

CONFECCIÓN Y PERFORMANCE EXPERIMENTAL DE PROYECTILES ARQUEOLÓGICOS DEL ÁMBITO PUNEÑO

*Jorge G. Martínez * y Jorge A. Funes Coronel ***

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es abordar desde un enfoque experimental algunos aspectos relacionados con la confección y performance de proyectiles del sistema propulsor-dardo, el cual fuera empleado por grupos cazadores-recolectores para la caza de camélidos en la Puna argentina desde el Holoceno temprano. Se presentan aquí los resultados de un test experimental realizado con réplicas de puntas de proyectil enmangadas en astiles compuestos, los cuales fueron diseñados en base a materiales arqueológicos recuperados en el sitio Peñas de la Cruz 1.1 para el rango comprendido entre *ca.*7900-7200 AP. Dicho sitio arqueológico es un alero rocoso ubicado en Antofagasta de la Sierra (Catamarca), por encima de los 3600 msnm en la Puna sur argentina, y se define como un campamento logístico direccionado principalmente al aprovisionamiento de recursos líticos y/o formas base, y a la confección y mantenimiento de sistemas de armas para la caza.

Palabras clave: Arqueología Experimental – propulsor – puntas de proyectil – Puna sur argentina – cazadores-recolectores

ABSTRACT

The main objective of this paper is to approach from an experimental perspective some aspects of projectile performance and manufacture. The study focuses on projectiles of the spearthrower system, which was used by hