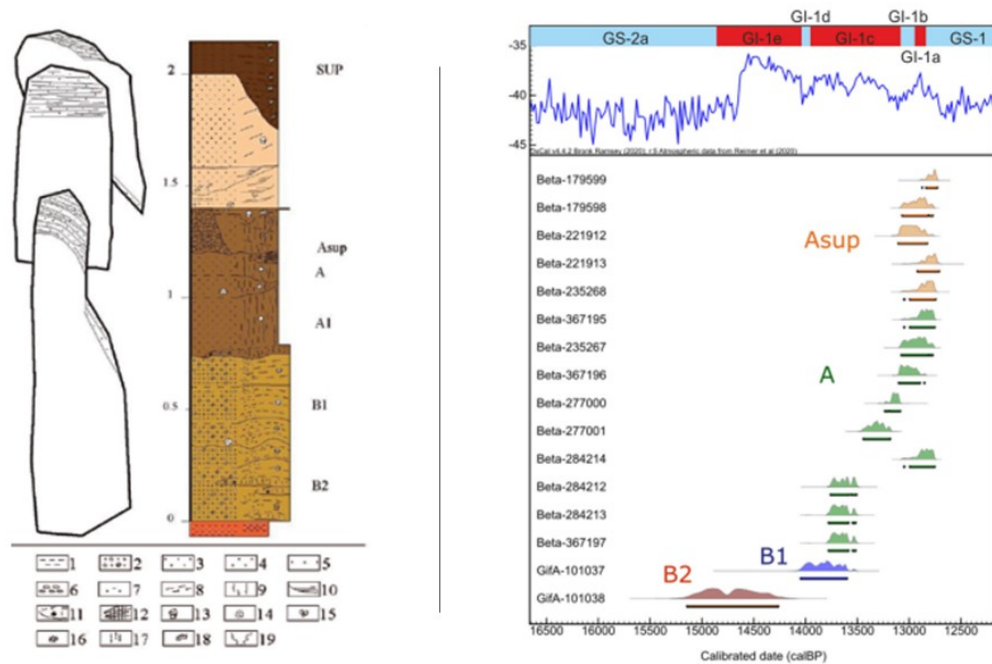


Fig. 20: Imágenes que exponen la secuencia estratigráfica del Molí del Salt y las dataciones actuales en relación a los diferentes niveles arqueológicos que podemos encontrar en esta. Izquierda: Secuencia estratigráfica de El Molí del Salt, según Vallverdú y Carrancho (2004). Litologías: 1) Arcilla, 2) Gravas, 3) Limos, 4) Arenas, 5) Arena arcilla; Estructuras sedimentarias: 6) Nodular, 7) Gradada, 8) Plana no paralela, 9) Masiva, 10) Canal, 11) Lenticular masiva, 12) Fogar; Caracteres edáficos: 13) Poliedros soldados, 14) Microagregados, 15) Particular, 16) Molla, 17) Pseudomicelina, 18) Pendientes calcíticas. Citado en Rodríguez, M. V., & Fernández, S. A. (2015). La prehistòria: paleolític i neolític. In *Història de Vimbodí i Poblet* (pp. 6-81). Arola Editors. Derecha: Gráfico de calibración IntCal20 (Reimer et al. 2020) de fechas de radiocarbono 14C-AMS (García-Díez y Vaquero 2015) con curva climática NGRIP (Rasmussen et al. 2014). Capa B2 en rojo, capa B1 en azul, capa A en verde, capa ASup en naranja. Imagen extraída de Mas, B., Allue, E., Alonso, E. S., & Vaquero, M. (2021). From forest to settlement: Magdalenian hunter-gatherer interactions with the wood vegetation environment based on anthracology and intra-site spatial distribution. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13(1), 12.

A día de hoy de estos distintos niveles se han realizado 22 dataciones 14C AMS (Mas et al., 2021), la mayoría de ellas (excepto dos realizadas sobre hueso) obtenidas a partir de muestras de carbón (Vaquero et al., 2020). Sobre el nivel definido como B, se han llevado a cabo un menor número de dataciones que nos sitúan esta unidad entre los 15.486-13.442 años cal BP (Vaquero & Alonso, 2015; Rufà et al., 2018; Vaquero et al., 2020; Mas et al., 2021). Por la parte que corresponde al nivel A las dataciones han aportado una horquilla de tiempo con unos márgenes generales en 13.800-12.680 años cal. BP, con una datación de 13.163-12.670 años cal. BP para el nivel ASup (Vaquero et al., 2020). Estas fechas sitúan la parte principal de la secuencia arqueológica del Molí del Salt (conjuntos A y B) a finales del Pleistoceno (Vaquero & Alonso, 2015). En cambio, el nivel Sup, indica una cronología entre los 9.110 y los 8.710 años cal BP, correspondiente a los inicios del Holoceno (Vaquero, 2004; Vaquero et al., 2009; Vaquero & Alonso, 2015). Desde el punto de vista paleoclimático estas fechas sitúan los conjuntos A y B entre el final del GS-2 y el GI-1, mientras que el nivel Sup corresponde al final del Boreal (Vaquero et al., 2020). Esto sitúa el momento de colapso del techo del abrigo alrededor del límite Pleistoceno-Holoceno (Vaquero & Alonso, 2015). Las dataciones de los conjuntos A y B sitúan el Paleolítico superior del Molí del Salt en un

contexto climático conocido como Tardiglaciario, que se caracteriza por la tendencia a la mejora de las condiciones ambientales, con un incremento de la temperatura y la humedad (Vaquero & Alonso, 2015). De acuerdo con las dataciones obtenidas y tomando como referencia la secuencia climática elaborada a partir de los sondeos hechos en las masas de hielo de Groenlandia, los conjuntos B y A estarían comprendidos entre el estadio frío GS-2a y el interestadio templado GI-1a) (Vaquero & Alonso, 2015; véase también en Mas et al., 2021). El análisis antracológico de los niveles pleistocenos ha permitido identificar una serie de taxones (Allué et al., 2010): pino tipo albar (*Pinus tipo sylvestris*), enebro/sabina (*Juniperus*), arce (*Acer*), abedul (*Betula*), avellano (*Corylus avellana*), cerezo/ciruelo/almendro (*Prunus*), espino (*Rhamnus cathartica/saxatilis*), serbales (*Rosaceae/Maloideae*) y sauco (*Sambucus*) (véase en Mas et al., 2021). Estos datos indican un paisaje dominado por las coníferas, con bosques abiertos de pinos y enebros, así como la presencia de algunas especies poco adaptadas a condiciones extremas, lo que es consistente con el atemperamiento climático característico del GI-1 (Vaquero et al., 2020).

	Levels							
	Asup		A	A1	B1		B2	
	No.	%			No.	%	No.	%
Wood charcoal								
<i>Acer</i>	1	0.35						
<i>Betula</i>					1	0.4	3	0.7
<i>Corylus avellana</i>							3	0.7
<i>Juniperus</i>	80	28.1			3	1.3	4	1.0
<i>Pinus sylvestris</i> type	51	17.9		2	154	66.6	313	82.5
<i>Pinus</i>	2	0.7			14	6.0	6	1.5
<i>Prunus</i>	20	7.0	2		11	4.7	7	1.8
<i>Prunus</i> type 1	9	3.1			2	0.8		
<i>Prunus</i> type 2	13	4.5			2	0.8	5	1.3
<i>Prunus</i> type 3	15	5.2			7	3.0	9	2.3
<i>Rhamnus cathartica/saxatilis</i>	6	2.1			4	1.7	4	1.0
<i>Rosaceae/Maloideae</i>	4	1.4					2	0.5
<i>Sambucus</i>							1	0.2
cf. <i>Fraxinus</i>	1	0.3			1	0.4		
cf. <i>Prunus</i>	4	1.4						
cf. <i>Rhamnus</i>	3	1.0						
Undetermined angiosperm	23	8.1	1	1	7	3.0	4	1.0
Undetermined conifer	30	10.5	1		15	6.4	14	3.6
Undetermined	22	7.7	2		10	4.3	4	1.0
Total	284		6	3	231		379	
Charred seeds								
<i>Crataegus</i>	1							
<i>Prunus spinosa</i>			1					
cf. <i>Rosa</i>	1							
Undetermined	3							
Total	5		1					

Fig. 21: Tabla donde se expone una base de datos del registro arqueobotánico de los niveles arqueológicos del yacimiento del Molí del Salt. Se recoge la relación en tanto por ciento de las especies que aparecen en relación a su presencia en cada uno de los distintos niveles. Tabla extraída de Allué, E., Ibáñez, N., Saladié, P., & Vaquero, M. (2010). Small preys and plant exploitation by late pleistocene hunter-gatherers. A case study from the Northeast of the Iberian Peninsula. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2(1), 11-24.

En cuanto a la explotación de los recursos animales, los diferentes niveles del yacimiento estudiados hasta el momento permiten observar una conducta paleoeconómica típica de los momentos finales del Paleolítico superior, con un dominio absoluto de los lagomorfos en

todos los niveles con una representación que supera en todos los casos el 80% (García Catalán, 2007). Siendo la especie más representada en todos los niveles del Molí del Salt, con diferencia, el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) (Allué et al., 2010; Ibáñez & Saladié, 2004; Vaquero & Alonso, 2015). Esta especie supone normalmente más del 90 % de los restos óseos identificados (véase en Vaquero & Alonso, 2014; Vaquero & Alonso, 2015; Rufà et al., 2018a, 2018b; Vaquero et al., 2020). Todas las partes anatómicas del conejo han sido identificadas, lo que nos indica que estos animales eran transportados enteros al yacimiento (Vaquero & Alonso, 2015). Algunos elementos esqueléticos, como las vértebras y las costillas, están comparativamente poco representados, lo que sugiere que estos elementos eran muchas veces desmenuzados para aprovechar al máximo su contenido en grasa (Allué et al., 2010; citado en Vaquero & Alonso, 2015). Además del conejo, los otros dos grupos animales que se han identificado a lo largo de toda la secuencia son la cabra montés (*Capra pyrenaica*) y el ciervo (*Cervus elaphus*). Por su parte, el jabalí (*Sus scrofa*) y el corzo (*Capreolus capreolus*) aparecen en la mayoría de los niveles (García Catalán, 2007; Vaquero & Alonso, 2014, 2015; Rufà et al., 2018a; Rufà et al., 2018b; Vaquero et al., 2020). En contraste, el *Bos primigenius* solo ha sido documentado hasta ahora en el nivel A (Rufà et al., 2018a; Vaquero et al., 2020). También es destacable la presencia de pequeños carnívoros como el zorro (*Vulpes vulpes*), el lince (*Lynx* sp.) y el gato montés (*Felis silvestris*). Por último, en casi todas las unidades arqueológicas —sobre todo en las correspondientes al Pleistoceno— se han hallado restos de aves, siendo más frecuentes los pertenecientes a la familia Phasianidae y a la especie *Alectoris rufa* (Rufà et al., 2018a; Vaquero et al., 2020). Otros grupos de aves, como los córvidos y las rapaces (Accipitridae/Falconidae), se han encontrado de forma más puntual (Rufà et al., 2018a; Vaquero et al., 2020). Los restos de aves, especialmente identificados en la parte inferior de la secuencia (nivel B2), corresponden la gran mayoría a la subfamilia *Perdicinae* (Vaquero & Alonso, 2015; véase también en Rufà et al., 2018a), lo que en relación al predominio del conejo nos da el espectro faunístico habitual en el Paleolítico superior de la vertiente mediterránea de la península Ibérica y muestra unas estrategias de subsistencia basadas en la explotación del entorno inmediato de los yacimientos (Vaquero & Alonso, 2014, 2015; Vaquero et al., 2020).

Table 1. NISP/NR of the species represented in the different sub-units of Molí del Salt sequence. The indetermined macro-faunal remains were classified using weight categories: large size (>300 kg), medium size (100–300 kg), small size (10–100 kg) and very small size (<10 kg).

Taxa	Sup			Asup			A			B1			B1.1			B2		
	NISP	MNE	MNI	NISP	MNE	MNI	NISP	MNE	MNI	NISP	MNE	MNI	NISP	MNE	MNI	NISP	MNE	MNI
<i>Bos primigenius</i>	–	–	–	–	–	–	2	2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Cervus elaphus</i>	8	7	1	12	10	1	97	58	3	13	13	3	2	2	1	7	7	2
<i>Capreolus capreolus</i>	–	–	–	1	1	1	16	13	2	1	1	1	1	1	1	3	3	1
<i>Cervidae</i>	2	2	1	5	1	1	20	3	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Capra pyrenaica</i>	11	11	2	10	8	1	88	55	7	22	20	2	3	1	1	15	11	3
<i>Sus scrofa</i>	4	3	2	1	1	1	26	24	3	4	4	1	–	–	–	1	1	1
<i>Vulpes vulpes</i>	–	–	–	–	–	–	8	8	2	4	4	2	–	–	–	4	4	1
<i>Lynx sp.</i>	–	–	–	3	3	1	19	17	1	4	4	1	–	–	–	–	–	–
<i>Felis silvestris</i>	1	1	1	4	4	1	7	7	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Carnivora</i>	5	1	2	2	2	1	22	11	2	8	8	2	–	–	–	2	2	1
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	457	212	22	3732	1544	92	15,915	6587	455	1403	758	70	127	93	8	993	609	69
<i>Alectoris rufa</i>	–	–	–	6	6	2	35	28	9	2	2	1	–	–	–	1	1	1
<i>Phasianidae</i>	1	1	1	4	4	2	39	34	6	8	7	1	–	–	–	5	5	3
<i>Corvus frugilegus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–
<i>Corvidae sp.</i>	–	–	–	–	–	–	2	2	1	1	1	1	–	–	–	–	–	–
<i>Accipitridae</i>	–	–	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Falconidae</i>	–	–	–	–	–	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Medium Passeri-formes</i>	–	–	–	–	–	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Small Passeri-formes</i>	–	–	–	2	2	1	3	3	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aves large size</i>	–	–	–	–	–	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Aves medium size</i>	4	4	1	15	12	4	97	74	13	11	10	4	–	–	–	3	3	2
<i>Large size</i>	2	1	–	–	–	–	10	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Medium size</i>	23	6	–	26	7	–	262	29	–	61	11	–	8	2	1	33	7	–
<i>Small size</i>	104	10	–	260	19	–	1269	59	–	150	11	–	18	5	1	70	9	–
<i>Very small size</i>	–	–	–	5	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–
<i>Indetermined</i>	4	–	–	28	–	–	43	–	–	8	–	–	1	–	–	4	–	–
Total	626	259	33	4117	1625	110	17,983	7018	511	1701	855	90	160	104	13	1142	663	84

Fig. 22: Tabla que muestra las especies de fauna identificadas en el yacimiento arqueológico del Molí del Salt, tras ser estudiadas bajo un análisis taxonómico y catalogación zooarqueológica. Imagen extraída de Rufà, A., Blasco, R., Rosell, J., & Vaquero, M. (2018). What is going on at the Molí del Salt site? A zooarchaeological approach to the last hunter-gatherers from South Catalonia. *Historical Biology*, 30(6), 786-806.

Los análisis tafonómicos apuntan que la acción humana es el principal agente responsable de la formación del conjunto (Vaquero et al., 2020). El grado de fracturación de los restos es muy elevado y se observan las características típicas de las fracturas intencionales orientadas al consumo de la médula (Vaquero et al., 2020). De igual modo, los huesos quemados son abundantes, con porcentajes que oscilan entre el 9,7 % (nivel B2) y el 30,5 % (nivel A) (Vaquero et al., 2020). Aparte del consumo de la carne, el aprovechamiento de las pieles sería otro factor a tener en cuenta en el consumo humano de estos pequeños carnívoros (Vaquero & Alonso, 2015). Otro dato que demuestra el carácter antrópico del conjunto es la identificación sobre la superficie de los huesos de marcas de corte hechas con herramientas de piedra (Vaquero & Alonso, 2015) (Fig. 22). En el Molí del Salt se ha constatado la presencia de estas marcas en diferentes partes anatómicas, lo que indica, por sus características y su localización, la realización de actividades diversas: extracción de la carne, desarticulación, extracción de la piel (Vaquero & Alonso, 2015). A diferencia de los conejos, los macromamíferos muestran una introducción mucho más selectiva (véase en Rufà et al., 2018a; Vaquero et al., 2020). No encontramos representadas todas las partes esqueléticas de estos animales, lo que nos indica que no eran transportados enteros al yacimiento, sino que se hacía un procesamiento previo en otro lugar (Vaquero & Alonso, 2015). Dicho espacio podría ser el exterior del abrigo rocoso, que podría haber quedado destinado a un lugar de carnicería, procesamiento, actividades o incluso también campamento (véase el ejemplo de esto en la plaqueta descubierta en el yacimiento con los grabados de lo que se ha interpretado como cabañas (Fig. 23). En cuanto a la cabra y al ciervo, predominan los elementos del esqueleto apendicular (tibias, fémures,

radios, húmeros, metápodos, falanges), mientras que las partes axiales y craneales están poco representadas (Vaquero & Alonso, 2014, 2015; véase también en García Catalán, 2007; Rufà et al., 2018a, 2018b; Vaquero et al., 2020), lo cual podría tener una relación o vínculo al aprovechamiento de estas partes largas como materia prima sobre la que performar una herramienta o útil. Igualmente debemos tener presente que estas partes anatómicas son las que contienen más nutrientes (tanto carne como médula ósea) lo que favorece su selección frente a otras a la hora de tener que ser piezas transportadas al campamento (Vaquero & Alonso, 2015; véase también en Binford, 1978). Se han identificado fragmentos de hueso que parecen corresponder a restos derivados de la fabricación de estas herramientas, así como otras que parecen herramientas sin acabar abandonadas en el proceso de fabricación (Vaquero & Alonso, 2015; Vaquero et al., 2020). Dichas observaciones podrían concluir en la idea de que la manufactura de herramientas óseas sería in-situ, llevada a cabo en el propio abrigo. Pudiendo así destacar en el ámbito del aprovechamiento de los recursos faunísticos el hallazgo de artefactos fabricados en materias duras animales (Vaquero et al., 2020). A pesar de haberse podido documentar en todos los niveles la industria ósea es escasa (García Catalán, 2007). No obstante, el porcentaje de esta en relación al de la macrofauna es curioso y llamativo, pues todos los elementos identificados al momento como industria ósea son sobre restos de animales de medio o gran tamaño. Vislumbrando aquí una relación entre el aporte de restos de macrofauna al yacimiento con el posible posterior uso de estos como soportes para la confección de herramientas o utensilios sobre hueso, asta, cuerno o concha. Por otra parte, contamos con un conjunto de conchas, casi todas correspondientes a distintas especies marinas (*Pecten jacobaeus*, *Glycymeris* sp., *Tritia* spp correspondientes al género *Cyclope*, *Cerithium vulgatum*, *Scaphopoda*), con la excepción de un ejemplar de la especie de agua dulce *Theodoxus fluviatilis* (Vaquero et al., 2020). Se documentan a lo largo de toda la secuencia, si bien es el nivel A el que muestra una mayor diversidad taxonómica (Vaquero et al., 2020). La gran mayoría presenta una alteración antrópica intencionada como perforaciones y cúmulo de ocre, lo que sugiere su uso como objetos. En comparación con las evidencias relacionadas con la actividad antrópica, la incidencia de los carnívoros es puntual, con un máximo del 2,3 % en la unidad B2 (Vaquero et al., 2020). En lo que respecta a las alteraciones postdeposicionales, las más habituales son las producidas por raíces y las fisuras provocadas por la presión del sedimento o la meteorización (Vaquero et al., 2020).

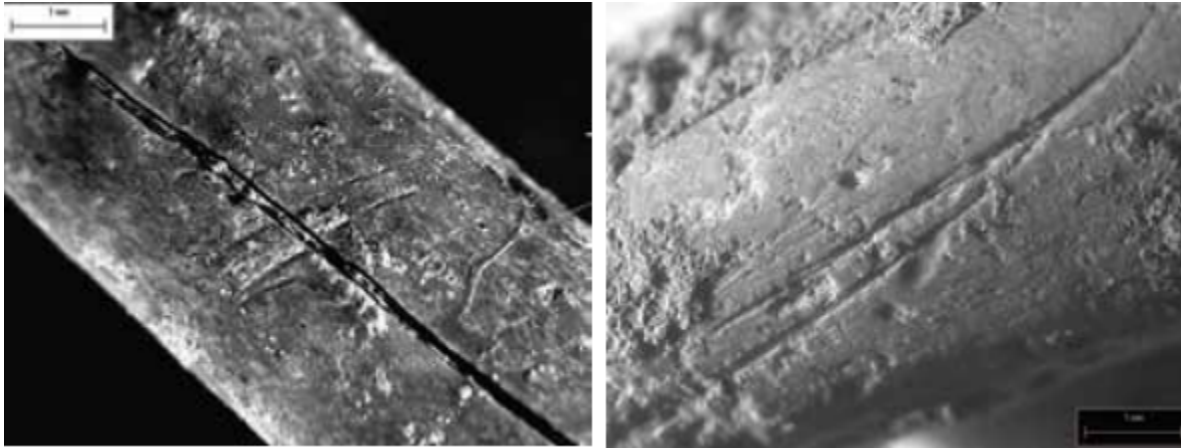


Fig. 23: Marcas de corte sobre huesos de conejo. Imágenes extraídas de Rodríguez, M. V., & Fernández, S. A. (2015). *La prehistòria: paleolític i neolític*. In *Història de Vimbodí i Poblet* (pp. 6-81). Arola Editors.

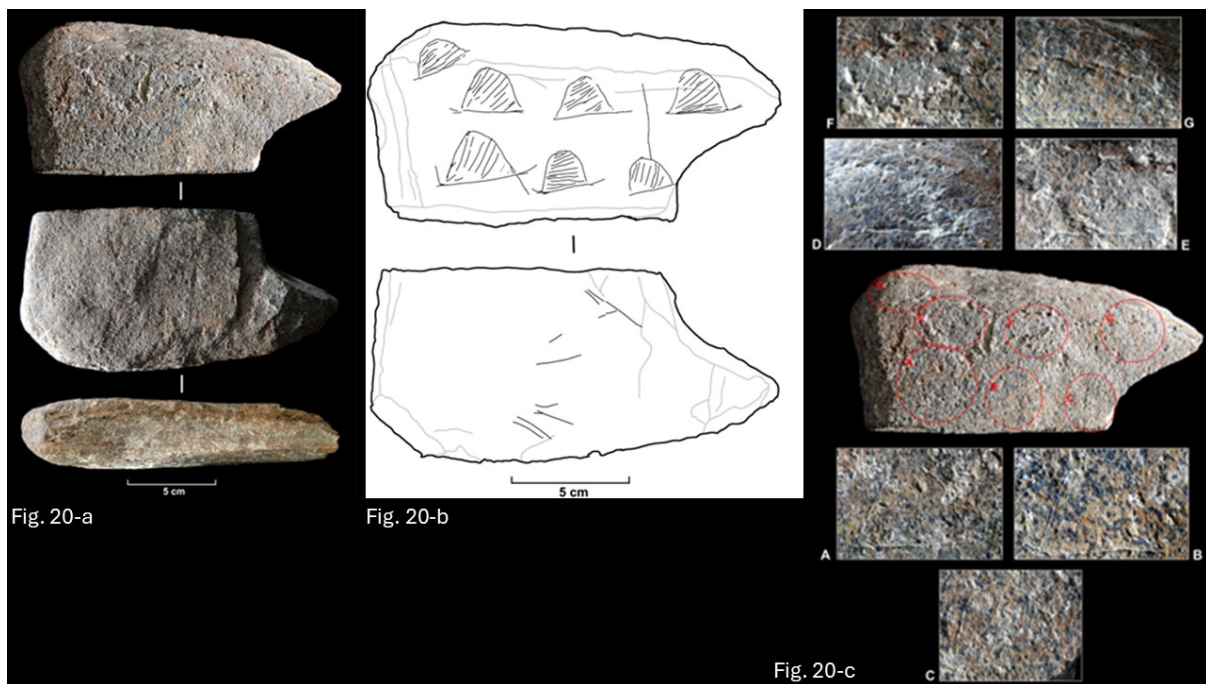


Fig. 24: Imágenes sobre las cabañas grabadas sobre una plaqueta de esquisto del yacimiento del Molí del Salt. Fig. 20-a) Fotografía de la cara ventral, dorsal y el perfil de la plaqueta de esquisto con los grabados de las cabañas; 20-b) Dibujo de los grabados de la plaqueta; 20-c) Fotografía de la cara con los motivos grabados e imágenes individuales de cada una de estos. Imágenes extraídas de García-Díez, M., & Vaquero, M. (2015). *Looking at the camp: Paleolithic depiction of a hunter-gatherer campsite*. *PLoS One*, 10(12), e0143002.

Citando a Vaquero & Alonso (2014, 2015), las especies identificadas en el Molí del Salt, tanto animales como vegetales, indicarían una explotación del entorno inmediato del yacimiento, donde encontramos unas condiciones ecológicas que corresponden a un paisaje de bosques y espacios abiertos. Donde los grupos humanos que habitaron este espacio, en referencia al patrón de movilidad, nos encontramos con un marco de estrategias de alta movilidad (Vaquero & Alonso, 2015). Caracterizado por el desplazamiento a lugares alejados, con el fin de obtener materias primas específicas como es el caso del sílex (fuera de la Conca de Barberá) y la malacofauna (moluscos) (Vaquero & Alonso, 2015). Los estudios petroarqueológicos realizados hasta la fecha sugieren un radio de captación de unos 24 km en torno

al yacimiento (Soto et al., 2011, 2013, 2014; citado en Vaquero et al., 2020). A lo largo de las secuencias arqueológicas algunas tendencias evolutivas en el aprovisionamiento de materias primas sugieren modificaciones significativas en las estrategias de movilidad (Vaquero & Alonso, 2014).

Centrados ahora en el aspecto de la industria, la vinculación de las herramientas líticas encontradas tanto en superficie como durante las campañas de excavación, con la presencia de actividad humana es más que obvia, pues no solo presentan estas unos rasgos morfo-tipológicos propios de un artefacto y no un ecofacto. Sino que también podemos encontrar en los restos de fauna marcas de corte producidos por las industrias. Al igual que del mismo modo conforme se avanza en las campañas de excavación se tiene mayor presencia y conocimiento de distintas actividades que tomaron lugar en el espacio del actual yacimiento y son por su parte relacionadas con distintos materiales y utensilios, en algunos casos específicos, como es el ejemplo de los grabados y posible pigmentación sobre estos. El tallado y el uso de herramientas de piedra eran habituales ya que la gran cantidad de artefactos líticos recuperados en cada nivel lo corrobora (Vaquero & Alonso, 2014). La mayor parte de la industria lítica se ha trabajado en sílex, materia prima especialmente abundante en la comarca de la Conca de Barberà, y también en las formaciones evaporíticas del Paleógeno documentadas en los sectores marginales de la Cuenca del Ebro (Soto et al., 2013; Vaquero & Alonso, 2014, 2015; Vaquero et al., 2020).

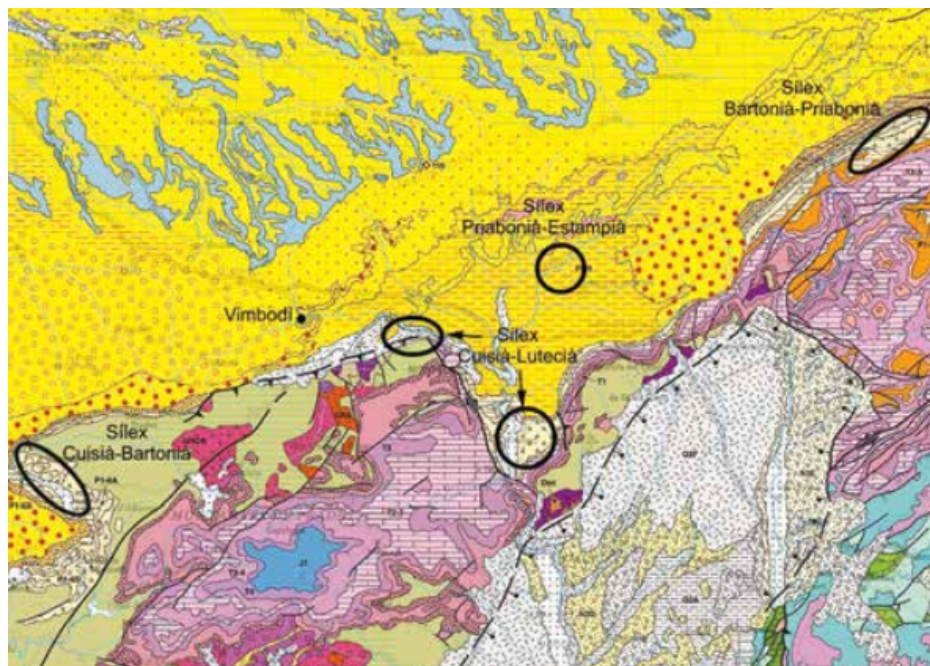


Fig. 25: Mapa geológico con la localización de los principales afloramientos de sílex en el entorno del término de Solivella i Poblet. Imagen extraída de Rodríguez, M. V., & Fernández, S. A. (2015). *La prehistòria: paleolític i neolític*. In *Història de Vimbodí i Poblet* (pp. 6-81).

No obstante, en el yacimiento existe la presencia de otras materias primas utilizadas como bases naturales (Fig.25), como es el caso del esquisto y la caliza (García Catalán, 2007). El conjunto correspondiente al nivel B se incluye dentro del Magdalenense superior, donde entre los retocados podemos ver un dominio de las truncaduras (García Catalán, 2007). Por su parte el conjunto A se incluye dentro del Magdalenense superior final, pero en este caso dominan los raspadores y los elementos de dorso entre los retocados (García Catalán, 2007). Finalmente el nivel Sup se caracteriza por la presencia importante de denticulados y muescas de gran formato y se incluye dentro del Mesolítico macrolítico (García Catalán, 2007; véase también en Vaquero et al., 2005; Vaquero, 2006; Vaquero et al., 2009, 2012, 2013, 2020; Vaquero & Alonso, 2014, 2015). Podemos así decir que el Conjunto B se caracteriza por el alto porcentaje de truncaduras, que alcanzan valores de 27% y 22% en los niveles B2 y B1, respectivamente. Luego, el kit de herramientas está compuesto por raspadores (20% y 19%), denticulados (12% y 16%) y artefactos de dorso (13% y 12%) (Vaquero & Alonso, 2014, 2015; véase también en Vaquero et al., 2005; Vaquero, 2006; García Catalán, 2007; Vaquero et al., 2009, 2012, 2013, 2020). Cabe destacar la ausencia de buriles en estos niveles inferiores (Vaquero & Alonso, 2014). Por el contrario, el Conjunto A muestra una disminución abrupta de las truncaduras que se reducen a valores en torno al 5%, mientras que los raspadores aumentan ligeramente, hasta que alcanzan el porcentaje de casi el 40% (Vaquero & Alonso, 2014, 2015; véase también en Vaquero et al., 2005, 2009, 2012, 2013; Vaquero, 2006; García Catalán, 2007). Los denticulados y los artefactos de dorso no muestran cambios significativos (Vaquero & Alonso, 2014). Se puede destacar que la presencia de buriles aumenta significativamente con respecto a la unidad B, con un máximo del 10% (Vaquero & Alonso, 2014, 2015; véase también en Vaquero et al., 2005, 2009, 2012, 2013, 2020; Vaquero, 2006; García Catalán, 2007). En lo que respecta a las estrategias de reducción de núcleos, la producción de lascas es dominante en todas las unidades arqueológicas (Vaquero et al., 2020).. Esta representación tipológica es característica de los conjuntos del Paleolítico Superior Tardío en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica. En particular se pueden destacar las similitudes entre el Conjunto A del Molí del Salt y otros yacimientos de la Cataluña Sur de cronologías similares, como Font Voltada, Els Colls, El Filador, l'Hort de la Boquera, La Cativera, Picamoixons o Cova del Vidre (Vaquero & Alonso, 2014). La producción de herramientas se realiza siguiendo diferentes métodos de talla (García Catalán, 2007; García Catalán et al., 2013), que provocan una amplia variabilidad morfológica, tanto entre núcleos como entre productos (Vaquero & Alonso, 2014).

	A	B	B-C	C	Total
Esquisto	8 12,31 %	4 6,15 %	5 7,69 %	18 27,69 %	35 53,84 %
Caliza	3 4,62 %	9 13,85 %		4 6,15 %	16 24,62 %
Pizarra		4 6,15 %	3 4,62 %	1 1,54 %	8 12,31 %
Arenisca	2 3,08 %			1 1,54 %	3 4,62 %
Granito	1 1,54 %				1 1,54 %
Limonita	1 1,54 %				1 1,54 %
Pórfido				1 1,54 %	1 1,54 %
Total	15 23,08 %	17 26,15 %	8 12,31 %	25 38,46 %	65 100 %

Fig. 26: Distribución de las bases naturales por materias primas y subtipos del nivel Asup del Moli del Salt. Imagen extraída de Catalán, S. G. (2007). *La industria lítica del nivel Asup del Moli del Salt (Vimbodí, Tarragona) y su contextualización en el Paleolítico Superior final de la vertiente mediterránea de la Península Ibérica*. *Trabajos de Prehistoria*, 64(2), 157-168

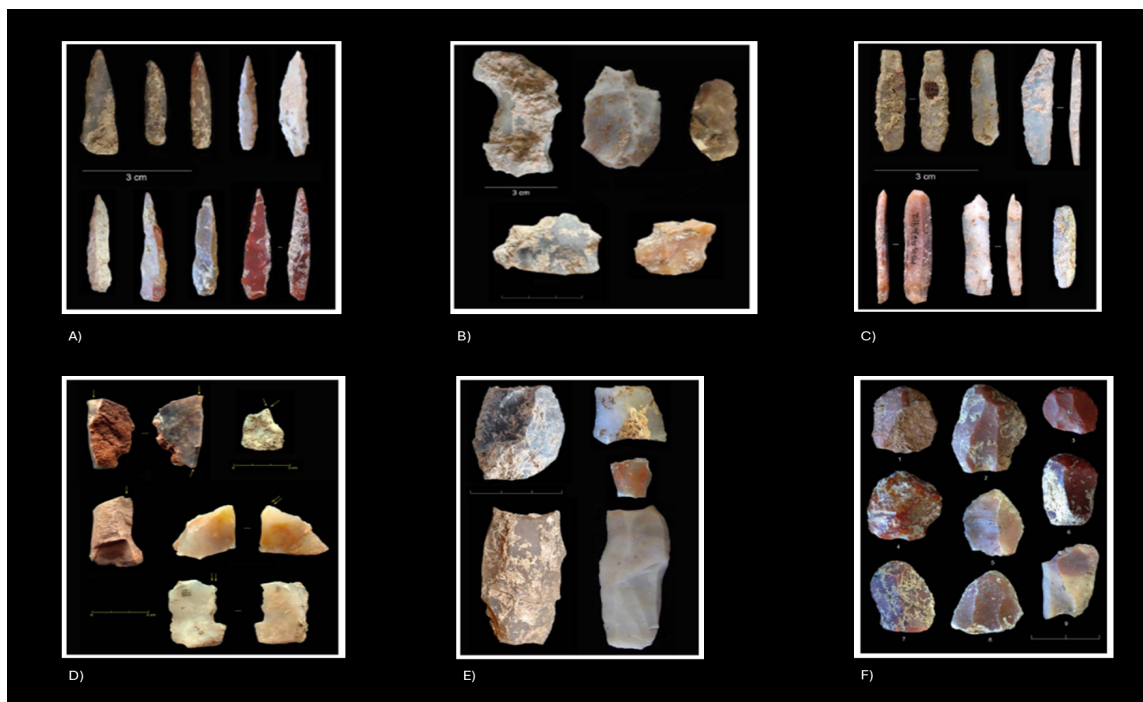


Fig. 27: Grupo de los distintos tipos de artefactos retocados que aparecen en el contexto arqueológico del yacimiento del Moli del Salt. Grupo de Puntas de dorso (A); Conjunto de Denticulados (B); Colección de Láminas de dorso (C); Grupo de Buriles (D); Conjunto de Truncaduras (E); Colección de Raspadores (F). Imágenes extraídas de Vaquero, M., Alonso, S., Allué, E., García-Diez, M., Mas, B., Rufà, A., & Lorenzo, N. (2020). *Tendencias de cambio en la fabricación de útiles líticos al final del Paleolítico superior: el caso del Moli del Salt*. In *Las facies microlaminares del final del Paleolítico en el Mediterráneo ibérico y el valle del Ebro* (pp. 149-173). *Societat Catalana d'Arqueologia (SCA)*.

A pesar de ser el sílex la materia predominante, en la industria lítica se han documentado de igual modo episodios expeditivos de talla en caliza; lascas de cuarzo; y el uso de materiales como el esquisto y la caliza, y en menor medida la arenisca y el granito, a modo de cantos sin modificación intencional como parte del macroutillaje (Vaquero et al., 2020). Estos elementos presentan una gran vinculación a las actividades domésticas llevadas a cabo en el yacimiento, donde los restos líticos y faunísticos marcan la fuerte incidencia de estas actividades en la propia formación del registro arqueológico del Moli del Salt (Vaquero et al., 2020).



Fig. 28: Macroutillaje utilizado en distintas actividades. En la parte superior, cantos de caliza con impregnaciones de colorante rojo; en la parte inferior, cantos aplanados de esquisto con cúpulas que indican su uso como superficie de trabajo (izquierda) y con trazas que sugieren su uso como retocador (derecha). Imagen de Vaquero, M., Alonso, S., Allué, E., García-Diez, M., Mas, B., Rufà, A., & Lorenzo, N. (2020).

En relación a estos grandes elementos de macroutillaje nos encontramos con uno de los aspectos más relevantes del registro arqueológico del Molí del Salt, el hallazgo de piezas de arte mueble, donde la mayoría de las cuales corresponden a cantos aplanados de esquisto (Vaquero et al., 2020). Esto está a su vez vinculado con la complejidad de los motivos, donde al presentar las losas de esquisto una mayor dimensión y superficies más regulares ofrecen una mayor superficie de lienzo que facilita el trabajo e incentiva a la complejidad del artista (García-Diez & Vaquero; 2015). Combinando así varias figuras en la misma losa y grabados en una o dos superficies (Vaquero & Alonso, 2014). En cuanto a los motivos representados, destaca la importancia de las representaciones figurativas, básicamente de animales (Vaquero & Alonso, 2014). Ha sido posible identificar representaciones de cérvidos, caballos y bovinos, así como una figura humana (Vaquero & Alonso, 2014). Cabe mencionar la discrepancia entre los animales grabados y las especies identificadas en el conjunto faunístico, donde hasta ahora, no hay restos de caballo (Vaquero & Alonso, 2014). Las representaciones se hicieron con incisión fina. En algunos casos, las figuras zoomorfas son incompletas, y tampoco hay interés para representar detalles internos anatómicos, aunque en un caso se ha documentado el relleno de la parte interna de la figura animal con líneas transversales para imitar el pelaje (Vaquero & Alonso, 2014; véase también en García-Diez & Vaquero; 2006, 2015). Desde el punto de vista estilístico, la esbeltez de las figuras es notable, particularmente en el caso de algunas piezas encontradas en el Conjunto A. Este rasgo se puede observar en las extremidades, el tronco y especialmente en el cuello de los animales (Vaquero & Alonso, 2014; véase también en García-Diez & Vaquero, 2006, 2015).

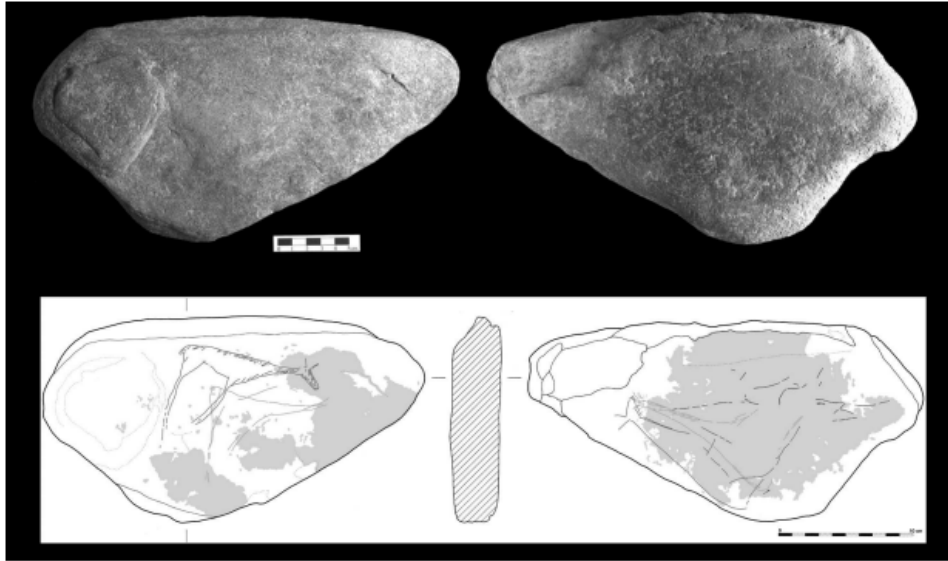


Fig. 29: Losa de esquisto con representaciones zoomorfas grabadas en ambas superficies. Imágenes extraídas de Rodríguez, M. V., & Fernández, S. A. (2014). Molí del Salt:(Vimbodí i Poblet, Tarragona). In *Pleistocene and Holocene hunter-gatherers in Iberia and the Gibraltar strait: the current archaeological record* (pp. 295-302). Fundación Atapuerca.

2. OBJETIVOS

Bajo la premisa de responder a nuestra pregunta de investigación inicial, sobre la que se ha desarrollado el trabajo, hay una serie de objetivos que se pretenden alcanzar durante el proceso. Dicha pregunta es la siguiente: “¿Es posible determinar mediante un análisis morfo-tecnológico y experimental-traceológico el origen y modificación antrópica de los fragmentos de hueso, asta, cuerno, diente o malacofauna, encontrados en los yacimientos arqueológicos del Paleolítico superior y Mesolítico, con el fin de producir una herramienta o útil con una función concreta y para la cual es necesario el esbozo de una cadena operativa (naturaleza, técnica, método, función y deterioro) determinada?”. En búsqueda de la respuesta a la pregunta de investigación se trabaja sobre una serie de objetivos principales:

1. Analizar y estudiar la colección de industria ósea del yacimiento arqueológico del Molí del Salt con el fin de determinar la naturaleza de los restos asociados como tal y poder crear una clasificación de estos para futuros estudios e interpretaciones.
2. Puesta en valor de la importancia de aplicar un análisis morfo-tecnológico sobre las colecciones de industria ósea con el fin de diagnosticar los fragmentos de origen animal que se encuentran en los yacimientos, quienes no pueden ser identificados tipológicamente.
3. Estudio y análisis experimental de las múltiples técnicas y métodos de manufactura de la industria ósea de finales del Paleolítico Superior y el Mesolítico a través de la

creación de una colección de referencia experimental. Determinación con este de patrones repetitivos que relacionen técnica, método y marca (huella de manufactura).

4. Estudio y análisis traceológico-tafonómico de los restos asociados a la industria ósea del Molí del Salt y los de la experimentación elaborada previamente. Con el fin de cotejar los datos obtenidos tras ambos análisis individuales y poder determinar análogos entre estos que nos permitan ahondar en nuestro análisis morfo-tipológico de los materiales arqueológicos.
5. Crear un catálogo de trazas-huellas de manufactura en la industria ósea en base a la técnica y método empleado. Realizado en base a la colección de referencia experimental y fundamentado en colecciones arqueológicas como la del Molí del Salt, con la perspectiva de expandir dicha cotejación con otros yacimientos arqueológicos del Magdaleniense Final y comienzos del Mesolítico.
6. Cotejar la colección arqueológica de industria ósea del Molí del Salt con la colección de referencia obtenida tras los estudios de arqueología experimental, con el fin de esbozar la cadena operativa de la industria ósea del yacimiento del Molí del Salt y por ende determinar la técnica o técnicas y los métodos empleados en la manufactura de esta. Acercarnos cognitivamente al comportamiento y carácter de los grupos humanos del Paleolítico Superior Final de la costa mediterránea.
7. Proponer nuevas estrategias de supervivencia y adaptación de los grupos humanos que habitaron el espacio comprendido del actual yacimiento arqueológico del Molí del Salt, en relación a las condiciones ambientales y climáticas bajo posibles estrategias o comportamientos económicos-culturales. Con la intención de posteriormente comparar estas interpretaciones con los estudios y análisis de otros yacimientos de cronologías similares en la vertiente mediterránea como la gruta de Les Conques, La Cova de Les Cendres, la Cova del Parpalló o la Cueva de Nerja.
8. Aportar nuevos trazos al marco teórico-hipotético general, de cómo era la situación y comportamiento de los grupos cazadores-recolectores de la cuenca del Mediterráneo Occidental durante la transición Pleistoceno-Holoceno en relación a la adaptación de estos a los grandes cambios climáticos que experimentó el planeta y entorno en el que vivían.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

A priori el objetivo del estudio era trabajar únicamente con un conjunto de restos arqueológicos procedentes del yacimiento arqueológico del Molí del Salt, atribuido a la industria ósea del mismo yacimiento (grupo A). Dicho grupo había sido estudiado y catalogado como tal durante las últimas 20 campañas arqueológicas del yacimiento, desde el 2003 hasta el 2024, por el equipo de tafonomía de este. Quien había observado y estudiado los restos de fauna de las campañas anualmente de manera macroscópica y microscópica, descartando otros posibles restos o fragmentos óseos que presentan marcas antrópicas atribuidas a acciones humanas no relacionadas con la manufactura de artefactos u objetos, como bien la carnicería o desarticulación; del mismo modo que marcas dejadas por otros agentes tafonómicos como elementos químicos en el sedimento (Mg, Fe...), la acción de raíces (oxidación, pigmentación o imprenta superficial), actividades ejercidas por otros animales como roedores o carnívoros (masticado-pulido, mordida-cúpulas...), o meramente sedimentológicas como grado de fosilización, presión o rodado. No obstante, tras varias reuniones con el equipo de investigación del yacimiento y bajo la tutela del director del mismo, se llegó a la conclusión común de la necesidad del estudio y análisis de otros dos grupos complementarios a este primero. Estos dos nuevos conjuntos permitirían ampliar el espectro de visión que teníamos sobre el primer grupo, contrastando lo visto en este con lo observado en restos “familiares/hermanados” no pertenecientes al conjunto general de la industria ósea del yacimiento. Así pues se decidió organizar un plan de trabajo cuyo objetivo fue la creación de un conjunto referencial de restos en los que es posible ver la naturaleza de la fosilización y conservación de estos, al igual que la presencia de agentes tafonómicos no relacionados con la industria ósea, que modificaron la superficie o estado original-natural del resto faunístico. Este conjunto referencial se dividió a su vez en otros dos grupos, un primer grupo (B) compuestos por restos faunísticos del mismo yacimiento del Molí del Salt, pertenecientes a distintos niveles estratigráficos (fases de ocupación y actividad diferente) y excavados en diferentes campañas de trabajo (desde 2003 a 2022); y un segundo grupo (C), originado tras un estudio experimental en el que se replicaron condiciones y materiales de trabajo afines al conjunto de restos de industria ósea del yacimiento (grupo A). Para este segundo grupo (C) se implementaron del mismo modo nuevas variables desconocidas en la presente en el grupo A, como el empleo de 10 técnicas de trabajo (manufactura) diferentes, distintos procedimientos (métodos) y factores ligados a las condiciones biológicas y anatómicas de los artesanos (personas participantes en la experimentación). El objetivo final en sí es hacer a la vista y mente, a la observación de trazas antrópicas ligadas a la manufactura

de industria ósea en la medida de la replicación más verosímil de cómo sería esta actividad en cronologías del Paleolítico Superior Final en Europa (Magdalenense) y comienzos del Mesolítico. Con el fin de reconocer estas mismas o patrones similares en los restos arqueológicos observados. Una vez creada esta base de registro y observación bajo unos parámetros medidos y anotados es posible emprender comparaciones con lo observado en los materiales arqueológicos y establecer relaciones con el registro y su conservación. Así pues, es posible extraer el máximo de información que nos puede brindar la lectura de cada resto de fauna asociado a la industria ósea, por pequeño que sea o fragmentado este. Del mismo modo esto nos ayudará a distinguir por nosotros mismos si algunos de los fragmentos observados pertenecen realmente o no al grupo catalogado como industria ósea, el cual puede sufrir incorporaciones al igual que exclusión de restos. Grupo que irá siendo implementado tras el trabajo de cada campaña arqueológica y la observación de los restos de fauna extraídos apoyada en un catálogo y visión de perspectiva tecnológica ligado a la industria ósea. Dicha situación es expuesta y detallada en la siguiente explicación individual y detallada de cada uno de los 3 grupos de restos estudiados y analizados, anteriormente mencionados, relacionados al conjunto de industria ósea del yacimiento del Molí del Salt y grueso del trabajo de esta investigación. Pues necesario es una acción conjunta sobre los 3 grupos para no perderse en el detalle de las pequeñas huellas del pasado a veces invisibles con una sola lente y desde un mismo punto.

3.1. Materiales

3.1.1. Conjunto de restos arqueológicos

Dentro del conjunto de restos arqueológicos procedentes del yacimiento del Molí del Salt hemos trabajado con 2 grupos de materiales. Un primer grupo (A) formado por 77 restos arqueológicos de huesos, dientes, asta y cuerno; y un segundo grupo (B) de 29 elementos óseos y calcáreos (conchas de malacofauna). En el cómputo general del estudio de ambos conjuntos, trabajamos con una colección de restos fósiles de origen animal, más concretamente de las materias duras de origen animal (HACDC): hueso, asta, cuerno, diente o concha. La suma de los 106 restos recoge al menos una muestra de las posibles y diferentes materias primas de origen animal que presentan o pueden llegar a presentar trazas antrópicas, relacionadas con la manufactura de industria ósea a lo largo de la secuencia estratigráfica del yacimiento arqueológico del Molí del Salt. Cabe señalar que entre ambos grupos de material de estudio existen diferencias desde la naturaleza de los restos a la metodología y plan de

trabajo empleado sobre cada uno. Pues ambos no han sido estudiados al unísono, aunque sí por los mismos investigadores en el mismo centro, las mismas herramientas de trabajo (lupa, microscopio...) y unas condiciones externas e internas similares. Esto se debe a que mientras el grupo A fue entregado al comienzo del trabajo e investigación de la mano de la encargada en la tafonomía del yacimiento, tras haber analizado anualmente los numerosos restos óseos recogidos en cada campaña y clasificado estas 77 piezas como industria ósea; el grupo B fue seleccionado meses más tarde (8) por el director del yacimiento y mi persona, de la colección faunística que almacena restos de diferentes años (campañas arqueológicas) y niveles (estratigráficos), catalogados fuera del grupo de la industria ósea. La finalidad de trabajar con un segundo grupo de restos nació de la necesidad de crear un catálogo de referencia de los diferentes estados en los que pueden aparecer los restos de fauna en el yacimiento y el aspecto de su superficie, con el fin de distinguir entre marcas tafonómicas no relacionadas con la actividad de manufacturar un útil sobre materia dura de origen animal o directamente emplear esta a modo de artefacto o herramienta. Esta observación se complementa y a su vez es complementada tras el estudio y observación prolongada del primer grupo de restos atribuidos a la industria ósea del yacimiento. Pues al fin y al cabo es necesario hacer al ojo y la vista la costumbre de lo que se ve y se busca ver, para que posteriormente la mente y la propia memoria del cuerpo accionen ante nuevas imágenes de manera natural o semi-automática en la identificación de restos o trazas específicas y determinadas, de interés para el individuo. Podemos así decir que aunque el grupo A sea nuestro núcleo y foco de estudio y análisis se necesita de una acción homogénea con el grupo B, el cual es en sí un axioma del grupo A que a su vez necesita complementarse por otros grupos externos como es el caso del conjunto experimental (C) y los restos recogidos, observados y analizados en este. No obstante, antes de entrar en detalle en el grupo de restos experimentales (C), vamos a profundizar en el grupo A y B:

Grupo A

Como bien hemos mencionado anteriormente, este grupo A está formado por un conjunto de 77 restos arqueológicos, en su mayoría fragmentados, pertenecientes a los diferentes niveles estratigráficos de la secuencia del yacimiento del Molí del Salt. Entre los cuales encontramos fragmentos de hueso, asta, cuerno y diente, que han sido previamente mediante un estudio tafonómico, catalogados como la industria ósea del yacimiento arqueológico. No obstante tras una primera revisión a ojo desnudo, apoyada posteriormente en una segunda revisión de los fragmentos mediante la lupa binocular y finalmente una puesta en común con el equipo de

tafonomía del yacimiento y el director de este, se han descartado ciertos elementos a la pertenencia de este grupo y por ende asociación a la industria ósea. Por ello el número de inicio de 77 elementos ha descendido hasta dar lugar a un nuevo grupo, analizado y revisado mediante criterios relacionados a la manufactura de materias duras de origen animal, conformado por 66 restos arqueológicos atribuidos al conjunto de industria ósea del yacimiento. Entre estos 66 restos restantes encontramos 59 fragmentos de hueso, 4 fragmentos de asta, 1 fragmento de cuerno, 2 restos de dientes. Con una mayor exposición de la industria ósea en las campañas de 2010 y 2013 con 10 restos, y las de 2011 y 2024 con 7 restos. Es importante el nivel y cuadro en el que han aparecido, es decir la disposición vertical y horizontal de los yacimientos en el resto (distribución espacial).

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2017	2019	2022	2024	Grand Total
A	1		1	1	1	4	3	10	7		4	1					33
Asta						2					1						3
Os	1		1	1	1	2	3	10	7		3	1					30
A/Asup				1													1
Os				1													1
A1										1	2						3
Os										1	2						3
Asup	1	2		4	5												12
Cuer				1													1
Dent	1	1															2
Os		1		3	5												9
B1											2						2
Asta											1						1
Os											1						1
B1.1													2	1			3
Os													2	1			3
B2															3	7	10
Os															3	7	10
Ind.											1						1
Os											1						1
SUP											1						1
Os											1						1
Grand Total	2	2	1	6	6	4	3	10	7	1	10	1	2	1	3	7	66

Fig. 30: Tabla de datos extraída de la propia base de datos de la industria ósea del Moli del Salt. En esta se toman como variables principales el año de la campaña en el que la pieza fue excavada y documentada, el nivel estratigráfico-arqueológico en el que salió, el tipo de material es (materia prima). El valor lo toma la cantidad de restos de cada materia que ha aparecido en cada nivel durante cada campaña. Para finalmente agruparlos en un total de resto por nivel. Donde se observa que con diferencia es en el nivel A es donde más restos de industria ósea han aparecido, con un total del 50% de la colección documentada.

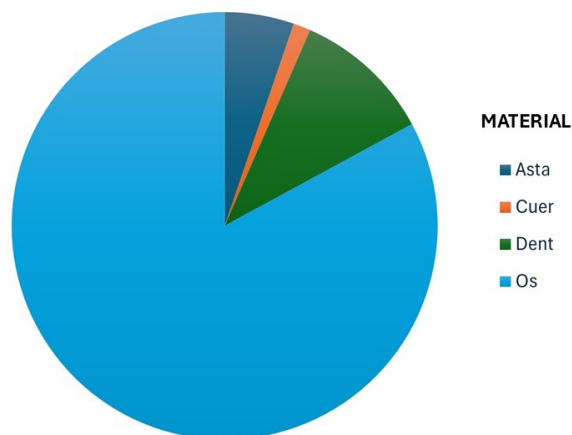


Fig. 31: Gráfico extraído de la base de datos de la industria ósea del Moli del Salt. Donde la variable principal es la preponderancia o preferencia de una materia prima de origen animal sobre otra. En función a la cantidad de restos de industria ósea identificados sobre cada una. En este caso vemos como el hueso (Os) predomina como materia prima preferente a la manufactura ósea sobre el resto de materias duras de origen animal, exceptuando la malacofauna.

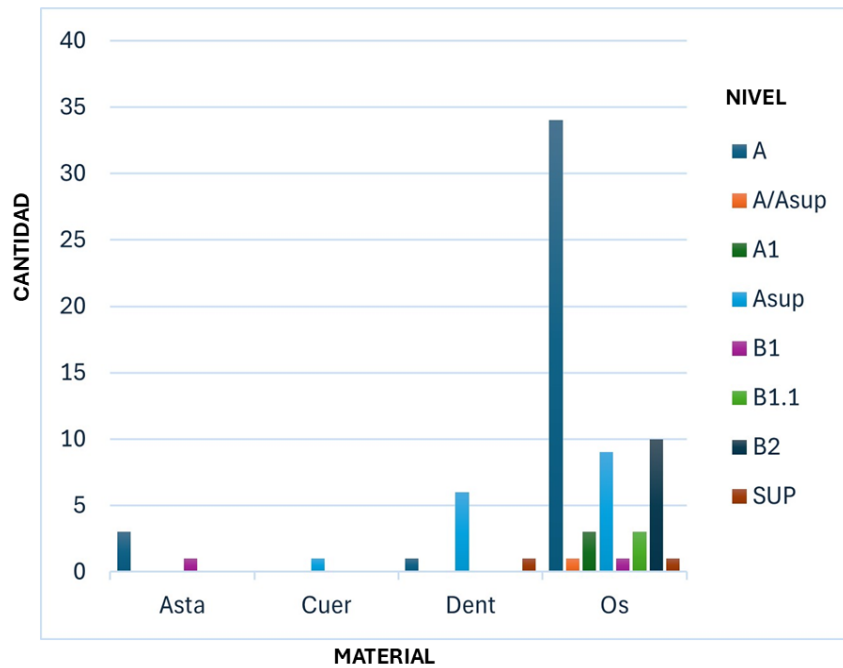


Fig. 32: Gráfico extraído de la base de datos de la industria ósea del Moli del Salt. En este caso se han tomado como variables el Tipo de Material (materia prima) y la cantidad de este en relación a cada nivel arqueológico en el que está definida la secuencia estratigráfica. Vemos como el hueso es la materia prima que predomina en todos los niveles. Con la única excepción de la presencia de asta en el nivel B1, donde es el mismo número de restos. Igualmente podemos observar, al igual que en la tabla de la figura 35, que el nivel A es el que presente un mayor número de restos ligados a la industria ósea.

Grupo B:

En segundo lugar nos encontramos nuevamente con un conjunto compuesto por 26 restos arqueológicos pertenecientes, del mismo modo que el anterior, al yacimiento del Molí del Salt. Similar al anterior, este grupo está compuesto por restos procedentes de toda la secuencia estratigráfica y pertenecientes a distintos años. El objetivo de este grupo y en sí la razón de su existencia, es el crear una base de referencia visual y fotográfica de las superficies naturales de los restos faunísticos alteradas por distintos agentes y factores a lo largo de la secuencia estratigráfica del sitio. Igualmente nos permite comparar y cotejar las marcas o huellas observadas en el grupo A y relacionadas a la acción antrópica con un aliciente tecnológico. En otras palabras, la función de este grupo B de restos es ayudarnos por comparación a comprobar las superficies examinadas a microscopio de los restos catalogados dentro de la industria ósea, los cuales deberán ser distintos a los de este grupo ya que bien estos están catalogados como fauna alterada por agentes tafonómicos pero no bajo una intención tecnológica de manufacturar o usar una materia dura de origen animal como materia prima o útil. Del mismo modo la creación de este grupo nos ha ayudado para realizar una revisión superficial sobre el conjunto faunístico general del yacimiento y exponer sobre este la idea que nos venía rondando mientras trabajábamos en el grupo A, mencionada igualmente

por otros autores en sus trabajos como David (2004, 2007, 2014): “Al estudiar, analizar y clasificar desde un punto de vista tafonómico la fauna de los yacimientos a veces se pasan de lado trazas tecnológicas en los restos, que pueden vincular a los fragmentos a ser parte de la cadena operativa de una industria ósea, y por ende ser clasificados dentro de la misma. Esta situación no se da por un mal trabajo o equivocación del equipo tafonómico, sino simplemente por una paradoja visual que resulta al observar algo bajo unas ideas o conocimientos previamente adquiridos, donde el propio ojo puede pasar de largo detalles desconocidos o inimaginables”. Dicho tal, grata fue nuestra sorpresa al observar que dentro de estos 26 elementos seleccionados para simplemente observar y fotografiar a modo de referencia tafonómica externa a la industria ósea, nos encontramos con fragmentos 12 fragmentos óseos que presentaban un tipo de fractura y/o alteraciones superficiales semejantes a las observadas en el grupo A y en trabajos de otros autores (véase en Averbouh, 2000; Goutas, 2004; Ramseyer & Chauvière, 2004; St-Pierre & Walker, 2007; Legrand & Sidéra, 2007; Tejero, 2009; Borao, 2012; Bradfield, 2013; David, 2004, 2014, 2015, 2022). Finalmente para una implementación más completa y por al menos adentrar la malacofauna a la revisión y puesta en trabajo a futuro, decidimos igualmente observar 3 restos de concha de distintas especies con el objetivo de abordar en el estudio todas las materias duras de origen animal. Así finalmente recogemos en este grupo un conjunto de 29 restos arqueológicos comprendidos entre las campañas de 2004 y 2022, y encontrados en los los niveles estratigráficos A, Asup, B1.1 y B2. Uno de los aspectos más curiosos a anotar en ambos grupos es la presencia de huesos en diferentes estados de calentado y quemado, lo que ofrece un marco cromático óseo que va desde un blanco perla hasta un negro azabache, pasando por distintos tonos de marrones y grises.

Año	Nivel	Cuadro
2004	Asup	E32
2004	Asup	E36
2004	Asup	E33
2004	Asup	D36
2004	Asup	E36
2005	A	B35
2006	A	AA35
2007	Asup	B35
2007	Asup	A35
2007	Asup	B37
2007	Asup	C36
2007	Asup	C36
2007	Asup	B36
2007	Asup	B35
2007	Asup	A35
2007	Asup	A35
2010	A	B36
2010	A	C35
2015	A	F30
2017	B1.1	D30
2017	B1.1	D33
2017	B1.1	D34
2022	B2	D34
2022	B2	D31
2022	B2	D29
2022	B2	D31

Fig. 33: A la izquierda, Tabla de datos extraídos del estudio de un grupo específico y concreto de piezas del conjunto general de fauna del yacimiento arqueológico del Molí del Salt. Con esta exposición podemos exponer como los restos estudiados provienen de diferentes campañas arqueológicas (Año), de distintos niveles arqueológicos de la secuencia estratigráfica (Niveles), y de distintos sectores del yacimiento arqueológico (Cuadro). Se plasma así la colección de un pequeño número de restos muy variables.



Fig. 34: Lámina donde se muestran los 27 restos de fauna exteriores al conjunto de industria ósea del Molí del Salt. Estos restos proceden de los distintos niveles estratigráficos del yacimiento. Habiendo sido así seleccionado mínimamente 2 piezas con nivel, con diferente grado de coloración, en este caso ligado al tratamiento térmico como calentado (ejemplo pieza 17 o 10), quemado (ejemplo pieza 13 o 27) y calcinado (ejemplo pieza 4 u 11). Del mismo modo se han seleccionado fragmentos de hueso que presenten una modificación superficial, en la medida de lo posible originada por diferentes factores (agentes tafonómicos) como es el caso del resto 15 afectado químicamente por la composición del sedimento, el 23 donde la acción de carnívoros a modificado la estructura natural del hueso o el 24 donde la presencia de materiales orgánicos como raíces ha dejado su huella sobre el resto. Durante este estudio se han encontrado restos óseos que se pueden atribuir al conjunto de industria ósea, no notificados anteriormente. Este es el caso del resto 13, 17, 20 y 27. En la parte superior de la lámina nos encontramos con tres restos asociados al conjunto de malacofauna del yacimiento, los cuales aparentemente han sido perforados antrópicamente y empleados probablemente como elementos de adorno (véase figura 1, 2 y 3).

3.1.2. Conjunto experimental

En tercer y último lugar nos encontramos con el grupo C, el cual procede de la actividad experimental de recrear o reproducir bajo un experimento arqueológico, una colección de referencia de fragmentos y útiles realizados sobre materias duras de origen animal, bajo unas condiciones controladas y unos parámetros y variables establecidos previamente. Al nacer de la necesidad en el trabajo de contar con una base referencial para cotejar lo observado en los grupos A y B y poder entender la razón de las alteraciones que han sufrido los restos se

planteó la realización de la primera parte de este conjunto, centrada y especializada únicamente en el hueso como materia prima, la cual se proyecta implementar con trabajos individuales igualmente sobre asta, cuerno y concha. La razón de únicamente elegir una materia prima para esta primera actividad fue la infinidad de variables en el momento existentes y los múltiples parámetros a tomar en cuenta. Donde a más abarque menos foco en lo principal. Es por ello que se diseñó un plan de trabajo meses antes de la actividad, en el que se seleccionaron los materiales a trabajar, los materiales de trabajo, las técnicas y métodos empleados, y los parámetros a tomar en cuenta a modo de variables como condiciones personales de cada individuo humano que participa, el estado de los materiales de trabajo y sobre los que se trabaja, y la moción en la actividad de manufacturar en cada caso. Finalmente se llevó a cabo la experimental de la cual se obtuvo un conjunto de 27 elementos claramente atribuidos a acciones relacionadas con la manufactura de la industria ósea, los cuales deben ser utilizados para completar su rol en la cadena operativa del útil en sí. Entre los huesos seleccionados se optó por el empleo de huesos largos (fémures y tibias) y planos (costillas) en nuestro caso, de 4 especies diferentes, cabra, oveja, jabalí y cerdo. De entre estos huesos 7 de ellos se encontraban en un estado fresco mientras que el resto (20) en un estado seco de entre 1 semana y 8. El empleo de huesos de ciervo fue algo que no pudimos cumplir en esta primera actividad experimental, pues no pudo ser posible la obtención legal de estos, por ello serán implementados en la segunda experimentación que se llevará a cabo a lo largo de 2026. Al igual que en los restos óseos de los grupos A y B busquemos obtener una coloración distinta en los nuestros, la cual fue complicada y en alguno de los casos imposible sin calcinar el hueso o hacer que este explotara (una curiosa situación a tener en cuenta). De igual modo, al carecer de un seguro de las técnicas y métodos empleados por los grupos humanos del Molí del Salt, decidimos realizar uso de las principales técnicas de desgaste y fractura y emplear distintos métodos en la elaboración de la acción. Igualmente los condicionantes ligados a las propias características anatómicas y fisiológicas de los participantes nos aportaron un marco de diferentes procesos y empleo de los materiales en la ejecución de las mismas técnicas. Así a pesar de únicamente contar con un conjunto de 27 elementos en este grupo la información que se puede sacar de los mismos es de suma importancia para el desarrollo de nuestra investigación. Del mismo modo esta experimentación nos permitió observar facturas externas al prisma de la industria ósea que igualmente están directamente vinculados a esta, como es el caso de la industria lítica o el conocimiento transmitido (cultura) de la acción técnica y metodológica en la elección de las materias y trato (manufactura/trabajo) de estas.



Fig 35 y 36: Conjunto de dos láminas que recogen el conjunto de materiales referenciales obtenidos tras el proyecto experimental MECIO (Manufactura y estudio de la cadena operativa de la industria ósea). En la lámina de la derecha nos encontramos con el conjunto de restos óseos que se atribuyen a las herramientas o útiles acabados. Mientras que en la lámina de la izquierda nos encontramos con el conjunto de fragmentos óseos atribuidos a artefactos sin acabar o restos de talla (debris) integrados dentro del proceso de manufactura de un útil óseo. Dentro de la lámina de la izquierda podemos clasificar los restos en Agujas las piezas 1, 2 y 4; en Puntas de proyectil los elementos 3, 5, 6 y 7; en Alisador la pieza 8; y en Punzones los objetos 9 y 10. Por otro lado en la lámina de la derecha podemos clasificar los restos en Apuntados para los números 2, 3, 4 y 5; Perforados el fragmento 6; Agudizados para las piezas 9 y 10; Huecos para los fragmentos 7 y 8; y Amorfo para el 1.

3.2. Metodología

Al contar con tres grupos de materiales distintos y un tiempo acotado de menos de un año para su estudio, fue primordial en primera instancia desarrollar un plan de trabajo que nos permitiera realizar todas las observaciones, lecturas, análisis, estudios y comparaciones posibles en este corto periodo de tiempo. Dicho esquema de trabajo se esbozó junto con la ayuda de los supervisores, cuya experiencia y conocimiento en la materia fue fundamental para no dejar atrás ningún paso. Así pues, se dividió el plan de trabajo en 8 actividades principales, que deberían seguir un orden y relación de desarrollo para su completo y óptimo resultado. Estas 8 actividades mencionadas son: una primera búsqueda y estudio

bibliográfico-referencial, formación y aprendizaje en la materia con expertos, estudio de la colección de industria ósea del Molí del Salt (grupo A), estudio de restos de la colección faunística del Molí del Salt (grupo B), planning y desarrollo del proyecto experimental (MECIO), estudio de los materiales obtenidos tras la experimentación (grupo C), comparación de los estudios morfo- tecnológicos y traceológicos de los tres conjuntos estudiados, y finalmente la interpretación de los datos obtenidos y puesta en valor de los resultados a modo de interpretaciones. A continuación se detalla cada una de ellas.

3.2.1. Estado de la cuestión: Formación Bibliográfica-Referencial

Previo al estudio y análisis del material de investigación, es imperativo conocer, o al menos tener una base de conocimiento, sobre los elementos que se van a observar y examinar. En ausencia de un marco referencial claro y definido, resulta inviable delinear una metodología de trabajo. Por lo tanto, es fundamental adquirir un conocimiento exhaustivo de la materia antes de proceder a su análisis, así como elaborar un marco conceptual que oriente la planificación del proyecto. Este proceso implica la identificación de los objetivos específicos y los resultados deseados, lo que constituye un componente esencial en el desarrollo de cualquier iniciativa. En este sentido, la finalidad de la presente investigación radica en el aprendizaje y la obtención de conocimiento sobre la materia de estudio. Se trata de un primer acercamiento a la misma, que nos permita ampliar nuestro saber y proyectar su desarrollo futuro. El conocimiento se adquiere inicialmente a través de la lectura y el aprendizaje posterior. En el ámbito de la investigación académica, es infrecuente encontrarse con la situación de trabajar sobre un tema que no haya sido previamente abordado por otros investigadores. El objeto de estudio en este caso no se corresponde con el objeto de estudio de la investigación, puesto que esta se centra en un tema principal —la industria ósea— que ha sido objeto de estudio por investigadores, mayoritariamente europeos, que han aportado al campo de la investigación sus estudios y trabajos, plasmados en artículos en idiomas accesibles a nuestras capacidades, como el inglés, el español o el francés. Asimismo, los análisis empleados en este estudio (morfológico, tecnológico, traceológico y experimental) cuentan con al menos dos décadas de tradición en su metodología y aplicación, nuevamente divulgados en esta publicación. En este sentido, se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica y referencial de artículos científicos y libros relacionados con las materias o tópicos de trabajo mencionados. En el marco del proyecto, la primera fase se desarrolló a lo largo de un período de dos meses, con una implementación progresiva a lo largo del año. Este fenómeno, caracterizado por una primera fase prolongada durante todo el tiempo que ha

tomado realizar el trabajo, se explica por la necesidad de un tiempo adicional para asimilar adecuadamente los conocimientos adquiridos. A pesar de haberme formado bibliográficamente en 2 meses en tanto como fue posible, resulta inviable pretender abarcar todo el conocimiento en un espacio de tiempo tan corto. Esta es una cuestión que ha acaparado la atención de los expertos a lo largo de su carrera profesional y que aquellos que continúan formándose y profundizando en diversas áreas del conocimiento. En última instancia, la ciencia se asemeja a la energía en el sentido de que ambas son entidades dinámicas que se encuentran en constante transformación y evolución. El conocimiento, por su parte, no tiene un final definido, sino que se adapta y se transforma con el tiempo, lo que implica que el conocimiento científico está en un estado de constante cambio y desarrollo. En última instancia, este se origina a partir de la imperativa necesidad de proporcionar una respuesta a la curiosidad intrínseca de la mente.

La observación, el análisis y el estudio del trabajo realizado por expertos en la materia ha permitido la elaboración de un plan de trabajo acorde a nuestras necesidades, las propiedades de los materiales de estudio y las técnicas y análisis empleados. La ausencia de una revisión bibliográfica previa a la elaboración de nuestro croquis podría haber ocasionado la adopción de métodos erróneos, previamente descartados por otros investigadores en sus estudios. En el ámbito de la investigación y el análisis académico, se hace evidente la necesidad imperante de una formación bibliográfica y referencial continua en cada una de las materias empleadas y estrategias aplicadas. Este aspecto se erige como un componente primordial para garantizar un desarrollo óptimo del estudio y el análisis. Esta formación base resulta necesaria para el desarrollo del trabajo, y no se limita únicamente a la lectura de bibliografía referencial, sino que también abarca el aprendizaje mediante una formación visual y práctica de la metodología empleada por los expertos en la materia. El procedimiento subsiguiente se describe a continuación.

En este trabajo ha sido primordial la lectura de trabajos de distintas disciplinas y materias, escritos por múltiples autores. En primer lugar consideramos primordial tener una base sobre la crono-cultura magdaleniense y las subdivisiones tecnológicas dentro de esta con la finalidad de conocer el periodo y tendencia cultural existente en el mundo en las cronologías a las que se atribuye los restos arqueológicos del Molí del Salt, para ello algunos de los escritos base han sido los trabajos de Breuil (1954), Utrilla (2004), Villaverde (2012), Straus (2006, 2013). De igual manera para poder entender cómo era la situación del entorno y la relación del ser humano con el espacio y los cambios producidos en este (cambios climáticos), hemos

leído un gran número de artículos, entre los que quiero destacar a Enloe (2001), Langley (2015), Reschke (2024). Al unísono es imprescindible para entender a los grupos humanos de este momento en el que estudiamos, comprender el término “cazadores recolectores” y las estrategias de estos grupos humanos asociados al mismo término en medida de adaptación al medio o entorno, de la mano de Binford (1980), Kaplan & Hill (1985), Utrilla (1997), Gamble (1998), Grove (2010), Djindjian (2012) y Bettinger (2015). Para establecer un marco cronológico-espacial-bibliográfico completo es imprescindible conocer el sitio que vamos a trabajar (Molí del Salt), lo cual ha sido posible gracias a las publicaciones de Vaquero (2005, 2006, 2009, 2011, 2012, 20013, 2020), Allué (2010), Alonso (2011), Vaquero & Alonso (2014,2015), Rufà (2018), Mas (2021). Una vez asentamos estas bases, podemos finalmente ahondar en nuestro tema de interés y trabajo, la industria y tecnología ósea, de la mano de trabajos como los de los autores Le Dosseur (2003), Ramseyer & Chauvière (2004) St-Pierre & Walker (2007), Tejero (2009), Borao (2012), Álvarez (2013), Langley, Pétillon & Christensen (2017), David (2004, 2014, 2015, 2022), Mateo-Lomba (2024), Bauman (2025). Finalmente una vez obtenemos un conocimiento base a modo teórico y referencial sobre el periodo, el material, el clima, el medio ambiente y grupos humanos relacionados con nuestro estudio es cuando nos integramos de lleno en la lectura profunda de los distintos análisis que se plantean emplear en nuestro trabajo. Para ello es necesario la comprensión del análisis morfológico y tecnológico de la mano de Sharon & Goren-Inbar (1999) Peña (2008), Ritchey (2018), Eguilleor-Carmona (2024); del análisis traceológico gracias a Semenov (1964), Averbouh & Goutas (2004), Bradfield (2013), Fullagar Matheson (2013), Mansur et al., 2014; el papel y valor del análisis experimental y la arqueología experimental en investigación por parte de Ascher (1961), Skinner (1966), Reynolds (1999), Legrand & Sidéra (2007), Outram (2008); al igual que el del estudio y análisis tafonómico gracias a autores como Noe-Nygaard (1987), Fernández Lopez (1999, 2000, 2001), Lyman (2010).

3.2.2. Estado de la cuestión: Formación Práctica-Visual

Esta segunda fase del trabajo aborda dos aspectos fundamentales, además de los mencionados en la fase anterior, que son cruciales para la elaboración y aplicación de una metodología de trabajo productiva y exitosa: la formación práctica y la visual. Como se ha señalado anteriormente, resulta evidente que la realización de un trabajo de investigación requiere como mínimo de una base de conocimientos sólida y establecida. En concordancia con los principios anteriormente establecidos, resulta evidente que la aplicación práctica y visual de los conceptos estudiados requiere, como mínimo, una base elemental en dichos conceptos, a

fin de garantizar una ejecución acorde con los objetivos deseados. En el contexto de la discusión, el concepto que prevalece es el de «saber hacer», el cual se erige como un elemento fundamental en la formulación de esta idea. En el ámbito de la adquisición de habilidades prácticas, se observa que la repetición de un acto con un cierto grado de conocimiento subyacente resulta esencial para el desarrollo eficiente de dicha habilidad. Este fenómeno se manifiesta en múltiples contextos, donde la práctica repetida y guiada por un mínimo de conocimiento teórico facilita la adquisición de destrezas y la mejora en la ejecución de acciones. La acumulación de experiencia conduce al desarrollo del conocimiento, y este, a su vez, se traduce en una mejora en la técnica de trabajo. Por lo tanto, antes de entrar en contacto directo con el material arqueológico y tras haber realizado un primer estudio y formación bibliográfica-referencial, se considera necesario emprender una formación práctica y visual con expertos en la materia. En concordancia con la fase previa, la formación en cuestión no concluye en su primera intervención, sino que se caracteriza por su naturaleza de desarrollo continuo y prolongado. Esta premisa fundamental es la que explica la repetición de la obra en cuestión, en nuestro caso, en múltiples ocasiones. Para una mejor comprensión del concepto de formación práctica-visual, se procederá a una disgregación de la misma en dos partes. En primer lugar, se recomienda una primera aproximación visual, en la que se debe observar y manipular material arqueológico o etnográfico previamente estudiado y definido, relacionado con el objeto de estudio, en este caso, la industria ósea. La inmersión inicial en el material brinda una perspectiva única que facilita la observación y percepción de las formas, propiedades y atributos presentes en otros contextos con materiales análogos. En el momento de enfrentarse a una colección por estudiar, el sujeto tendrá la base, o al menos una imagen mental, de haber interactuado con una colección ya estudiada y definida. En dicha colección, el sujeto habrá podido observar patrones similares o familiares a los observados en el presente. En segundo lugar, se evidencia la relevancia de la formación práctica, la cual se manifiesta a través de una serie de actividades meticulosamente diseñadas. Dichas actividades se centran en acciones directas, tales como el estudio dirigido, así como en acciones indirectas, que incluyen la observación de expertos en el campo de estudio. En última instancia, y desde una perspectiva personal, se considera que esta última hipótesis es la de mayor relevancia, puesto que el ser humano adquiere conocimientos a través de la observación y la imitación. En concordancia con los principios que rigen la enseñanza de diversas disciplinas, el estudio y análisis del material arqueológico deben ser transmitidos oralmente y visualmente por los expertos a los nuevos estudiantes. Este enfoque pedagógico, similar al empleado en otras actividades académicas, garantiza una comprensión óptima de los

conceptos y metodologías involucradas en el estudio de la arqueología. En última instancia, la capacidad de «saber hacer», previamente indicada, se consolida mediante la práctica reiterada de una acción o actividad. En este sentido, es pertinente destacar que el experto posee un mayor grado de experiencia en dicho ámbito. De este modo, la observación de las metodologías y formas de trabajo de los profesionales de la materia constituye una vía tanto indirecta como directa para el aprendizaje y el desarrollo de una técnica de acción individual, que permita establecer secuencias de procesos que conduzcan a una metodología de trabajo estructurada y compleja. En concordancia con lo anteriormente expuesto, la implementación de la metodología en cuestión o de cualquier otra observada o adquirida durante el proceso, bajo la supervisión de un experto, puede resultar beneficiosa para la eliminación de errores o la optimización de las acciones.

En este caso hemos contado con la gran ayuda y guía de dos grandes profesionales en el mundo de la investigación arqueológica, el doctor en arqueología prehistórica e investigador del Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) y la Universidad Via Domitia (Perpignan), Henri Bails; y la Dra. Eva David, perteneciente al CNRS (French National Center for Scientific Research, Department of Histoire naturelle de L'homme préhistorique) y al igual investigadora para el NMNH (National Museum of Natural History, Department of Prehistory, París) y el Museo de l'homme (Paris). En la primera estancia tuvo lugar el aprendizaje con el Dr. Bails el pasado diciembre de 2024 en la localidad de Tautavel y Perpignan, junto con la presencia y enseñanza por igual de la Dra. Deborah Barsky. El intervalo de tiempo que se tomó fue de 5 días en los que observé la metodología de trabajo de ambos y recibí explicaciones, consejos y guía de cómo se debe abordar una investigación arqueológica. Durante estos días, conté igualmente con la suerte de poder observar, de la mano de Henri Bails, materiales arqueológicos pertenecientes a yacimientos de la región de los Pirineos Orientales, guardados en el centro de investigación de Tautavel. Entre estos, pude observar, tocar y analizar junto con la ayuda de Henri Bails y la tafónoma encargada del estudio de los mismos Anne-marie Moigne, doctora en geología cuaternaria y profesora en el Muséum National d'Histoire Naturelle de París. Así, no solo tuve la oportunidad de ver y tocar restos arqueológicos de cronologías similares a los de nuestro trabajo, sino también observar y aprender de como expertos investigadores analizaban y estudiaban los mismos. Apenas un mes más tarde tuve la oportunidad de reunirme con la dra. Eva David en París, la cual se convirtió en la guía de trabajo, metodología y análisis de mi estudio gracias a su larga trayectoria investigando sobre industria y tecnología ósea. Fue en parte gracias a la ayuda de estos 4 doctores junto con la tutela y constante apoyo del director del yacimiento del que

estudiamos los materiales, el Dr. Manuel Vaquero, que he podido ir desarrollando con el paso de estos meses un grado de conocimiento y experiencia en la materia de estudio y trabajo. Lo que me ha permitido poder actuar de la manera que hemos considerado apropiada sobre los restos materiales y llevar a cabo el plan de investigación deseado.

3.2.3. Análisis y estudio de la industria ósea del Molí del Salt (Grupo A)

El primer conjunto de materiales a estudiar es el que corresponde a la previamente clasificada colección de industria ósea del yacimiento arqueológico del Molí del Salt. Un grupo de restos recogidos durante más de 20 campañas, donde para su análisis y estudio ha sido necesario el empleo de distintas técnicas, métodos y herramientas. El conjunto en sí afronta la problemática de que más de un 90% de los materiales estudiados son fragmentos y no la pieza o elemento anatómico completo, en muchas ocasiones igualmente alterado térmicamente, lo que dificulta la relación y estudio de este con las bases tipológicas dadas para la industria ósea. Por ello para abordar dicho problema y poder realizar un estudio y análisis de los mismos con el fin de corroborar la pertenencia de estos al conjunto que define la industria ósea del yacimiento hemos decidido abordarlos desde la perspectiva tecnológica y con el concepto de la “Chaîne opératoire” como base de interpretación. En consonancia con la nomenclatura establecida por Borao (2012), el presente estudio aborda la clasificación de una pieza perteneciente a la cadena operativa. En este sentido, se ha procedido a la categorización de los productos de acuerdo con su naturaleza, clasificados en bloques, soportes, esbozos, restos de fabricación y utensilios acabados. La clasificación de los bloques puede realizarse en función de su naturaleza, distinguiendo entre primarios, secundarios o preparados. Como señala Tejero (2009), un bloque primario constituye un soporte anatómico completo seleccionado antes del inicio de su transformación; el bloque secundario representa un fragmento de magnitud variable obtenido a partir del bloque primario; y por último, el preparado alude a la eliminación de componentes superfluos o indeseables del bloque primario de materia mediante una serie de operaciones para facilitar su transformación. Como se ha puesto de manifiesto en investigaciones previas (Borao, 2012), es posible observar si la explotación de estos es total, parcial o selectiva. En lo que respecta a la clasificación de los restos, se propone una categorización basada en su origen, es decir, si corresponden a un proceso de fabricación o de utilización. Además, se considera la dimensión de los restos, lo que permite distinguir entre virutas, fragmentos o trozos (Borao, 2012). Los soportes constituyen elementos previamente explotados de un bloque, destinados a ser trabajados y transformados en objetos acabados (Averbouh, 2000; véase también en Borao, 2012). De

acuerdo con Borao (2012), la clasificación de los hallazgos arqueológicos se realiza en función de su morfología, la cual puede ser varilla, lasca, segmento, bipartito o disco. En el registro arqueológico, los más frecuentes son los de tipo varilla (soporte sin trabajar con estrías de extracción, a excepción de las varillas plano-convexas, que sí se encuentran trabajadas por completo). En primer lugar, se procede a la descripción del contorno de los soportes. Posteriormente, se determina el momento en que se encuentran en el esquema de transformación, ya sea en la fase de preparación, tras la extracción o tras el inicio del facetado inicial (Borao, 2012). De igual modo, se aborda la descripción del contorno, el perfil y la sección del objeto en cuestión. A partir de los datos obtenidos se puede inferir la naturaleza del objeto que se iba a fabricar. En este sentido, se exploraron igualmente los aspectos tafonómicos y arqueozoológicos con el fin de separar, entre los artefactos que muestran rastros, lo que claramente pertenece al comportamiento antrópico y, más precisamente, lo que estaba relacionado con la adquisición de materia prima y su transformación para su fabricación y/o uso. Posteriormente, se implementa una categorización de la materia prima, donde dentro de los grupos principales (hueso, asta, cuerno, diente o concha) se efectúa una subdivisión. El sistema de clasificación de los huesos se fundamenta en dos criterios principales: su orientación anatómica y sus dimensiones. La orientación anatómica se subdivide en craneal o anterior, posterior o caudal, dorsal, ventral, proximal y distal. Las dimensiones de los huesos se clasifican en largo, corto o plano. En el caso del asta y/o cuerno, se considera su origen (caza o recolección) y, en caso de no ser posible, se evalúa su estado al ser fragmentada (fresco o seco). En cuanto al diente, se clasifica según el tipo (incisivo, canino, premolar y molar). Por último, se determina si la concha es marina, lacustre (agua dulce o salada) y la especie correspondiente. El estado de conservación del material óseo se describe mediante la localización y orientación de fracturas funcionales o postdeposicionales, el estado de la superficie, las alteraciones bióticas o abióticas, así como posibles añadidos de colorantes (Borao, 2012).

En primer lugar se llevó a cabo el paso más básico pero primordial para un posterior estudio prolongado y microscópico, la creación de una base de datos común y el dibujo de cada una de las piezas de manera individual. Consideramos estos dos pasos previos al análisis esenciales para mantener todo dato anotado y no perder o dejar en el olvido cualquier detalle observado. Al crear una base de datos, podemos ir registrando todo aquello que vamos observando y pensando sobre cada uno de los materiales analizados. De la misma manera funciona el dibujo, el cual nos permite señalar en el hueso lo observado y mantener siempre este con nosotros. De igual modo funciona la fotografía, la cual fue un paso posterior a estos

anteriores. Así pues procedimos en primer lugar a crear una base de datos en la que de cada elemento buscaríamos responder a una serie de cuestiones relacionadas con este y su estado a modo de valores. En nuestro caso los valores seleccionados fueron en primer lugar Yacimiento al que pertenece el resto; Año en el que el mismo fue excavado y recogido; N° de referencia de la pieza en el registro anual de restos materiales recogidos; el Nivel en la secuencia estratigráfica en el que fue encontrado; la Z o cota sobre la que se situaba el objeto antes de su extracción; el Cuadro en el que fue recuperado; el Material que es, es decir, si es hueso, asta, cuerno, diente o concha; Medidas del elemento, longitud, anchura y volumen; Cara o circunferencia del hueso, la parte del hueso principal que tenemos; el grado de Conservación; la Fractura, si es antigua o moderna; el Tipo de Fractura, estado del hueso cuando fue fracturado (fresco, seco, calentado o quemado); el Grado o Categoría de Quemado, dependiendo del color superficial y la composición interna-externa del fragmento; alteraciones tafonómicas como Óxidos, Raíces y Rodamiento; la Distribución de las Alteraciones; la Presencia de Marcas y el Tipo de Marca, si es antrópica o no y en caso de serlo la Morfología de estas; la Cantidad de Marcas, su Localización, la Delineación y la Relación entre estas; la Cantidad de marcas a modo de intervalos de 5; el Tipo de Marca, en relación a la técnica o elemento empujado para su exposición; y finalmente un apartado de observaciones. Una vez descrita la pieza desde una perspectiva anatómica, se procede a su descripción tecnológica macroscópica y microscópica. Desde una perspectiva macroscópica, es posible distinguir entre diversos tipos de estigmas, que incluyen fracturas, estrías, surcos y perforaciones. Posteriormente, se procede a la identificación específica de cada estigma, mediante una descripción detallada de sus características individuales. En primera instancia, se procede a la clasificación tipológica de los diversos estigmas, tomando en consideración las diversas técnicas y procedimientos empleados en su producción. Dichos procedimientos incluyen, entre otros, el raspado, la abrasión, el pulido, la incisión, el serrado, el ranurado, el doble ranurado, el raspado en diábolo, la talla a cuchillo, el lascado, la flexión, la torsión, la percusión, el hendido, el piqueteado, la presión, la rotación unidireccional o la rotación alterna (Borao, 2012). En la presente investigación, se ha localizado el estigma (distal, medial o proximal) y se ha detallado su posición (unifacial, bifacial, etc.). Asimismo, se ha descrito su extensión (marginal, moderada, invasora o cubriente), su orientación, si son continuos o discontinuos, su tamaño, su profundidad y la morfología de la sección (Borao, 2012). Para ello realizamos una primera observación a modo de análisis de cada uno de los restos materiales mediante el empleo de una “lupa binocular” bajo aumentos desde 1.5x a 3.5 x. Con ella pudimos determinar en gran parte la mayoría de las variables o valores

preseleccionados anteriormente en la base de datos. No obstante la verificación de todo esto observado es necesaria mediante el empleo de otras técnicas de observación mediante el empleo de un microscopio más potente respecto al número de aumentos, el microscopio digital 3D Hirox en este caso. Este es un tipo de microscopio digital de alta precisión/resolución que funciona como un sistema de imagen digital con zoom motorizado, controlado por software, que permite observar y medir objetos con precisión microscópica y en tres dimensiones, capturando imágenes en alta resolución, pudiendo generar modelos 3D de la superficie del objeto con medición topográfica y permitiendo medir distancias, ángulos, volúmenes y rugosidad. De esto modo y gracias al empleo de dicho microscopio es posible determinar con claridad la presencia de marcas y el tipo de las mismas gracias a que es posible medir su distancia, volumen, profundidad y rugosidad.

Sin embargo, no todo es positivo, ya que al examinar restos fósiles como huesos, astas, cuernos y conchas bajo el microscopio Hirox, se identifican también una serie de problemáticas que dificultan la observación y el análisis. De todas las cuales cabe destacar las siete que han demostrado un mayor impacto en nuestro ámbito de estudio y trabajo:

- **Superficie irregular, rugosa, fracturada o erosionada:** Complica el enfoque preciso y la obtención de imágenes nítidas en un área completa, generando reflejos no deseados o zonas desenfocadas en las imágenes. Se puede solucionar parcialmente usando un enfoque profundo (depth composition), el cual combina múltiples imágenes tomadas a diferentes alturas (Z) de la superficie seleccionada y aporta un mayor campo de visión en todo el foco.
- **Reflejos y brillos superficiales:** En determinados fósiles, se pueden observar superficies brillantes que reflejan la luz transmitida al material de estudio, generando así brillos que ocultan detalles relevantes. Una solución factible para este problema es el empleo de la luz polarizada, la iluminación oblicua o incluso ajustar la intensidad lumínica sobre la pieza.
- **Contaminación o recubrimientos en superficie:** Durante el proceso de fosilización, el material sufre una adhesión de elementos que se encontraban en el sedimento o en la atmósfera cercana a este. En concordancia, durante el proceso de análisis, este puede ser contaminado por otros elementos externos, provenientes del trato humano durante la excavación o conservación. Este fenómeno puede ocasionar la formación de

un recubrimiento superficial que impida la observación de detalles mínimos o marcas en las piezas. Por consiguiente, resulta imperativo implementar una limpieza meticulosa o recurrir a diversas técnicas de iluminación que permitan superar estas deficiencias.

- **Limitación en el análisis químico o interno:** El microscopio Hirox en cuestión no posee la capacidad de determinar la composición química de los objetos observados ni de proporcionar una visión interna de los mismos, a diferencia de otros microscopios, tales como el SEM. Por lo tanto, es imperativo combinarlo con otras técnicas analíticas para obtener conclusiones más precisas.
- **Tamaño del fósil vs campo de visión:** La lente de observación y la superficie del microscopio se caracterizan por poseer límites fijos y definidos que no pueden ser modificados. La problemática emerge cuando se requiere observar un fragmento o área que excede la capacidad de la lente. Para abordar el problema en cuestión, se recomienda la implementación de la función de «wide area 2D/3D stitching», la cual facilita la generación de «mosaicos» (stitched images) que abarcan extensas áreas con alta resolución, mediante la integración de múltiples imágenes.
- **Manipulación y fijación de la muestra:** En términos generales, los fósiles tienden a exhibir características físicas como fragilidad e irregularidad, lo que complica su integración en la pátina estable del Hirox. En consecuencia, es crucial considerar que incluso movimientos o vibraciones sutiles en la superficie de la mesa en la que se encuentra el microscopio pueden comprometer la precisión de la captura de imágenes, especialmente en el ámbito de la microscopía tridimensional. Este fenómeno puede resultar en imágenes de calidad deficiente o en la obtención de resultados no deseados. Para abordar la cuestión planteada, se implementan soluciones que incluyen el uso de dispositivos de sujeción adaptables, tales como la plastilina técnica o bases diseñadas para la estabilización del fósil sin comprometer su integridad.
- **Sensibilidad a condiciones ambientales:** Algunos fósiles pueden ser sensibles a cambios de temperatura o luz intensa, sufriendo el riesgo de deteriorarse. Se recomienda por tanto trabajar con exposiciones breves, una luz LED de baja intensidad y condiciones ambientales estables y controladas.

Es posible por ende determinar si el resto observado es o puede haber sido parte de un proceso de la cadena operativa de un elemento relacionado con la industria ósea, lo que nos permite en el caso de nuestra investigación afianzar y corroborar que los fragmentos observados pueden ser clasificados como industria ósea y ser catalogados en función de su estado. Una vez descritos los estigmas, se puede llevar a cabo la reconstrucción del esquema operativo de transformación de la pieza a clasificar. Dónde podemos señalar el método de transformación de la materia prima para la obtención del útil (facetado directo, fracturación, troceado, bipartición o extracción), el o los procedimientos empleados (doble ranurado, ranurado más hendido, decorticado o retoque unifacial, hendido con cuña, fractura por flexión o torsión, percusión punteada, percusión difuso, directa o indirecta) y finalmente observar las técnicas de acabado (desgaste) empleadas (raspado, aserrado, molido o piqueteado, incisión, limado, perforación, taladrado, abrasión, pulido, ranurado). Una vez aplicada todas estas observaciones y estudio a modo de análisis diacrítico y traceológico de cada uno de los restos estudiados es posible determinar cuáles de los fragmentos iniciales estudiados pertenecen realmente o no a la cadena operativa de una industria ósea y por tanto pueden clasificarse como elementos tecnológicos con un fin intencionado de producir, emplear o desechar una herramienta, artefacto o útil elaborado sobre una materia dura de origen animal.

Una vez concluido el proceso de análisis y tras haber registrado meticulosamente las observaciones y estudios realizados, se procede a la elaboración de fichas de catalogación individuales. Estas fichas tienen como propósito documentar los valores de cada uno de los restos arqueológicos recuperados. Además, facilitan la comparación de estos con materiales o restos procedentes de otros yacimientos arqueológicos o de colecciones de referencia experimentales. En consecuencia, se generó una ficha modelo que compiló los valores primordiales sujetos a comparación. La metodología implementada ha consistido en la aplicación de la mencionada técnica a cada uno de los restos, mediante la cumplimentación de una ficha individualizada para cada pieza, en la que se han registrado los datos personales pertinentes. En consecuencia, se habilita la posibilidad de llevar a cabo estudios estadísticos y cuantitativos en el futuro. En el contexto de la investigación arqueológica, se presenta la oportunidad de llevar a cabo un registro meticuloso de los restos óseos del yacimiento, los cuales han sido catalogados como industria ósea. Este registro se constituye como un archivo que documenta de manera sistemática los hallazgos correspondientes a dicho yacimiento. Con el propósito de viabilizar investigaciones subsecuentes y preservar una documentación meticulosamente organizada y categorizada.

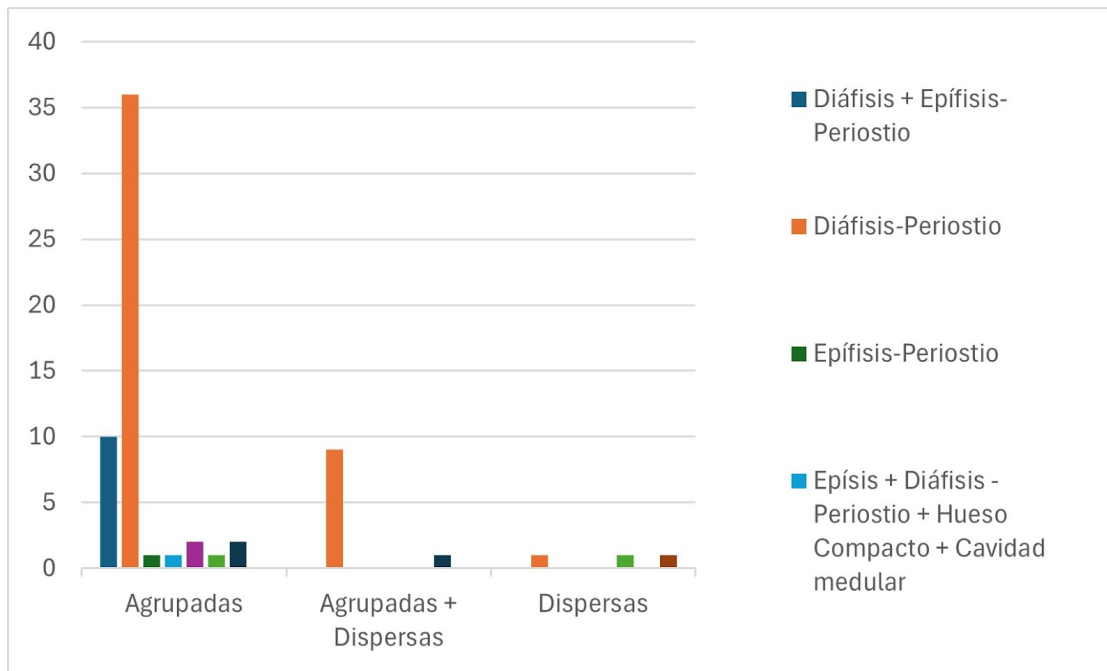


Fig. 37: Gráfico realizado mediante la base de datos del conjunto de industria ósea del yacimiento del Molí del Salt. Para realizar la relación entre la posición y el carácter de las “marcas” (huellas de actividad antrópica que modifican la superficie o forma del resto) se han tomado como variables el lugar donde se encuentra (Diáfisis, Epífisis, Periostio, Hueso compacto y Cavity medular), como se se presentan (Agrupadas y Dispersas), y la cantidad de estas que hay (valor número del eje Y).

En nuestro caso, se hacía necesaria una mayor capacidad referencial de restos (caracteres anatómicos), marcas (estados de transformación) y patologías (estados de conservación), con el propósito de poder llevar a cabo una catalogación exenta de errores y suposiciones. En repetidas ocasiones, al utilizar el microscopio, se ha experimentado una situación de desconocimiento y duda. En concordancia con lo anteriormente expuesto, es pertinente señalar que, dado que la mayoría de los fragmentos analizados se caracterizan por su naturaleza fragmentaria, las ideas planteadas han sido, en gran medida, suposiciones y no verdades. Por lo tanto, se ha determinado la necesidad de llevar a cabo un análisis adicional de dos conjuntos de materiales. El primer conjunto está compuesto por restos de fauna del yacimiento en sí mismo, no atribuidos a la industria ósea (grupo B). El propósito de este análisis es examinar diversos tipos de superficies en restos que, en principio, no han sido alterados de manera antrópica con fines tecnológicos. El segundo conjunto incluye restos obtenidos mediante un proyecto experimental (grupo C). Estos restos sirven como una colección referencial de huellas y trazas, obtenidas a través del empleo de diversas técnicas y métodos bajo condiciones idénticas o diferentes. Por consiguiente, se genera una serie de variables y parámetros que tienen la capacidad de proporcionar respuestas o, en su defecto, dilucidar las cuestiones planteadas durante el análisis del conjunto de la industria ósea del Molí del Salt (grupo A).

3.2.4. Análisis y estudio de la colección faunística del Molí del Salt (Grupo B)

Al examinar las piezas del conjunto de estudio, especialmente las óseas, se observó a simple vista (sin necesidad de microscopio o lentes ópticas de aumento) que las propiedades superficiales básicas de estas no eran homogéneas. En primer lugar, los restos presentaban una gama de colores que abarcaba desde el blanco y el negro hasta el marrón y el amarillo, con una variabilidad significativa. En el curso de la investigación, se observó una diversidad de huesos con superficies que exhibían tonalidades negras, grisáceas, amarillentas, marrones o blancas, en una variedad de matices y niveles de decoloración. En el transcurso del análisis, se evidenció la presencia de superficies que exhibían estigmas de oxidación o pigmentación, manifestados a través de la presencia de manchas negras o rojas. Además, se observaron superficies que presentaban un bruñido, el cual confería una pátina suave y brillante a determinados fragmentos o partes de estos. El objetivo de la presente investigación consistió en diferenciar y, en consecuencia, determinar si los rasgos observados estaban relacionados con la acción antrópica destinada a la elaboración de un útil óseo o si habían sido originados por otros agentes externos o por el propio ser humano, pero con fines distintos (por ejemplo, consumo de carne, desarticulación, quemado como método de limpieza del hogar, etc.). Para obtener una perspectiva más esclarecedora y holística sobre el yacimiento arqueológico y las condiciones en las que se hallaban los restos faunísticos, se procedió a descender a la sala de colecciones, donde se almacenan meticulosamente los restos obtenidos de las diversas campañas arqueológicas de intervención en el área del yacimiento. Una vez realizada la revisión de la colección de fauna proveniente de los más de 20 años de excavaciones, se procedió a la realización de una selección de restos cuidadosamente estudiados. Estos restos pertenecían a distintos cuadrantes y niveles, así como a diferentes campañas de excavación. En este estudio, se procuró seleccionar al menos un fragmento óseo de cada una de las coloraciones previamente mencionadas. Este procedimiento se llevó a cabo con el objetivo de determinar si existía una relación entre dichas coloraciones y un posible tratamiento térmico asociado al procesamiento óseo con fines tecnológicos. Se procedió a la selección de un conjunto de 29 restos arqueológicos, abarcando un período comprendido entre las campañas de 2004 y 2022, y localizados en los estratos A, Asup, B1.1 y B2. Estos restos fueron mayormente atribuidos a restos meramente óseos, dado que constituyen la materia dura de origen animal predominante en el registro de la industria ósea previamente examinada. En el presente estudio, se ha observado la presencia de fragmentos óseos que, a simple vista, presentan una morfología y apariencia concordante con la observada en nuestro conjunto de industria ósea previamente definido (grupo A). Estos hallazgos, aunque no totalmente

inesperados, surgen como resultado de un análisis exhaustivo de los trabajos de Eva David relacionados con la revisión de las colecciones faunísticas de grupos mesolíticos del norte de Europa, en busca de fragmentos pertenecientes a la cadena operativa de la industria ósea, olvidados o no definidos como tales. En consecuencia, se tomó la decisión de ampliar el alcance del plan de trabajo de la actividad original, la cual se centraba exclusivamente en el análisis y estudio de elementos faunísticos del yacimiento no relacionados con acciones de procesamiento de materias duras de origen animal con fines tecnológicos. En consecuencia, resultó imperativo implementar una secuencia de trabajo (metodología) análoga a la empleada en el grupo A. Comenzando nuevamente con la creación de una base de datos en la que recoger los datos observados tras el análisis diacrítico y microscópico de los restos estudiados. Del mismo modo así definimos los valores de: *yacimiento, año, n° de referencia, nivel, Zinf., cuadro, material, talla, género, especie, tipo de hueso, medidas (longitud, anchura, volumen), cara o circunferencia del hueso, estado de conservación, estado y tipo de fractura, categoría o grado de quemado, la presencia de óxidos y raíces, marcas de rodamiento, presencia de alteraciones superficiales, distribución y tipo de alteraciones*. El procedimiento llevado a cabo para la colección de industria ósea (grupo A) fue aplicado a los restos en cuestión. Estos fueron sometidos a una primera observación bajo la lupa binocular con el fin de determinar las zonas de interés a observar. Posteriormente, se realizó un análisis microscópico con el Hirox, en las zonas de interés previamente marcadas, con el fin de observar marcas, trazas o huellas de una acción antrópica relacionada con la tecnología ósea.

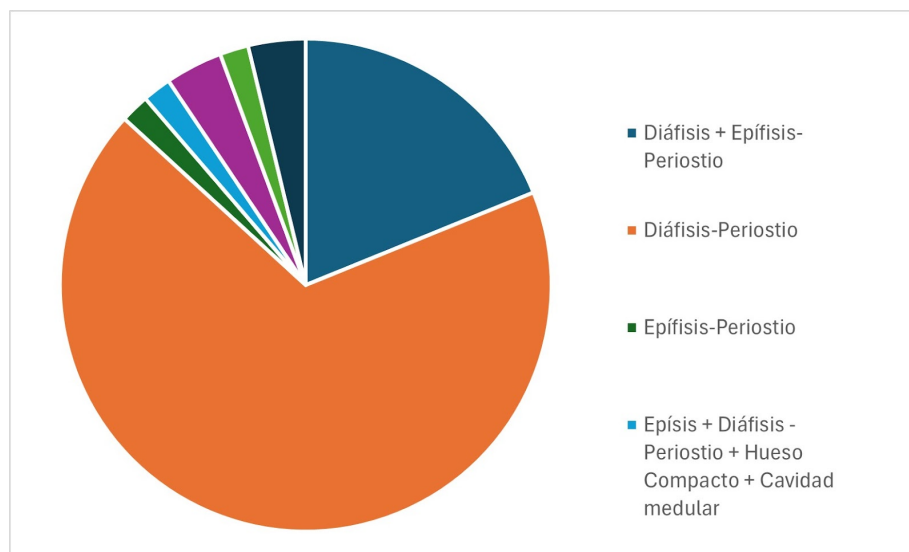


Fig. 38: Gráfico realizado mediante la base de datos del conjunto de piezas seleccionadas de la colección faunística del yacimiento del Moli del Salt. Al igual que en el gráfico de la Fig. 37, se ha analizado el comportamiento de las marcas (huellas de actividad antrópica que modifican la superficie o forma del resto). En este caso las variables que se han tomado han sido la cantidad de marcas y el lugar o parte del resto óseo sobre el que se han identificado.

3.2.5. Planning y desarrollo del proyecto experimental (MECIO)

Con el propósito de resolver la problemática inicial de carecer de una colección de referencia de industria ósea y marcas que respaldara las observaciones efectuadas durante nuestro estudio y análisis con la colección arqueológica de restos del yacimiento del Molí del Salt, nos vimos compelidos a crearla. En otras palabras, se trata de reproducir una colección premeditada y diseñada que cumpla con los criterios y parámetros deseados, con el propósito de responder a las cuestiones que surgieron durante el proceso de trabajo. Para ello, se ha recurrido al uso de la arqueología experimental, mediante la implementación de un proyecto centrado en la manufactura de industria ósea y el posterior análisis microscópico (traceológico) de los restos. En este contexto, se origina el proyecto denominado MECIO (Manufactura y Estudio de la Cadena Operativa en Industria Ósea). El proyecto es una idea que nace de la necesidad de responder a la pregunta de cómo se crearon las primeras herramientas óseas en la historia de la Evolución Humana. Para hallar solución a este enigma de la humanidad, hemos decidido mezclar pasado y presente, para así crear una línea de visión entre ambos tiempos, que nos permita mediante las técnicas de investigación actuales descifrar las pistas y patrones dejados en las herramientas del pasado al crearse. En otras palabras, observar, analizar y estudiar las técnicas de trabajo, manufactura y procesado aplicadas sobre las materias primas, hueso en nuestro caso, con el fin de obtener las herramientas deseadas partiendo desde un punto 0. Este enfoque metodológico nos permite delinear el esquema conceptual y la cadena operativa empleada por dichos grupos humanos que habitaron el yacimiento del Molí del Salt hace más de 10 000 años. No obstante, nos enfrentamos al problema de que, en el período de la Prehistoria, no se han conservado registros escritos que documenten el método utilizado. Únicamente se han preservado vestigios de prácticas transmitidas a través de generaciones por medio de la transmisión oral e imitación visual. El propósito de este estudio es examinar la correlación entre la transmisión del conocimiento a través de la expresión verbal o gestual y su aplicación en la producción de un artefacto útil. Se analizan las marcas que se dejan en el proceso de producción y la capacidad de generar un objeto deseado de manera sistemática o, en su antítesis, un objeto similar mediante una creación arbitraria. En este sentido, el propósito de la presente investigación radica en la cuantificación y el análisis de los diversos comportamientos y trazas/marcas que se manifiestan en el objeto producido. En consecuencia, se plantea la necesidad de abordar cuestiones del pasado con respuestas en el presente. Para ello, se hace necesario combinar las piezas de la colección arqueológica del Molí del Salt, a modo de modelo, con un trabajo de manufactura y procesado de industrias óseas en el presente,

siguiendo distintas técnicas de trabajo. En el presente estudio, se aborda la cuestión de las industrias óseas del pasado y su relación con las industrias contemporáneas. Se busca identificar las semejanzas entre las marcas sesgadas por el ser humano sobre la materia al producir una herramienta de características morfo-tipológicas semejantes. Para ello, se emplean microscopios y se realiza un análisis exhaustivo de las industrias óseas del pasado y del presente. El objetivo en sí del proyecto es responder a varias preguntas que nos cuestionamos respecto a la industria ósea, respuestas que a su vez convierte al objetivo principal en un cúmulo de objetivos en respuesta a cada cuestión. Estos pseudo objetivos son en primera instancia familiarizarnos con la industria ósea; entender diferentes estrategias, métodos, técnicas y cualidades implicadas en el procesamiento de la industria ósea; obtener una colección material que nos sirva como apoyo para futuros estudios o comparaciones; realizar un primer acercamiento a la cadena operativa de la industria ósea e interpretar mediante distintas variables y a posteriori tras analizar en el laboratorio, las diferentes Fases o Etapas de esta; observar y estudiar capacidades cognitivas y cooperativas (social-grupo) de diferentes individuos en distintas condiciones a la hora de producir un objeto con un hueso; observar y cuantificar procesos tafonómicos de los restos que se den independientemente sin la alteración antrópica de estos, es decir, como determinados útiles relaciones a la industria ósea pueden sufrir alteraciones naturales o antrópicas al estar implicados en la producción ósea; determinar y cuantificar el grado de eficacia y rentabilidad de determinadas materias primas o estrategias de producción ósea relacionadas a la gestión de materiales en el proceso de producción de la industria ósea; plantear un posible catálogo de huellas de producción-trabajo en relación a la fase de la cadena operativa, con el fin de poder dar un primer paso a una catalogación general de los posibles Modos de Industria Ósea y su posible Cadena Operativa; dar a conocer, expandir y enseñar a la gente (Divulgación y Difusión) de la importancia de la Industria Ósea en el sentido de la comprensión de la Evolución Humana a través de la Cultura Material dejada por nuestros antepasados; crear una experiencia enriquecedora para toda aquella persona que asista y la posibilidad de repetir a futuro colaboraciones similares. Con la idea de crear un taller-proyecto de experimentación en la Prehistoria que pueda involucrar tanto a la comunidad local como a toda aquella persona de fuera que muestre interés. El verdadero valor del proyecto sería continuar con esta idea a futuro, anualmente, donde ir integrando a gente de todos los ámbitos y edades en el proyecto al igual que ir trabajando con nuevas materias primas y diferentes condiciones. Con un fin final algún día en el futuro crear un catálogo de huellas de trabajo en la manufactura de industria ósea.

El desarrollo adecuado del proyecto conllevaba la elaboración de una planificación previa del mismo, así como la supervisión y orientación de los directores Manuel Vaquero, Deborah Barsky y Eva David. Asimismo, era necesaria la obtención de los permisos y la asistencia logística del laboratorio al que se adscribe el proyecto, el IPHES, y la aprobación de la directora del mismo, Marina Mosquera, y del investigador Carlos Lorenzo, como nexo entre el laboratorio y la universidad Rovira i Virgili. En el marco del proyecto, a finales de noviembre se inició la fase de desarrollo escrito. Esta etapa inicial se centró en la solicitud de permisos y la gestión de fondos económicos y materiales, que serían necesarios para la implementación del proyecto. En concordancia con lo anteriormente mencionado, durante los instantes precedentes y el lapso inicial de un mes dedicado a la planificación del proyecto en cuestión, se hizo imperativo recurrir a la lectura de proyectos experimentales que habían sido llevados a cabo con anterioridad, los cuales sirvieron como fuente de guía y como ejemplos ilustres. Asimismo, se observaron proyectos de naturaleza similar y se solicitó la opinión de expertos en el campo, quienes previamente habían diseñado el plan de al menos uno de estos tipos de proyectos experimentales. En este sentido fue crucial la ayuda de la investigadora Eva David, quien lleva más de una década dedicada al estudio de la tecnología ósea, empleando entre sus análisis e investigaciones la ayuda de la arqueología experimental y por ende el desarrollo de este tipo de proyectos.

Una vez recabada la información y la experiencia pertinente, se procedió a la fase práctica. Se procedió a la determinación de los parámetros sujetos a estudio y, en consecuencia, se estableció la orientación y la guía para el desarrollo del proyecto experimental. En el ámbito de la investigación científica, la selección preliminar de variables y materiales de estudio se erige como un componente esencial para garantizar la integridad y la validez de los resultados obtenidos. Este proceso se fundamenta en el reconocimiento de que una mayor diversidad de variables implica una gama más amplia de posibles resultados, lo que a su vez conlleva una mayor variabilidad en los datos finales. En consecuencia, la meticulosa selección de las variables y los materiales de estudio se convierte en un imperativo para minimizar las posibles distorsiones y garantizar la precisión de los hallazgos científicos. Por consiguiente, resultó imperativo minimizar la cantidad de parámetros a considerar, así como seleccionar meticulosamente los materiales de trabajo deseados. En consecuencia, el único material empleado será el hueso, el cual se trabajará como materia prima principal. Se determinó considerar tres campos de valores (Materia, Artesano y Acción), en los cuales, dentro de cada uno, se tomarán en cuenta diferentes parámetros como variables, para un posterior estudio y relación. De este modo, se establecería un primer conjunto de variables asociadas a la Materia

prima trabajada, es decir, el hueso, y a la Materia prima de trabajo, entendida como la piedra. En primer lugar, se procede a definir los parámetros que se consideran en el estudio de la materia prima trabajada, en este caso, el hueso, tales como el Tipo de hueso, en relación a la parte anatómica de cada animal seleccionada (tibia, fémur, costilla...); el Estado del Hueso, en función del tiempo transcurrido desde la muerte del animal (seco o fresco); la Especie a la que pertenece el hueso (jabalí, ciervo, cabra...); la Alteración térmica que había sufrido el resto óseo (quemado, calcinado, calentado o nula); las Dimensiones del resto, bien fragmento o bien elemento confeccionado (longitud, ancho y volumen). En segundo lugar, se abordarán las variables asociadas a los materiales empleados en el proceso de trabajo, tales como el tipo de piedra (sílex, cuarcita, caliza, arenisca, entre otras), la posible utilización de un segundo y/o tercer tipo de piedra o materia prima adicional o suplementaria (polvo de sílex, agua, entre otros). En el ámbito de la investigación científica, se ha determinado la necesidad imperante de establecer una segunda base de datos que permita profundizar en las características individuales de las herramientas en cuestión. Para lograr este objetivo, se ha establecido una serie de parámetros que servirán como variables fundamentales en el análisis: Materia Prima, tipo de material sobre el que se ha confeccionado la herramienta (sílex, cuarcita...); el Tipo de producto, qué elemento o útil es (lasca, lámina, yunque, molino...); las Dimensiones de este (largo, ancho y volumen); el Estado del Filo, de manera individual el izquierdo y el derecho, tanto en su aspecto natural como retocado, identificando los posibles retoques y describiendo su naturaleza (vivo-natural o bien retocado y que tipo de retoque). Una vez definido el primer grupo de variables relacionadas con las materias primas podemos adentrarnos en las ligadas al Artesano. Este segundo grupo de variables están enfocadas a características personales del individuo que pueden afectar al procesamiento de una acción tecnológica y producir resultados diferentes tanto a modo macroscópico como microscópico. Las variables aquí tomadas son: Edad del individuo, relacionada a capacidades físicas y cognitivas (Infante, Junior, Adulto o Senior); Conocimiento, ligado al grado de saber sobre la materia o tema de trabajo, previo al proyecto (Nulo, Básico, Intermedio, Experto); la Experiencia del individuo tanto en el confeccionamiento de útiles o herramientas en hueso o bien mediante otra materia como piedra o madera, teniendo así este una capacidad y soltura (saber hacer) a la hora de manufacturar una materia prima en crudo con el fin de producir un objeto deseado (Nula, Básica, Intermedia, Especializada); Lateralidad, observada en este caso en la preferencia de mano para realizar las actividades (Zurdo, Diestro o Ambidisestro).

Tipo Hueso	Estado Hueso	Especie	Alteración Térmica	Conocimiento	Experiencia	Lateralidad	Edad
Fémur	Seco	Jabalí	No	Intermedio	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	No	Intermedio	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	Calentado	Intermedio	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	No	Nulo	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	No	Nulo	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	No	Básico	Intermedia	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	No	Básico	Intermedia	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	No	Intermedio	Intermedia	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	No	Intermedio	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	No	Intermedio	Nula	Diestro	Adulto
Tibia	Seco	Jabalí	No	Intermedio	Intermedio	Ambidiestro	Adulto
Tibia	Seco	Jabalí	No	Intermedio	Intermedio	Ambidiestro	Adulto
Tibia	Seco	Jabalí	Calentado	Nulo	Nula	Diestro	Adulto
Tibia	Seco	Jabalí	No	Básico	Intermedia	Diestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	Quemado	Intermedio	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Fresco	Cerdo	No	Básico	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Fresco	Cerdo	No	Básico	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Fresco	Cerdo	No	Nulo	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Fresco	Cerdo	Calentado	Intermedio	Intermedia	Ambidiestro	Adulto
Ind.	Seco	Oveja	Quemado	Intermedio	Intermedia	Diestro	Adulto
Fémur	Fresco	Cerdo	Calentado	Intermedio	Intermedio	Ambidiestro	Adulto
Fémur	Seco	Jabalí	Calentado	Intermedio	Nula	Diestro	Adulto
Fémur	Fresco	Cerdo	Calentado	Intermedio	Intermedia	Ambidiestro	Adulto
Fémur	Fresco	Cerdo	Quemado	Intermedio	Intermedia	Ambidiestro	Adulto

Fig. 39: Tabla de datos extraída de la base de datos recogidos tras el estudio experimental realizado durante el proyecto de manufactura de industria ósea en relación al estudio y análisis de técnicas y patrones de huellas de hueso en función a estas. En la tabla izquierda se toman como variables principales el Tipo de hueso, el Estado del hueso, la Especie a la que pertenece, si ha sufrido alteración Térmica, como variables en relación a la materia prima. Por otro lado en la tabla de la derecha los datos que se recogen son en función al artesano o individuo que ha actuado sobre la materia prima. Estas son el Conocimiento que el individuo presenta sobre la materia, la Experiencia del mismo con la técnica u otras de grado especializado en función de su especializada con sobre otra materia, la Lateralidad del individuo (diestro, zurdo o ambidiestro) y la Edad, a modo de madurez muscular y cognitiva.

Finalmente se esbozan las variables relacionadas a la acción efectuada, es decir, al origen de la producción y forma de los materiales finales. Entre estas variables es donde podemos encontrar la importancia de la técnicas y métodos de confeccionamiento de industria ósea, ya que cada una puede dejar un tipo de huella diferente, igualmente influenciada por el estado de la materia y el trabajador. Decidimos tomar en cuenta las siguientes: el Intervalo de tiempo destinado a la acción efectuada, es decir la duración de la actividad medida en intervalos de tiempo (Corto para menos de 15 minutos, Medio para un rango de entre 15 y 60 minutos, y Largo para más de 60 minutos); la Energía invertida, interpretada como el número de repeticiones de la acción (Baja para menos de 15 repeticiones en una misma acción, Media para un rango de entre 15 y 30 repeticiones, y Alta para más de 30 repeticiones de la misma acción); el Resultado obtenido a modo de medir si el tamaño y forma final del resto se

asemeja al objetivo previo de la acción (Diferente, Parecido o Deseado); la Eficiencia del trabajo en relación a la energía invertida + tiempo invertido en función del resultado obtenido (Baja, Media o Alta); la Técnica empleada en el confeccionamiento del útil o fragmento óseo, en alguno de los casos más de una, por tanto anotadas individualmente como Técnica empleada 1, 2 y 3 (Aserrado, Pulido, Raspado, Perforación, Ranurado...); la Orientación del movimiento o movimientos (Orientación 1, 2 y 3) efectuados durante la acción técnica (Longitudinal, Transversal, Oblicuo, Perpendicular...); la Dirección del movimiento de la materia prima de trabajo sobre la materia prima trabajada (Unidireccional, Bidireccional o Multidireccional). En este caso, dicho apartado se vinculó al estudio y análisis macroscópico y microscópico de los materiales experimentales obtenidos. Se hace foco en las marcas o trazas superficiales de los restos con el fin de determinar el origen de estas.

Intervalo Tiempo	Energía	Resultado	Eficiencia	MP Trabajada	MP de Trabajo	Técnica	Dirección	Orientación
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Medio	Media	Parecido	Alta	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Medio	Baja	Diferente	Media	Hueso	Sílex	Raspado	Oblicuo	Bidireccional
Medio	Media	Deseado	Alta	Hueso	Sílex	Perforación	Circular/Rota	Unidireccional
Medio	Media	Deseado	Alta	Hueso	Sílex	Perforación	Circular/Rota	Unidireccional
Corto	Baja	Deseado	Alta	Hueso	Cuarcita	Percusión	Perpendicular	Unidireccional
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Largo	Alta	Parecido	Baja	Hueso	Sílex	Raspado	Longitudinal	Multidireccional
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Medio	Media	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Corto	Baja	Diferente	Baja	Hueso	Sílex	Ranurado	Longitudinal	Bidireccional
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Transversal	Bidireccional
Corto	Baja	Parecido	Media	Hueso	Arenisca	Pulido	Longitudinal/	Bidireccional
Corto	Baja	Parecido	Media	Hueso	Arenisca	Pulido	Longitudinal/	Bidireccional
Corto	Media	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Perforación	Circular/Rota	Unidireccional
Largo	Alta	Parecido	Baja	Hueso	Sílex	Pulido	Longitudinal	Bidireccional
Largo	Alta	Parecido	Baja	Hueso	Sílex	Raspado	Perpendicular	Bidireccional
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Pulido	Irregular	Bidireccional
Largo	Alta	Parecido	Media	Hueso	Sílex	Aserrado	Longitudinal	Bidireccional
Medio	Media	Diferente	Baja	Hueso	Arenisca	Pulido	Longitudinal	Bidireccional
Largo	Media	Diferente	Baja	Hueso	Sílex	Raspado	Transversal	Bidireccional

Fig. 40: Tabla de datos extraída de la base de datos recogidos tras el estudio experimental realizado durante el proyecto de manufactura de industria ósea en relación al estudio y análisis de técnicas y patrones de huellas de hueso en función a estas. En ambas tablas de la figura se han tomado variables relacionadas con la acción técnica. Esta se complementa a su vez con la anteriormente mostrada en la figura 44. En este caso en la tabla de la izquierda se toman como variables principales el Intervalo de tiempo tomado para llevar a cabo la acción, la Energía empleada (esfuerzo), y la Eficiencia del trabajo en función al resultado final obtenido en relación con el tiempo dedicado y la energía empleada. En la tabla de la derecha se han tomado como variables la materia prima Trabajada, la materia prima de Trabajo, la Técnica empleada, la Dirección y la Orientación del movimiento en función a la acción.

Una vez que la base de datos fue preparada y los diferentes elementos sobre los que se iba a trabajar definidos, se procedió a la búsqueda de un lugar para llevar a cabo el proyecto. Para ello, fue imperativo identificar un emplazamiento que facilitara la acogida de los participantes y la realización de actividades tanto en exteriores (como la ignición de huesos y la talla lítica) como en interiores. En concordancia con lo anteriormente expuesto, se deduce que un espacio natural o integrado en la naturaleza constituye una buena condición. En este sentido, el abastecimiento de materias primas y la conexión directa con estas se verían garantizados. En consecuencia, se recrearán en la mayor medida posible las condiciones a las que estarían expuestos un grupo de cazadores-recolectores del Paleolítico superior. Así pues se decidió, tras hablar con los ayuntamientos y obtener los permisos necesarios, realizar el proyecto en un área recreativa situada en el Parque de la Reserva Natural del Torcal, gestionada por el ayuntamiento de Villanueva de la Concepción. La reserva natural del Torcal es un entorno de paisaje kárstico situada al comienzo de la altiplanicie del Valle del Guadalquivir, geolocalizada a modo de frontera entre el interior de la península y la costa del sur peninsular. Dando así la confluencia un ecosistema que recoge especies y características de un paisaje de montaña con dominio Eurosiberiano (bosques de frondosas y coníferas y clima húmedo) rodeado de un área de condiciones plenamente de bosque y clima mediterráneo. Solamente faltaba ya crear el calendario de los días de experimentación, el cual sería compartido con anterioridad con los participantes para debatir la disponibilidad de estos en las acciones planteadas. Dicho plan tomaría lugar durante los días 20, 21 y 22 de febrero de 2025, durante los cuales se llevarían a cabo tanto actividades prácticas como de aprendizaje mediante talleres y charlas.



Fig. 41: Cartel realizado para promocionar e invitar al evento-taller relacionado con un estudio experimental relacionado a la manufactura y estudio de la cadena operativa de la industria ósea. En este se exponen las universidades vinculadas al proyecto general que pertenece dichos estudio experimental; el lugar y fecha donde tomará lugar; y el contacto por si se desea participar en el mismo.

En última instancia, se procedió con la implementación de la segunda fase del proyecto, la cual se centró en la actividad presencial y la participación de los voluntarios en la manufactura experimental de industria ósea. Este proceso se desarrolló a lo largo de tres días en el entorno de la reserva natural del Torcal. Durante este período, se procuró recrear la cadena operativa de la industria ósea del Paleolítico Superior desde diversas perspectivas, enfoques y estrategias. En el marco del proyecto, la segunda fase, si bien puede ser percibida como breve en términos de días de duración, no debe subestimarse su relevancia y complejidad. En el marco del proyecto arqueológico, durante el período de tres días se generó la mayor parte de los materiales que serán utilizados en el laboratorio para la realización de análisis y estudios comparativos con la colección arqueológica. Este análisis y estudio de los materiales obtenidos tras la experimentación será explicado de manera detallada en el siguiente apartado. En la presente sección, se abordará la descripción del desarrollo del proyecto experimental durante los tres días de duración de la práctica. Previo a estos tres días de proyecto se difundió por redes sociales y canales de jóvenes estudiantes la posibilidad de la participación en el proyecto mediante un cartel informativo (Fig 40) y una carta de presentación adjunta, donde se detalla el objetivo del proyecto y un calendario de las actividades que iban a realizarse. Las actividades se caracterizaron por su naturaleza de puertas abiertas. En este sentido interesados tuvieron la posibilidad de aproximarse a la observación, audición y adquisición de conocimientos concernientes a la actividad en curso y, de manera global, a la industria ósea. Para ello, se destinó una habitación dentro de la casa donde se realizaban algunas de las actividades, a modo de exposición de restos faunísticos y líticos, en los que quedaron expuestos cráneos, astas, cuernos y huesos de diferentes animales; junto con una colección experimental del desarrollo evolutivo tecnológico de la industria ósea.

En la primera sesión se proporcionó una explicación general y se entregó a cada participante un dossier con la información relevante sobre las tareas asignadas, tomando en consideración sus capacidades individuales. En concordancia con los procedimientos establecidos, se generó una ficha particular para cada sujeto, en la cual se registraron y documentaron las variables previamente indicadas. Esta ficha constituye una base de datos que será utilizada en análisis y estudios futuros de los materiales. Posteriormente, se produjo el primer acercamiento a las materias primas y a los materiales que se utilizarán en el proceso de trabajo. En otras palabras, se procedió a la presentación de los diversos huesos y piedras que serán empleados en el desarrollo de la experiencia. Para ello, la totalidad del grupo se organizó para llevar a cabo una ruta destinada a la obtención de recursos naturales en el entorno natural adyacente al área

del proyecto. Sin embargo, estos materiales habían sido seleccionados y dispuestos con anterioridad por el campo, de modo que los participantes pudieran encontrarlos siguiendo unas guías básicas y experimentar así un sentimiento de acercamiento pleno y natural a la actividad y la mente de los grupos de cazadores-recolectores paleolíticos. Del mismo modo se evitaría así la existencia de una problemática relacionada con la captación de material o recursos en un área perteneciente a un Paraje Natural; y se controlarán los valores deseados de cada materia de trabajo que posteriormente debe ser estudiada.

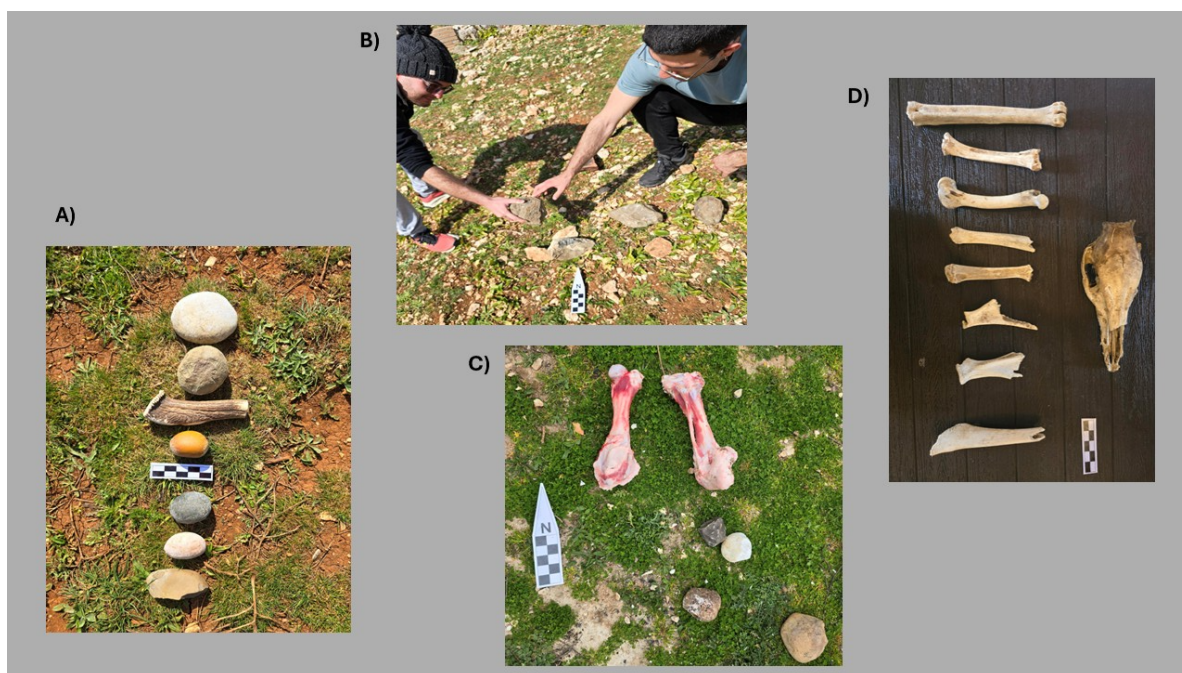


Fig. 42: En esta lámina se presentan cuatro imágenes relacionadas al proceso de búsqueda y abastecimiento de materias primas (1ª fase de la cadena operativa). En la imagen A) observamos el grupo de percutores recogidos para trabajar tanto la industria lítica como la ósea. En la imagen B) a dos de los participantes, Abel Martínez a la derecha y Álvaro Maldonado a la izquierda, seleccionando en la naturaleza los núcleos líticos de materia prima a trabajar. En la imagen C) se observan dos huesos en estado fresco junto a unos percutores. En la imagen D) se expone una parte de los huesos secos encontrados durante la recolección de material por la montaña.

Una vez recolectados los materiales en su estado natural, sin modificar, se inició la primera fase experimental del proyecto, destinada en este caso a la producción de las herramientas líticas necesarias para posteriormente manipular los huesos con dichas herramientas. En el marco de la investigación, se proporcionó a los participantes una explicación exhaustiva sobre las diversas técnicas y métodos de talla lítica, con el propósito de facilitar la obtención de diversas herramientas. Esta explicación se brindó considerando las condiciones específicas de la materia prima utilizada en el proceso de trabajo. Para dicho propósito, se emplearon guijarros, bloques y cantos de sílex, cuarcita, caliza y arenisca como «matriz» de trabajo. Estos fueron percutados con percutores duros (cantos de cuarcita) y blandos (astas de ciervo), con el objetivo de obtener lascas y láminas con las que posteriormente trabajar en crudo (natural, sin retoque) o bien confeccionar útiles específicos (por ejemplo, perforadores-

taladros de sílex) destinados a técnicas o actividades concretas. En primera instancia, se llevó a cabo una explicación oral y visual-práctica de cómo abordar cada modo de talla y producir las diferentes herramientas o útiles deseados. En consecuencia, los sujetos voluntarios se vieron en la capacidad de replicar y producir de manera autónoma los artefactos líticos pertinentes a su actividad ósea individual. En el marco del experimento, se proporcionó a cada participante una ficha personal en la que se especificaba el tipo de utensilio que debía ser fabricado mediante el uso de una o varias técnicas específicas. En consecuencia, los sujetos debían ajustar su kit de herramientas en función de las instrucciones proporcionadas. Para abordar este aspecto, se requiere una reflexión individualizada en la que cada sujeto considere y evalúe el tipo de herramienta o útil más adecuado para cada acción, así como la cantidad necesaria. Como se ha expuesto en investigaciones previas, es evidente que, para llevar a cabo tal empresa, no se encontraban en soledad, puesto que contaron con asistencia guiada personal en todo momento. Del mismo modo determinadas herramientas difíciles de replicar para estos fueron proporcionadas por el equipo, ahorrando tiempo y esfuerzo, y mejorando las condiciones de trabajo y el kit de herramientas. Ejemplo de ello fueron elementos como yunques, martillos de piedra, plaquetas de pulido, polvo de sílex...

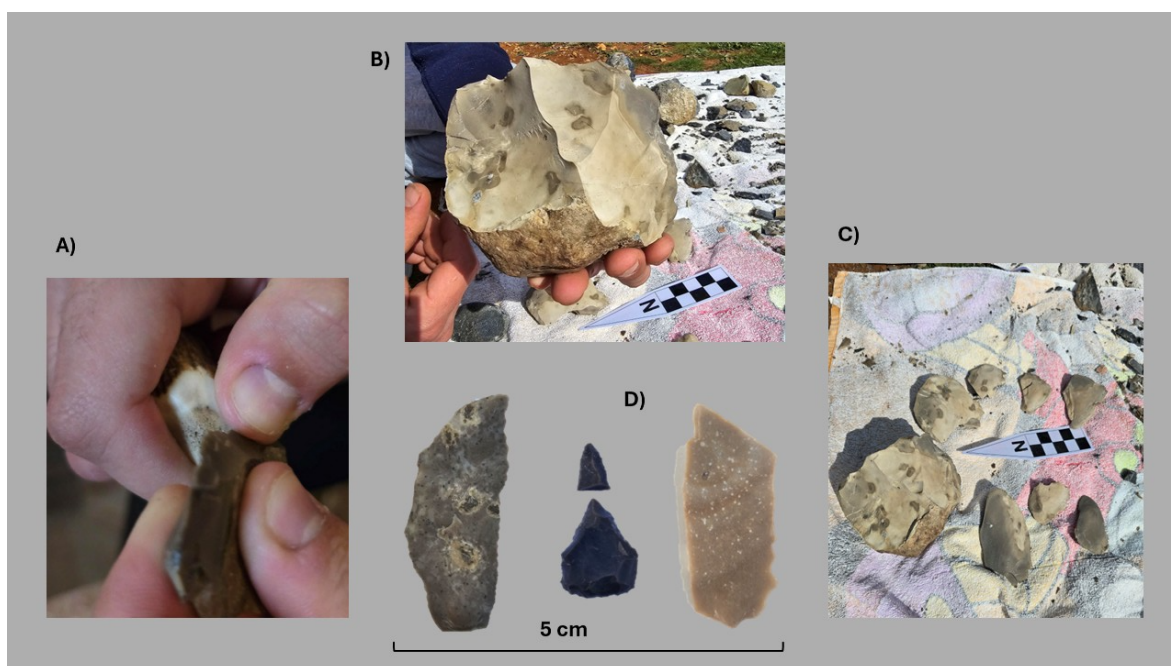


Fig. 43: En esta lámina se presentan 3 imágenes relacionadas con la fase de preparación del material de trabajo, la talla lítica. Junto a estas se presentan a modo de ejemplo tres útiles líticos elaborados durante la experimental (a la izquierda una lámina u hoja de sierra, en medio un perforador fragmentado tras su uso, y a la derecha. La imagen A) está domada mediante el retocado del filo de una pieza con el empleo de un retocador en asta. La imagen B) corresponde a la cara de un núcleo preparado para extraer lascas de sílex. La imagen C) son un grupo de lascas extraídas del núcleo de la imagen anterior. Son las manos de José Cuesta las que trabajan la lítica.

Una vez que cada participante contaba con al menos los útiles líticos básicos en su kit de herramientas, junto con las herramientas generales proporcionadas por el equipo, se procedía a la elaboración de un útil o herramienta sobre hueso. Para llevar a cabo este procedimiento, era imperativo contar con los fragmentos óseos, comúnmente denominados «lascas de hueso», que servían como material de trabajo. En consecuencia, la primera parte del procedimiento consistió en la obtención de las lascas óseas mediante la aplicación de diversas técnicas de fracturación. La metodología empleada consistió en la división de la acción en dos grupos: una primera fractura de huesos en fresco mediante la fractura sobre yunque por percusión directa y por percusión indirecta; y una segunda secuencia de fractura de huesos en seco mediante fractura sobre yunque por percusión directa, percusión indirecta controlada y percusión cortante directa. El objetivo de este estudio es analizar el proceso de obtención de lascas óseas a través del uso de diversas técnicas de fracturación. Se examinará la metodología empleada para la obtención de lascas óseas y se evaluará su utilidad en la confección de un utensilio. Además, se analizará el impacto de la fracturación, incluyendo la generación de esquirlas óseas que se consideran residuos. En consecuencia, los restos deben ser catalogados como elementos inherentes a la industria ósea. Esta acción es infrecuente en el contexto del registro de los yacimientos arqueológicos. Por consiguiente, el propósito de este estudio radica en la recolección y el análisis de dichas esquirlas, con el objetivo de generar una posible metodología que permita identificar las mencionadas esquirlas óseas. Esta metodología será posteriormente aplicada a la colección faunística general del yacimiento arqueológico del Molí del Salt, así como a otros yacimientos donde probablemente hayan sido olvidados y catalogados de manera simplista como meros fragmentos óseos. Es un hecho irrefutable que se trata de una acción intrincada y frágil. La producción de lascas y esquirlas óseas puede originarse por diversos factores, entre ellos, la fractura de los huesos con propósitos alimentarios, como la extracción del tuétano que se encuentra en su interior, o por una amplia gama de procesos tafonómicos que fracturan los huesos durante su proceso de fosilización, como el trumpling. No obstante, se han identificado patrones de repetición en la anatomía de las esquirlas, caracterizados por la presencia de ángulos rectos bien definidos. En este sentido, es crucial comprender la interacción entre la técnica y el residuo, ya que una técnica específica relacionada con la tecnología ósea genera restos identificables que pueden ser asociados a dicha técnica (por ejemplo, lascas y esquirlas resultantes del uso de la técnica de astillado por cuña para la calibración de un hueso largo de ungulado, posteriormente fracturado, véase en David et al., en O. Grøn y H. Peeters (eds.), 2022).



Fig. 44: En esta lámina se presentan 6 imágenes tomadas durante el proyecto experimental MECIO. Se relacionan con la fase de debitage y empleo de técnicas de fractura sobre huesos en diferente estado. Con el objetivo de quebrar estos y obtener lascas o láminas de hueso. En la imagen A) y B) se emplea la técnica de fractura indirecta sobre yunque tanto en hueso fresco como seco. En la imagen D) se muestran dos láminas de sílex obtenidas tras fracturar intencionadamente y de manera semicontrolada un hueso largo. En la imagen E se muestra la fractura de un hueso fresco mediante el empleo de fractura por percusión directa sobre yunque. Son las manos de Jesús García y Pedro Bueno las que llevan a cabo la acción.

Una vez que el sujeto cuenta con su kit de trabajo y con las lascas de hueso sobre las que va a confeccionar sus elementos dentro de la industria ósea, se procede a la aplicación de las técnicas de desgaste y acabado sobre las mismas para darle forma. En el caso del proyecto objeto de estudio, se tomó la decisión de emplear un total de seis técnicas diferentes. La elección de las técnicas a utilizar se basó en el momento específico de la cadena operativa en la que se encontraba el proceso de confección del útil en cuestión. Las técnicas mencionadas comprenden el raspado, el ranurado, el aserrado, el limado, el perforado y el pulido. El objetivo es evaluar la eficacia de cada técnica en diferentes movimientos y determinar si las marcas dejadas por la acción varían entre los sujetos. En relación al posterior análisis y estudio se fue anotando en cada momento la técnica empleada, el material con el que había sido efectuada, la orientación y dirección del movimiento, las condiciones personales del individuo, el transcurso de tiempo invertido y el resultado obtenido. Así cada individuo procuró la producción del útil óseo requerido, centrándose en la manufactura de agujas y puntas de proyectil, con el propósito de minimizar la complejidad del análisis y facilitar la interpretación de los datos obtenidos. La elección se fundamentó en el análisis y la evaluación de los restos arqueológicos del Molí del Salt, así como en el esbozo preliminar de una hipótesis sobre la funcionalidad de los artefactos estudiados, que interpretó que dichos restos podrían corresponder a fragmentos de agujas, azagayas o puntas de proyectil.

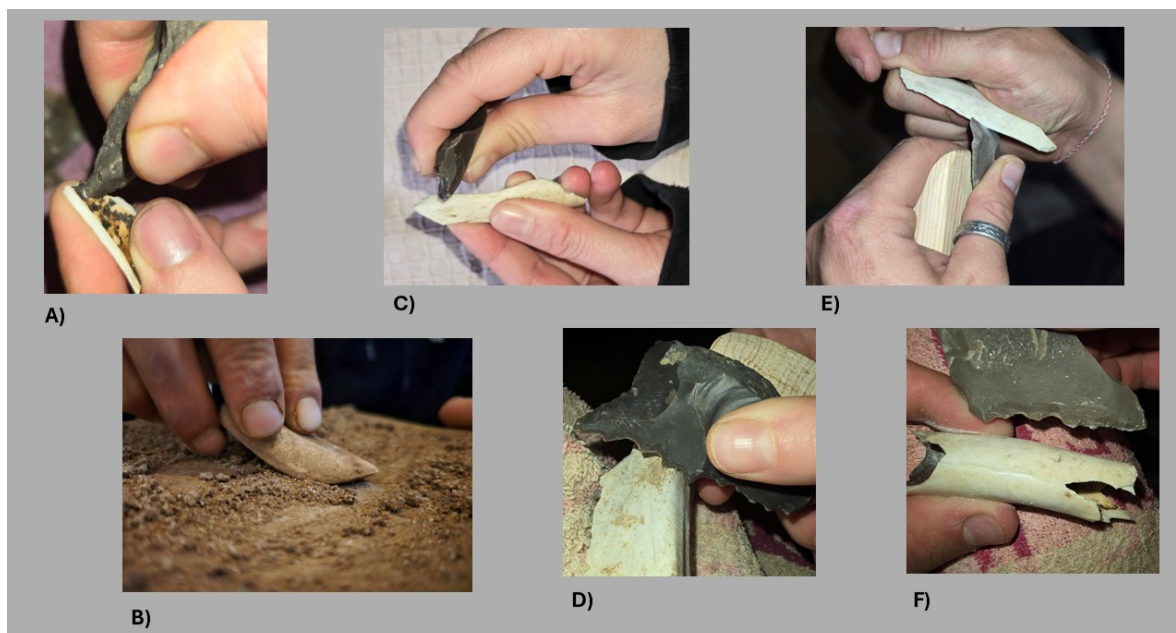


Fig. 45: Esta lámina es un conjunto de 6 imágenes relacionadas con seis técnicas diferentes, empleadas por seis individuos diferentes en la manufactura de un útil óseo. En la imagen A) correspondiente a la mano de Álvaro Maldonado se emplea la técnica de perforación con un útil lítico; en la imagen B) se grinda la pieza sobre una superficie de arenisca a modo de pulido, por Antonio Pérez; en la imagen C) son las manos de Lucca Dòra quien realizan la acción de limado; en la imagen D) las manos de Sergio Quevedo realizan la acción de aserrado con una hoja denticulada de sílex; en la imagen E) las manos de Miguel Subires realizan la técnica de raspado; y finalmente en la F) es Alonso Galvez del Postigo quien lleva a cabo la acción de ranurado.

En el marco del análisis de los restos arqueológicos en el yacimiento del Molí del Salt, se observó la presencia de huesos con diversos grados de quemado o calentamiento. La naturaleza de esta alteración no está claramente asociada con la tecnología ósea, lo que plantea interrogantes sobre su origen. Se hipotetiza que estos huesos podrían ser fragmentos de herramientas óseas que han sido quemados como residuos del proceso de manufactura, o bien podrían ser restos de un proceso de manufactura en sí mismo. En consecuencia, se ha decidido incorporar esta variable en la práctica experimental para obtener más información sobre la naturaleza y el contexto de estos restos óseos. La evidencia arqueológica documenta la práctica de incineración de restos óseos en contextos de yacimientos en cavernas o abrigos, como una estrategia de limpieza. Esta circunstancia plantea la posibilidad de que la quema del terreno pudiera haber sido una práctica utilizada para la limpieza del área en el pasado. La hipótesis que se plantea es que la presencia de hogares en el interior del abrigo podría estar relacionada con la quema de estos únicamente dentro de dichos espacios de fuego. Se postula que dichos espacios de fuego podrían haber sido empleados durante la cadena operativa de la industria ósea para quemar el útil durante su confección o tras su uso y deterioro. Por consiguiente, se tomó la determinación de segmentar el conjunto de lascas óseas en dos subconjuntos. Un primer grupo de lascas de huesos que fueron calentados antes de ser confeccionados por las técnicas de desgaste y acabado. Y un segundo grupo de lascas de hueso, que fueron calentados tras haber sido ya confeccionados. En el marco de la

experimentación, se procuró replicar el color homogéneo característico de los huesos quemados y calentados. Para concluir esta fase de la investigación, se plantea la implementación de un proyecto experimental centrado exclusivamente en el calentamiento de los componentes óseos. En el cual se aborde la observación de los diferentes grados de quemado y fracturas producidas por el fuego, así como el control de la temperatura. Asimismo, donde se analice el uso de útiles confeccionados sobre hueso y su posterior quema tras su uso y fractura. Es por ello que el calentamiento o quemado de los huesos del Molí del Salt quedará como una incógnita que deberá ser resuelta en futuros estudios y mediante el empleo de análisis experimentales, morfo-tecnológicos y traceológicos, que estudien la relación entre el fuego y la cadena operativa de la industria ósea del yacimiento.

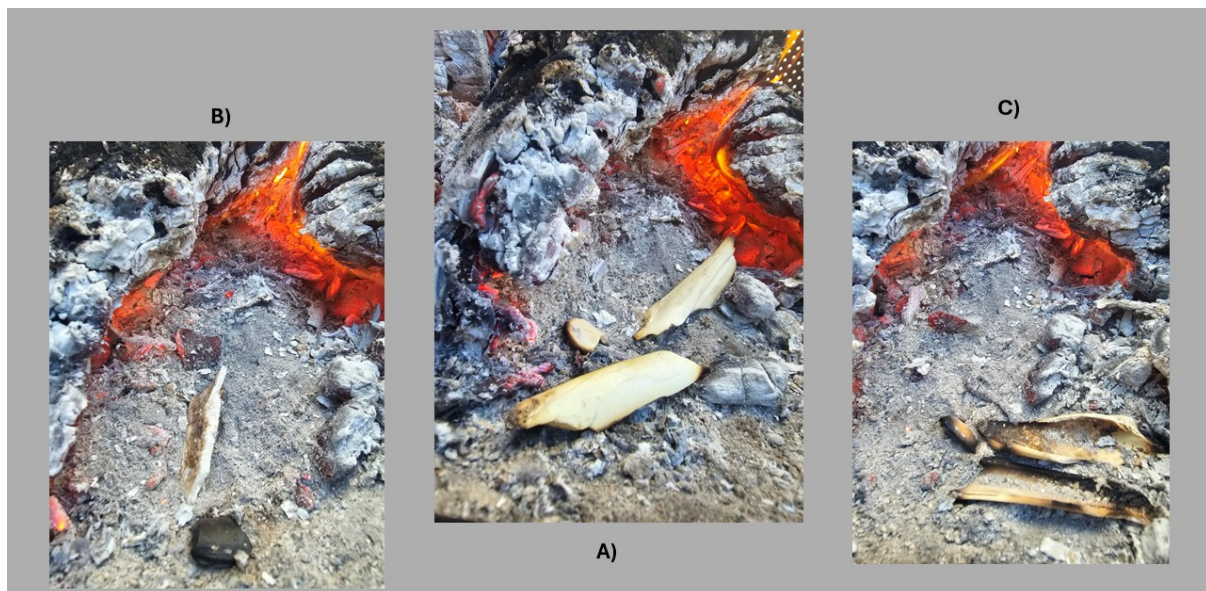


Fig. 46: Esta lámina de 3 imágenes muestra la última fase de la práctica experimental, el quemado de fragmentos óseos tras su desecho. Se han dejado durante distintos intervalos de tiempo en el mismo fuego con el fin de observar si existe alguna diferencia superficial en estos tras la acción térmica.

Una vez concluido el proyecto, que se desarrolló a lo largo de tres días y contó con la participación de 11 individuos, se obtuvo un registro de materiales en forma de colección referencial experimental, conformada por 27 restos óseos y 29 líticos. Este registro se someterá a un estudio y análisis en el laboratorio, con el objetivo de obtener una colección referencial morfo-tecnológica y traceológica. Gracias al cual se aborde la posibilidad de establecer relaciones entre las técnicas, métodos y huellas presentes en la colección arqueológica del Molí del Salt. Esta última fase relacionada con el análisis y estudio en el laboratorio de los materiales obtenidos tras la experimentación es descrita en el siguiente apartado.

3.2.6. Análisis y estudio de los materiales obtenidos tras la experimentación (Grupo C)

Una vez concluida la fase práctica del proyecto experimental MECIO, se procedió a trasladar los materiales obtenidos al laboratorio para su posterior estudio y análisis. La metodología empleada para el análisis de dichos materiales se asemeja en parte a la utilizada en el estudio de los materiales del grupo A y B. En primer lugar, se abordará la fotografía profesional a escala de cada una de las dos caras de los elementos (ventral y dorsal) y de ambos perfiles (derecho e izquierdo), garantizando una representación equitativa del elemento completo en sus 3 dimensiones. Tras ello, se ha llevado a cabo una observación macroscópica, en la que se ha realizado un análisis diacrítico de cada uno de los elementos de manera individual. Parte de este análisis ya había sido realizado con anterioridad, incluso al desarrollo práctico de la experimental, que tuvo lugar durante la captación y preparación de los recursos y materiales de trabajo y estudio para el proyecto. El presente estudio se centra en la relevancia de avanzar en la fase de análisis de los restos, lo que permite pasar directamente al estudio traceológico de los mismos. Este análisis se lleva a cabo mediante el uso de la lupa binocular, que permite afianzar las zonas de interés en la superficie del hueso. Una vez realizada la observación y tras proceder a la anotación de los datos observados en el correspondiente cuaderno de dibujo, se procedió al empleo del microscopio Hirox, mediante el cual se realizaron observaciones más en profundidad y concretas sobre las zonas previamente marcadas. Estas áreas de contacto entre hueso y lítica, definidas como la porción del hueso que fue objeto de intervención tecnológica, representan la ubicación predilecta donde se espera que se observen las marcas o huellas de trabajo resultantes del proceso de manufactura o confección de un instrumento óseo. El procedimiento metodológico implementado consistió en la observación detallada y fotografía microscópica de cada una de las partes de interés a diferentes aumentos, con el propósito de obtener una imagen clara y precisa de la estructura y composición de las mismas, para así poder crear una especie de distinción entre las mismas y encontrar patrones de semejanza con lo observado en el registro arqueológico del Molí del Salt. En primera instancia, se procedió a la observación de los restos a una magnitud de 35x, lo que resultó en la obtención de imágenes bidimensionales y tridimensionales mediante la implementación de la técnica de Tilling o Stitching. De este modo, se obtiene un modelo tridimensional del área completa de la superficie del hueso, lo que permite trabajar y comparar con otros restos. Este modelo 3D presenta un aumento y una resolución mayores que los que puede alcanzar la simple vista humana. Una vez se obtuvo la primera imagen, se procedió a examinar las áreas de mayor relevancia utilizando tanto imágenes bidimensionales como tridimensionales, con aumentos que oscilaron entre 50x y 700x, dependiendo de las circunstancias. En concordancia

con los principios anteriormente establecidos, se implementó la metodología que implica la utilización de la luz polarizada u oblicua para la observación detallada de la morfología de los surcos o marcas superficiales generadas como resultado de la acción tecnológica. Gracias a ello se llevó a cabo un análisis comparativo entre las marcas identificadas y los datos registrados durante la experimentación. El cual permitió observar la morfología de las marcas junto con el ángulo y profundidad de los surcos. Este proceso de cotejo permitió examinar aspectos relevantes como la técnica empleada, el tipo de herramienta utilizada, la dirección y la orientación del movimiento. En el presente estudio se aborda la posibilidad de establecer un vínculo entre la morfología de los surcos (huellas/trazas de trabajo) y el procedimiento tecnológico aplicado (técnica, estado del hueso, tipo de herramienta y material de trabajo, orientación y dirección del movimiento). La posibilidad de establecer dichos vínculos permite esbozar una tipología de catálogo referencial de trazas que recoja la relación entre materias primas, acciones y artesanos. En el que se establezca de forma independiente la naturaleza particular de cada acción, junto con las condiciones inherentes a la materia objeto de estudio y las del sujeto que la elaboró. De este modo, se plantea la posibilidad de realizar un cotejo entre esta colección referencial de imágenes con las obtenidas de restos arqueológicos, mediante el empleo del mismo microscopio bajo las mismas condiciones. Pudiendo esto acercarnos a la posibilidad de determinar si el fragmentos de hueso que estamos observando presenta trazas que puedan atribuirse a una acción ligada a la manufactura de la industria ósea.

3.2.7. Comparación de los estudios morfo-tecnológicos y traceológicos de los tres conjuntos estudiados

Una vez realizado el consiguiente análisis y estudio individual de cada uno de los tres grupos de estudios (A, B y C), se procedió a la evaluación de la colección de restos de industria ósea del Molí del Salt, el grupo de restos faunísticos del mismo emplazamiento y el conjunto referencial de materiales experimentales. En el ámbito de la investigación científica, se plantea la posibilidad de realizar una comparación entre las observaciones realizadas en cada uno de los casos estudiados. Este proceso de comparación permite la obtención de datos que pueden ser contrastados y analizados en profundidad, lo que contribuye a una mejor comprensión de los fenómenos observados. En última instancia, los hallazgos de este estudio se derivan de una meticulosa comparación entre los tres grupos analizados, constituyendo así los resultados de la investigación realizada. Como se ha expuesto en investigaciones previas, existe una interdependencia entre los elementos en cuestión. La ausencia de uno de ellos compromete la capacidad de realizar un estudio y análisis rigurosos de los demás. Esta

circunstancia no implica la agrupación de los restos observados en ellos en un mismo grupo, puesto que poseen un origen distinto y pertenecen a un campo diferente de estudio. No obstante, la información recabada tras el análisis puede ser cotejada y compendiada en un resultado colectivo para la investigación.

En primera instancia gracias a un primer análisis diacrítico de cada uno de los elementos por separado se puede proceder a un posterior análisis e interpretación morfológica. Suplementada por un análisis tecnológico de los mismos tras el estudio de las trazas técnicas en los restos. Conocer el procedimiento técnico detrás del origen de un resto arqueológico implica y necesita a su vez al estudio morfológico, con el propósito de esclarecer los factores que han contribuido a la configuración de la forma final observada. Por lo tanto, el análisis morfo-tecnológico es una herramienta que permite recopilar una gran cantidad de datos relevantes. Estos datos abarcan desde las características anatómicas básicas del elemento óseo hasta el grado de complejidad técnica en la manufactura de un artefacto y todos los procesos involucrados en la cadena operativa de cada elemento. Por consiguiente, es imperativo reconstruir la vida del fragmento analizado desde su estado original como una porción anatómica integral del esqueleto hasta su posterior degradación durante el proceso de fosilización, considerando su propia modificación en relación con su elaboración como un instrumento, artefacto o herramienta, o bien, tras su uso, rotura y desecho. En el caso del proyecto en cuestión, se ha abordado la problemática de intentar construir la cadena operativa de cada uno de los fragmentos analizados, con el objetivo de determinar su pertenencia a una actividad ligada a la industria ósea, a la tecnología, al hogar, a la cultura o a la caza, entre otras. Para abordar esta cuestión, se ha procedido a la agrupación de los distintos fragmentos de acuerdo con su morfología, estableciendo diversos grupos que comprenden varillas, tubos, segmentos, lascas, piezas puntiagudas o apuntadas, elementos biselados, sujetos perforados y otros. Esta morfología la hemos cotejado con las posibles técnicas y métodos empleados para dar origen a tal forma en el hueso base (matriz natural) a modo de núcleo o bloque de trabajo mediante debitage o faconnage. Así el objetivo ha sido recrear el momento de la cadena operativa ósea al que puede pertenecer cada elemento y corroborar con ello la atribución de este al conjunto de industria ósea del yacimiento. Para ello nos hemos apoyado en el conjunto experimental con el fin de esclarecer la relación entre técnica o método empleado y forma obtenida, teniendo igualmente en cuenta otros factores externos como las cualidades físicas o mentales del artesano o de la propia materia de trabajo. De tal manera hemos recreado mediante el análisis y dibujos las posibles cadenas operativas a las que cada elemento se sujeta y al momento dentro de esta. Con la intención de conocer la relación del conjunto de

industria ósea del yacimiento del Molí del Salt con las estrategias de adaptación y supervivencia del grupo. Al igual que desdibujar posibles patrones culturales, sociales y económicos.

Como resultado de un análisis colaborativo realizado sobre los tres grupos de restos (A, B y C), se ha logrado comprender y definir las marcas observadas en la superficie de los restos a nivel microscópico. Se plantea la posibilidad de establecer un origen y una razón para estas, así como de determinar el porqué de su aparición y la acción a la que están ligadas. Para ello ha sido necesario un estudio individual de cada uno de los grupos, realizado en su mayoría mediante el análisis microscópico con el Hirox, quien nos ha permitido obtener fotos bidimensionales y tridimensionales de alta resolución y a un gran número de aumentos sobre las superficies de interés. En estas, se han observado surcos o cualquier otra traza que haya despertado un interés en nuestro análisis. La generación de un repositorio visual, que comprende fotografías y modelos tridimensionales de cada uno de los conjuntos, ha facilitado la posterior observación y búsqueda de similitudes entre los distintos elementos. Este cotejo ha permitido familiarizarse y agrupar restos en función de una actividad o uso determinado y bajo unas condiciones específicas.

El análisis traceológico ha permitido la obtención de un catálogo de restos de huellas y trazas sobre hueso, a nivel microscópico. En consecuencia, se evidencia la viabilidad de medir y cuantificar parámetros observados que puedan corroborar la acción antrópica intencionada con un fin tecnológico. En suma, el análisis efectuado ha posibilitado la determinación del origen antrópico asociado a la actividad tecnológica inherente a la manufactura de elementos de industria ósea de los restos arqueológicos objeto de estudio. En concordancia con lo anteriormente expuesto, se ha brindado la posibilidad de determinar la acción ejercida sobre cada resto, así como la huella resultante de dicha acción. En complemento a lo anteriormente mencionado, el estudio morfo-tecnológico ha permitido determinar la posible técnica y el método empleados. Esto nos ha otorgado la posibilidad de comprender el primer grupo de restos estudiado, el atribuido a la colección de industria ósea del Molí del Salt. Determinando sobre estos si realmente la presencia de surcos o marcos en su superficie están ligados a una actividad antrópica intencionado con un fin tecnológico o bien su origen se debe a otro factor tafonómico. De igual modo dicha determinación es crucial para establecer cualquier interpretación de los datos obtenidos, ya que en sí es la llave que responde a las cuestiones obtenidas tras observar cada elemento estudiado. Al fin y al cabo nuestro objetivo no es solo determinar que los restos analizados correspondan a un grupo de industria ósea, sino también

interpretarlos con el fin de responder a cuestiones mayores relacionadas con el estilo de vida de los grupos de cazadores-recolectores que poblaron el área definida hoy como el yacimiento arqueológico del Molí del Salt. Y a su misma vez poder determinar las relaciones sociales, culturales y económicas de estos en relación a las condiciones climáticas de la época y la adaptación a los cambios en el clima. Pero para ello es imprescindible conocer el origen y función de la industria ósea, la cual actúa como un vector entre la fauna y la lítica y entre humano y medio ambiente. Ya que el confeccionamiento de esta es un proceso complejo que implica un desarrollado grado cultural transmitido a modo de conocimiento generacional y tenencia regional adaptada a las condiciones y tradiciones del grupo.

3.2.8. Interpretación de los datos obtenidos y puesta en valor de los resultados a modo de interpretaciones

Tras haber realizado todos los análisis individuales de cada uno de los grupos de materiales de estudio (grupo A, grupo B y grupo C) y posteriormente haber comparado y analizado los resultados obtenidos en cada uno de estos ha sido finalmente posible sacar en clave una serie de resultados generales e interpretaciones en acuerdo con la respuesta a nuestra pregunta general de investigación: «¿Es posible determinar mediante un análisis morfo-tecnológico y experimental-traceológico el origen y modificación antrópica de los fragmentos de hueso, asta, cuerno, diente o malacofauna, encontrados en los yacimientos arqueológicos del Paleolítico superior y Mesolítico, con el fin de producir una herramienta o útil con una función concreta y para la cual es necesario el esbozo de una cadena operativa (naturaleza, técnica, método, función y deterioro) determinada?», objetivos en la que se basa el proyecto, a la vez que aporten claridad o respuesta a los objetivos igualmente planteados con anterioridad en el apartado 3 de este trabajo. Ejemplo de estos objetivos generales a los que se les ha aportado una nueva ventana de respuesta son cuestiones como la posibilidad de proponer nuevas estrategias de supervivencia y adaptación de los grupos humanos que habitaron el espacio comprendido del actual yacimiento arqueológico del Molí del Salt, en relación a las condiciones ambientales y climáticas bajo posibles estrategias o comportamientos económicos-culturales. De igual modo se ha aportado una nueva perspectiva al marco teórico-hipotético general sobre cómo era la situación y el comportamiento de los grupos de cazadores-recolectores de la cuenca del Mediterráneo occidental durante la transición del Pleistoceno al Holoceno, en relación con la adaptación de estos grupos a los grandes cambios climáticos que experimentó el planeta y el entorno en el que vivían. Esto ha sido posible gracias a la aplicación de análisis morfo-tecnológicos, experimentales y traceológicos a la colección de restos arqueológicos del yacimiento del Molí del Salt.

No obstante, los resultados obtenidos responden en medida únicamente al caso de un yacimiento arqueológico y por ende las interpretaciones se ven limitadas a ello, a la hora de integrarse en un marco o contexto general global. En consecuencia, en los apartados subsiguientes, se impone la necesidad de circunscribir las interpretaciones en un marco de objetividad, abarcando un pensamiento o habla global exclusivamente en función de los resultados obtenidos en la investigación. Dado que la interpretación de dicho carácter requiere de un estudio exhaustivo, resulta imperativo examinar colecciones arqueológicas de otros yacimientos que se enmarquen en un contexto crono-cultural análogo al del Molí del Salt. Posteriormente, se podrán comparar los resultados obtenidos en este estudio con los derivados de la investigación de dichos yacimientos. Durante el desarrollo de este trabajo, se ha advertido la presencia de dicho inconveniente y se ha planteado la necesidad de establecer contacto con directores de yacimientos de cronologías similares en áreas próximas al yacimiento estudiado, como es el caso del yacimiento de Les Conques. El yacimiento arqueológico, ubicado en la región francesa de Occitania, próxima a los Pirineos Orientales, ha sido atribuido y datado al Paleolítico Superior Final y a los grupos magdalenenses. Su localización, al otro lado de la cordillera montañosa, en la región cercana a los Pirineos Orientales, permite establecer una correlación con los contextos culturales y geográficos de la época. En concordancia con lo anteriormente expuesto, se han observado yacimientos de la península con cronologías similares que presentan en sus hallazgos restos de industria ósea con una morfología tecnológica comparable a la observada en el conjunto estudiado del Molí del Salt. Ejemplos de ello son la Cueva de Nerja, en Málaga, y la Cova del Parpalló, en Gandía. Por consiguiente, se formula el presente estudio comparativo de yacimientos, tales como los anteriormente mencionados, con los resultados obtenidos tras la investigación del yacimiento del Molí del Salt. Este último se presenta como un futuro incentivo de investigación que podría brindarnos respuestas sobre un marco cronocultural más global o, en su defecto, regional, pero no individual de un único espacio. Por lo tanto, es crucial reconocer que nuestra labor constituye únicamente un fragmento del rompecabezas que revela el comportamiento humano durante el período Paleolítico tardío, en relación con la capacidad de adaptación al entorno ecológico, la herencia cultural de los grupos humanos, así como sus estrategias económicas, tecnológicas y políticas para garantizar su supervivencia. En el ámbito de la investigación científica, resulta inviable pretender responder a grandes cuestiones generales, tales como los eventos que tuvieron lugar durante el período de transición entre el Pleistoceno y el Holoceno, o las modificaciones efectuadas por los grupos humanos en su cultura material durante el Paleolítico, en lo que respecta a su adaptación a

nuevas condiciones climáticas y a un entorno caracterizado por una diversidad de especies y características. No obstante, es posible responder a pequeña escala regional a estas preguntas y trazar un marco espacial y crono-cultural que puede presentar algunos de sus patrones repetidos en otras regiones de la cuenca mediterránea. En el ámbito de la investigación, estos hallazgos pueden ser objeto de observación por parte de otros investigadores, estudios y proyectos en el futuro. El propósito de esta observación es esbozar, en un futuro próximo, una línea general o lo más global posible en relación con la evolución humana en los aspectos socioeconómicos y culturales. Este esbozo se llevará a cabo en función de la adaptación al medio y sus cambios. Es por ello que en el apartado siguiente donde se detallan los resultados e interpretaciones debemos intentar mantener una línea de discurso que no pretenda abarcar grandes marcos contextuales en relación a espacio o tiempo y limitarnos a nosotros mismos a aportar una serie de datos de la manera más clara posible sobre lo que ocurre en el yacimiento arqueológico del Molí del Salt en relación a la industria ósea y como esta puede ayudar a responder cuestiones ligadas con las estrategias de supervivencia de los grupos humanos que poblaron este espacio en general. Estrategias dentro de las cuales podemos encontrar la tendencia o tradición tecnológica y cultural del grupo en concordancia la tecnología ósea con la lítica y las condiciones ambientales del entorno; los sistemas de caza y recolección usados por el grupo; o incluso actividades del hogar que puedan dibujarnos como era el carácter social de estos grupos. De dicha manera expondremos en primera instancia los resultados generales obtenidos tras haber realizado los análisis y estudios individuales de cada grupo y posteriormente haberlos cotejado y nuevamente observado bajo una visión general ampliada. Para posteriormente plantear las interpretaciones obtenidas tras el estudio y trabajo general realizado en concordancia con el yacimiento del Molí del Salt y la colección referencial de restos obtenida tras el proyecto experimental. Centrándose las interpretaciones finales, en lo referido a este yacimiento arqueológico en función de la industria lítica en relación a los otros materiales/restos que aparecen en el yacimiento (fauna, lítica. arte...); y por otro lado en el ámbito general de la tecnología ósea, donde se implemente al estudio de la industria ósea global la idea de análisis morfo-tecnológicos en suma con análisis experimentales y traceológicos, con el fin de dejar de lado en parte la tradición y a veces insistencia en los análisis o catálogos morfo-tipológicos o simplemente tipológicos, sin una base fehaciente a esto y sin contar con la conciencia presente de estar realizando análogos de cómo interpretamos en el presente un objeto dando por hecho que debía ser su uso o empleo similar en el pasado. Para esto último, no únicamente es necesario los anteriormente e implementados análisis morfo-tecnológicos, experimentales y traceológicos, sino que también es necesario

estudios etnográficos, antropológicos, sedimentológicos, líticos, faunísticos, tafonómicos, un gran etcétera. Lo que una vez más pone en manifiesto la interdisciplinariedad necesaria que debe haber tras el poder establecer una teoría general aplicable al marco global del planeta y la evolución humana en concordancia a su supervivencia en este. Es por ello que tanto en este trabajo como en otros hacemos hincapié en resaltar que proponemos hipótesis que pueden ser verificadas en el momento pero al igual pueden ser invalidadas o complementadas tras nuevas investigaciones y análisis futuros. Lo cual debe eliminar toda chispa de ego en nuestro escrito y dejar en todo momento la línea de investigación científica abierta a cambios y mejoras.

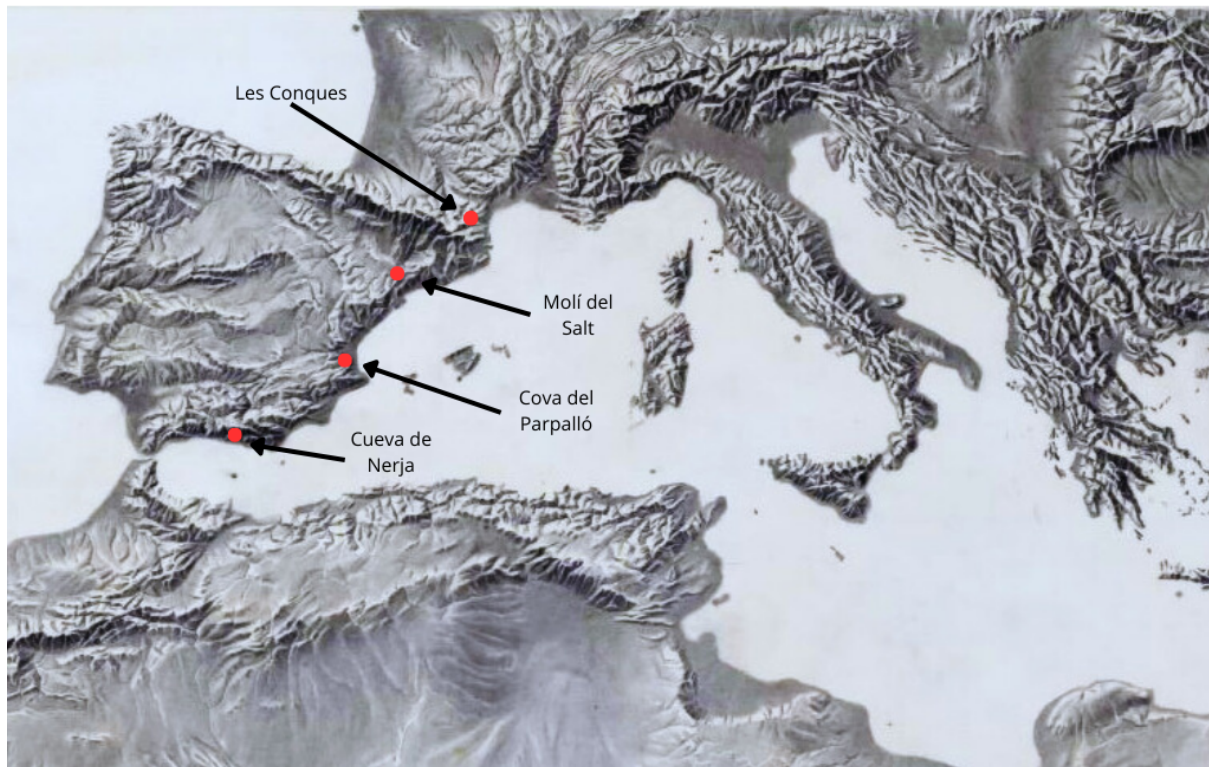


Fig. 47: Mapa a relieve de la cuenca del Mediterráneo Occidental en el que se expone la ubicación de los yacimientos arqueológicos del Paleolítico Superior de la Cueva de Nerja, Cova del Parpalló y Molí del Salt, situados en la Península Ibérica; y el yacimiento de Les Conques en la región del Pirineo francés.

4. RESULTADOS

El propio texto a modo de preámbulo nos ha venido marcando un camino multidisciplinar en son de responder a diversos objetivos. Por ello mismo, nuestro trabajo nos ha aportado más de un resultado. Cada uno adscrito a un método diferente de actuación sobre los distintos materiales de estudio. Así, vamos a enumerar a continuación cada uno de los resultados obtenidos de manera individual en la aplicación de cada análisis y/o estudio. Continuamos con el resultado final que responde a nuestra pregunta de investigación principal, que engloba

a su vez la necesidad de esos resultados previamente obtenidos para poder llegar a responder esta.

Junto a expertos tafónomos se ha estudiado algunos de los restos de macrofauna del Molí del Salt, entre los que se ha podido identificar distintas acciones tafonómicas que afectado al estado del resto óseo desde su deposición hace más de 10.000 años hasta el presente (véase en la figura 48). De tal manera hemos podido aplicar esta observación al conjunto de materiales atribuidos a la industria ósea del propio yacimiento. Así hemos podido generar un primer sesgo entre los materiales que presenten modificaciones antrópicas o no Reduciendo esto en gran medida el número de piezas atribuidas a la industria ósea. Del mismo modo, con este estudio podemos conocer mejor las condiciones sedimentológicas del yacimiento y como los restos se han preservado y conservado en este hasta el presente. Haciéndose posible la enumeración de los tres principales agentes tafonómicos que actúan sobre los restos de fauna, a la vez que descartar la acción de otros agentes como el agua y el pulido por el arroyo o transporte de materias por esta. Podemos así mencionar la presencia de alteraciones morfológicas y anatómicas en el estado original de los huesos del yacimiento, originadas por la acción de componentes elementales como el hierro el cual produce oxidación y por ende pigmentación en la capa externa de los restos óseos (fig. 48, imagen C y D); la acción de elementos orgánicos como raíces, las cuales modifican la superficie o corteza del hueso creando acanaladuras sobre esta o aportando un color más oscuro (fig.48, imagen A); y la acción de carnívoros, como perros, quienes tras un masticado del hueso pueden producir sobre este la propia corrosión del mismo por las enzimas de su saliva y la aparición de orificios (cápsulas) en la misma estructura externa del hueso (fig. 48, imagen B). Cabe destacar la presencia de un agente que únicamente hemos podido identificar en nuestro estudio en un resto óseo, pero cuyo protagonismo es supremo frente a cualquier otro animal. La presencia de conejo en toda la secuencia estratigráfica del yacimiento es abrumadora, dado que incluso en la industria ósea dejaron su huella. En la Fig. 49 podemos observar la presencia de marcas longitudinales a lo largo del eje axial de la pieza, interrumpidas en el extremo distal de ésta por una superposición de pequeñas marcas transversales, atribuidas a la marca de roedores. Quizá no fue un conejo y fue cualquier otro roedor como una musaraña o ratón. Pero lo que sí queda evidente es que en este caso dicho animal actúa sobre el resto óseo una vez este ya había sido manufacturado y muy probablemente desechado o abandonado tras su uso o rotura.

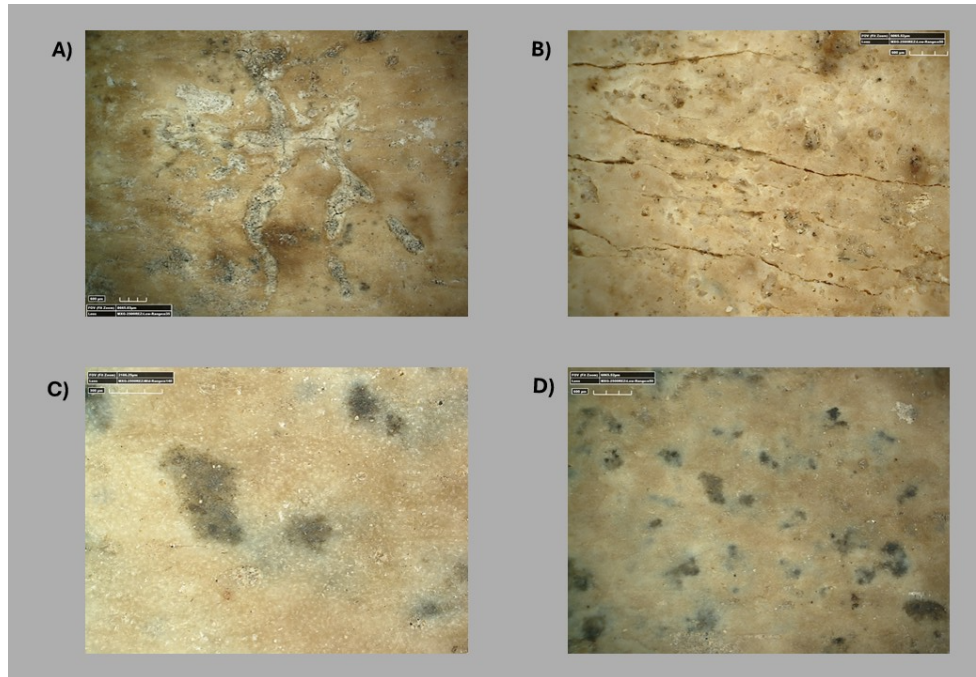


Fig. 48: Fotografías tomadas mediante el empleo del microscopio digital 3D Hirox de la superficie de distintos huesos procedentes de los diferentes niveles estratigráficos del yacimiento del Molí del Salt. En estas fotografías se puede observar la degradación del estado original de la superficie del hueso tras la acción de un agente externo sobre esta. En la fotografía A) podemos observar la huella dejada en la superficie por la acción de raíces, las cuales tras su muerte y degradación desaparecen pero no sin dejar marca de ello. En la fotografía B) se observa la agrietación de la superficie del hueso, la cual ha podido ser producida por diferentes sucesos, como la propia presión de un animal al caminar sobre este, una vez el mismo ya enterrado; acompañada de una deformación de la superficie lisa del hueso originada, a modo de surcos y agujeros, originados por la acción de masticamiento de un animal, como un perro, el cual tras ello deja esos agujeros denominados cápsulas, a su vez elementos químicos de la saliva de este corroen el estado original del hueso. Tanto la foto C) como la D) corresponden al mismo hueso, el cual ha sufrido la acción de elementos químicos como el hierro, produciendo en determinadas partes de la superficie de este una oxidación, la cual ha producido el moteado o manchas negras que se observan.

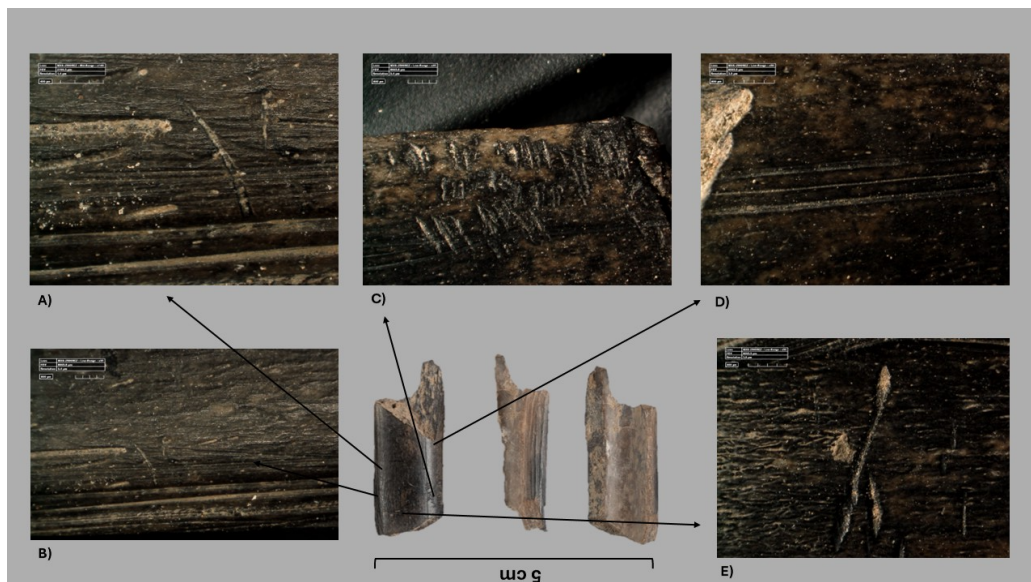


Fig. 49: Grupo de imágenes correspondientes al estudio de la pieza MS22_99 procedente del nivel B2 y el cuadro D34. En estas se expone la presencia de marcas longitudinales, transversales y oblicuas observada sobre la superficie del resto óseo. En la imagen A) se observan marcas transversales sobre las líneas longitudinales (overcrossing recoupment) a una magnificación de 140x en una lente de Middle Range. En la imagen B) se observa un grupo de líneas longitudinales paralelas (overcovering recouvrement) que recubren la superficie del hueso con una lente de Low Range a 35x aumentos. En la imagen C) se observa la presencia de marcas de roedor que recubren las marcas antrópicas longitudinales solapando sobre estas a un aumento de 35x en una lente de Low Range. En la imagen D) se observa nuevamente un patrón de líneas longitudinales paralelas bajo una lente de Low Range a 35x aumentos. Finalmente la imagen E) muestra la presencia de una línea extra individual, transversal al eje de la pieza (Amenagement framing) observada con una lente de Low Range a 35x aumentos.

Ligado a este estudio, para una mejor comprensión de la estructura externa de los restos faunísticos del Molí del Salt, ha sido necesario la observación de restos de fauna los cuales no han sufrido una gran alteración en su superficie, habiendo ocurrido de manera natural y armónica el proceso de fosilización. Así hemos creado una base visual de los estados naturales de los restos óseos, procedentes de los distintos niveles estratigráficos, que no hayan sufrido una alteración superficial (véase en la figura 50). Dicho resultado cumple una doble finalidad. La primera, conocer y hacer la vista al material óseo no alterado ni modificado. Y la segunda, poder contrastar estas imágenes y restos con las tomadas sobre aquellos atribuidos al conjunto de industria ósea, los cuales presentan una disposición estructural distinta en su superficie.

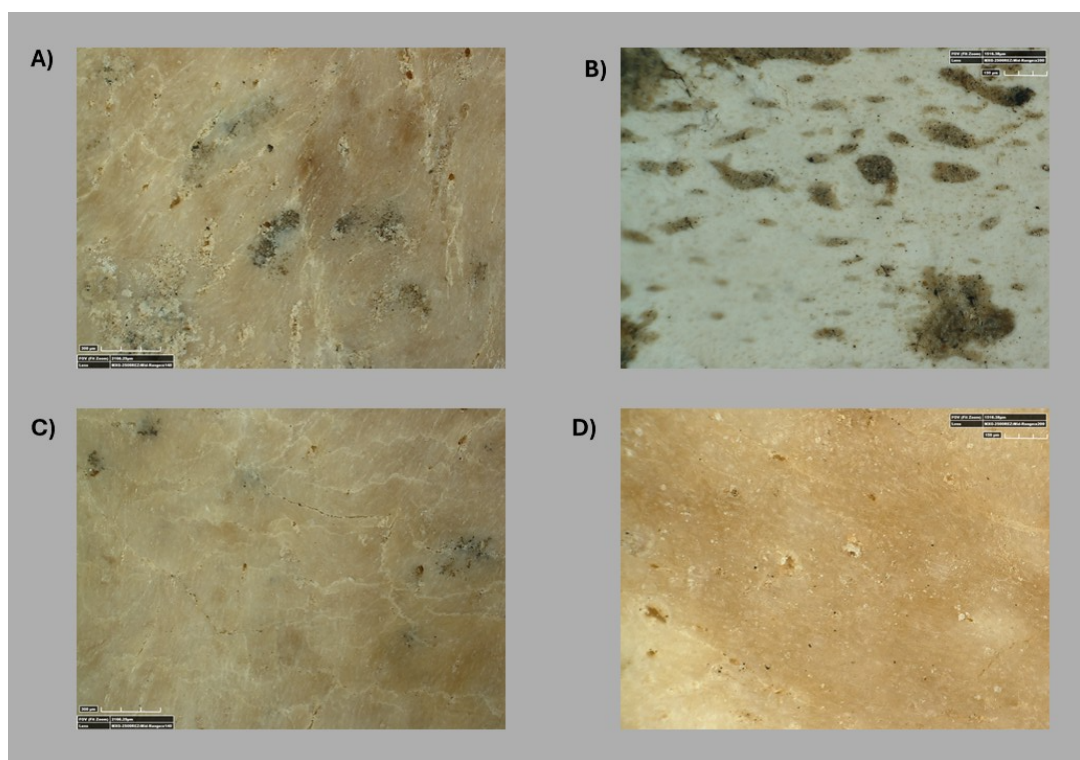


Fig. 50: Fotografías tomadas mediante el empleo del microscopio digital 3D Hirox de la superficie de distintos huesos procedentes del nivel estratigráfico Asup del yacimiento del Molí del Salt. En estas se pueden observar la superficie de cuatros huesos distintos los cuales no presentan una modificación o alteración en su estructura básica. La imagen A) se trata de un fragmento de hueso del nivel Asup y el cuadro A35, realizada con una lente de Middle Range a una magnificación de 140x. La imagen B) corresponde a un fragmento de hueso del nivel Asup y el cuadro E36, fotografiado con una lente de Middle Range a 200x magnificaciones. La imagen C) corresponde a un hueso del nivel Asup y el cuadro B35, fotografiado con una lente de Low Range a 50x magnificaciones. La imagen D) corresponde a un hueso procedente del nivel Asup y el cuadro E33, fotografiado con una lente de Middle Range a una magnificación de 400x.

Una vez preparada una base visual sobre la estructura natural de los restos de fauna que aparecen en el yacimiento, junto con un guión tafonómico de las posibles alteraciones que pueden sufrir los restos, es posible entrar profundidad a observar y analizar los restos de fauna atribuidos al conjunto de industria ósea en el yacimiento del Molí del Salt. Así en primera instancia tras la observación de las piezas mediante la lupa binocular se pudieron seleccionar las áreas de la superficie del resto de interés. Es decir, aquellas zonas donde la presencia

antrópica es marcada por estigmas que alteran o modelan el contorno de la pieza. Tras ello mediante el empleo del microscopio digital 3D Hirox se pudieron obtener fotografías en 2D y modelos 3D de estas áreas de un precedente interés antrópico (véase en la figura 51). No obstante, esta observación microscópica actuó como un previo análisis de identificación tecnológica, en el cual se profundiza en la observación y registro de dichas marcas relacionadas con una posible acción antrópica de carácter tecnológico. Sin embargo, realizar dicho análisis tecnológico, únicamente observando los patrones de modificación superficial de las piezas, nos resultaba imposible. No por ello este primer estudio pierde importancia, todo lo contrario. Nos permite recoger una base de huellas y/o marcas que aparecen distribuidas en diferentes patrones a lo largo de los huesos identificados como industria ósea previamente.

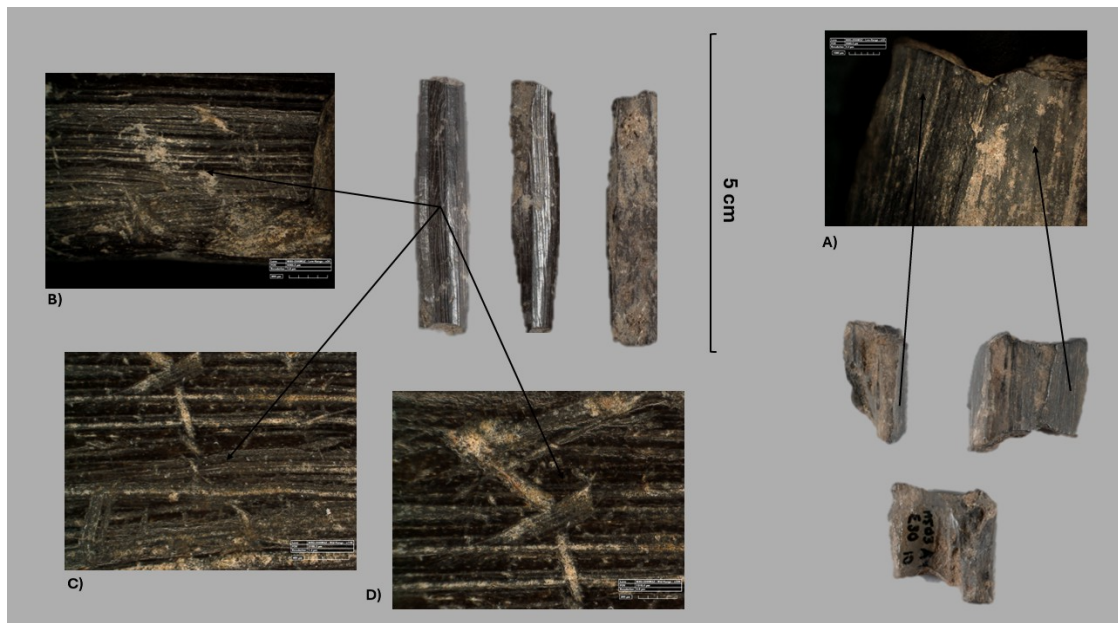


Fig. 51: En la imagen se expone un conjunto de fotografías tomadas mediante el empleo del microscopio digital 3D Hirox de dos fragmentos óseos de color negrizo procedentes de la colección de industria ósea del yacimiento arqueológico del Moli del Salt. Las fotografías en sí resaltan la presencia de marcas longitudinales, transversales y oblicuas a modo de surcos superficiales en la estructura del resto óseo. La imagen A) corresponde a un conjunto de líneas longitudinales-paralelas al eje anatómico de la pieza observadas mediante una lente de Low Range a 35x magnificaciones. Por otro lado la imagen B, C y D corresponden al mismo grupo de marcas longitudinales-paralelas, intencionadas por líneas oblicuas y transversales de un carácter más irregular, observadas a diferentes aumentos. En el caso de la imagen B) se ha empleado una lente de Low Range a 50x magnificaciones; en la imagen C) se ha empleado una lente Middle Range a 140x aumentos; y la imagen D) es tomada por una lente Middle Range a 200x aumentos.

Durante dicho estudio hemos podido notar que las marcas superficiales son más notables en aquellos restos de fauna que han sido modificados térmicamente, es decir, sufrido la acción del calor y fuego, ya bien por quemado o calentado. En estos la observación de cicatrices, estrías, redondeos de bordes, alisados, pulidos y biselados se da con mayor facilidad y claridad que en aquellos restos que presentan un color blanquecino o marrón claro/amarillento. Es por ello que para estos elementos menos visibles hemos implementado

distintas herramientas de observación, como el caso de la luz polarizada (Fig 52) y los mapas/modelos 3D de calor y altura (Fig. 52). Gracias a esta aplicación ha sido posible la visualización de marcas que previamente no existían a nuestra vista. Del mismo modo que ha posibilitado la identificación de superficies alteradas, las cuales previamente parecían lisas y no modificadas. Este tipo de análisis microscópico nos permite realizar una medición topográfica del resto, con la cual poder medir distancias, ángulos, volúmenes y rugosidad de la superficie del mismo. Así se puede interpretar la presencia de modificaciones superficiales, observadas desde diferentes aplicaciones técnicas, con el fin de determinar una acción antrópica sobre el resto. En el caso del resto presentado en la fig 56 hemos podido efectuar un análisis de carácter tafonómico en la observación e interpretación de las marcas y alteración superficial de este. En el mismo se ha podido diagnosticar la presencia de surcos y/o acanaladuras superficiales poco profundas (véase en la aplicación de técnicas de medición topográfica como el mapa de calor y el perfil vectorizado en las imágenes C y D de la lámina de la izquierda) junto con la presencia de pequeños cráteres interpretados como cúpulas originadas por la acción de masticación de un carnívoro. Dicha presencia de cúpulas relacionaría tanto las marcas lineales como el brillo superficial de la pieza con la acción de un carnívoro y no de un humano. Siendo los surcos y/o acanaladuras originados por la incisión sobre la superficie del hueso por medio de los dientes del animal (incisivos y caninos); y el brillo perlado causa de la fricción de la corteza del hueso con el esmalte de los dientes, lo que por abrasión daría este aspecto o pátina a la superficie del hueso, comúnmente confundible con un pulido antrópico. Es aquí ejemplo de una correcta visión microscópica apoyada en el empleo de diferentes técnicas como la luz polariza y la medición topográfica de la superficie del resto óseo lo que nos permite interpretar correctamente el origen de la alteración del estado natural del hueso. Así es posible evitar la confusión entre las marcas tafonómicas y la atribución directa a una acción antrópica del resto al observar sobre este la presencia de marcas lineales como surcos y acanaladuras o de brillos perlados en su pátina.

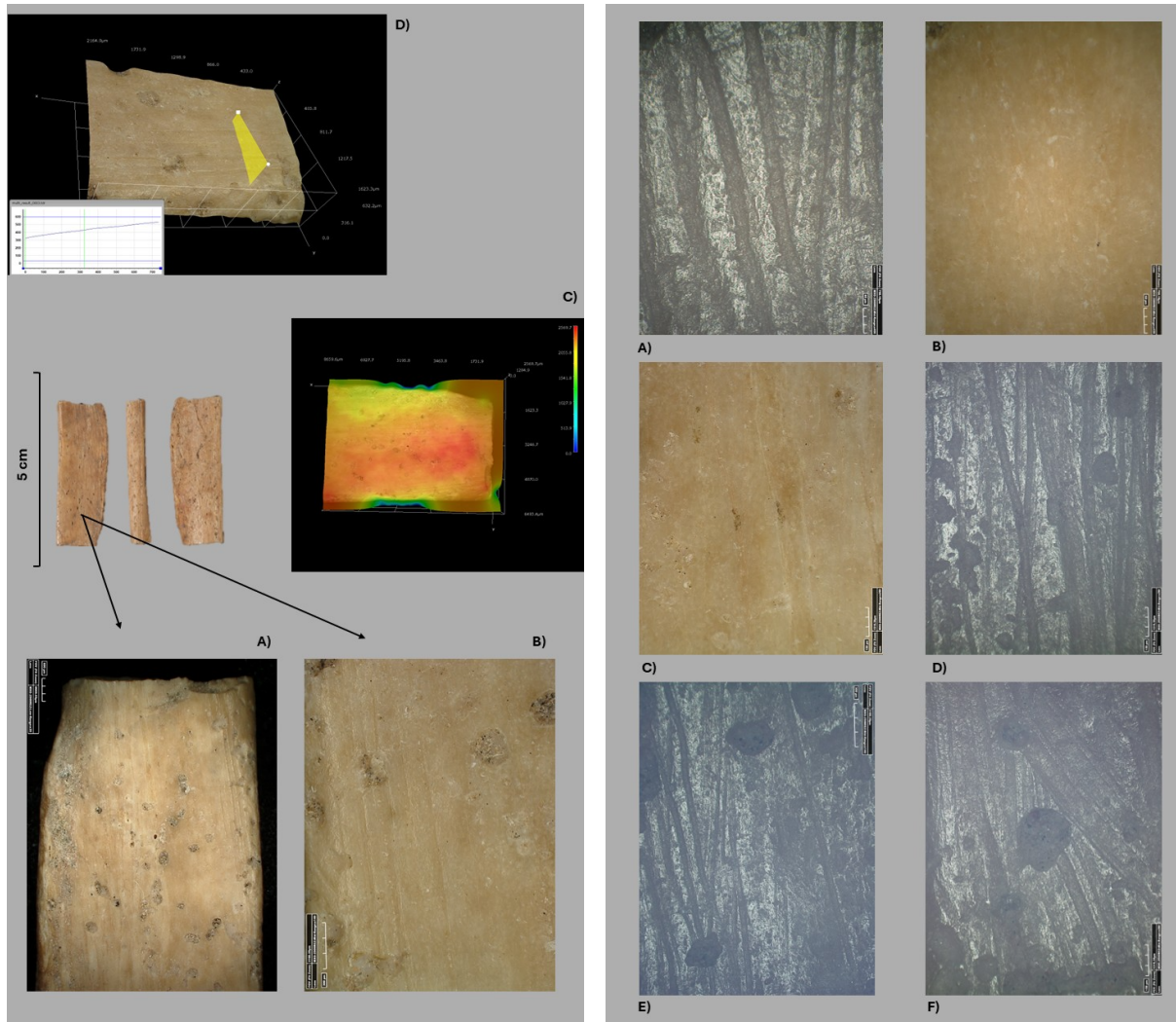


Fig. 52: Nos encontramos ante la composición de dos láminas de imágenes de un mismo hueso (MS07_423, perteneciente al nivel Asup y cuadro A35), el cual se ha fotografiado tomando empleo de distintas lentes de visión microscópica y a diferentes grados de aumento. Del mismo se ha empleado el propio uso del microscopio digital 3D Hirox para producir modelos 2D y 3D de lo observado en las imágenes, y con estos realizar análisis de perfil de profundidad y mapa de calor de altura de puntos a modo de medición topográfica. De igual modo en cuatro de las imágenes expuestas se aplica el empleo de luz polarizada con la finalidad de observar la superficie ósea sin distracción de reflejos y brillos superficiales que reflejan la luz transmitida al resto e imposibilita la captación completa del estado de su superficie alterada. Es el cómputo de estas técnicas lo que nos brinda un conjunto de imágenes que nos permite obtener un completa observación microscópica de la superficie del resto óseo y determinar si existe una alteración o modificación en esta. En la lámina de la izquierda nos encontramos con un primer grupo de imágenes (de la A a la D) enfocadas en presentar el resto óseo (cara ventral, cara dorsal y perfil izquierdo) y la superficie de este. Así en la imagen A) se expone a un aumento del 35x en una lente de Low Range el aspecto superficial de la corteza del hueso en la zona distal de este, en la que se pueden observar acanaladuras sinuosas y pequeños círculos oscuros a modo de huecos y hoyos. En la imagen B) se profundiza en la misma zona observada en la imagen A, en este caso con una lente de Middle Range a una magnificación de 140x, lo que nos posibilita observar en detalle el estado de esta superficie en la que aparecen esas acanaladuras o surcos longitudinales acompañados de pequeñas cúpulas. Por otro lado en la imagen C) se aplica el mapa de calor en base a puntos de altura en un modelo 3D, en el que se observa que la zona mesial del resto óseo presenta una superficie elevada sobre los laterales de la pieza, en este caso agudizados. En la imagen D) por su parte se ha aplicado la medición de profundamente de superficie mediante el empleo de un perfil vectorizado, gracias al cual se ha podido identificar una superficie prácticamente homogénea con una tendencia de incrementación de volumen hacia el centro axial de la pieza. Esto último tiene concordancia con lo observado en la imagen C. Por otra parte en la lámina de la izquierda nos encontramos un grupo de 6 imágenes, 3 de ellas tomadas bajo luz transmitida de manera directa y perpendicular sobre la superficie del resto óseo, y otras 3 imágenes tomadas mediante el empleo de luz polarizada. La imagen A) y B) corresponden a la misma área superficial del resto óseo, observada en ambos caso con una lente Middle Range a 400x aumentos, con la diferencia de ser observada bajo luz transmitida perpendicularmente en la imagen A y mediante luz polarizada en la imagen B. La observación conjunto de ambas imágenes nos permite vislumbrar cómo el empleo de la luz polariza nos permite observar en mayor grado de profundidad el estado de la superficie del resto óseo, y distinguir esas zonas de brillo (pulido, abrasión o limado), los surcos o acanaladuras y las oquedades. De igual modo se expone la misma actuación con la pareja de imágenes C) y D), las cuales en este caso han sido tomadas con una lente Middle Range pero a 200x grados de magnificación. Finalmente la pareja de imágenes E) y F) nos muestran la superficie presentada en la lámina anterior en la imagen B de esta, pero en este caso observada bajo una lente de Middle Range a 140x (imagen E) y 200x (imagen F) aumentos y mediante el empleo de la luz polarizada, la cual nos permite distinguir con claridad la presencia de surcos lineales con patrones longitudinales y transversales, junto con la presencia de pequeños cráteres interpretados como cápsulas de masticamiento de carnívoros.

En especial el empleo de la luz polariza nos ha ayudado a distinguir zonas pulidas o abrasadas, donde un brillo esmaltado queda en su superficie, al igual que identificar superposición de marcas lineares que a priori parecían ser solamente un simple surco sobre una superficie regularizada. Esta situación queda perfectamente expuesta en la Fig.53, donde a priori tras una primera observación y documentación microscópica del resto, su superficie parece regular y sin restos de trazas o huellas de uso sobre esta. No obstante al aplicar la observación a través de la luz polarizada desentraña un área llena de marcas longitudinales y transversales. En este mismo caso, implementamos la línea de perfil, un vector de dos puntos imaginarios que nos construye un perfil de profundidad de la superficie entre ambos puntos. En este caso, observamos que en este “perfil” apenas se ven cambios de profundidad en este, o al menos no picos muy pronunciados. Lo que a priori nos llevaría a interpretar esta como una superficie no modificada o alterada. No obstante, volviendo a la luz polarizada, es esta quien nos brinda la oportunidad de ver la verdadera morfología (estructura) de la superficie alterada del resto óseo. Así, al igual que hemos aplicado esta sobre el resto de ejemplo previamente mencionado, hemos empleado la misma como luz clarificadora al observar todos los restos de la colección de la industria ósea. Siendo de vital importancia en la identificación de alteraciones antrópicas superficiales, es especial sobre los restos de fauna de un color más blanco o amarillento. Pudiéndose identificar en cada uno de los restos agrupaciones de marcas, la orientación de la mismas y en determinados casos la superposición entre unas y otras (véase fig. 53). La superposición de marcas puede ser un factor tanto tecnológico como funcional, como residual, lo que imposibilita su clasificación directa sin el empleo de otros estudios auxiliares como un estudio experimental y/o análisis traceológico.

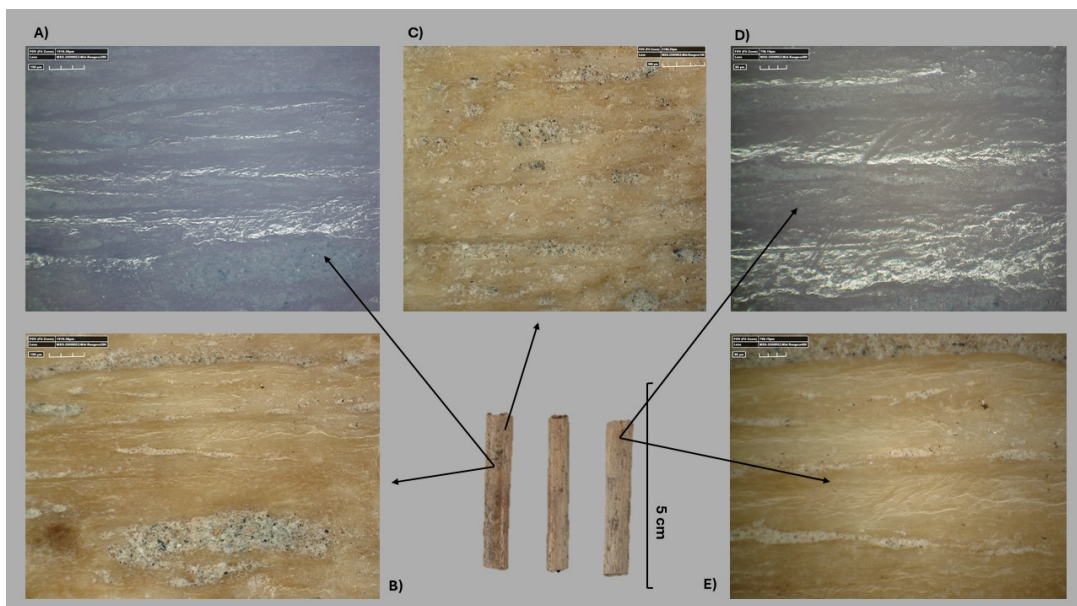


Fig. 53: Conjunto de imágenes realizadas mediante el empleo del microscopio digital 3D Hirox sobre la superficie del mismo resto óseo mediante el empleo de una lente de Middle Range a diferentes aumentos. En este caso existen dos parejas de imágenes donde se observa la misma superficie, con luz transmitida perpendicularmente y por otro lado con luz polarizada. Así en la imagen A) podemos observar la misma superficie, de la cara dorsal, que en la imagen B), mediante el empleo de luz polariza, la cual resulta la presencia de surcos superficiales en la corteza del hueso y un brillo o pulido que acompañada a las zonas rugosas de la superficie relacionadas con los surcos anteriormente mencionados, tomadas ambas imágenes a una magnificación de 200x. La imagen C) por su parte actúa sola, a modo de un área de visión aumentada mediante una magnificación de 140x, de la superficie del hueso en la que pueden observar, aunque no con nitidez, la presencia de hendiduras. La pareja de imágenes D) y E) corresponden por su parte a la observación de la cara ventral del resto óseo, mediante el empleo de luz transmitida perpendicularmente y de luz polarizada. En este caso en la imagen E) se puede vislumbrar una superficie alterada de carácter rugoso. Siendo el empleo de la luz polarizada en la imagen D) la que nos permite diagnosticar la presencia de surcos longitudinales al eje del hueso, con una superposición de marcas transversales sobre estos (overcrossing recoupment), donde ambas parecen haber dotado al resto de un pátina brillante a modo de pulido o abrasión tras la fricción de unas huellas sobre otras.

A la única conclusión que podemos llegar con este primer estudio y análisis es que el resto presenta una serie de marcas de carácter antrópico ligadas a una acción antrópica en un contexto tecnológico o funcional. Para ello, debemos observar la pieza mediante diferentes lentes y a distintos aumentos, suplementando dicha visión con técnicas de medición topográfica a nivel microscópico, como los perfiles de profundidad vectorizados en los que identificar cuando es posible la acanaladura o surco que se produce en la superficie tras una acción antrópica intencionada y repetitiva (si la acción no es repetida en un intervalo de tiempo prolongado deja surcos superficiales cuya profundidad raramente se plasma en el perfil vectorizado). O el empleo de la luz polariza, gracias a la cual podemos vislumbrar las trazas que a simple vista o por efectos ópticos de la luz y su reflexión, son invisibles a nuestros ojos. Es gracias a este cómputo de análisis y observaciones que podemos realizar una primera catalogación del material estudiado, entre aquel presenta una modificación superficial de carácter antrópico y aquel que por el contrario su superficie no aparece alterada o si lo está es por la acción de otros agentes tafonómicos que no son el humano. De por sí esta primera clasificación es compleja, pues como se muestra en las imágenes (véase Fig 54) en determinados casos las superficies del registro faunísticos pueden presentar acanaladuras o pulidos que a priori relacionamos con una acción antrópica. Sin embargo, la acción de otros agentes, como carnívoros y la masticación del resto óseo por parte de estos puede generar tales huellas en la pátina del hueso. Por ello es necesario en una primera instancia realizar un estudio tafonómico general del yacimiento y de cada uno de sus niveles estratigráficos. Una vez identificada la acción antrópica sobre el material de estudio, es necesario conocer la intención o interés tras esta, es decir, si el humano procesó el hueso bajo unos fines alimenticios o bien con un carácter tecnológico con el fin de producir un artefacto. Para ello, es necesario, o al menos bajo nuestra consideración, el empleo de un análisis tecnológico, apoyado en la medida de los posible y las condiciones, en un estudio experimental.

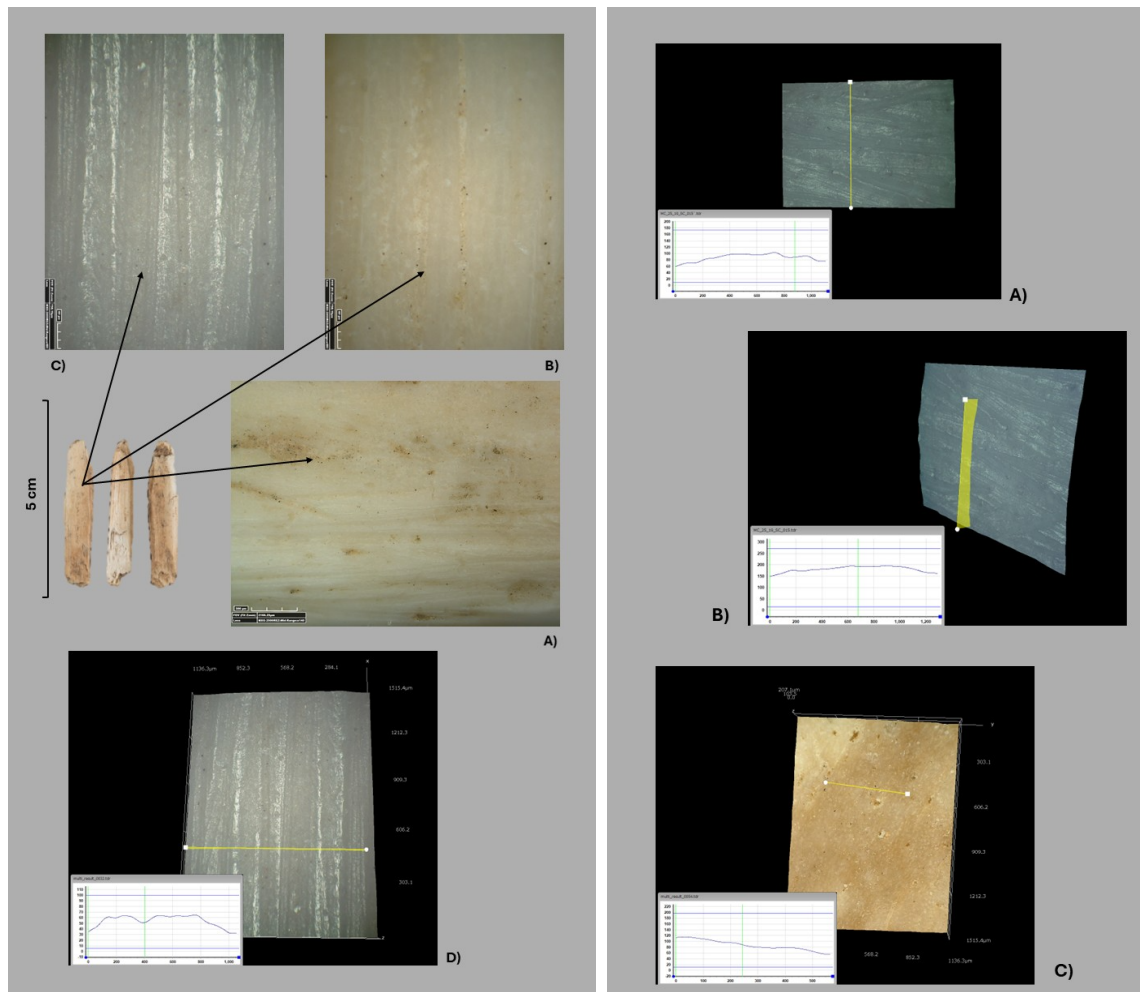


Fig. 54: Grupo de imágenes dispuesto en dos láminas verticales, una primera a la izquierda que recoge fotografías 2D de la superficie del resto óseo MS10_958 del nivel A y cuadro B35; y una segunda que muestra el estudio topográfico mediante el empleo de perfiles vectorizados de profundidad del resto MS04_176 del nivel Asup y cuadro E33. En la lámina de la izquierda nos encontramos con una primera imagen A), sobre la superficie cortical del hueso en la que puede vislumbrarse la presencia de surcos en esta a un aumento de 140x con una lente de Middle Range. De igual modo podemos observar esta área en la imagen B) a una mayor magnificación, 400x, bajo la misma lente, en la que aún así ni siquiera se puede distinguir con nitidez el patrón de los surcos observados. Para ello se aplica el empleo de luz polariza, mostrado en la imagen C), sobre esta zona de interés con la misma lente y aumento que en la imagen interior. De dicha imagen se extrae un modelo 3D, imagen D), que nos permite realizar una medición topográfica del patrón de surcos superficiales mediante el empleo de un perfil vectorizado de profundidad, con el que observamos la presencia de irregularidades en la diáfisis del hueso que corresponden a la acanaladuras originadas tras una acción de un agente externo. En esta última imagen observamos como existe un pico de profundidad, el cual corresponde a una incisión reiterativa y pronunciada de una misma acción. Por otro lado en la lámina de la derecha nos encontramos un ejemplo del empleo de la luz polariza en la diagnosticación del estado de la superficies óseas. En este caso las 3 imágenes corresponden a la misma zona de observación de un único resto óseo, tomadas mediante una lente Middle range a una magnificación de 200x. En el caso de la imagen C) nos encontramos con la superficie ósea observada tras luz transmitida perpendicularmente sobre la que se aplica la medición de un perfil vectorial con el fin de determinar rugosidad o diferencia de alturas en la diáfisis. No obstante no es observable variación alguna, simplemente una línea de perfil que se orienta hacia el sureste en relación a la estructura natural del hueso. Sin embargo al tomar imágenes mediante luz polarizada de la misma zona se pueden identificar grupos de acanaladuras o surcos longitudinales y transversales superpuestos entre sí, imagen A) y B). Sobre los que repetimos el empleo del perfil vectorial, observando en la imagen B) que a pesar de la presencia de acanaladuras, estas no se muestran en la línea de profundidad del perfil, la cual permanece prácticamente regular. Por otra parte, en la imagen A) podemos tras aplicar la misma técnica, si podemos observar en este caso como la línea de perfil presenta diferentes picos de altura, lo que es corresponde a una superficie más rugosa o en la que la presencia de acanaladuras es más pronunciada y profunda. Esta relación puede deberse a diferentes factores como a la acción a la que corresponden, el tiempo invertido o el material aplicado para producir la huella. Es por ende necesario la implementación de un estudio traceológico y tecnológico para poder determinar el origen de dichas marcas.

4.1. Catalogación morfológica

Este nos permite estructurar el caos de restos individualizados, combinando a estos en grupos según su morfología, dentro de la que comparten caracteres y propiedades base. En nuestro caso hemos dejado de lado valores como el taxón del animal al que pertenece el resto para

esta catalogación, ya que la mayoría de restos con los que trabajamos no están identificados debido al alto grado de modificación que presenta su estructura. Tomando como constructo mental a modo de variables (parámetros de estudio) la relación entre forma y tamaño. Para ello nos hemos apoyado en la catalogación propuesta por Álvarez (2013) de los artefactos según su forma en apuntada, biselada, roma (desafilada), hueca o agujereada, enmangada, perforada, denticulada/dentada y otros/arte. Esta ha sido implementada por una clasificación tipológica (método de clasificación que permite organizar elementos en distintos grupos o categorías en base a características comunes de los mismos), destinada únicamente a los restos de morfología alargada y estrecha con el fin de dividirlos en distintos grupos faciliten un estudio posterior de los mismos. Así se han definido 3 grupos morfológicos Apuntados (Fig. 55), Biselados-Agudizados (Fig. 56), Alargados (Fig 57, Fig 58 y Fig 59). Ha sido dentro del grupo de los elementos alargados donde se ha aplicado una subdivisión de los mismos entre Varillas, para aquellos útiles alargados con sección plano-convexa con un interior compacto; y Tubos (Fig. 59), para aquellos con forma cilíndrica y huecos en su interior. Dentro del grupo hemos aplicado una segunda subdivisión según la forma de estos en Varillas planas (Fig. 58) y Varillas prismáticas (Fig. 58).

4.1.1. Elementos Apuntados

Este primer grupo recoge aquellos artefactos o fragmentos óseos que presentan una morfología, como bien su nombre indica, apuntada. Con ello nos referimos a que presentan una forma alargada con un extremo afilado o puntiagudo. En el caso de los materiales de estudio en todos ellos la materia prima sobre la que se han confeccionado es el hueso. Su tamaño es reducido no midiendo ninguno prácticamente más de 5 cm, a excepción del resto F, el cual coincide con que no es un objeto acabado, se encuentra en una fase de pre-acabado técnico, al igual que la pieza D, que tampoco parece acabada por su estructura no homogénea. Siendo únicamente la pieza B y la E las que se encuentran en completo estado y acabadas, pudiendo ser interpretadas y catalogadas tipológicamente como puntas o pequeños punzones o perforadores. La pieza C por su parte es la que presenta el mayor grado de acabado y trabajo, no obstante está fragmentada en la parte proximal, por lo que una interpretación tipológica podría simplemente desviarnos de nuestro estudio. De igual modo la pieza A parece haber sido parte de un elemento mayor, fragmentado o desechado tras su uso o fractura, lo cual ha alterado su estado original como útil. Podemos así decir que nos encontramos frente a un grupo de 6 elementos apuntados, de tamaño reducido pero con un alto grado de trabajo al igual que un elevado grado de complejidad en su confección.

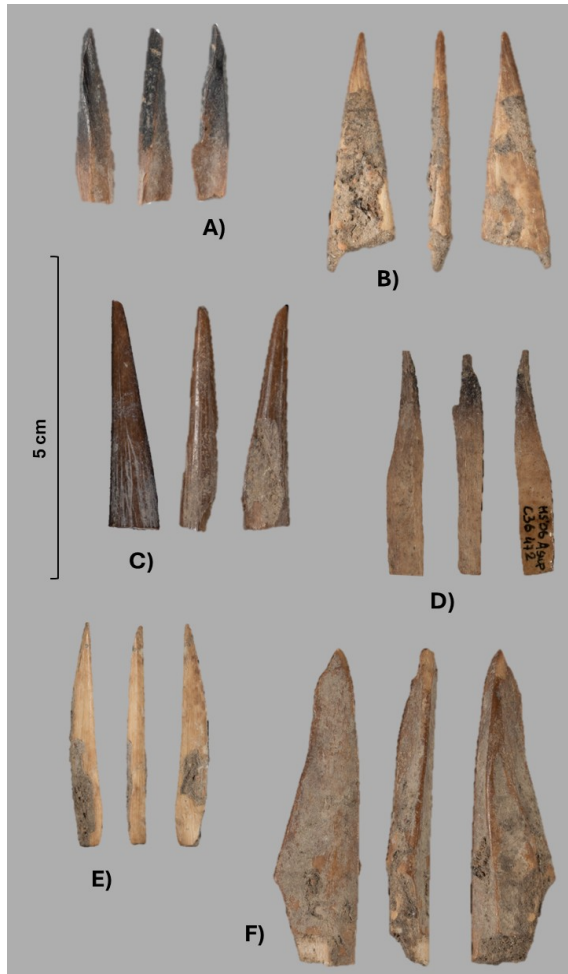
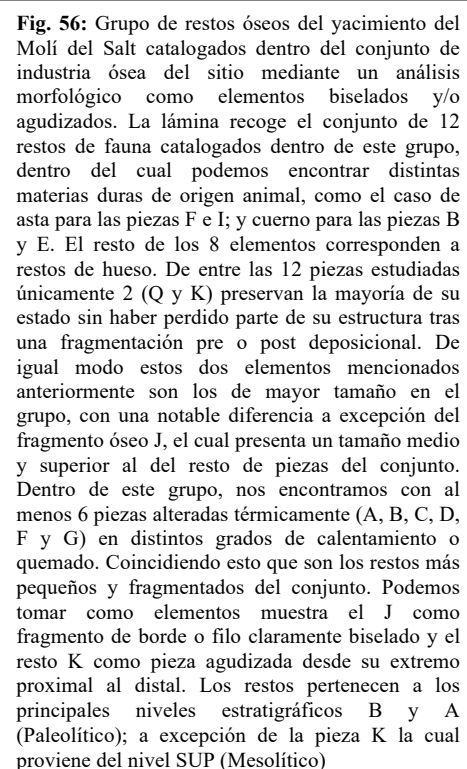


Fig. 55: Grupo de restos óseos del yacimiento del Moli del Salt catalogados dentro del conjunto de industria ósea del sitio mediante un análisis morfológico como elementos apuntados. Únicamente la pieza B y la E se encuentran en completo estado y acabadas, pudiendo ser catalogadas tipológicamente como puntas e interpretadas como puntas de proyectil. La pieza C por su parte es la que presenta el mayor grado de acabado y trabajo, no obstante está fragmentada en la parte proximal. De igual modo la pieza A parece haber sido parte de un elemento mayor, fragmentado o desechado tras su uso o fractura, lo cual ha alterado su estado original como útil. Por el contrario tanto la pieza D como la F parecen artefactos inacabados, camino de un útil apuntado como una punta pero que por alguna razón no se terminó la manufactura del mismo. Es de destacar el pequeño tamaño de todos estos elementos apuntados, superando únicamente los 5 cm la pieza F, la cual a su vez es la menos modificada estructuralmente de todas. De igual modo cabe destacar que todos los elementos están confeccionados sobre hueso, no habiendo presencia de asta, cuerno, diente o concha. Los restos pertenecen a los principales niveles estratigráficos B y A.

4.1.2. Elementos Biselados o Agudizados

En el contexto de herramientas de hueso, los términos biselado y agudizado tienen significados técnicos importantes para describir cómo fueron modificadas las superficies del hueso para cumplir funciones específicas. Así hemos agrupado 12 piezas diferentes del conjunto general de la industria ósea estudiada. Hemos decidido agrupar los elementos biselados y agudizados en un mismo grupo ya que la relación entre ambos, al menos en nuestro caso, es notable y crea menos confusión que haberlos separado o haber asociado los elementos agudizados a los apuntados. En nuestro caso nos encontramos con un conjunto de elementos de superficie inclinada, de forma tanto simétrica como asimétrica y en su cómputo general agudizada hacia el extremo distal. Entre estos encontramos piezas claramente biseladas (ej.: I y J) con un filo inclinado, agudo y plano; un desgaste concentrado solamente



4.1.3. Elementos Alargados

Todo el resto del conjunto de industria ósea del yacimiento se cataloga dentro de este grupo principal de elementos alargados. Esta primera catalogación morfológica recoge 37 piezas que se caracterizan principalmente por su forma estrecha y alargada. Su carácter principal es presentar una forma longitudinal, delgada y rectilínea o ligeramente curvada, que se extiende hacia los extremos distales y proximales pero no hacia los perfiles-laterales de la pieza. No obstante la morfología de estos 37 restos presenta diferencias en sus características principales, como es el caso de la sección transversal, la cual hemos utilizado para crear una subdivisión de estos. Dependiendo de si esta es ovalada (plano-convexa), rectangular (prismática) o circular (tubos). Así hemos definido los siguientes subgrupos:

Varillas Plana-Convexa

En este primer grupo nos encontramos con un conjunto de 15 piezas definidas bajo el concepto de varilla (objeto delgado, largo y generalmente rectilíneo) plano-convexa (forma que combina una superficie plana con otra convexa). Dicho término se le da debido a que estos son fragmentos o artefactos óseos alargados con sección plano-convexa con un interior compacto, en su mayoría, trabajado por igual. Dentro de este conjunto prevalece la preponderancia del hueso (diáfisis de huesos largos) como elemento óseo de trabajo, aunque por igual hay presencia de un artefacto sobre diente, el F. Ninguno de los fragmentos presenta una forma acabada o final, siendo así todos estos atribuidos dentro del término de artefactos óseos, al ser al fin y al cabo fragmentos de lo que un día fue o pudo haber sido un útil. Por el grado de complejidad que presenta la manufactura de este tipo de elementos es probable que estos fragmentos pertenecen a un objeto o útil que fue fragmentado en su día. De igual modo en este conjunto tenemos piezas como Q, L y M que presentan una forma no tan acabada y parecen responder a fragmentos o elementos que no fueron acabados ni usados y simplemente pertenecen al proceso de manufactura de otro elemento o bien de un útil que no fue acabado. El 73% de los restos están alterados térmicamente mediante calentado o quemado. No obstante el origen de esta acción es desconocido ya que pueden haber sido varias las razones y por ende acciones tomadas para ello. El tamaño medio de los restos se encuentra cercano a 5 cm o superior a este. La técnica de fabricación que hemos atribuido a este conjunto es de fractura longitudinal controlada para obtener las láminas óseas, seguida de un acabado de estas mediante raspado, alisado y/o pulido.



Fig. 57: Grupo de restos óseos del yacimiento del Molí del Salt catalogados dentro del conjunto de industria ósea del sitio mediante un análisis morfológico como elementos alargados. Siendo clasificados dentro de este mismo grupo como “varillas plano-convexas”. Dentro de este conjunto de 15 piezas, prevalece la preponderancia del hueso como elemento óseo de trabajo, aunque por igual hay presencia de un artefacto sobre diente, el F. El tamaño medio de los restos se encuentra cercano a 5 cm o superior a este. El grado de alteración térmica es elevado en este conjunto de piezas, donde un 73% de estas han sido calentadas térmicamente o quemadas. Es notable que en aspectos de tamaño, como el grosor hay una estandarización, comprendiendo estas por lo normal unas medidas entre 3 y 8 mm. Los restos pertenecen a los principales niveles estratigráficos B y A.

Varillas Prismática

Al igual que el conjunto anterior, este también está compuesto por 9 elementos catalogados como varillas, con la diferencia de que en este caso la varilla presenta una forma alargada, con caras planas o ligeramente convexas, y con una sección transversal en forma de rectángulo o prisma cuadrangular. Un prisma, en geometría, es un poliedro que consta de dos caras iguales y paralelas llamadas bases, y de caras laterales que son paralelogramos, pares de lados opuestos iguales y paralelos dos a dos. Aplicado a los restos esto se define como que los mismos presentan una superficie de dos caras principales planas y bordes laterales rectos o redondeados. En nuestro conjunto la estructura de los restos es homogénea y rectangular de

base cuadrada o amorfa, con un tamaño más alargado que ancho. La materia prima es todo este grupo hueso, predominando los fragmentos de diáfisis a excepción del resto A que mantiene parte de la epífisis proximal. Los extremos de estas piezas se encuentran en todos los casos inexistentes a excepción nuevamente del resto A el cual presenta una tendencia biselada sin llegar a estar realmente aplanado o pulido homogéneamente. Podemos remarcar que si parece vislumbrarse una tendencia a agudizar en algunos elementos su estructura, como es el caso del resto E y del C. El 89% de los restos están alterados térmicamente mediante calentado o quemado a excepción del C. Las técnicas que atribuimos a su elaboración son la fractura longitudinal controlada para obtener las láminas óseas, implementada posteriormente por raspado y pulido o abrasión. El elemento H podría actuar como diagnóstico de ese primer proceso de obtención de la lámina de trabajo por fracturación.



Fig. 58: Grupo de restos óseos del yacimiento del Molí del Salt catalogados dentro del conjunto de industria ósea del sitio mediante un análisis morfológico como elementos alargados. Siendo clasificados dentro de este mismo grupo como “varillas prismáticas”. Este conjunto está conformado por 9 fragmentos de hueso de carácter rectangular que presentan caras paralelas. A excepción del resto C, los demás aparecen quemados o calentados (modificados o alterados térmicamente). Es interesante el resto F donde aparece una línea de incisión, en su cara dorsal, bastante marcada y nítida. Igualmente el fragmento D presenta un grupo de marcas perpendiculares y transversales superpuestas entre sí siguiendo un patrón homogéneo. A excepción del elemento A en el resto de piezas han perdido tanto la epífisis distal como proximal. Los restos pertenecen a los principales niveles estratigráficos B y A.

Tubos

Este último subgrupo de los elementos alargados incluye a las piezas que presentan una morfología tubular, es decir, una forma cilíndrica, alargada, hueca en el canal medular y de diámetro reducido. Nos encontramos ante un conjunto de 14 piezas asociadas a fragmentos de diáfisis de huesos largos y finos con tamaños variables, teniendo desde el resto L con 11 centímetros al fragmento J que apenas llega a los 2 cm. De los 14 restos materiales, 13 son fragmentos de hueso a excepción del resto G, el cual es un elemento sobre asta. Podemos encontrar diferentes grados de acción térmica sobre los distintos restos. Los restos B y C han sufrido una alteración térmica por calentamiento; mientras que el color oscuro de los restos H, L y N se debe a un quemado de estos; y finalmente los fragmentos J y K presentan un color blanquecino propio de una calcinación del hueso y enterramiento de este en ceniza. Esta acción brinda a los restos de un bruñido metálico homogéneo. Este último carácter o adjetivo es de especial interés, pues durante un quemado o calcinamiento es probable que de manera natural la pieza presenta un color homogéneo tras la acción térmica, pero si es por un calentamiento, este deber ser regulado y por ende hay una intención tras el mismo. Finalmente las técnicas que hemos identificado en la producción de estos elementos han sido la de aserrado para regularizar los extremos de la pieza, seguida de un raspado prolongado.

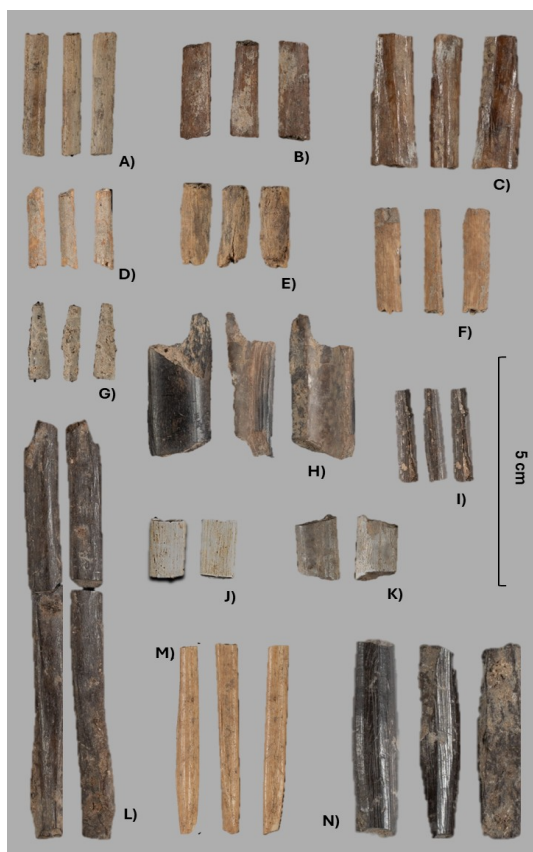


Fig. 59: Grupo de restos óseos del yacimiento del Molí del Salt catalogados dentro del conjunto de industria ósea del sitio mediante un análisis morfológico como elementos alargados. Siendo clasificados dentro de este mismo grupo como “tubos”. El conjunto consta de 14 piezas diferentes, de las cuales 13 son fragmentos de hueso a excepción del elemento G el cual es un elemento de asta. Estos se caracterizan y pueden agrupar afines debido a que su estructura interna es hueca o vacía, a la vez que se moldea la forma de estos con un acabado convexo, redondeado, de su superficie. Los restos B y C han sufrido una alteración térmica por calentamiento; mientras que el color oscuro de los restos H, L y N se debe a un quemado de estos; y finalmente los fragmentos J y K presentan un color blanquecino propio de una calcinación del hueso y enterramiento de este en ceniza. Resalta la pátina de estos elementos quemados o calentados. Los restos pertenecen a los principales niveles estratigráficos B y A. Los elementos L y M son los que presentan un mejor estado de conservación, aunque no por ello se pueden clasificar tipológicamente dentro de un útil en sí, sino más bien como un artefacto que formó parte de la cadena operativa de una herramienta ósea. La superficie de la cara dorsal o exterior del resto H es la que presenta un mayor grado de acabado y regularización.

4.2. Estudio Experimental

Tras la finalización del proyecto experimental obtuvimos un conjunto de 27 restos óseos a modo de colección referencial. Los restos pertenecen todo a elementos obtenidos tras el trabajo en hueso (dejando de lado otras materias duras de origen animal como el asta, cuerno, diente o concha). Dentro de este conjunto podemos dividir los restos en dos grupos, objetos acabados y fragmentos o restos de talla. Ambos son presentados en la figura 34 y 35. Donde a la derecha de esta encontramos una lámina que recoge los 10 útiles acabados sobre los que podemos analizar e interpretar morfo-tipológicamente; y a la derecha otra lámina que engloba los fragmentos o artefactos inacabados, los cuales deben ser catalogados mediante un análisis morfológico. Así, dentro de la lámina de la izquierda podemos clasificar los restos en Agujas las piezas 1, 2 y 4; en Puntas de proyectil los elementos 3, 5, 6 y 7; en Alisador la pieza 8; y en Punzones los objetos 9 y 10. Mientras que por otro lado en la lámina de la derecha podemos clasificar los restos en Apuntados para los números 2, 3, 4 y 5; Perforados el fragmento 6; Agudizados para las piezas 9 y 10; Huecos para los fragmentos 7 y 8; y Amorfo para el 1. No obstante la travesía de nuestro trabajo ha sido dejar de lado las catalogaciones clásicas y emplear un análisis morfo-tecnológico apoyado en un análisis traceológico para poder clasificar o al menos agrupar los restos en función de la acción técnica que hay tras estos. Para ello es necesario tener en cuenta valores (parámetros) técnicos como el estado de la materia prima que se trabaja, en este caso hueso tanto fresco (ej.: pieza 4 de la lámina izquierda) como seco (pieza 2 de la lámina izquierda); el tipo de materia prima con la que se trabaja (sílex, arenisca...) y su morfo-tipología (ej.: raedera de borde denticulado); las condiciones del artesano, a rango de caracteres personales como edad, conocimiento-experiencia, lateralidad...; la técnica empleada (ej.: aserrado, raspado...); y la moción, es decir, la orientación y dirección del movimiento efectuado (ej.: longitudinal y bidireccional). Teniendo en cuenta dichos parámetros es como hemos podido estudiar posteriormente los restos al examinarlos bajo el microscopio para crear una relación entre las huellas de trabajo y la acción tecnológica empleada. Para ello hemos sometido a los restos óseos diferentes condiciones de procesamiento, entre ellas el trato térmico que venimos observando en la colección del Molí del Salt. Hemos así por consecuente obtenido un conjunto referencial lleno de huellas atribuidas a diversos parámetros, a la vez que un conocimiento no cuantitativo, como ha sido conocer el grado de complejidad que hay tras la elaboración de un útil óseo, a la vez que en la importancia de conocer la cadena operativa específica y cada uno de los estadios (fases) de esta. Cabe resaltar que ni habiendo realizado una práctica experimental durante 3 días con la guía de una experta y contando con los materiales necesarios, hemos podido replicar los restos del conjunto arqueológico del Molí del Salt.

Durante la fase de análisis del conjunto, se ha realizado una medición topográfica a nivel microscópico, mediante el empleo de perfiles vectorizados de profundidad y mapas de calor de altura o relieve, gracias a los cuales es posible identificar la acanaladura o surco que se produce en la superficie tras una acción antrópica intencionada y repetitiva durante un acción de carácter tecnológico. En la lámina de la izquierda encontramos una primera imagen A) en la cual se expone la altura o profundidad de puntos de la superficie del hueso tras la acción antrópica-tecnológica sobre este. En este caso se puede observar como tras una acción de aserrado longitudinal-bidireccional se produce una acanaladura principal que presenta un punto de depresión (profundidad) mayor que el de surcos cercanos procedentes de un fallo o desvío en la moción técnica. En la figura B) podemos observar gracias a un perfil vectorial de profundidad como esa acanaladura principal presenta un mayor punto de calado que las circundantes a esta, que igualmente quedan marcadas en el perfil, aportando un aspecto rugoso a la superficie del resto óseo. En la lámina de la derecha nos encontramos con mapas de calor de altura de puntos, aplicados sobre la misma región del fragmento óseo expuesto en

la lámina de la derecha. En la imagen A) observamos la relación entre la línea de perfil y el color de la superficie ósea en relación a los puntos máximos y mínimos de altura, donde coincide el punto de un color azul más oscuro (área más profunda) con la curva del perfil; señalando esto la presencia de una acanaladura bien marcada y profunda en la superficie del hueso. Por otro lado las figuras B y C corresponden a dos mapas de calor de altura a los que se ha integrado la medición de puntos de superficie distintos al nivel homogéneo del resto. Coincidiendo nuevamente los puntos que presentan un mayor depresión con las zonas de un color azul oscuro, marcando así la existencia en esta área de la presencia de surcos o acanaladuras en la superficie del hueso. El objetivo es suplementar lo observado contrastando la relación de puntos de altura en la superficie del hueso en relación a la acción técnica y la huella antrópica.

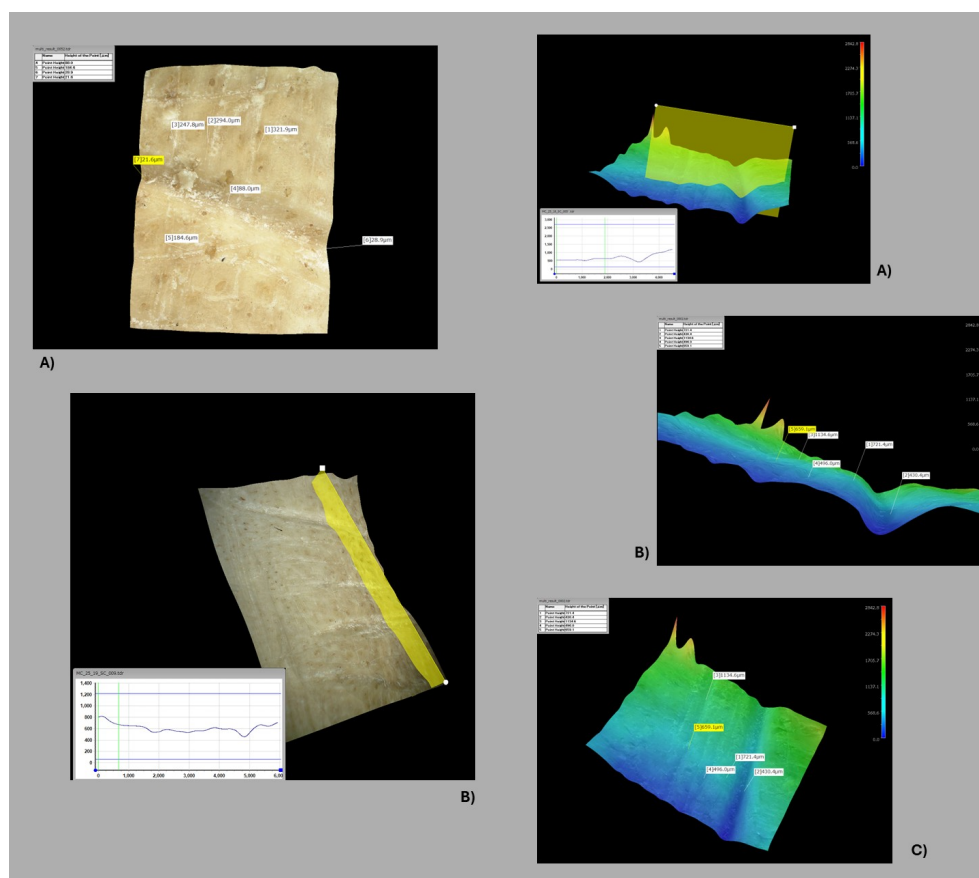


Fig. 60: Conjunto de dos láminas de imágenes 2D y 3D en las que se exponen algunos de los resultados obtenidos tras el empleo del microscopio digital 3D Hirox para el estudio de los materiales obtenidos tras la experimental de manufactura de industria ósea. Se ha realizado una medición topográfica a nivel microscópico, mediante el empleo de perfiles vectorizados de profundidad y mapas de calor de altura o relieve, gracias a los cuales es posible identificar la acanaladura o surco que se produce en la superficie tras una acción antrópica intencionada y repetitiva durante un acción de carácter tecnológico. En la lámina de la izquierda encontramos una primera imagen A) en la cual se expone la altura o profundidad de puntos de la superficie del hueso tras la acción antrópica-tecnológica sobre este. En este caso se puede observar como tras una acción de aserrado longitudinal-bidireccional se produce una acanaladura principal que presenta un punto de depresión (profundidad) mayor que el de surcos cercanos procedentes de un fallo o desvío en la moción técnica. En la figura B) podemos observar gracias a un perfil vectorial de profundidad como esa acanaladura principal presenta un mayor punto de calado que las circundantes a esta, que igualmente quedan marcadas en el perfil, aportando un aspecto rugoso a la superficie del resto óseo. En la lámina de la derecha nos encontramos con mapas de calor de altura de puntos, aplicados sobre la misma región del fragmento óseo expuesto en la lámina de la izquierda. En la imagen A) observamos la relación entre la línea de perfil y el color de la superficie ósea en relación a los puntos máximos y mínimos de altura, donde coincide el punto de un color azul más oscuro (área más profunda) con la curva del perfil; señalando esto la presencia de una acanaladura bien marcada y profunda en la superficie del hueso. Por otro lado las figuras B y C corresponden a dos mapas de calor de altura a los que se ha integrado la medición de puntos de superficie distintos al nivel homogéneo del resto. Coincidiendo nuevamente los puntos que presentan un mayor depresión con las zonas de un color azul oscuro, marcando así la existencia en esta área de la presencia de surcos o acanaladuras en la superficie del hueso.

4.3. Análisis Traceológico

Gracias a la aplicación de un análisis traceológico de los restos, mediante el empleo del microscopio digital 3D Hirox, podemos determinar los rastros de uso (trazas) en la superficie de los restos óseos, en función de interpretar aspectos de la fabricación, uso y contexto cultural al que se atribuye el registro material. Estas modificaciones o restos residuos que encontramos en los conjuntos estudiados nos permiten así teorizar cómo fueron producidas estas herramientas o artefactos, incidiendo en la técnica, el método y el material empleado. Al igual puede hablarnos del uso o función que cumplió el elemento y de si hubo un reciclaje o reutilización del mismo tras un primer uso. A rasgos generales, nuestro estudio se ha centrado en interpretar las condiciones técnicas ligadas al resto material. Enfocando el estudio primordialmente en delimitar la acción tecnológica sobre la pieza de manera intencionada por un humano que tenía una idea previa en su mente. Así, mediante una primera observación macroscópica mediante la lupa binocular hemos podido determinar las zonas de mayor interés a profundizar con una observación microscópica con la que buscar áreas alteradas o modificadas por la presencia de pulidos, estrías, fracturas, abrasiones, aplanamientos o simples brillos perlados. Aplicando dicho análisis a nuestro conjunto hemos podido notar la presencia de estrías bien marcadas con patrones lineales paralelos, horizontales, verticales, perpendiculares, oblicuos o diagonales sobre las superficies de los restos de industria ósea. Acompañada esta agrupación lineal (de estrías) normalmente por zonas pulidas y/o bruñidas. Como venimos repitiendo reiteradamente a lo largo del texto, para una mayor comprensión y diagnóstico de las marcas observadas ha sido empleado la técnica de luz polarizada con el microscopio, a la vez que observado las áreas de interés bajo varias magnificaciones de tres tipos de lente microscópica. Siendo la determinación de estas trazas en sí parte del estudio traceológico, el cual ha sido implementado tras una interpretación de los mismos mediante un estudio tecnológico.

En el caso del estudio de restos acabados, que podrían definirse como útiles u objetos, hemos profundizado en su análisis e interpretación, bajo un carácter tecnológico apoyado en este caso en un pensamiento funcional del mismo. Se expone como ejemplo el estudio de la pieza MS19_360 del nivel B1.1 y cuadro E31. Previamente esta ha sido catalogada dentro del grupo de elementos apuntados, e interpretada como una punta. Por ello, la zona de mayor interés de estudio es su extremo distal, donde deberían concentrarse trazas tanto de manufactura como de un posible uso. Así, tras una primera observación con una lente Low Range a 100x aumentos y la aplicación de luz transmitida perpendicularmente, hemos podido contemplar la

presencia de estrías longitudinales a lo largo de la superficie ósea (véase en la imagen A de la Fig. 61), pero no determinar el origen de estas. Para ello hemos necesitado el empleo de una nueva lente y mayor número de magnificaciones, en este caso una lente de Middle Range a una magnificación de 400x (véase en la imagen B de la Fig. 61). Así hemos podido identificar la presencia de dos patrones de estrías en el área de la punta del útil. Un primer grupo de marcas longitudinales, horizontales al eje de la pieza y paralelas entre sí, distribuidas de manera continua y uniforme a lo largo de la superficie del resto. Y un segundo grupo de marcas superpuestas sobre el primero (overcrossing recoupment), en este caso de carácter curvado, oblicuas al eje de la pieza, pero paralelas entre sí. Un diagnóstico podría ser que las marcas longitudinales-horizontales proceden de una acción técnica de manufactura, mientras que las marcas curvadas-oblicuas pueden estar vinculadas a usos funcionales de la pieza como un útil o por el contrario están ligadas al igual que las anteriores a un proceso tecnológico. Siendo este, una segunda fase de manufactura, relacionada en dicho caso con el acabado final de la pieza para que el que se empezara otra técnica

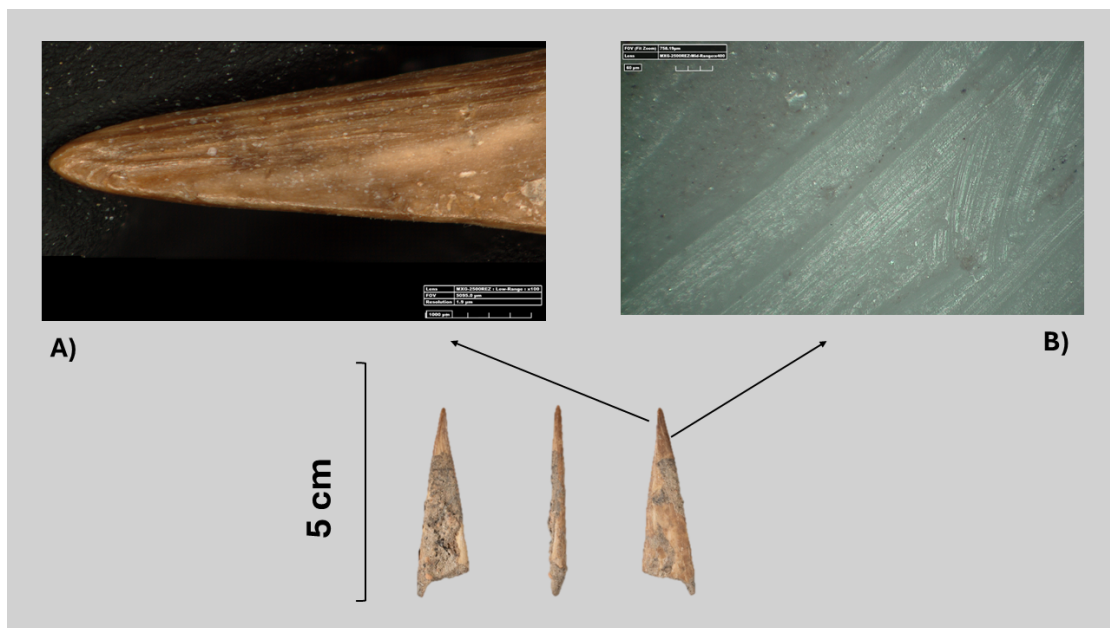


Fig. 61: Análisis traceológico sobre una de las piezas de la colección de industria ósea del Molí del Salt. En este caso se ha examinado la punta de este elemento, primero bajo luz transmitida con una lente de Low Range a 100x aumentos. Mediante lo que se ha constatado la presencia de marcas longitudinales y paralelas. Posteriormente se ha observado la misma área con luz polarizada con una lente de Middle Range a una magnificación de 400x. Gracias a esta última observación se ha verificado la presencia de estas marcas longitudinales paralelas, al igual que se ha percibido la presencia de marcas oblicuas y de un carácter más irregular superpuestas a estas marcas longitudinales.

Este patrón de superposición o relación entre estrías es observable en el grueso del conjunto de industria ósea del yacimiento. Hemos podido así determinar la existencia de 5 tipos de relaciones de estrías mediante el estudio traceológico de las piezas. En primer lugar las denominadas como sobrecoertura (overcovering-recouvrement), las cuales siguen el movimiento regular o natural de la pieza dotando a la superficie de esta una capa de estrías

homogéneas que recubre la capa natural del elemento óseo. En segundo lugar las de grabado (recording-emegistrement), donde es notable la ausencia de una estrías o la presencia de un surco más acanalado y profundo en un patrón homogéneo lineal en una superficie regularizada. En tercer lugar las de sobrecruzamiento (overcrossing-recoupement), las cuales son aquellas en las que encontramos dos patrones lineales de estrías o acanaladuras donde uno se superpone sobre el otro, indicando distintos momentos o acciones. En cuarto lugar las de corte o paréntesis (agencing-agencement), relacionadas a una interrupción entre trazas, quedando una línea (parte de la superficie trabajada) sin la presencia de marcas o trazas entre dos grupos de estrías. Sería imaginar una línea que se segmenta en dos, dejando en la mitad un puente vacío entre los dos segmentos lineales obtenidos. En quinto y último lugar, hemos identificado las líneas de encuadre (framing-aménagement), quienes se constatan por la presencia de una línea (surco o estría) extra, circundante al grupo de trazas homogéneas, normalmente con una orientación distinta.

De igual modo, gracias al análisis traceológico de los restos materiales del contexto arqueológico del Molí del Salt, hemos podido percibir la presencia de residuos de interés sobre la superficie. En general se ha observado la presencia de pigmentos negros y rojos, los cuales pueden tener una procedencia variable. Pues pueden proceder directamente del sedimento y haberse adherido al resto óseo durante su fosilización en el proceso sedimentológico. O bien pueden estar ligados con un carácter funcional o decorativo. He aquí donde nace el interés de observar estos residuos bajo un grado de interés con el fin de determinar su procedencia y causa. En primer lugar debemos determinar si el pigmento se encuentra adherido al resto óseo o bien a la concreción de sedimento que recubre a este. Para ello, hemos empleado nuevamente el uso del microscopio Hirox, empleando distintas lentes y magnificaciones, generando un mapeo de perspectiva. Con esto nos referimos a una primera a una primera identificación del pigmento mediante la lupa binocular e ir aumentando el zoom de observación, pasando en primer lugar por una lente Low Range a baja resolución (35x, 50x y 100x), seguida de un lente Middle Range empleando diferentes magnificaciones gradualmente (140x, 200x y 400x) y finalmente una lente de High Range a una magnificación de 700x aumentos. Una vez identificada la relación directa del pigmento con el material arqueológico y no con el sedimento (véase en la Fig. 62) se puede profundizar en el origen de los pigmentos, donde el negro puede haberse dado por el carbón o fuego, o simple acto de elementos orgánicos sobre el resto óseo (ej.: raíces de plantas); mientras que el rojo puede proceder de distintos minerales ricos en óxidos de hierro como la hematita y limonita o bien tener un origen biológico-orgánico como es el caso de la sangre (rica de igual manera en

hierro). Para llevar a cabo este nuevo paso es necesario en primer lugar un análisis de mDRX (Microdifracción de Rayos X) el cual nos permite identificar los minerales o compuestos cristalinos (ej.: hematita, limonita...) de una muestra (en nuestro caso el pigmento). Seguido de un análisis elemental con ESEM (Microscopía Electrónica de Barrido Ambiental), gracias al que podemos observar y analizar la composición elemental (elementos traza como Fe, Mn, Pb...) de la muestra (pigmento). Este sería el proceso completo para la determinación del pigmento como un ocre donde conocer su funcionalidad precisaría de una cotejación con la presencia de los mismos pigmentos en otros materiales del registro arqueológico, como el caso de las plaquetas decoradas en el yacimiento del Molí del Salt. Este estudio está aún en proceso por lo que únicamente al momento hemos podido identificar mediante el Hirox que los pigmentos observados se encuentran adheridos al hueso y no al sedimento. Dicho evento lo podemos observar en el estudio de la pieza MS09_282 (Fig. 62). Para la identificación de dichos pigmentos se ha empleado el uso de tres lentes distintas a diferentes aumentos. En este caso una primera observación con la lente Low Range a 50x magnificaciones (Imagen A y E de la Fig 62); seguida del empleo de una lente Middle Range a 140x (imagen D de la Fig. 62) y 200x aumentos (imagen B de la Fig. 62); finalmente constatar lo observado con la alta resolución de una lente High Range a 700x aumentos (imagen C de la Fig. 62).

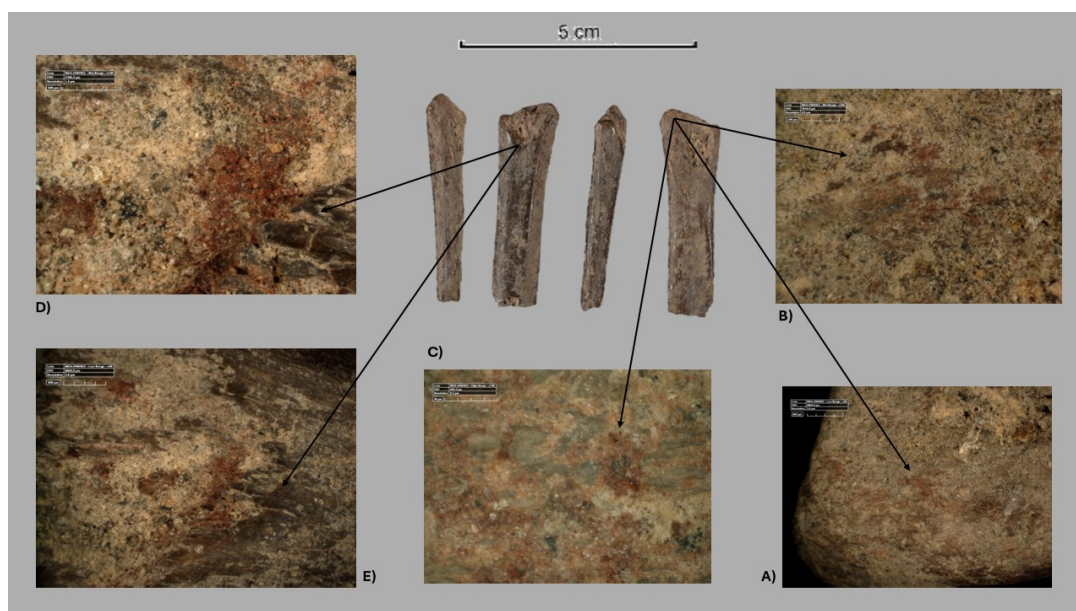


Fig. 62: Análisis traceológico de la pieza MS09_282 del yacimiento arqueológico del Molí del Salt, encontrada en el nivel A y cuadro C36. Se ha observado la presencia de pigmentos rojos tanto en la cara ventral como dorsal de la pieza. Donde tras análisis traceológicos dichos pigmentos parecen estar adheridos a la corteza ósea, bajo el sedimento y no junto a este o sobre el mismo. Para constatar la presencia de dichos pigmentos se han tomado imágenes mediante el empleo de distintas lentes y bajo diferentes magnificaciones. Así en la foto A) se muestra parte de la metáfisis proximal de la cara ventral de la pieza bajo una resolución de 50x aumento y mediante una lente Low Range. Sobre esta encontramos la imagen B), donde se observa la misma zona pero en este caso con una lente Middle Range y a 200x aumentos. Finalmente la imagen C) se adentra en detalle a la observación de los pigmentos rojos mediante el empleo de una lente de High Range a una magnificación de 700x. Por otro lado las figuras D y E corresponden a la observación nuevamente de pigmentos, pero en este caso situados en la metáfisis de la cara dorsal del hueso. En la imagen D) podemos observar la adhesión del pigmento rojo a la corteza del hueso gracias a una lente Middle Range con una magnificación de 140x. Mientras que en la figura E), observamos esta misma área pero desde una perspectiva más alejada con una lente Low Range a 50x magnificaciones.

4.4. Análisis Tecnológico

En primera instancia hemos centrado el análisis tecnológico en el conjunto experimental. Pues es de este del que conocemos el origen de cada huella o marca. A haber registrado las acciones técnicas y la moción de estas junto con otros valores composicionales del estado de la materia de trabajo y de la propia materia trabajada, es posible cualificar la presencia de determinadas marcas. La disposición de las marcas (trazas o huellas de trabajo) puede ser interpretada con valores medidos a diferencia de un registro arqueológico, donde no conocemos ni las características del artesano o individuo que efectuó el trabajo, ni la técnica ni el método empleado por el mismo. En el material arqueológico es posible identificar caracteres como el estado del hueso cuando fue fracturado (fresco, seco o mojado) dependiendo del paño de fractura. La fractura en fresco (perimortem) nos brinda a nivel microscópico un paño de fractura de superficie curva, lisa, en espiral o irregular; con un color homogéneo con el resto del hueso. Por su parte la fractura en seco (postmortem) se caracteriza por una superficie rugosa o granulada, de márgenes irregulares y un color diferente al del resto óseo. Finalmente la fractura en mojado (o proceso de descomposición) presenta un paño de fractura menos definido, con una superficie menos curva que en el hueso fresco y la presencia de tejido blando o grasa residual. Respecto a los materiales del conjunto arqueológico se ha podido identificar 4 restos con una fractura en seco, 5 elementos indeterminados y 58 restos con una fractura en seco. Se observa por tanto una preponderancia a la fractura en seco. Ligar directamente esta al estado del hueso en su primera fase de la cadena operativa (búsqueda y adquisición) es arriesgado, ya que al ser un conjunto muy fragmentado, la fractura de la pieza se ha podido dar bien durante cualquiera de las otras tres fases de la cadena operativa. Una posible fracturación durante el proceso técnico de manufactura del útil (2º fase), al emplear el útil confeccionado y este sufrir un impacto que originara su rotura (3ª fase) o bien durante el abandono o desecho del resto, siendo propios procesos sedimentológicos y otros agentes tafonómicos los que originaron la fractura del mismo (4º fase). El resultado que obtenemos al analizar el conjunto entero y tras un análisis morfológico y traceológico del mismo, es que el estado del hueso durante su fractura puede ser identificado, aunque atribuir esta a un proceso tecnológico no es posible ya que otras acciones o factores han podido producir la misma. Es posible teorizar sobre la técnica o técnicas de fractura que pudieron emplear los grupos del Molí del Salt. Debido esto a que en su mayoría los restos presentan una forma homogénea y alargada únicamente, en muchas ocasiones con caras prismáticas o paralelas, lo cual descarta acciones de fractura no controladas como la fractura por flexión o percusión directa (la fractura simple, la fractura por

lasca, la fractura sobre yunque, la fractura de contragolpe). Dejándonos como posibles técnicas empleadas para la fractura del material óseo (en especial los huesos) las técnicas de percusión indirecta como el astillamiento por cuña, la separación por cuña o el astillamiento por cuña al eje del resto; y la técnica de percusión directa de fractura preparada.

Una vez obtenidas las lascas o láminas de material óseo sobre las que trabajar en cuando inciden las técnicas de abrasión o desgaste con la función de conformar el objeto o útil deseado. Cada una de estas técnicas deja un patrón o trazas de uso distintivo que puede ser determinado mediante un análisis microscópico. Por ejemplo el pulido deja una zona esmaltada o brillante a simple vista (véase en la imagen A de la figura 63) la cual se concentra en los bordes o extremos biselados o agudizados (véase en la imagen B de la figura 63). El pulido junto al limado suele dejar un patrón lineal irregular, en el que se produce la sucesión de diferentes surcos lineales no muy profundos en diferentes direcciones (véase en la imagen C y D de la figura 63). Del mismo modo, la acción de otras técnicas como el raspado deja estrías superficiales dispuestas en líneas normalmente longitudinales, horizontales al eje de la pieza y paralelas entre sí; con la posible superposición de líneas oblicuas o convergentes dependiendo de la moción (véase en la fig. 63). Por su parte, la técnica de aserrado también deja una huella diagnóstica de la acción, normalmente compuesto por un patrón de dos tipos de líneas longitudinales paralelas, un primer grupo relacionado con el área de acción principal, donde la dirección del movimiento es bidireccional y por ende la acanaladura más profunda, presentando un cúmulo extenso de marcas longitudinales; y un segundo grupo ligado a las huellas de fallo (véase en la imagen E de la fig 63). Con estas huellas de fallo nos referimos a estrías o surcos superficiales poco profundos originados tras la pérdida del foco en el aserramiento, es decir, cuando la acción se desvía de la acanaladura principal y proyecta líneas unidireccionales poco profundas, circundantes al grueso de marcas lineales correspondientes a la zona aserrada. Otro caso es de la incisión o el ranurado, donde la huella dejada por esta técnica es en ocasiones similar con la diferencia de que en el ranurado la acanaladura superficial es más profunda que en la incisión y presenta una forma cónica, donde en el centro de la incisión se da una mayor depresión que en los extremos. Respecto a las técnicas de perforación no hemos ahondado en nuestro estudio, ya que a pesar de contar en el conjunto experimental con elementos como agujas que presentan una perforación, no hemos encontrado, hasta el momento, fragmentos o artefactos que presenten dicha acción en el registro arqueológico estudiado.

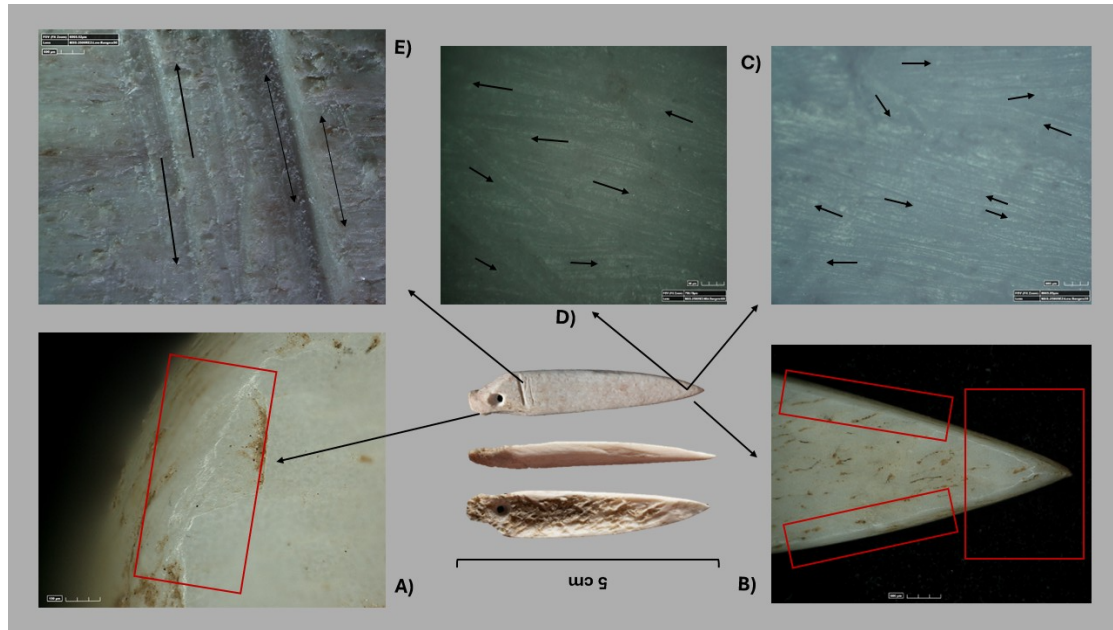


Fig. 63: Análisis tecnológico de uno de los útiles óseos producido durante un estudio experimental. En este caso se ha tomado como material de referencia para estudiar en este la presencia de pulido superficial plasmado por el brillo observado en las imágenes A y B, las hendiduras o surcos transversales de la imagen E originados por una acción técnica específica, y las marcas o huellas dejadas tras una actividad de manufactura determinada en las imágenes C y D. Así en la imagen A) se puede observar la presencia del brillo perlado originado tras un proceso de abrasión o pulido (empleo de lente Middle Range a 140x). Por otro lado en la imagen B) se pueden remarcar 3 áreas principales de pulido, las cuales brillan sobre el resto de la superficie de la pieza, siendo estas los bordos y extremo apuntado de la pieza. Relación con la acción técnica de pulir con el fin de obtener una punta apuntada y bordes biselados en el confeccionamiento de la pieza (observada por una lente Low Range 50x). En la imagen C) podemos observar (mediante una lente Low Range 35x) donde gracias al análisis tecnológico y estudio experimental podemos determinar la dirección de acción técnica, siendo en este caso longitudinal y tangencial al eje de la pieza. Por otro lado en la imagen D) (tomada con una lente Middle Range a una magnificación de 400x) podemos observar la presencia de marcas longitudinales paralelas y oblicuas que se superponen entre sí. Finalmente en la imagen E) plasmamos la relación de marcas o acanaladuras en la superficie ósea en relación a la técnica, movimiento y orientación de la misma.

Es gracias a crear una relación entre las técnicas empleadas con la orientación y dirección del movimiento en función del material trabajado y las condiciones físicas y técnicas de la acción que se pueden esbozar diferentes patrones lineales de huellas superficiales. Siendo la identificación, estudio e interpretación de estos, mediante los cuales se puede llevar a cabo el análisis tecnológico individual de cada resto material del yacimiento. Para ello es necesario entrenar la vista con un estudio experimental, a la vez que con este crear una base de datos a modo de catálogo identificativo que posteriormente pueda ser aplicado sobre el material arqueológico. De igual modo es imprescindible mantener presente la necesidad de realizar dicho estudio mediante un análisis microscopio que implemente el uso de diferentes lentes a distintos aumentos, apoyado en técnicas como la luz polariza u oblicua (véase en la Fig 64). Pues en el caso por ejemplo del conjunto experimental, al ser en su mayoría huesos no tratados térmicamente la delimitación de trazas superficiales en los restos es prácticamente imposible de determinar (véase en la imagen A y C de la fig. 64) o analizar. Sin embargo la aplicación de la luz oblicua (véase en la imagen B de la fig. 64) o la luz polarizada (véase en la imagen D y E de la fig. 64) nos permite la distinción e interpretación de los patrones lineales dejados tras una acción determinada sobre el resto óseo.

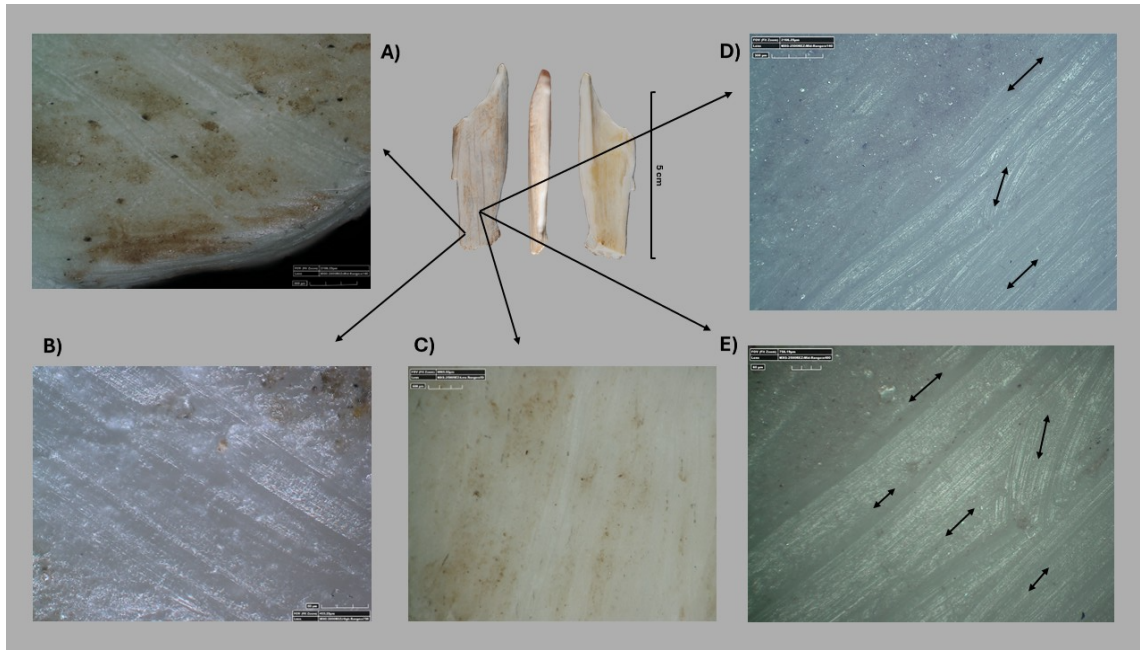


Fig. 64: Análisis tecnológico de uno de los útiles óseos producido durante un estudio experimental. En este caso se ha tomado como material de referencia para estudiar en este la presencia de marcas o huellas de trabajo a lo largo de toda la estructura superficial del hueso. Se observa así en primera estancia la superficie del resto bajo luz transmitida, donde mediante el empleo de lentes de Low Range a 50x aumentos (imagen C) y Middle Range a 140x magnificaciones (imagen A) se vislumbra la presencia de marcas longitudinales y paralelas. Se contrasta dicha observación con el empleo de una lente de High Range a 700x magnificaciones, mediante la cual se determina la presencia de estos surcos en la superficie del resto óseo. Siendo finalmente gracias al empleo de la luz polarizada que se puede estudiar y analizar el patrón de trazas o marcas. En la imagen D) observamos gracias a una lente Middle Range a 140x aumentos la presencia de marcas longitudinales paralelas junto con algunas transversales (amenagement framing). En la figura E) mediante el empleo de una lente Middle Range pero a 400x aumentos en este caso, se pueden observar con mayor claridad el patrón de estas huellas, las cuales corresponden a una acción técnica de raspado inverso bidireccional (indicado con la orientación de las flechas negras)

Con el fin de recrear en medida de lo posible al máximo el estudio de la colección experimental con la arqueológica. Y a su vez suplir a su vez la problemática del color blanquecino o perlado de los restos óseos. Durante la experimental se trató térmicamente alguno de los restos materiales, los cuales fueron observados y analizados a posteriori microscópicamente (Fig. 65). Contra todo pronóstico, al igual que hubo marcas que se exaltan tras un trato térmico de la superficie del hueso, aparecen huellas ligadas a determinadas acciones como el pulido o limado, que son más difíciles de interpretar. Esto se debe a que el propio bruñido de la superficie ósea obtenida tras su calentamiento o quemado puede ser confundido con el dejado por la acción técnica (véase imagen E de la fig. 65). En este nuevo caso de superficies alteradas térmicamente, podemos acuñar como las superficies de color marrón básico, no oscuro ni amarillento, son sobre las que se identifican con mayor nitidez los patrones lineales de trazas de trabajo o uso sobre hueso. No obstante, al igual que en los restos no alterados térmicamente, es necesario el empleo de una magnificación de alto aumento (High Range - 700x) para identificar la disposición y comportamientos de las estrías superficiales, incluso cuando su presencia es notable macroscópicamente (véase imagen C de la fig. 65). O por el contrario podemos simplemente usar una lente de manos resolución y a menores magnificaciones, siempre y cuando apliquemos la técnica de la luz polarizada.

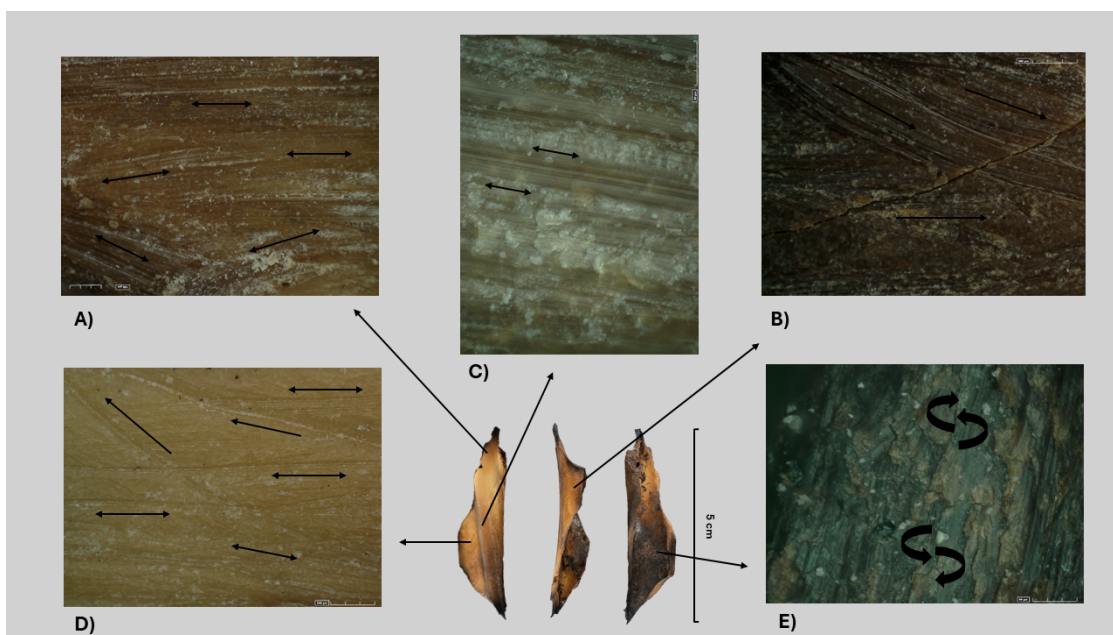


Fig. 65: Análisis tecnológico de uno de los útiles óseos producido durante un estudio experimental. En este caso se ha tomado como material de referencia para estudiar la disposición y carácter de marcas o huellas de trabajo a lo largo de toda la estructura superficial de un hueso afectado con trato térmico. En primer lugar se ha empleado el empleo de una lente Middle Range con una magnificación de 140x para la imagen B) y una magnificación de 200x para la imagen A). En ambas se aprecia la presencia de surcos longitudinales sobre la superficie ósea. Para cotejar lo observado en estas partes más oscuras se ha tomado una imagen con la misma lente Middle Range a 200x aumentos de una zona más clara del hueso, donde la acción térmica ha actuado con mejor incidencia. En estas tres imágenes podemos observar la presencia de marcas longitudinales, transversales y oblicuas agrupadas y superpuestas entre sí. Todas ellas originadas tras una acción técnica. Donde sí podemos observar que la orientación de las marcas depende de la técnica y método empleado. Se observan marcas bidireccionales (flecha en doble sentido) relacionadas a una acción de raspado bidireccional junto a la presencia de marcas unidireccionales originadas tras un raspado unidireccional. En la imagen C) podemos observar bajo una lente de High Range a 700x magnificaciones la presencia de marcas longitudinales y paralelas claras y sin superposición por otro tipo de marcas, con una orientación bidireccional, sujeto de una acción de aserrado. Finalmente en la imagen E) observamos una zona de pulido, con marcas irregulares, relacionada con una acción de pulido rotatorio sobre una superficie abrasiva.

Tras aplicar el análisis tecnológico al conjunto del Molí del Salt, se identificaron las técnicas de trabajo de abrasión por pulido, raspado, aserrado e incisión. Respecto al raspado se observa una preferencia cultural por el raspado longitudinal y unidireccional, que genera superficies homogéneas con estrías horizontales paralelas, sin mucha superposición. Referente al pulido se identifica principalmente en los objetos agudizados y biselados, produciendo superficies homogéneas. La presencia del aserrado es asociado a las varillas y tubos, con marcas perpendiculares al eje de la pieza, como en la pieza MS24_820, que presenta estrías pequeñas y grandes organizadas linealmente. Finalmente la incisión, únicamente se identifica con claridad en la pieza MS10_1436, donde aparece una acanaladura longitudinal de estrías oblicuas y regulares, típica del ranurado.

4.5. Posibles interpretaciones

Tras obtener todos los resultados plasmados anteriormente mediante el empleo de diferentes estudios y análisis, es posible obtener una serie de resultados finales a modo de interpretación general de los 3 grupos de materiales estudiados. Así este último apartado recoge la presentación de posibles resultados interpretados que deben seguir siendo analizados y

estudiados en el futuro con el fin de demostrar la veracidad de estos. Tal es el caso de la posible presencia de marcas de decoración observadas en el resto MS24_820 (véase en la Fig. 66); la relación de los pigmentos rojos presentes en restos como MS07_179 (véase en la figura 56 la pieza G), MS07_643 (véase en la Figura 56 la pieza A), MS09_282 (véase en la Figura 60), con restos de ocre posiblemente ligados a acciones de grabado o decoración del arte mueble del yacimiento o en el procesamiento de ocre; o la funcionalidad de los elementos estudiados. En lo que respecta a este último punto se presenta en la figura 70 una interpretación de cómo podrían interpretarse los elementos acabados del yacimiento como son las puntas.

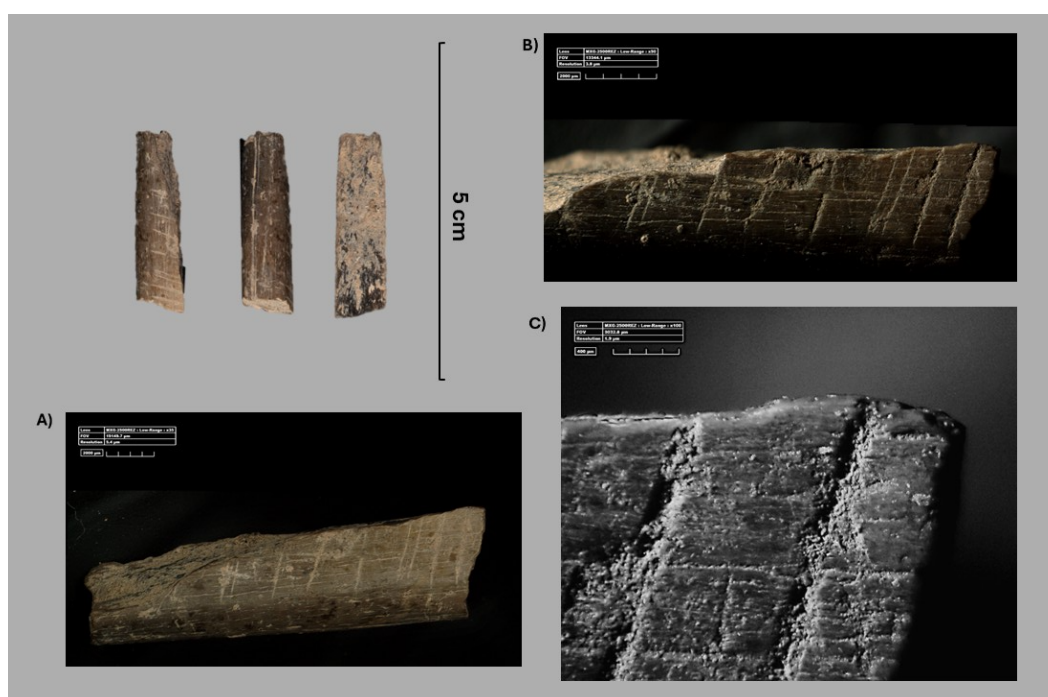


Fig. 66: Lámina de imágenes centrada en el estudio del resto óseo MS24_820 procedente del nivel B2 y cuadro E31. Se exponen la cara dorsal y ventral junto con el perfil derecho de la pieza en la imagen. No obstante, para una mejor y detallada observación se toma una foto con una lente Low Range a 35x aumentos de la cara dorsal completa de la pieza (imagen A). Es donde se puede determinar la presencia de unas líneas verticales paralelas a lo largo del fragmento óseo. Para obtener una mayor nitidez de la misma superficie, procedemos a observar esta nuevamente bajo la lente Low Range pero aumentando la magnificación a 50x y empleando el uso de iluminación oblicua, la cual resalta la presencia de esas marcas observadas previamente (imagen B). Podemos identificar un patrón de líneas perpendiculares, donde estas líneas verticales sobre-cruzan líneas horizontales al eje de la pieza. Para asegurarnos de esta observación aumentamos el zoom de visión y empleamos la misma lente Low Range con una magnificación de 100x y ajustando la intensidad lumínica sobre la pieza, para obtener una imagen en blanco y negro, donde el color no distraiga a la vista.

De igual modo se pueden redactar una serie de resultados generales obtenidos al interpretar el conjunto arqueológico en apoyo de los estudios y análisis previos efectuados sobre este y los otros dos grupos de materiales sujetos de la investigación. De entre ellos podemos mencionar la preponderancia en el registro arqueológico por elementos alargados y convexos, donde los que no están fragmentados presentan bordes biselados o apuntados. Siendo los únicos útiles completos aquellos apuntados, que podrían interpretarse y catalogarse como puntas. Si bien no sabemos aún si de proyectil o flecha. Para ello sería necesario un estudio de la industria

lítica a fondo en una perspectiva tecnológica de relacionar a esta con la industria ósea. Dando pinceladas superficiales a esta interpretación nos encontramos con la presencia de puntas de dorso y laminitas de dorso en el registro lítico del yacimiento. Ambos elementos podrían estar relacionados con estas puntas óseas que igualmente encontramos en el registro material del sitio. Siendo quizá una interpretación aventurada el presentar la relación entre ambos objetos, líticos y óseos, con actividades de caza. Donde el arma empleada sería un propulsor, se plantea que completamente de madera, ya que en el estudio de la industria ósea no se han encontrado elementos que pudieran relacionarse a las cabezas de propulsor. Apoyada a esta idea, los resultados sedimentológicos y arqueobotánicos nos hablan de que esta zona era rica en especies vegetales, por lo que la madera sería una materia prima abundante y de fácil acceso para los grupos humanos. De igual modo la presencia de elementos alargados y apuntados en diferentes estadios de su vida útil nos conduce a la interpretación de estos en un cómputo general de las diferentes fases de la cadena operativa de este tipo de útil (véase en la figura 67). Lo que nos podría relacionar a la industria ósea del yacimiento a un conjunto especializado en la producción de determinados útiles con una función específica.

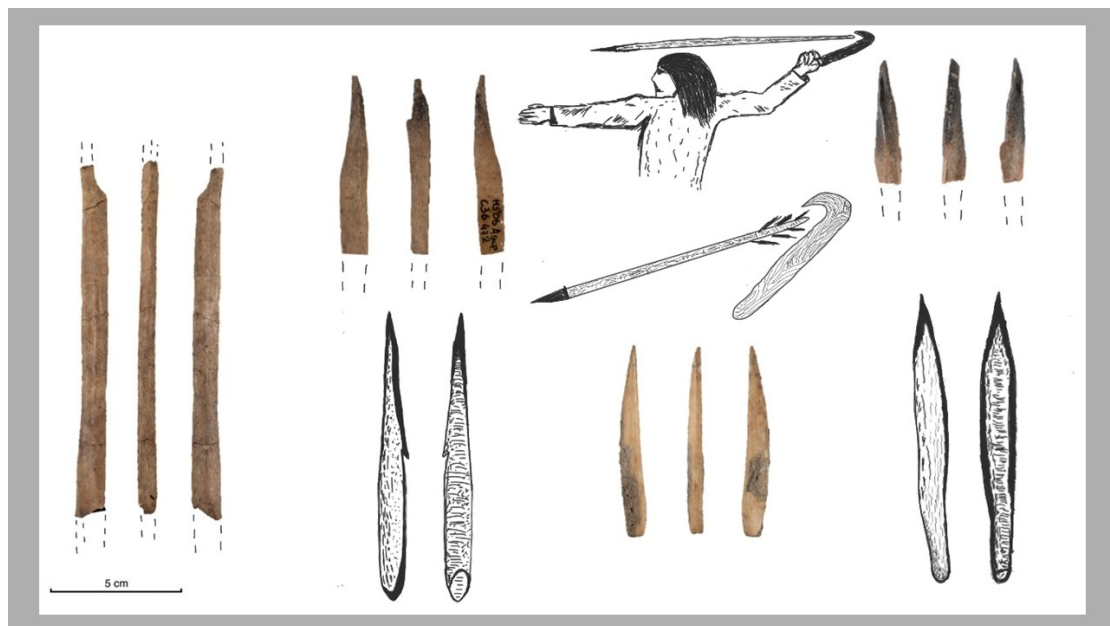


Fig. 67: Lámina que recoge 4 piezas diferentes del conjunto de industria ósea del yacimiento del Moli del Salt. Estas han sido elegidas como los posibles 4 estadios de la cadena operativa de la industria ósea del yacimiento. Donde en un primer lugar, el hueso alargado de la izquierda se podría relacionar como la adquisición del fragmento óseo de interés para trabajar ya sea por sus capacidades físicas o elementales o por un tema cultural. En un segundo estadio de la operación este elemento alargado se iría manufacturando tecnológicamente (elemento apuntado en el centro-izquierda de la figura) con el fin de obtener el útil deseado. Para ello sería necesario tener la imagen 3D del objeto deseado en la mente y no actuar de manera arbitraria (recreación de un posible útil apuntado mediante dibujo bajo el resto original). En la tercera fase sería el uso y empleo del útil previamente confeccionado. En este caso hemos interpretado el resto de industria ósea (centro-derecha) como una punta de proyectil, por lo que esta sería enmangada y utilizada en actividades de caza mediante el empleo de un propulsor. Finalmente, la última etapa del ciclo o vida del útil sería su abandono o desecho tras su rotura o falta de utilidad. Para representar esta hemos seleccionado un resto de la industria ósea catalogado dentro del conjunto de elementos apuntados y que podría ser interpretado como una punta de propulsor obsoleta tras su uso, por ello su aspecto quebradizo e irregular.

5.DISCUSION

A partir de los resultados presentados en el apartado anterior, se puede entrar en detalle en la discusión de una serie de elementos relevantes encontrados durante los distintos análisis realizados sobre los 3 conjuntos materiales de estudio. Relacionados tanto como con el yacimiento arqueológico del Molí del Salt como un marco más general y global. Dentro de este último punto nos referimos tanto a la industria ósea como sujeto protagonista de estudio y a la situación de los grupos humanos del Magdaleniense Final en la región del Mediterráneo Occidental, no tan estudiada como la región cantábrica y zona de Aquitania o el creciente fértil al otro extremo del mar (Mediterráneo Oriental). Tomando así 3 puntos principales en la discusión: La industria ósea del Molí del Salt, la situación global en el estudio y análisis de la industria ósea en un marco universal, y la problemática de la industria ósea en la transición Magdaleniense - Epi Magdaleniense en la costa mediterránea.

5.1. La Industria ósea del Molí del Salt

Partiendo de que la preferencia en la elección de las materias primas de origen animal seleccionadas por los grupos humanos que poblaron el Molí del Salt es una incógnita sin resolver, podemos al menos saber que las relacionadas a la industria ósea proceden de animales de gran tamaño (macro fauna) como ciervos, uros, cabras o jabalíes. No obstante los restos de macrofauna representan menos de un 10% en el conjunto general de la fauna del yacimiento. Acaparados por la más que notable presencia de conejo (leporidae), quien predominan en el yacimiento. De estos restos de conejo, curiosamente a pesar de su abundancia, a día de hoy ninguno ha sido identificado como elemento atribuido al conjunto de industria ósea del yacimiento arqueológico. Lo cual no parece vincular la elección de una materia prima por su disponibilidad o accesibilidad como criterios básicos para el empleo de ésta como soporte para confeccionar un útil o artefacto ósea. Siendo así la predominancia de la macrofauna como origen de los restos vinculados a la industria ósea lo que podría hablarnos del aporte de huesos, astas, cuernos, dientes y conchas al yacimiento a través de la caza o recolección de las mismas bajo un intrínseco fin relacionado con la tecnología e industria ósea. No obstante, determinar si bien las partes duras de origen animal han sido obtenidas por el grupo mediante la caza del animal o bien mediante la recolección del mismo, requiere de un estudio tafonómico más profundo, centrado en el estado del hueso previo a su fractura o confeccionamiento. El conocimiento de esta actividad nos permitirá reconstruir conceptualmente el primer estadio o fase de la cadena operativa de la industria ósea, ligado a la búsqueda y adquisición de la materia prima. Por ello, se convierte en una acción necesaria

para continuar desarrollando nuestro estudio o incluso para futuras interpretaciones y estudios que tengan como base o foco el yacimiento del Molí del Salt. Al fin y al cabo, conocer el origen de los restos de macrofauna en el yacimiento y la relación de estos con la industria nos permite acercarnos a poder hablar y teorizar sobre las estrategias de supervivencia y los patrones culturales, sociales y económicos de los grupos humanos que poblaron este área. Pues junto al agua la materia animal (carne, hueso, piel, sangre, tendones...) es un bien imprescindible en la adaptación y supervivencia de cualquier grupo.

Por otro lado, el alto grado de complejidad que existe tras la manufactura de un elemento óseo, nos demuestra una vez más la necesidad de un procedimiento estructurado y diseñado con anterioridad. No es menos el caso de la industria del Molí, donde a pesar de que la mayoría de los elementos catalogados dentro de esta se encuentren fragmentados y no presenten una figura reconocible tipológicamente. Mediante un estudio tecnológico y un análisis traceológico se puede observar la complejidad técnica tras cada uno de los elementos. Partiendo de la base que en cada uno ha sido necesario al menos el empleo de 2 técnicas, una de fractura y otra de abrasión. Pudiendo esta sucesión de gestos y técnicas a contar con más de 2 técnicas empleadas en la mayoría de los casos, relacionadas a las técnicas de abrasión y acabado aplicadas sobre el fragmento óseo. De igual modo esto nos expone el grado de conocimiento de los grupos humanos, quienes conocían más de una técnica, destinada en cada caso a una acción con un fin premeditado. Al igual que una habilidad, práctica o experiencia en el saber hacer. Es decir, cómo debía ser empleado cada útil de trabajo, como se debía actuar sobre cada materia prima en función de las características y condiciones de esta; y que estadios operacionales debían seguir con el fin de reproducir en sus manos la figura 3D que tenían en su mente. Esto nos expone un alto grado cognitivo de los grupos, lo que iría totalmente encontrar de las a veces denominadas como estrategias expeditivas poco especializadas. Este estudio apunta a lo contrario, a un conjunto especializado con una premeditada cadena operativa. Pues si este grupo tuviera una estrategia tecnológica expeditiva no repetiría un mismo patrón de trabajo en la industria ósea. Al igual que plantear al mismo grupo bajo un sistema oportunista no sería oportuno en toda medida, ya que si vivían rodeados de conejos, los cuales consumían, porque desecharon todos sus huesos y no aprovecharlos en ningún caso. La única opción que aceptaría una estrategia oportunista sería entender los restos de macrofauna ligados a la industria ósea, como partes duras de origen animal que han sido traídas al yacimiento tras una recolección de estas al encontrarlos en el exterior del yacimiento y no obtenidos mediante la caza. Igualmente, esta idea podría ser aceptada, ya que tampoco existe la presencia de grandes armas de caza o de actividades de

carnicería de un animal de grandes dimensiones en el yacimiento. No obstante, si la interpretación dada a la industria como centralizada en su mayoría en la producción de puntas de proyectil o flecha fuera refutada si tendríamos antecedentes que unirían la industria ósea con la caza y nos hablaría de la funcionalidad y grado de especialización de la misma. Entenderíamos así a la industria ósea como el vector que une lítica y fauna mientras explica la relación del grupo con el entorno que rodea y los seres vivos que habitan en este.

Una situación a destacar y comentar en profundidad de manera individual es el alto porcentaje de restos de industria ósea fragmentados. En el estudio del conjunto de este yacimiento imposibilita el clásico estudio y análisis morfo-tipológico aplicado a otros conjuntos magdalenenses de industria ósea, como los de la vertiente cantábrica o la región de Aquitania. De igual modo es curioso que en este yacimiento más del 95% de los restos estudiados están fragmentados bien de manera pre-deposicional o postdeposicional. Las interpretaciones a las que podemos llegar con ello es que o bien estos fragmentos se atribuyen a restos de talla en la confección de un útil mayor o bien que pertenecen a lo que un día fue un útil pero se desechó tras su rotura o pérdida de funcionalidad. En relación a estas acciones podríamos atribuir el curioso por igual alto porcentaje de resto que han sido alterados térmicamente, es decir calentados, quemados o calcinados. Pues esta actividad pudo darse bajo un aspecto tecnológico de dar un mejor acabado al objeto elaborado. O bien estar simplemente relacionada a la limpieza del espacio de hábitat, donde los restos materiales que no tuvieran valor serían desechados y quemados a modo de aclarar la superficie del abrigo.

La presencia de pigmentos rojos (posibles ocre) y negros (restos orgánicos quemados o descompuestos) en los restos elementos de industria ósea del yacimiento, puede relacionarse con el arte mueble (arte mueble), las famosas plaquetas grabadas. En estas podemos encontrar por igual la presencia de pigmentos, mayoritariamente rojos, atribuidos a ocre y a la acción antrópica durante el grabado u otra actividad como el piqueteado, usando dichas plaquetas, generalmente esquistas, como base. Podemos observar así la posible relación que podría darse entre el arte y la industria ósea. Donde que en este yacimiento no se hayan producido elementos de arte u ornamentación a través de la industria ósea, no significa que esta no presente un estrecho vínculo con el arte y por ende el mundo cultural, religioso o místico. Sin embargo, como hemos mencionado en apartados anteriores este es un trabajo aparte que debe ser dado en profundidad y para el cual se requiere del empleo de nuevos análisis y materiales de estudio.

Si nos centramos en la distribución de la industria ósea en el yacimiento nos encontramos con una situación contraria a lo que está pasando en el resto de la vertiente mediterránea. Pues al igual que ocurre con el arte mueble a finales del Magdaleiense, en la transición del Magdalenense final al periodo definido como Epimagdalenense o Aziliense el número de industria ósea y arte mueble decae. Todo lo contrario en el Molí del Salt, donde se ha observado que hay un mayor número de restos atribuidos a la industria ósea, como de arte mueble en la secuencia estratigráfica en el Nivel A, correspondiente a este momento final o periodo de transición, y no en el nivel B, donde debería ser más notable la presencia de ambos elementos. El Magdalenense Superior o Final se caracteriza por la presencia de arpones. Elementos que no hemos identificado a lo largo de toda la secuencia estratigráfica del yacimiento en ningún momento o estadio de formación o acabado del útil. Todo esto nos indica o al menos nos hace pensar que lo que ocurre en este yacimiento va al margen del resto. La razón, ¿un encapsulamiento? o ¿un sistema de supervivencia especializado, adaptado a las condiciones ambientales del entorno?.

Una incógnita que nos queda presente es que quizá toda esta interpretación del rol de la industria ósea del yacimiento es equívoca, pues únicamente se ha excavado una pequeña parte de lo que es el yacimiento general. El cual se extiende como abrigo hacia el este varios metros y por igual hacia la parte de fuera del abrigo o cornisa rocosa. Es este último espacio o área mencionada la que más nos intriga y podría cambiar por completo nuestra perspectiva al observar el lugar. Se constata, gracias a la plaqueta de las cabañas entre otros datos, que muy probablemente los grupos humanos del Molí del Salt no habitaron únicamente el interior del abrigo, donde tendrían lugar todas las actividades. Sino que muy probablemente parte de estas ocurrirían al exterior de la balma, como el procesamiento de animales o actividades de carnicería. Actividades que en este caso concentrarían los restos de macrofauna al exterior del abrigo (zona no excavada). De igual modo, grabados como el interpretado de las cabañas nos exponen una zona de hábitat u hogar exterior a la cornisa rocosa. De tal modo que para afrontar todas estas posibilidades debería de en algún momento excavarse la zona exterior a la cornisa del abrigo y observar si en esta aparecen restos de macrofauna que pudiéramos vincular con actividades de consumo y carnicería o bien con actividades tecnológicas ligadas a la industria ósea. Siendo por tanto así, nuestra interpretación tras el estudio y análisis de la industria ósea del yacimiento, un mero acercamiento a entender la complejidad verdadera que rodea el conocer las estrategias de supervivencia y sistema de vida de los grupos humanos que poblaron el área interpretada en el presente como el yacimiento arqueológico del Molí del Salt.

5.2. El estudio y análisis de la Industria ósea

La industria ósea es muy probablemente el conjunto o grupo de restos materiales de los yacimientos arqueológicos menos estudiados, o al menos de los menos analizados. Quedando en reiteradas ocasiones en el olvido cuando se interpreta un yacimiento en su conjunto o bien se estudia un conjunto faunístico, el cual normalmente se analiza taxonómicamente y tafonómicamente. En muy pocas ocasiones se observa desde una perspectiva tecnológica los restos de fauna en los yacimientos. La carencia de este grado de observación o análisis es lo que limita a la identificación de los restos de industria ósea. De igual modo, esta es una materia que no cuenta ni por el asomo con la misma cantidad de expertos en ella como la industria lítica, siendo ambas tecnologías. Incluso en el caso de nuestro laboratorio no existe ningún experto en esta materia, quedando acaparada la especialización en esta en regiones concretas. Áreas donde se ha constatado la existencia de yacimientos arqueológicos en los que se ha podido identificar claramente la presencia de estos restos en el registro material; o bien laboratorios que trabajan determinados yacimientos concretos que han sido definidos por la industria ósea. No obstante, bajo mi parecer, esta es una de las mayores problemáticas que arrastramos en el presente. Pues muchos de estos conjuntos de industria ósea famosos o definidos y estudiados en profundidad, se han realizado tradicionalmente mediante análisis morfo-tipológicos. Estos presentan el dilema de únicamente analizar aquellas piezas acabadas o restos conservados en su totalidad o un elevado porcentaje. No obstante los elementos fragmentados han pasado de largo en muchas de las ocasiones, o han sido directamente catalogados dentro del conjunto general de fauna del yacimiento tras un estudio tafonómico que marca una presencia antrópica pero no específica o tecnológica. Es la implementación de estudios tecnológicos y experimentales apoyados en análisis traceológicos lo que puede revertir esta situación en el presente y futuro. Pues si los fragmentos óseos de los yacimientos son observados bajo estos parámetros pueden identificarse acciones antrópicas de carácter tecnológico y ligar dicho resto a un estadio de la cadena operativa en la manufactura de una industria ósea. Es gracias al aporte de estudios recientes en los últimos años, como los llevados a cabo por la doctora Èva David, que se está afrontado la disposición de la industria ósea en los yacimientos arqueológicos desde una nueva perspectiva. Planteando revisiones de colecciones de fauna de yacimientos donde únicamente se habían identificado un reducido número de elementos catalogados como industria ósea, fácilmente identificables, pero dejando de lado los restos de talla o elementos fragmentados y desechados tras su rotura. Siendo así posible esbozar las diferentes cadenas operativas tras la tecnología ósea y con ellas distintos marcadores culturales o regionales ligados a la acción técnica y a la elección de un

método o técnica específico, con el fin de conformar una herramienta predeterminada. Pues no debemos olvidar el alto valor cultural y simbólico que puede alcanzar la industria ósea. Donde la cual ha sido empleada para definir periodos crono-culturales y culturas, como es el caso del propio Magdaleniense y la propia subdivisión dentro de este. De igual modo si es verdad que se ha presentado por parte de las academias normalmente un interés en el continente europeo y en periodos más recientes como el Paleolítico Superior y el Mesolítico. No obstante, en los últimos años está cambiando dicho paradigma y se están descubriendo y publicando la presencia de artefactos óseos atribuidos a industria ósea en periodos del Pleistoceno Inferior como el Paleolítico Inferior y Medio en nuevas regiones del continente africano y asiático. Todo esto conduce a una nueva visión para entender la Prehistoria y la evolución humana a lo largo de esta desde un nuevo enfoque cognitivo. Ya que el aprovechamiento de la materia dura de origen animal como materia prima nos indica que la Edad de Piedra, no era únicamente gobernada por la piedra, sino que había presencia de otras materias primas sobre las que obtener un útil o artefacto práctico que supliría la necesidad del individuo o grupo. Es por ello, que para ahondar en este tipo de interpretaciones y estudios es necesario tomar como hemos mencionado los conjuntos de fauna de los yacimientos arqueológicos bajo una visión taxonómica y tafonómica implementada por un análisis tecnológico y traceológico.

5.3. Contextualización del Magdaleniense en el Mediterráneo Occidental

Como previamente hemos anotado existe una tendencia a la disminución de la cantidad de restos de industria ósea en la vertiente mediterránea durante la transición Magdaleniense - Epimagdaleniense. El Magdaleniense Superior Mediterráneo, con una cronología propuesta del 14 ka a 10,5 ka B.P. (Sánchez, 2002) es definido tipológicamente por la diversificación del utillaje lítico y la predominancia en la industria ósea de puntas, varillas y agujas (Pérez, 1977; Sánchez, 2002), sin la presencia aún de arpones. Este es uno de los primeros puntos que lo diferencia del resto del Magdaleniense Superior, donde estos son unos de los elementos distintivos y diacrónicos del periodo que abarca esta crono-cultura. En el estudio de la industria ósea del Molí del Salt podemos discernir la presencia tanto de puntas como de varillas, a excepción de las agujas, pues no se ha encontrado ningún resto faunístico perforado a excepción de la malacofauna. Este periodo aparece documentado en diversos yacimientos a lo largo de la costa de la Península: Parpalló (Borao, 2020, 2022), Cova de Les Cendres (Borao, 2012), Cova del Parco (Mangado et al., 2014), Cova Matutano (Olària, 1981), Cueva de Nerja (Aura Tortosa, 2010). En el caso de la Cova de Les Cendres si hay presencia de

restos de industria ósea identificados como arpones. En estos yacimientos se ve como la tendencia a la elaboración de útiles, artefactos o herramientas sobre materias duras de origen animal va cayendo en desuso. Siendo presente tal situación en la aparición de un menor número de restos en los niveles Epi-magdalenense o Epipaleolíticos en comparación con los del Magdalenense Superior. No obstante es aquí cuando el yacimiento del Molí del Salt adquiere un grado mayor de interés en la interpretación del Magdalenense mediterráneo. Pues tras analizar y estudiar el conjunto de industria ósea en su contexto arqueológico, hemos podido distinguir cómo se concentra un mayor número de restos de industria ósea en el nivel A, correspondiente al Epi-magdalenense, con un 67%. Quedando un 32% para el nivel B, adscrito al Paleolítico Superior Final y un 1% para el nivel SUP (Mesolítico). Este paradigma confronta lo hasta ahora estudiado y publicado sobre los yacimientos de finales del Magdalenense en la costa Mediterránea de la Península Ibérica. No obstante la tipología de la industria parece corresponder y ser similar a la interpretada en los otros conjuntos arqueológicos. Por ello, la interpretación que aquí podríamos dar es que quizá los grupos humanos que habitaron la zona de la Conca de Barberá encontraron durante las primeras fases de ocupación (nivel B) unas condiciones ambientales prósperas para su supervivencia y desarrollo. Un lugar abastecido durante todo el año de recursos naturales como el agua, abundante flora y vegetación y por igual gran variedad de fauna. Al igual que la posibilidad de una especie de microclima gracias al ecotono, que no brindase condiciones austeras para la supervivencia. Esto llevaría a los grupos a asentarse en el lugar y adaptar sus sistemas y estrategias de supervivencia al entorno. Un espacio, que según el registro material estaría poblado de conejos por doquier. Una presa nutritiva y relativamente sencilla de cazar mediante diferentes técnicas de caza como el uso de trampas, redes o el empleo de armas como propulsores o arcos. La óptima adaptación al entorno llevaría a los grupos a un estado de comodidad que modificaría su tecnología en función a las necesidades del grupo. En este caso la idea es vincular la industria ósea con la caza y procesamiento de los conejos al igual que con tareas decorativas o artísticas, ligando en este caso la industria ósea al arte mueble del yacimiento. De esta manera con los años y generaciones desarrollarían un comportamiento cultural centrado en la caza y procesamiento del conejo como alimento base, plasmado en la industria. Necesitando así la producción de puntas de flecha o proyectil tanto en elementos líticos (puntas de dorso) como óseos (puntas de proyectil). Al igual que en una industria doméstica para el procesado del animal mediante el posible uso de los denticulados y laminitas de dorso; y de las pieles gracias a los raspadores. Una vez estandarizado este sistema o estrategia el grupo solo debería repetirlo con la intención de preservar su

supervivencia. Así esto llevaría a una repetición de las técnicas empleadas y de los útiles requeridos. Ligada a un posible aumento demográfico del grupo, gracias a una buena adaptación al espacio. Que podría originar la continuidad y aumento de los útiles estandarizados en la herencia cultural del grupo, dentro de los cuales se sitúan los elementos apuntados, biselados, agudizados y alargados de industria ósea. Pudiendo haberse creado un efecto de insularismo o cúpula hermética (aislamiento) en esta zona. Donde los grupos humanos que la poblaron continuaron con las tendencias culturales heredadas de sus antepasados, simplemente incrementando el conocimiento y comportamiento adquirido, pero no modificando ni cambiando este por factores externos o nuevas corrientes tecno-culturales.

6. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Durante el desarrollo de la investigación y redacción de este propio trabajo se han ido dando pinceladas de la necesidad de una continuidad en el estudio y análisis de ciertos materiales al igual que de la cotejación del conjunto general con otros restos materiales y aplicando diferentes análisis. De una manera más clara y ordenada hemos decidido por ello enumerar las diferentes acciones que planteamos tomar una vez se presente este trabajo, a modo de perspectivas futuras.

1. En primer lugar, consideramos la necesidad prácticamente inmediata de realizar un estudio taxonómico de los restos atribuidos al conjunto de la industria ósea. Este paso es crucial para una mejor interpretación del conjunto material. Al igual que puede aportarnos la oportunidad de desarrollar en profundidad las interpretaciones ya tomadas en relación a la cadena operativa y la predisposición material. Del mismo modo nos brindaría la oportunidad de una mejor catalogación del material y examinar si existen patrones en la elección de determinada especie o parte anatómica en relación a la manufactura de un tipo u otro de artefacto. De la misma manera nos ayudaría a estrechar el vínculo de la macrofauna con la industria ósea.
2. En segundo lugar planteamos la posibilidad y prácticamente obligación moral de realizar una revisión del conjunto de restos de macrofauna de todas las campañas arqueológicas del yacimiento del Molí del Salt. Con el fin de encontrar elementos atribuidos a la industria ósea, que previamente no habían sido identificados como tal. Fragmentos que pertenezcan a distintas etapas de la cadena operativa y que quizá su fractura o alteración morfológica haya escondido los estigmas tecnológicos en estos a simple vista, pero bajo la lente del microscopio.

3. En tercer lugar se plantea la posibilidad de llevar a cabo un estudio que relacione la industria lítica con la ósea. Tomando a la industria ósea como el vector entre la lítica y la fauna. Donde mediante un estudio al unísono de estos tres conjuntos del mismo yacimiento pueda permitirnos entender la relación entre estas materias y por ende comprender el comportamiento de los grupos humanos que las produjeron. En otras palabras, se buscaría como determinados elementos líticos pueden estar relacionados con la manufactura de industria ósea mediante el trabajo de la fauna. O bien sobre cuáles elementos líticos, como las piezas de macroutillaje se ha podido inferir con útiles realizados sobre materias duras de origen animal, como por ejemplo el grabado de las placas.
4. En cuarto lugar y en relación a lo descrito en la última línea del objetivo anterior, se plantea un estudio de los pigmentos. Este busca relacionar o conectar la industria ósea y estos con el arte mueble. Donde mediante la identificación elemental y composicional de los pigmentos rojos que aparecen tanto en la industria como en la plaquetas, se podría cotejar la información obtenida tras los análisis de mDRX y ESEM. Pudiendo así presentar un estudio que vincula ciertos elementos de la industria ósea con el arte mueble, bien empleados estos para realizar los grabados, bien para decorar los mismos o bien para procesar el ocre que posteriormente es aplicado sobre estas placas.
5. En quinto lugar una propuesta pretenciosa pero igualmente de alto valor científico sería intentar reconstruir el modelo completo de la cadena operativa vinculada a la industria ósea en el Molí del Salt. Con la perspectiva futura de aplicar esta al estudio de conjuntos de industria ósea de otros yacimientos arqueológicos. El conocer y describir cada una de las fases de esta nos brindaría un conocimiento prácticamente pleno del valor y rol de este tipo de industria para los grupos que habitaron este espacio. Por lo que podríamos observar la vinculación cultural y grado de herencia tecnológica de los grupos. Observando si hay continuidad o interrupción.
6. En sexto lugar, vemos necesario expandir el conjunto referencial mediante más estudios y prácticas experimentales. No limitando así nuestro registro referencial únicamente a restos de hueso, sino implementando el trabajo de materias primas como el asta, los cuernos, los dientes y las conchas.

7. En séptimo lugar sería crear un catálogo referencial de imágenes y descripciones de las huellas que deja cada técnica, dependiendo por igual de las condiciones sobre las que es efectuada y la moción ligada a la misma. Para ello sería necesario el análisis microscópico de cada uno de los elementos que conforman la colección referencial previamente completada. En la que se integre la manufactura de todo tipo de artefacto o útil del Paleolítico Superior confeccionado sobre hueso, asta, cuerno, diente o concha.
8. En último lugar la propuesta final sería cotejar tanto el conjunto arqueológico del Molí del Salt como el conjunto experimental con restos (materiales) de industria ósea de otros yacimientos arqueológicos. En especial con conjuntos ubicados en la vertiente mediterránea. Lo cual podría ayudar en la comprensión del paradigma de la transición del Magdaleniense Superior Final al Epi-magdaleniense en esta región.

7. CONCLUSIÓN

La industria ósea es el vector que une en el registro arqueológico la lítica con la fauna. Ese puente que conecta a los animales con la conciencia humana, más allá de un único pensamiento de supervivencia. En su apogeo tecnológico, esta fue materia para realizar las obras de arte y elementos simbólicos más representativos de la época. Estigma de cultura y conocimiento heredado por los grupos y transmitido generacionalmente. La cúspide del artesano, donde la complejidad tecnológica evoca rebeldía técnica. Un paso entre el aprovechamiento del recurso material y la excelencia de la maestría. El cosmos, recoge la multitud de técnicas y métodos junto con la infinidad de estadios operacionales en la manufactura de un mismo elemento. Ese puzle de patrones y variables cuánticas de la materia en sus diferentes estadios. Convirtiendo la presa y alimento en herramienta o útil. Creando del cuerpo muerto una vida, de la mente del artesano una historia.

Dentro del registro material arqueológico prevalece el estudio de dos conjuntos materiales principales como son los restos líticos y los de fauna. Pero raramente se intenta indagar en el escalón intermedio entre ambos, la industria ósea. Suscitada en muchas ocasiones a únicamente el periodo o etapa final del Paleolítico (Paleolítico Superior). No obstante el paradigma global está siendo cambiado en la última década y se están realizando estudios y publicando sobre elementos ligados a la industria ósea en yacimientos adscritos a épocas del Paleolítico Medio y el Paleolítico Inferior, tanto dentro como fuera de Europa. De igual modo

se están implementando nuevos análisis y técnicas de estudio aplicadas sobre los restos materiales.. Se plantean estudios experimentales y etnográficos junto con análisis tecnológicos y traceológicos. Quienes brinda un nuevo espectro de perspectiva a la hora de observar e interpretar los restos de fauna de los yacimientos. De esta manera está siendo posible determinar la presencia de industria ósea en conjuntos donde previamente no se había ni mencionado o su identificación había sido imposible.

En numerosas ocasiones al estudiar los restos de fauna de un yacimiento nos topamos con un alto número de restos fragmentos, lo que dificulta su interpretación. Esta problemática puede resolverse al aplicar análisis morfo-tecnológicos y traceológicos sobre los restos. Lo que nos permite conocer la vida del fragmento, desde que era parte de un completo esqueleto vivo hasta el último momento de su vida material, cuando cae en el sedimento y comienza su proceso de fosilización. Desentrañar la vida de cada elemento es lo que nos permite conocer el origen de su estado y forma. Quién puede estar vinculado a una acción antrópica o no. Siendo en el caso que lo fuera, de igual modo gracias a estos análisis, apoyados en la medida de lo posible por estudios experimentales y etnográficos, es posible discernir si la acción antrópica fue con un carácter alimenticio o tecnológico. Quedando este último reservado a la manufactura de industria ósea. Creándose una red infinita de parámetros que recogen desde las propiedades del elemento trabajado, como las del elemento de trabajo al igual que las del artesano o individuo que emprende la acción. Estas variables son las que pueden ser analizadas y estudiadas en son de vislumbrar el origen del estado resto y la función o rol que éste desempeñó en una comunidad o grupo humano. Entra en juego un alto valor cultural, ligado a la herencia del saber hacer, cómo actuar, qué técnicas aplicar, qué método emplear y qué moción seguir. Del mismo modo cobra valor el sentido económico del elemento, pues la confección de este puede estar vinculada a un aprovechamiento de las materias primas o una preselección del elemento deseado a muestra de un grado tecnológico o cultural. Igualmente juega un rol social, donde muchos de los elementos de estatus o diferenciación social han estado marcados por la tenencia de determinados elementos materiales, en reiterativos casos a modo de adornos como cuentas de collar, pendientes, pulseras-brazaletes...; al igual que ligado a eventos religiosos o místicos como se puede observar a día de hoy en grupos etnográficos como los Gamo. Grupo donde las herramientas en hueso son destinadas a los “chamanes” y únicamente empleadas para una acción específica con una función determinada. Vemos así como la industria ósea es una pieza clave en la cultura material del ser humano, la cual ha presentado siempre un estrecho vínculo con la capacidad cognitiva del mismo y las estrategias económicas, sociales y culturales de los grupos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abuhelaleh, B., Al Nahar, M., Hohenstein, U. T., Berruti, G. L., & Cancellieri, E. (2015). An experimental study of bone artifacts from the Neolithic site of Tell Abu Suwwan (PPNB-PN), Jordan. *Adumatu*, 32, 7-20.
- Achelis, S. B., & Achelis, S. (2001). *Technical Analysis from A to Z* (pp. 199-200). New York: McGraw Hill.
- Adamonis, S., & Concheyro, G. (2007). Los fósiles y los procesos de fosilización.
- Aguirre, E. (1997). La tafonomía como ciencia: aspectos epistemológicos.
- Aiello, Leslie C., and Cathy Key. "Energetic consequences of being a Homo erectus female." *American journal of human biology* 14.5 (2002): 551-565.
- Alley, R. B., Berntsen, T., Bindoff, N. L., Chidthaisong, A., Friedlingstein, P., Gregory, J. M., & Miller, H. L. (2007). Summary for policymakers. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, KB Averyt, M. Tignor and HL Miller (eds.)].
- Allué, E., Ibáñez, N., Saladié, P., & Vaquero, M. (2010). Small preys and plant exploitation by late pleistocene hunter-gatherers. A case study from the Northeast of the Iberian Peninsula. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2(1), 11-24.
- Álvarez-Fernández, E., & Jöris, O. (1998). El significado cronológico de algunas especies de fauna fría durante el Tardiglacial en la Península Ibérica.
- Álvarez, G. E. A. (2013). Producciones óseas funcionales y decorativas. Métodos y técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica: De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos (pp. 511-552). Universidad del País Vasco= Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Angevin, R. (2012). Magdalenian societies in the Massif Central (France): paleohistorical perspectives on the long-term (16.5–11.5 ka BP). *Quaternary International*, 272, 166-175.
- Ascher, R. (1961). Experimental archeology. *American Anthropologist*, 793-816.
- Aura, J. E. (1989). Solutrenses y Magdalenienses al sur del Ebro. Primera aproximación a un proceso de cambio tecnológico: el ejemplo de Parpalló. *SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 22, 35-65.
- Aura, J. E., Pérez, M., Badal, E., Morales, J. V., Avezuela Aristu, B., Tiffagom, M., ... & Jordá Pardo, J. F. (2010). Treinta años de investigación sobre el Paleolítico superior de Andalucía: la Cueva de Nerja (Málaga, España).
- Averbouh, A. (2000). *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques: l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées* (Doctoral dissertation, Paris 1).
- Averbouh, Aline, Nejma Goutas, and Sophie Méry, eds. *Nomad lives: From Prehistoric Times to the Present Day*. Publications scientifiques du Muséum, 2022.
- Backwell, Lucinda, and Francesco d'Errico. "Bone tools, paleolithic." *Encyclopedia of global archaeology* (2020): 1536-1548.
- Bailey, G. N., & Spikins, P. (Eds.). (2008). *Mesolithic Europe* (pp. 361-375). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bakke, J., Lie, Ø., Heegaard, E., Dokken, T., Haug, G. H., Birks, H. H., ... & Nilsen, T. (2009). Rapid oceanic and atmospheric changes during the Younger Dryas cold period. *Nature Geoscience*, 2(3), 202-205.
- Barandiarán, J. M. (1967). Excavaciones en el Montico de Charratu y en Sarracho.

- Barandiarán, I. (1993). El lobo feroz: La vacuidad de un cuento magdaleniense. *Veleia*, (10), 7-37.
- Barham, L., Llonca, A., & Stringer, C. (2002). Bone tools from Broken Hill (Kabwe) cave, Zambia, and their evolutionary significance. *Before farming*, 2002(2), 1-16.
- Barshay-Szmidt, C., Costamagno, S., Henry-Gambier, D., Laroulandie, V., Pétilion, J. M., Boudadi-Maligne, M., ... & Malley, J. B. (2016). New extensive focused AMS 14C dating of the Middle and Upper Magdalenian of the western Aquitaine/Pyrenean region of France (ca. 19–14 ka cal BP): Proposing a new model for its chronological phases and for the timing of occupation. *Quaternary International*, 414, 62-91.
- Bar-Yosef, O., & Valla, F. R. (Eds.). (1991). The Natufian culture in the Levant (pp. Pp-81). Ann Arbor: International monographs in prehistory.
- Bar-Yosef, Ofer. "The archaeological framework of the Upper Paleolithic revolution." *Diogenes* 54.2 (2007): 3-18.
- Bastir, M. (2018). Back to basics: morphological analysis in paleoanthropology. *Biological theory*, 205-227.
- Baumann, M., Giry, E., Crepin, L., Julien, M. A., Rendu, W., Saifullaev, B., & Krivoschapkin, A. (2025). Middle Paleolithic bone industry in Central Asia, first evidence from Obi-Rakhmat Grotto (Uzbekistan). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 61, 104961..
- Becker, Mark S. *Reconstructing prehistoric hunter-gatherer mobility patterns and the implications for the shift to sedentism: a perspective from the Near East*. University of Colorado at Boulder, 1999.
- Becker, D., Verheul, J., Zickel, M., & Willmes, C. (2015). LGM paleoenvironment of Europe-Map. CRC806-Database: Köln, Germany.
- Belfer-Cohen, A. (1991). The natufian in the Levant. *Annual Review of Anthropology*, 167-186.
- Bello, S. M., Crété, L., Galway-Witham, J., & Parfitt, S. A. (2021). Knapping tools in Magdalenian contexts: New evidence from Gough's Cave (Somerset, UK). *PLoS One*, 16(12), e0261031.
- Bergsvik, K. A., & David, É. (2015). Crafting bone tools in Mesolithic Norway: A regional eastern-related know-how. *European Journal of Archaeology*, 18(2), 190-221.
- Bettinger, Robert L., Raven Garvey, and Shannon Tushingham. *Hunter-gatherers: archaeological and evolutionary theory*. Springer, 2015.
- Binford, L. (1977). Forty-seven trips: a case study in the character of archaeological formation processes. *Stone tools as cultural markers: change, evolution and complexity*, 24-36.
- Binford, L. R. (1978). Dimensional analysis of behavior and site structure: learning from an Eskimo hunting stand. *American Antiquity*, 43(3), 330-361.
- 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. (1982). The archaeology of place. *Journal of anthropological archaeology*, 1(1), 5-31.
- Bobrova, N., Lebedev, A., Tsybina, L., & Pinkovetskaia, I. S. (2021). The issue of the information technology and technical terminology translatability from English into Russian: the typology and the nominative density levels. *Revista de la Universidad del Zulia*, 12(32), 500-520.
- Bolus, M., & Conard, N. J. (2001). The late Middle Paleolithic and earliest Upper Paleolithic in Central Europe and their relevance for the Out of Africa hypothesis. *Quaternary international*, 75(1), 29-40.
- Borao, M. (2012). Estudio tecnológico y tipológico de los útiles fabricados sobre materias duras animales en el Magdaleniense superior de la Cova de les Cendres (Teulada-Moraira, Alicante). *Saguntum-PLAV*, 44, 17-37.
- Borao Álvarez, M. I. (2020). Estudio tecnológico y tipológico de la industria ósea badegulense y magdaleniense de la Cova del Parpalló (Gandía, Valencia) (Doctoral dissertation, Universitat de València).

- Borao, M. (2022). Bone technology in the Badegoulian and Magdalenian of Parpalló (Valencia, Spain): A diachronic vision. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 46, 103679.
- Bradfield, J. (2013). Investigating the potential of micro-focus computed tomography in the study of ancient bone tool function: results from actualistic experiments. *Journal of Archaeological Science*, 40(6), 2606-2613.
- Bradfield, J., & Brand, T. (2015). Results of utilitarian and accidental breakage experiments on bone points. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 7(1), 27-38.
- Breuil, L. A. H. (1954). Le magdalénien. *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 51(Fasc. 8), 59-66.
- Broecker, W. S., Denton, G. H., Edwards, R. L., Cheng, H., Alley, R. B., & Putnam, A. E. (2010). Putting the Younger Dryas cold event into context. *Quaternary Science Reviews*, 29(9-10), 1078-1081.
- Brooks, A. S., Helgren, D. M., Cramer, J. S., Franklin, A., Hornyak, W., Keating, J. M., ... & Yellen, J. E. (1995). Dating and context of three Middle Stone Age sites with bone points in the Upper Semliki Valley, Zaire. *Science*, 268(5210), 548-553.
- Buc, N., & Loponte, D. (2007). Bone tool types and microwear patterns: some examples from the Pampa region, South America. *Bones as tools: current methods and interpretations in worked bone studies*, 1622, 143-157.
- Buc, N. (2011). Experimental series and use-wear in bone tools. *Journal of Archaeological Science*, 38(3), 546-557.
- Camacho, H. H., Río, C. J. D., & Longobucco, M. I. (2007). Los invertebrados fósiles.
- Camps-Fabrer, H. (1975). Tendances actuelles des recherches sur l'industrie de l'os: Le premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire Abbaye de Sénanque (Vaucluse) Avril 1974. *Bulletin de la Société préhistorique française. Comptes rendus des séances mensuelles*, 72(6), 169-173.
- Camps-Fabrer, H. (1981). Research on Prehistoric Bone Industries: A Progress Report.
- Camps-Fabrer, H. (1990). Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique.
- García Catalán, S. (2007). La industria lítica del nivel Asup del Molí del Salt (Vimbodí, Tarragona) y su contextualización en el Paleolítico Superior final de la vertiente mediterránea de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 64(2), 157-168.
- Cerezo Fernández, R., García Alonso, B., Martínez Villa, A., McGrath, K., Marchán-Fernandez, A., & Álvarez-Fernández, E. (2024). El arpón de la cueva de El Cobayu (Ribadesella, Asturias, España) y el poblamiento del valle del río Sella en la transición del Paleolítico superior al Mesolítico. In *De las cuevas paleolíticas a los monasterios medievales* (pp. 257-278). UNED.
- Cheng, H., Zhang, H., Spötl, C., Baker, J., Sinha, A., Li, H., ... & Edwards, R. L. (2020). Timing and structure of the Younger Dryas event and its underlying climate dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(38), 23408-23417.
- Christidou, R., & Legrand-Pineau, A. (2005). Hide working and bone tools: experimentation design and applications. In *From Hooves to Horns, from Mollusc to Mammoth. Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present: proceeding of the 4th Meeting of the ICAZ Worked Bone Research Group, at Tallinn, 26-31 of August 2003* (Vol. 15, pp. 385-396). Tallinn Book Printers Ltd.
- Clark, P. U., Dyke, A. S., Shakun, J. D., Carlson, A. E., Clark, J., Wohlfarth, B., ... & McCabe, A. M. (2009). The last glacial maximum. *science*, 325(5941), 710-714.
- Chapa, T. (1975). Magdaleniense medio y superior de Cueto de la Mina (Asturias). *Boletín del Instituto de Estudios Asturianos*, 85, 755-780.
- Christensen, M., David, E., Goutas, N., Le Dosseur, G., Le Mouél, J. F., ... & Tartar, E. (2004). Collection des fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Société préhistorique française. Cahier XI Matières et techniques, Publications de l'Université de Provence, Aix-Marseille.

- Cobas Fernández, I., & Prieto-Martínez, M. P. (2003). The technological chain as a methodological and theoretical tool from archaeology.
- Coles, J. (1979). Experimental archaeology.
- Colson, E. (1979). The Harvey Lecture Series. In good years and in bad: food strategies of self-reliant societies. *Journal of Anthropological Research*, 35(1), 18-29.
- Crawford, O. G. S. (1936). Human Progress; a review. *Antiquity*, 10(40), 391-404.
- Cuenca-Bescós, G., Marín-Arroyo, A. B., Martínez, I., Morales, M. R. G., & Straus, L. G. (2012). Relationship between Magdalenian subsistence and environmental change: The mammalian evidence from El Mirón (Spain). *Quaternary International*, 272, 125-137.
- Curwen, E. C. (1930). Prehistoric flint sickles. *Antiquity*, 4(14), 179-186.
- Curwen, E. C. (1935). Agriculture and the flint sickle in Palestine. *Antiquity*, 9(33), 62-66.
- David, E. (2004, March). Technology: A relevant methodology for characterizing cultures of Early Post-Glacial. In 69th SAA Congress-S79 Recent developments in bone tool studies (No. 1622, pp. 35-50). Archaeopress.
- David, E. (2007). Tracing human networks in Prehistoric Baltic Europe: the informative potential of Krzyż 7 & Dąbki 9 (Poland). Preliminary results on the worked bone and antler material (Doctoral dissertation, European Science Foundation; Jacek Kabaciński Excavations Project at Krzyż Station 7 & Dąbki 9 (Poland)).
- David, É. (2014). How Using Technology to Set Past Human Technical Behaviour towards Osseous Material? With a Special Emphasis on the Mesolithic Bone Industry from Norway (7900-6200BP). In *Zooarchaeology: Proceedings of the 9th ICAZ Worked Bone Research Group Meeting* (Vol. 2, pp. 1-13). Cultural Relics Press.
- David, É., Temprana, A. C., & Orłowska, J. (2022). Bone flakes from traditional metapodial reduction in Postglacial deposits. In *Hidden dimensions: aspects of Mesolithic hunter-gatherer landscape use and non-lithic technology* (pp. 235-259). Sidestone Press.
- David, É., & Ducrocq, T. (2023). The biography of decorated antler adzes from Montières (France) suggests a magic function in Mesolithic art. In *Mesolithic Art—Abstraction, Decoration, Messages. International and interdisciplinary Conference Halle (Saale), Germany, 19th-21st September 2019* (Vol. 26, pp. 41-54).
- David, É. (2024). On the polysemic nature of traces and co-occurring patterns in anthropized material—contribution of a “Retoucher” with a flaked bone aspect from Roc-en-Pail (France). *Sprawozdania archeologiczne*, 76(1), 139-158.
- D’Errico, F., Henshilwood, C., & Nilssen, P. (2001). An engraved bone fragment from c. 70,000-year-old Middle Stone Age levels at Blombos Cave, South Africa: implications for the origin of symbolism and language. *Antiquity*, 75(288), 309-318.
- D’Errico, F., & Backwell, L. (2007). From Swartkrans to Arcy-sur-Cure. The use of bone tools in the Lower and Middle Palaeolithic.
- De la Torre, I., Doyon, L., Benito-Calvo, A., Mora, R., Mwakyoma, I., Njau, J. K., ... & d’Errico, F. (2025). Systematic bone tool production at 1.5 million years ago. *Nature*, 1-5.
- Dean, Hartley. Understanding human need. Policy Press, 2010.
- Delmas, M. (2015). The last maximum ice extent and subsequent deglaciation of the Pyrenees: an overview of recent research. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 41(2), p-359.
- Del Río, Fernando, Rodrigo López-Hernández, and Claudia Chaparro Velázquez. "On information, entropy, and early stone tools." *Molecular Physics* 122.19-20 (2024): e2310644.
- Diedrich, C. G. (2015). ‘Neanderthal bone flutes’: simply products of Ice Age spotted hyena scavenging activities on cave bear cubs in European cave bear dens. *Royal Society Open Science*, 2(4), 140022.

- Djindjian, F. (2012). Is the MP-EUP transition also an economic and social revolution?. *Quaternary International*, 259, 72-77.
- Djindjian, F. (2012). Contacts et déplacements des groupes humains dans le Paléolithique supérieur européen: les adaptations aux variations climatiques des stratégies de gestion des ressources dans le territoire et dans le cycle annuel. In *Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique. Colloque international dans le cadre de la commission 8 (Paléolithique supérieur) de l'UISPP, Programme et résumés* (pp. 47-48).
- Djindjian, F. (2013). L'apport des données de l'art solutréen dans les problématiques de circulations des chasseurs cueilleurs au maximum glaciaire en Europe occidentale/The Contributions of the Solutrean Art Data in the Questions of the Human Group Circulations during the Maximum Ice Age in Western Europe. *Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France*, 47(1), 275-296.
- Djindjian, F. (2014). Contacts and movements of human groups in the European upper Palaeolithic: The adaptations to climate changes of the resource management strategies inside the territory and the annual cycle. *DEBATING SPATIAL ARCHAEOLOGY*, 1.
- Dodd, J. R., & Stanton, R. J. (1991). *Paleoecology: concepts and applications*. John Wiley & Son
- Efremov, I.A. (1940). Taphonomy: a new branch of paleontology. *Pan American Geologist*, 74: 81-93
- Eguilleor-Carmona, X., García-Bustos, M., & Rivero, O. (2024). Towards a morpho-technical typology of Magdalenian barbed points in the Cantabrian Region: A statistical proposal. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 53, 104325.
- Enloe, J. (2001). Magdalenian. In *Encyclopedia of Prehistory: Volume 4: Europe* (pp. 198-209). Boston, MA: Springer US
- Enloe, J. G. (2004). Hunter-Gatherer food sharing: Social and economic interactions. *Hunters and Gatherers in Theory and Archaeology*. Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, 211-240.
- e Imagem, G. D. C. (2014). *Metodologias de Trabalho Arqueológico*. Campo, Laboratório, Divulgação (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico de Tomar).
- Farizy, C. (1994). Behavioral and cultural changes at the Middle to Upper Paleolithic transition in Western Europe. In *Origins of anatomically modern humans* (pp. 93-100). Boston, MA: Springer US.
- Fernández López, S. R. (1999). *Tafonomía y fosilización*.
- Fernández López, S. R. (2000). *Temas de tafonomía*.
- Fernández López, S. R. (2001). Tafonomía, fosilización y yacimientos de fósiles: modelos alternativos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(2), 116-120.
- Fernández-Marchena, J. L., Rabuñal, J. R., Mateo-Lomba, P., Lombao, D., Hernando, R., Cueva-Temprana, A., & Cazalla, I. (2020). Rainbow in the dark. The identification of diagnostic projectile impact features on rock crystal. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 31, 102315.
- Finestone, Emma. "Early Stone Tool Technology in Hominin Evolution." *Oxford Research Encyclopedia of Anthropology*. 2025.
- Forestier, H. (1993). Le Clactonien: mise en application d'une nouvelle méthode de débitage s'inscrivant dans la variabilité des systèmes de production lithique du Paléolithique ancien. *PALEO, revue d'archéologie préhistorique*, 5(1), 53-82.
- Foucher, P., San Juan-Foucher, C., Vercoutère, C., & Ferrier, C. (2013). La grotte de Gargas (Hautes-Pyrénées, France): l'apport du contexte archéologique à l'interprétation de l'art pariétal. *Palethnologie. Archéologie et sciences humaines*, (5).
- Fullagar, Richard, and M. Matheson. "Traceology: A summary." *Encyclopedia of global archaeology* (2013): 73-85.

- Fullola, J. M., Mangado, X., Tejero, J. M., Petit, M. À., Bergadà, M. M., Nadal, J., ... & Mercadal, O. (2012). The Magdalenian in Catalonia (northeast Iberia). *Quaternary International*, 272, 55-74.
- Galaty, J. G. (2005). Time, terror, and pastoral inertia: Sedentarization and conflict in Northern Kenya. In *As pastoralists settle: Social, health, and economic consequences of pastoral sedentarization in Marsabit District, Kenya* (pp. 53-68). Boston, MA: Springer US.
- Galetti, Mauro, et al. "Ecological and evolutionary legacy of megafauna extinctions." *Biological Reviews* 93.2 (2018): 845-862.
- García-Argüelles, P., Nadal, J., & Fullola, J. M. (2009). From Magdalenian to Early Neolithic: hunter-gatherers in transition in north-eastern Iberia. In *Mesolithic horizons. Papers presented at the Seventh International Conference of the Mesolithic in Europe* (pp. 500-506). Belfast: Oxbow.
- García Díez, M., & Vaquero, M. (2006). The graphic variability in the Molí del Salt (Vimbodí, Catalonia, Spain) and the portable art of the Late Upper Paleolithic at Eastern Iberia. *Anthropologie*, 110(4), 453-481.
- Garcia-Diez, M., & Vaquero, M. (2015). Looking at the camp: Paleolithic depiction of a hunter-gatherer campsite. *PLoS One*, 10(12), e0143002.
- Garrod, L. P. (1934). Monilia in the Sputum. *British Medical Journal*, 1(3819), 504.
- Gibbons, A. (1995). Old Dates for Modern Behavior: Sophisticated tools made in Europe 40,000 years ago are, textbooks say, the first signs of truly modern human activity. Controversial African finds say Europeans were 50,000 years behind the times. *Science*, 268(5210), 495-496.
- Golovanova, L. V., Doronichev, V. B., Doronicheva, E. V., Poplevko, G. N., Cleghorn, N. E., Kulkov, A. M., ... & Staroverov, N. E. (2025). On the Mousterian origin of bone-tipped hunting weapons in Europe: Evidence from Mezmaiskaya Cave, North Caucasus. *Journal of Archaeological Science*, 179, 106223.
- Gompper, Matthew E. "Sociality and asociality in white-nosed coatis (*Nasua narica*): foraging costs and benefits." *Behavioral ecology* 7.3 (1996): 254-263.
- Gravel-Miguel, C. (2017). The impacts of geography and climate change on Magdalenian social networks. Arizona State University.
- Grayson, D. K., & Cannon, M. D. (1999). Human paleoecology and foraging theory in the Great Basin. *Models for the millennium: Great Basin anthropology today*, 141-151.
- Grosman, L., Munro, N. D., Abadi, I., Boaretto, E., Shaham, D., Belfer-Cohen, A., & Bar-Yosef, O. (2016). Nahal Ein Gev II, a late Natufian community at the Sea of Galilee. *Plos one*, 11(1), e0146647.
- Grove, M. (2010). Logistical mobility reduces subsistence risk in hunting economies. *Journal of Archaeological Science*, 37(8), 1913-1921.
- Guthrie, R. D. (1982). Mammals of the mammoth steppe as paleoenvironmental indicators. In *Paleoecology of Beringia* (pp. 307-326). Academic Press.
- Hahn, J. (1978). New aspects of the Magdalenian in Central Europe. *Reviews in Anthropology*, 5(3), 313-331.
- Halicka, K. (2016). Innovative classification of methods of the Future-oriented Technology Analysis. *Technological and Economic Development of Economy*, 22(4), 574-597.
- Hanon, Raphaël, et al. "Butchery activities associated with member 5 at Sterkfontein, South Africa." *Archaeological and Anthropological Sciences* 17.2 (2025): 1-21.
- Henshilwood, C., & Sealy, J. (1997). Bone artefacts from the middle stone age at Blombos Cave, Southern Cape, South Africa. *Current anthropology*, 38(5), 890-895.
- Henshilwood, C. S., Sealy, J. C., Yates, R., Cruz-Urbe, K., Goldberg, P., Grine, F. E., ... & Watts, I. (2001). Blombos Cave, southern Cape, South Africa: preliminary report on the 1992–1999 excavations of the Middle Stone Age levels. *Journal of Archaeological Science*, 28(4), 421-448.

- Henshilwood, C., d'Errico, F., Vanhaeren, M., Van Niekerk, K., & Jacobs, Z. (2004). Middle stone age shell beads from South Africa. *Science*, 304(5669), 404-404.
- Ibáñez, N., & Saladié, P. (2004). El Molí del Salt (Vimbodí, La Conca de Barberà): nuevos datos sobre el estudio de la fauna. In *Final Proceedings, Primer Congreso Peninsular de Estudiantes de Prehistoria*. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona (pp. 254-261).
- Kaplan, Hillard, et al. "A theory of human life history evolution: Diet, intelligence, and longevity." *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews* 9.4 (2000): 156-185.
- Kaplan, H., & Hill, K. (2017). The evolutionary ecology of food acquisition. In *Evolutionary ecology and human behavior* (pp. 167-202). Routledge.
- Kelly, R. L. (1983). Hunter-gatherer mobility strategies. *Journal of anthropological research*, 39(3), 277-306.
- Khazanov, A. M., & Wink, A. (2001). Nomads in the History of the Sedentary World. *Nomads in the sedentary world*, 1-23.
- Knecht, Heidi. "Early Upper Paleolithic approaches to bone and antler projectile technology." *Archeological Papers of the American Anthropological Association* 4.1 (1993): 33-47.
- Kononenko, N., Torrence, R., Barton, H., & Hennell, A. (2010). Cross-cultural interaction on Wuvulu Island, Papua New Guinea: the perspective from use-wear and residue analyses of turtle bone artifacts. *Journal of Archaeological Science*, 37(11), 2911-2919.
- Kroes, Peter. "Technological explanations: the relation between structure and function of technological objects." *Society for Philosophy and Technology Quarterly Electronic Journal* 3.3 (1998): 124-134.
- Kuntz, D., & Costamagno, S. (2011). Relationships between reindeer and man in southwestern France during the Magdalenian. *Quaternary International*, 238(1-2), 12-24.
- Langley, M. C. (2015). Investigating maintenance and discard behaviours for osseous projectile points: A Middle to Late Magdalenian (c. 19,000–14,000 cal. BP) example. *Journal of Anthropological Archaeology*, 40, 340-360.
- Langley, M. C., Pétilion, J. M., & Christensen, M. (2017). Diversity and evolution of osseous hunting equipment during the Magdalenian (21,000–14,000 cal BP). In *Osseous projectile weaponry: Towards an understanding of Pleistocene cultural variability* (pp. 143-159). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Langley, M. C. "Establishing a typology for Australian pointed bone implements." *Australian Archaeology* 84.2 (2018): 164-180.
- Langgut, D., Cheddadi, R., & Sharon, G. (2021). Climate and environmental reconstruction of the Epipaleolithic Mediterranean Levant (22.0–11.9 ka cal. BP). *Quaternary Science Reviews*, 270, 107170.
- Lambeck, K., Yokoyama, Y., & Purcell, T. (2002). Into and out of the Last Glacial Maximum: sea-level change during Oxygen Isotope Stages 3 and 2. *Quaternary Science Reviews*, 21(1-3), 343-360.
- Le Dosseur, G., & Shatil, A. (2014). The Bone Industry. F. Bocquentin et al. *Renewed Excavations at Beisamoun: Investigating the 7th Millennium cal. BC of the Southern Levant*. JIPS, 44, 68-73.
- Leesch, D., Müller, W., Nielsen, E., & Bullinger, J. (2012). The Magdalenian in Switzerland: re-colonization of a newly accessible landscape. *Quaternary International*, 272, 191-208.
- Legrand, A., & Sidéra, I. (2007). Methods, Means, and Results When Studying European Bone Industry. *Bones as tools: current methods and interpretations in worked bone studies.*, pp-291.
- LeMoine, G. M. (1994). Use wear on bone and antler tools from the Mackenzie Delta, Northwest Territories. *American Antiquity*, 59(2), 316-334.
- Leonard, William R., and Marcia L. Robertson. "Nutritional requirements and human evolution: a bioenergetics model." *American Journal of Human Biology* 4.2 (1992): 179-195.

- Lepère, C. (2014). Experimental and traceological approach for a technical interpretation of ceramic polished surfaces. *Journal of Archaeological Science*, 46, 144-155.
- Leroi-Gourhan, A. (1966). Réflexions de méthode sur l'art paléolithique. *Bulletin de la Société préhistorique française. Études et travaux*, 63(Fasc. 1), 35-49.
- Levy, R. A. (1966). Conceptual foundations of technical analysis. *Financial Analysts Journal*, 22(4), 83-89.
- Lewin, Roger. "Man the Scavenger: Hominids of 2 million years ago ate meat: but were they hunters or scavengers? A scavenging hypothesis has now been fully articulated." *Science* 224.4651 (1984): 861-862.
- Liu, C. (2024). Variation matters: Expanding the scope of experimental archaeology. *Advances in Archaeological Practice*, 12(4), 375-389.
- Lombard, M., & Haidle, M. N. (2012). Thinking a bow-and-arrow set: cognitive implications of Middle Stone Age bow and stone-tipped arrow technology. *Cambridge Archaeological Journal*, 22(2), 237-264.
- Loving, J. L., & Vallis, G. K. (2005). Mechanisms for climate variability during glacial and interglacial periods. *Paleoceanography*, 20(4).
- Lyman, R. L. (2010). What taphonomy is, what it isn't, and why taphonomists should care about the difference. *Journal of Taphonomy*, 8(1), 1-16.
- Maher, L. A., Richter, T., & Stock, J. T. (2012). The pre-Natufian Epipaleolithic: Long-term behavioral trends in the Levant. *Evolutionary Anthropology: issues, news, and reviews*, 21(2), 69-81.
- Maigrot, Y. (2003, August). Ivory, bone and antler tools production systems at Chalain 4 (Jura, France), late Neolithic site, 3rd millennium. In *Hooves to Horns, from Mollusc to Mammoth, Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*, 4th Meeting of the Worked Bone Research Group, Tallinn (Vol. 15, p. 113).
- Malgarini, R. Déchetes sur partie basilaire: Questionnements sur la matière première et la technologie de l'industrie en bois de cervidé de la Grotte du Mas de Azul
- Mangado, X., Tejero, J. M., Fullola, J. M., Petit, M. À., & Sánchez, M. (2014). La Cova del parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida). La secuencia magdaleniense. Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar. *Estado actual del conocimiento del registro arqueológico*, 152-8.
- Mansur, M. E., Lima, M. A., & Maigrot, Y. (Eds.). (2014). *Traceology today: methodological issues in the Old World and the Americas* (pp. 75-84). Archaeopress.
- Marreiros, J., Mazzucco, N., Gibaja, J. F., & Bicho, N. (2014). Macro and micro evidences from the past: The state of the art of archeological use-wear studies. *Use-wear and residue analysis in archaeology*, 5-26.
- Martisius, N. L., Spasov, R., Smith, G. M., Endarova, E., Sinet-Mathiot, V., Welker, F., ... & Hublin, J. J. (2022). Initial upper paleolithic bone technology and personal ornaments at Bacho Kiro Cave (Bulgaria). *Journal of Human Evolution*, 167, 103198.
- Mas, B., Allue, E., Alonso, E. S., & Vaquero, M. (2021). From forest to settlement: Magdalenian hunter-gatherer interactions with the wood vegetation environment based on anthracology and intra-site spatial distribution. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13(1), 12.
- Mateo-Lomba, P., Fernández-Marchena, J. L., Cazalla, I., Valtierra, N., Cáceres, I., & Ollé, A. (2022). An assessment of bone tool cleaning procedures in preparation for traceological analysis. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14(5), 95.
- Mateo-Lomba, P., Ollé, A., Fernández-Marchena, J. L., Saladié, P., Marín, J., Chacón, M. G., ... & Cáceres, I. (2024). First identification of a Neanderthal bone spear point through an interdisciplinary analysis at Abric Romaní (NE Iberian Peninsula). *Scientific Reports*, 14(1), 19160.
- Mathieu, J. R. (2002). *Experimental archaeology*. BAR International Series, 1035.
- “Mathieu, J. R. 2002. Introduction. In *Experimental Archaeology: Replicating Past Objects, Behaviours and Processes* (ed. J. R. Mathieu). Oxford: BAR International Series 1035, Archaeopress, pp. 1–4”.

- Mazet, A., David, E., & Woodman, P. C. (2024). Scheme, schema and chaine opératoire: Concepts to be cross-used in prehistory-application to the Mesolithic fishers' instrumentation in Northern Europe. *ANTHROPOLOGIE*, 128(4).
- McBrearty, S., & Brooks, A. S. (2000). The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of human evolution*, 39(5), 453-563.
- McCartan, S., Schulting, R., Warren, G., & Woodman, P. (2009). Mesolithic horizons. In seventh international conference on the Mesolithic in Europe, Belfast 2005.
- McGee, W. J., & Hewitt, J. N. B. (1898). *The Seri Indians* (Vol. 17). US Government Printing Office.
- Miller, R. (2012). Mapping the expansion of the Northwest Magdalenian. *Quaternary International*, 272, 209-230.
- Mirazón Lahr, M. (2025). The early origins of bone-tool manufacturing traditions by hominins 1.5 million years ago.
- Moleón, Marcos, et al. "Humans and scavengers: the evolution of interactions and ecosystem services." *BioScience* 64.5 (2014): 394-403.
- Morales, J. I., Burjachs, F., Allué, E., Fontanals, M., Soto, M., Expósito, I., ... & Yll, E. I. (2012). Paleogeografía humana durante el Tardiglaciario y Holoceno inicial en el ámbito mediterráneo del NE Ibérico. *Cuaternario y Geomorfología*, 26(3-4), 11-28.
- Nadel, D., & Hershkovitz, I. (1991). New subsistence data and human remains from the earliest Levantine Epipaleolithic. *Current Anthropology*, 32(5), 631-635.
- Nettle, D. (1998). Explaining global patterns of language diversity. *Journal of anthropological archaeology*, 17(4), 354-374.
- Noe-Nygaard, N. (1987). Taphonomy in archaeology: with special emphasis on man as a biasing factor. *Journal of Danish Archaeology*, 6(1), 7-52.
- Odell, G. H. (2004). *Encountering Prehistoric Behavior*. In *Lithic Analysis* (pp. 175-218). Boston, MA: Springer US.
- Olària, C., GUSI, F., Estévez, J. O. R. D. I., Casabó, J. O. S. E. P., & Rovira, M. L. (1981). El yacimiento magdalenense de Cova Matutano (Villafamés, Castellón). Estudio del sondeo estratigráfico, 1979. *Cuadernos de prehistoria y arqueología castellonenses*, 8, 21-100.
- Olszewski, D. I. (2014). Middle East: Epipaleolithic. In *Encyclopedia of Global Archaeology* (pp. 4922-4929). Springer, New York, NY.
- Ortí, F., Rosell, L., Inglès, M., & Playà, E. (2007). Depositional models of lacustrine evaporites in the SE margin of the Ebro Basin (Paleogene, NE Spain). *Geologica Acta: an international earth science journal*, 5(1), 19-34.
- Otte, M. (2009). The paleolithic-mesolithic transition. *Sourcebook of Paleolithic Transitions: Methods, Theories, and Interpretations*, 537-553.
- Outram, A. K. (2008). Introduction to experimental archaeology. *World Archaeology*, 40(1), 1-6.
- Page, Abigail E., and Jennifer C. French. "Reconstructing prehistoric demography: What role for extant hunter-gatherers?." *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 29.6 (2020): 332-345.
- Panger, Melissa A., et al. "Older than the Oldowan? Rethinking the emergence of hominin tool use." *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews* 11.6 (2002): 235-245.
- Parkington, J. E. (1980). The Elands Bay cave sequence: cultural stratigraphy and subsistence strategies. In *Proceedings of the 8th Pan-African Congress of Prehistory and Quaternary Studies, Nairobi* (pp. 315-320).
- Pelegri, J. (1991). Les savoir-faire: une très longue histoire. *Terrain. Anthropologie & sciences humaines*, (16), 106-113.

- Pelegrin, J. (1995). Technologie lithique: le châtelperronien de Roc-de-Combes (Lot) et de la Côte (Dordogne). FeniXX.
- Pelegrin, Jacques. "Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions." *L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire* 7 (2000): 73-86.
- Peña, L. (2008). Morpho-technological study of the Lower and Middle Palaeolithic lithic assemblages from Maltravieso and Santa Ana cave (Cáceres, Extremadura). *Sezione di Museologia Scientifica e Naturalistica*, 1-5.
- Pequeño Daunesse, J. (2023). Prehistoria de Asturias. El paleolítico. El Magdaleniense en Asturias durante el Tardiglaciario (Bachelor's thesis).
- Pérez Alberti, A., & RAMIL REGO, P. (1996). La evolución bioclimática y sus consecuencias: el ejemplo de los paleopaisajes del Cuaternario en Galicia. *Gallaecia*, 14(15), 31-66.
- Pérez, M. M. (1997). El Epipaleolítico en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica: Investigaciones recientes. *Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, (10).
- Pétillon, J. M., Plisson, H., & Cattelain, P. (2016). Thirty years of experimental research on the breakage patterns of Stone Age osseous points. Overview, methodological problems and current perspectives. Multidisciplinary approaches to the study of Stone Age weaponry, 47-63.
- Petrognani, S., & Robert, E. (2019). Symbolic territories in pre-Magdalenian art?. *Quaternary International*, 503, 210-220.
- Pinter, N., Scott, A. C., Daulton, T. L., Podoll, A., Koeberl, C., Anderson, R. S., & Ishman, S. E. (2011). The Younger Dryas impact hypothesis: A requiem. *Earth-Science Reviews*, 106(3-4), 247-264.
- Piñero, M. V. (Ed.). (2004). Els Darrers caçadors-recol·lectors de la Conca de Barberà: el jaciment del Molí de Salt (Vimodí): excavacions 1999-2003. Museu-Arxiu de Montblanc i Comarca.
- Plutniak, S. (2022). What makes the identity of a scientific method? A history of the "structural and analytical typology" in the growth of evolutionary and digital archaeology in southwestern Europe (1950s–2000s). *Journal of Paleolithic Archaeology*, 5(1), 10.
- Popper, K. R. (1959). The propensity interpretation of probability. *The British journal for the philosophy of science*, 10(37), 25-42.
- Price, T. Douglas, and James A. Brown. "Aspects of hunter-gatherer complexity." *Prehistoric Hunters-Gatherers*. Academic Press, 1985. 3-20.
- Quesada, C. C., Pardo, J. J., de la Torre Sáinz, I., & de los Terreros, J. Y. S. (2001). El Tossal de la Roca (Alicante). Nuevos datos sobre el Magdaleniense mediterráneo de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 58(1), 71-93.
- Rabett, Ryan J., and Philip J. Piper. "The emergence of bone technologies at the end of the Pleistocene in Southeast Asia: regional and evolutionary implications." *Cambridge Archaeological Journal* 22.1 (2012): 37-56.
- Ramseyer, D., & Chauvière, F. X. (2004). *Matières et techniques*. Ed. Société préhistorique française.
- Reynolds, P. J. (1999). The nature of experiment in archaeology. *Experiment and design: Archaeological studies in honour of John Coles*, 156-162.
- Reschke, Jan-Olaf, Susanne Krüger, and Christine Hertler. "Early hominins: Successful hunters, catchers, or scavengers? An agent-based model about hunting strategies in tropical grasslands." *Quaternary environments and humans* 2.5 (2024): 100019.
- Ritchey, T. (2012). Outline for a morphology of modelling methods. *Acta Morphologica Generalis AMG Vol*, 1(1), 1012.
- Ritchey, T. (2018). General morphological analysis as a basic scientific modelling method. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 81-91.

- Richter, J. (2001). For lack of a wise old man? Late Neanderthal land use patterns in the Altmühl River Valley, Southern Germany. *Middle Stone Age and Middle Palaeolithic Settlement Patterns*, 205-220.
- Rivero, O., & Sauvet, G. (2014). Defining Magdalenian cultural groups in Franco-Cantabria by the formal analysis of portable artworks. *Antiquity*, 88(339), 64-80.
- Rodríguez, M. V. (2006). El Mesolítico de facies macrolítica en el centro y sur de Cataluña. In *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular* (pp. 137-160). Departamento de Cultura= Arabako Foru Aldeundia.
- Rodríguez, M. V., Alonso, S., & Catalán, S. G. (2009). El final del Magdalenense y el Mesolítico en Catalunya. In *Els Pirineus i les àrees circumdants durant el tardiglacial. Mutacions i filiacions tecnoculturals, evolució paleoambiental (16000-10000 BP): XIV Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà. Puigcerdà-10-12 de novembre de 2006. Homenatge al professor Georges Laplace* (pp. 349-374). Institut d'Estudis Ceretans.
- Roman, D. (2015). La tecnología lítica durante el Magdalenense en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica. *Journal of Lithic Studies*, 2(2), 145-165.
- Rosenberg, D. (2004). The pestle: characteristics and changes of stone pounding implements in the Southern Levant from the early Epipalaeolithic through the Pottery Neolithic period. Unpublished MA Thesis, Tel Aviv University. (Hebrew with English summary).
- Rots, V. (2010). Prehension and hafting traces on flint tools: a methodology. *Universitaire Pers Leuven*.
- Rufà, A., Blasco, R., Rosell, J., & Vaquero, M. (2018). What is going on at the Molí del Salt site? A zooarchaeological approach to the last hunter-gatherers from South Catalonia. *Historical Biology*, 30(6), 786-806.
- Rufà, A., Blasco, R., Rosell, J., Vaquero, M., & Alonso, S. (2018). La importància del conill (*Oryctolagus cuniculus*) en la dieta humana dels últims caçadors-recol·lectors al sud de Catalunya. *Podall*, (6-7), 41-63.
- Sainz, C. G. (2007). Dating Magdalenian art in north Spain: the current situation. *Palaeolithic cave art at Creswell crags in European context*, 247.
- Sánchez, M. C. (2002). El Paleolítico superior final en el sur de la Península Ibérica: los yacimientos de la provincia de Málaga. *Mainake*, (24), 279-300.
- Sánchez de la Torre, M. (2015). Las sociedades cazadoras-recolectoras del Paleolítico superior final pirenaico. *Territorios económicos y sociales*.
- Schiffer, M. B., Skibo, J. M., Griffiths, J. L., Hollenback, K. L., & Longacre, W. A. (2001). Behavioral archaeology and the study of technology. *American Antiquity*, 66(4), 729-737.
- Schwartz, J. H. (Ed.). (2022). *Rethinking human evolution* (Vol. 21). MIT Press.
- Semenov, N. N. (1964). The World of the Future. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 20(2), 10-15.
- Sharon, G., & Goren-Inbar, N. (1999). Soft percussor use at the Gesher Benot Ya 'aqov Acheulian site. *Mitekufat Haeven*, 28, 55-79.
- Shimelmitz, R., Friesem, D. E., Clark, J. L., Groman-Yaroslavski, I., Weissbrod, L., Porat, N., & Kandel, A. W. (2018). The upper paleolithic and epipaleolithic of sefunim cave, Israel. *Quaternary International*, 464, 106-125.
- Shipman, P. (1986). Scavenging or hunting in early hominids: theoretical framework and tests. *American Anthropologist*, 88(1), 27-43.
- Shott, M. J. (2011). History written in stone: evolutionary analysis of stone tools in archeology. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 435-445.
- Sidéra, I. (2000). *Préhistoire d'os. Recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer*.

- Sidéra, I., & Legrand, A. (2006). Tracéologie fonctionnelle des matières osseuses: une méthode. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 291-304.
- Skakun, N. N., Zhilin, M. G., & Terekhina, V. V. (2011). Technology of the processing of bone and antler at Ivanovskoje 7 Mesolithic site, Central Russia. *Rivista di scienze preistoriche*: LXI, 2011, 39-58.
- Skinner, B. F. (1966). What is the experimental analysis of behavior?. *Journal of the Experimental Analysis of behavior*, 9(3), 213.
- Soto, M., de Soler, B. G., Poch, J. V., & Rodríguez, M. V. (2011). El territori d'aprovisionament del sílex dels caçadors i recol·lectors del Molí del Salt. *Aplec de Treballs*, (29), 31-52.
- Soto, M., de Soler, B. G., Poch, J. V., & Rodríguez, M. V. (2013). aplicación experimental de sistemas de información geográficos a la prospección y análisis de áreas de captación de rocas silíceas en la prehistoria. El caso práctico del Abric Romaní y el Molí del Salt. In *Experimentación en arqueología: estudio y difusión del pasado* (pp. 517-524). Museo de Arqueología de Cataluña= Museu d'Arqueologia de Catalunya.
- Soto, M., de Soler, B. G., Poch, J. V., & Rodríguez, M. V. (2013). aplicación experimental de sistemas de información geográficos a la prospección y análisis de áreas de captación de rocas silíceas en la prehistoria. El caso práctico del Abric Romaní y el Molí del Salt. In *Experimentación en arqueología: estudio y difusión del pasado* (pp. 517-524). Museo de Arqueología de Cataluña= Museu d'Arqueologia de Catalunya.
- Spurrell, F. C. J. (1892). Notes on early sickles. *Archaeological Journal*, 49(1), 53-68.
- Stewart, J. R., & Lister, A. M. (2001). Cryptic northern refugia and the origins of the modern biota. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11), 608-613.
- Stewart, J. R., & Lister, A. M. (2001). Cryptic northern refugia and the origins of the modern biota. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11), 608-613.
- Straus, L. G., Gonzalez Morales, M., Farrand, W. R., & Hubbard, W. J. (2001). Sedimentological and stratigraphic observations in El Mirón, a late Quaternary cave site in the Cantabrian Cordillera, northern Spain. *Geoarchaeology: an international Journal*, 16(5), 603-630.
- Straus, L. G., Morales, M. R. G., Martínez, M. Á. F., & Garcia-Gelabert, M. P. (2002). Last glacial human settlement in eastern Cantabria (Northern Spain). *Journal of Archaeological Science*, 29(12), 1403-1414.
- Straus, L. G., & Morales, M. G. (2003). El Mirón cave and the 14C chronology of Cantabrian Spain. *Radiocarbon*, 45(1), 41-58.
- Straus, L. G. (2006). Of stones and bones: interpreting site function in the Upper Paleolithic and Mesolithic of Western Europe. *Journal of Anthropological Archaeology*, 25(4), 500-509.
- Straus, L. G. (2013). After the deep freeze: confronting "Magdalenian" realities in Cantabrian Spain and beyond. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 20, 236-255.
- Stuart, A. J. (2015). Late Quaternary megafaunal extinctions on the continents: a short review. *Geological Journal*, 50(3), 338-363.
- Stutz, A. J., Munro, N. D., & Bar-Oz, G. (2009). Increasing the resolution of the Broad Spectrum Revolution in the Southern Levantine Epipaleolithic (19–12 ka). *Journal of Human Evolution*, 56(3), 294-306.
- Swedell, Larissa, and Thomas Plummer. "Social evolution in Plio-Pleistocene hominins: Insights from hamadryas baboons and paleoecology." *Journal of Human Evolution* 137 (2019): 102667.
- Teyssandier, N. (2008). Revolution or evolution: the emergence of the Upper Paleolithic in Europe. *World Archaeology*, 40(4), 493-519.
- Thompson, T. J. U., Islam, M., Piduru, K., & Marcel, A. (2011). An investigation into the internal and external variables acting on crystallinity index using Fourier Transform Infrared Spectroscopy on unaltered and burned bone. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 299(1-2), 168-174.

Utrilla, P. (1997). Le couloir de l'Ebre après le Pléniglaciaire: influences méditerranéennes et atlantiques. In *El món mediterrani després del pleniglacial (18000-12000 BP)*: col·loqui, Banyoles 1995 (pp. 431-443). Museo de Arqueología de Cataluña= Museu d'Arqueologia de Catalunya.

Utrilla, P. (2004). Evolución histórica de las sociedades cantábricas durante el Tardiglacial: El Magdaleniense inicial, inferior y medio (16.500-13.000 BP). In *Las sociedades del Paleolítico en la región cantábrica* (Vol. 8, pp. 243-274). Bizkaiko Foru Aldundia-Diputació Foral de Bizkaia.

Utrilla, P., Rodanes, J. M., & Blasco, F. (2018). El Magdaleniense arcaico en España Le Magdalénien archaïque en Espagne. *MaGDalenian CHRONOSTRaTIGRaPHIC CORReLaTIONs*, 13.

Valladas, H., Cachier, H., Maurice, P., De Quirost, F. B., Clottes, J., Valdes, V. C., ... & Arnold, M. (1992). Direct radiocarbon dates for prehistoric paintings at the Altamira, El Castillo and Niaux caves. *Nature*, 357(6373), 68-70.

Valladas, H., Tisnérat-Laborde, N., Cachier, H., Arnold, M., De Quiros, F. B., Cabrera-Valdés, V., ... & Moure-Romanillo, A. (2001). Radiocarbon AMS dates for Paleolithic cave paintings. *Radiocarbon*, 43(2B), 977-986.

Vallverdú, J., & Carrancho, A. (2004). Estratigrafia del Molí del Salt. Els darrers caçadorsrecol·lectors de la Conca de Barberà: el jaciment del Molí del Salt (Vimbodí). Montblanc: Museu-Arxiu de Montblanc i Comarca, 61-68.

Van Gijn, A., Wentink, K., Hahn, H. P., & Weiss, H. (2013). The role of flint in mediating identities: The microscopic evidence. *Mobility, Meaning & Transformations of Things*.

Van Hoesel, A., Hoek, W. Z., Pennock, G. M., & Drury, M. R. (2014). The Younger Dryas impact hypothesis: a critical review. *Quaternary Science Reviews*, 83, 95-114.

Vaquero, M., Gené, J. M., Ibáñez, N., Saladié, P., Allué, E., Angelucci, D., ... & Alonso, S. (2001). El jaciment del Molí del Salt (Vimbodí, Conca de Barberà): una seqüència del pleistocè superior final i inicis de l'holocè al sud de Catalunya. *Butlletí Arqueològic. Reial Societat Arqueològica Tarraconense*, (23), 29-72.

Vaquero Rodríguez, M., Allué Martí, E., Alonso, S., Campeny Vall-lloera, G., Estrada Martín, A., García Díez, M., ... & Vilalta, J. (2005). Una nueva secuencia del Paleolítico superior final en el Sur de Cataluña: el Molí del Salt (Vimbodí, Tarragona). In *O Paleolítico: actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular* (Faro, 14 a 19 de Setembro de 2004) (pp. 493-508). Centro de Estudos de Património, Departamento de História, Arqueologia e Património.

Vaquero, M. (2011). Doce años de investigación arqueológica en la Conca de Barberà (1999-2010). *Podall: Publicación de cultura, patrimonio y ciencias*, (1), 197-222.

Vaquero, M., Martí, E. A., Alonso, S., Catalán, S. G., Díez, M. G., & Soto, M. (2012). Humans i medi natural en l'entorn de les muntanyes de Prades fa més de 10.000 anys: el jaciment del Molí del Salt (Vimbodí i Poblet). In *Actes de les terceres jornades sobre el bosc de Poblet i les Muntanyes de Prades. Les polítiques de conservació del territori i la gestió del medi: Monestir de Poblet*, 5, 6 i 7 de novembre de 2010 (pp. 251-263). Paratge Natural d'Interès Nacional de Poblet.

Vaquero, M., Alonso, S., Catalán, S. G., Hernández, A. G., de Soler, B. G., Rettig, D., & Soto, M. (2013). El reciclatge d'artefactes lítics al paleolític superior: les eines cremades del Molí del Salt (Vimbodí i Poblet). *podall*, (2), 9-25.

Vaquero, M. & Alonso S. (2014). Molí del Salt:(Vimbodí i Poblet, Tarragona). In *Pleistocene and Holocene hunter-gatherers in Iberia and the Gibraltar strait: the current archaeological record* (pp. 295-302). Fundació Atapuerca.

Vaquero, M. & Alonso S. (2015). La prehistòria: paleolític i neolític. In *Història de Vimbodí i Poblet* (pp. 6-81). Arola Editors.

Vaquero, M. & Alonso S. (2017). Grup de Recerca Aqueològica de la URV-IPHES, al Molí del Salt (Vimbodí i Poblet). *Aplec de treballs*, (35), 9-32.

- Vaquero, M., Alonso, S., Allué, E., García-Diez, M., Mas, B., Rufà, A., & Lorenzo, N. (2020). Tendencias de cambio en la fabricación de útiles líticos al final del Paleolítico superior: el caso del Molí del Salt. In *Las facies microlaminadas del final del Paleolítico en el Mediterráneo ibérico y el valle del Ebro* (pp. 149-173). Societat Catalana d'Arqueologia (SCA).
- Vayson, A. (1919). *Faucille préhistorique de Solférino: étude comparative*.
- Vercoutère, C., Patou-Mathis, M., & Giacobini, G. (2007). The importance of the paleontological and taphonomical analyses for the study of bone industries. *Bones as tools: current methods and interpretations in worked bone studies*, BAR S, 1622, 23-34.
- Vidal-Matutano, Paloma, et al. "Woodworking in the cliffs? Xylological and morpho-technological analyses of wood remains in the Prehispanic granaries of Gran Canaria (Canary Islands, Spain)." *Quaternary International* 593 (2021): 407-423.
- Vilaseca, S. 1953. *Los talleres del sílex tarraconenses*. Madrid, CSIC
- Villaverde Bonilla, V. (1984). *La industria magdaleniense del abric de la Senda Vedada (Sumacarcel, Valencia): Nuevas consideraciones sobre el Magdaleniense Mediterráneo Peninsular*.
- Villaverde, V., Román, D., Ripoll, M. P., Bergadà, M. M., & Real, C. (2012). The end of the Upper Palaeolithic in the Mediterranean Basin of the Iberian Peninsula. *Quaternary International*, 272, 17-32.
- Wan, Z. W., Lin, S. P., Ju, M., Ling, C. H., Jia, Y. L., Jiang, M. X., & Liao, F. Q. (2020). Morphotypological analysis of starch granules through discriminant method and its application in plant archeological samples. *Applied Ecology & Environmental Research*, 18(3).
- Whallon, R. (2006). Social networks and information: Non-“utilitarian” mobility among hunter-gatherers. *Journal of anthropological archaeology*, 25(2), 259-270.
- Wild, M., Pfeifer, S., Lund, M., Paulsen, H., Weber, M. J., Henneken, H., ... & Lettenmayer, R. (2018). Composite projectiles in the Hamburgian facies of the Final Magdalenian—technological, experimental and macro-wear study of their flint, antler, and adhesive components. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 48(1), 7-25.
- Winterhalder, B. (1996). Social foraging and the behavioral ecology of intragroup resource transfers. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews*, 5(2), 46-57.
- Wong, G. L. (2020). *Human Paleoeology during the Magdalenian in the Swabian Jura of Southwestern Germany* (Doctoral dissertation, Dissertation, Tübingen, Universität Tübingen, 2020).
- Woodburn, J. (1980). Hunters and gatherers today and reconstruction of the past. In *Soviet and Western anthropology* (pp. 95-118). Columbia University Press.
- Woodburn, J., Widlok, T., & Tadesse, W. G. (2005). Egalitarian societies revisited. *Property and equality*, 1, 18-31.
- Woodburn, J. (2024). African hunter-gatherer social organization: is it best understood as a product of encapsulation?. In *Hunters and Gatherers (Vol I)* (pp. 31-64). Routledge.
- Wright, D. C. (2005). Nomadic power, sedentary security, and the crossbow. *Acta Orientalia Academiae Scientiarum Hungaricae*, 58(1), 15-31.
- Wroe, S., Field, J., Fullagar, R., & Jermin, L. S. (2004). Megafaunal extinction in the late Quaternary and the global overkill hypothesis. *Alcheringa*, 28(1), 291-331.
- Wunsch, C. (2002). What is the thermohaline circulation?. *Science*, 298(5596), 1179-1181.
- Yellen, J. E., Brooks, A. S., Cornelissen, E., Mehlman, M. J., & Stewart, K. (1995). A middle stone age worked bone industry from Katanda, Upper Semliki Valley, Zaire. *Science*, 268(5210), 553-556.

- Yellen, J. E. (1998). Barbed bone points: Tradition and continuity in Saharan and sub-Saharan Africa. *African Archaeological Review*, 15(3), 173-198.
- Yeshurun, R., Doyon, L., Tejero, J. M., Walter, R., Huber, H., Andrews, R., & Kitagawa, K. (2024). Identification and quantification of projectile impact marks on bone: new experimental insights using osseous points. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 16(3), 43.
- Zapata, M. R., García, M. G., Valiño, M. D., Rodríguez, A. V., Vegas, J., & Pérez-González, A. (2002). Clima y vegetación durante el Tardiglaciario y el Holoceno en la Sierra de Neila (Sistema Ibérico Noroccidental). *Cuaternario y Geomorfología*, 16(1-4), 9-20.
- Zhilin, M. G. (1998). Technology of the manufacture of Mesolithic bone arrowheads on the Upper Volga. *European Journal of Archaeology*, 1(2), 149-176.
- Zhilin, M. (2017). Mesolithic bone arrowheads from Ivanovskoye 7 (central Russia): technology of the manufacture and use-wear traces. *Quaternary International*, 427, 230-244.
- Zickel, M., Becker, D., Verheul, J., Yener, Y., & Willmes, C. (2016). Paleocoastlines GIS dataset; computed land masks of past sea level models.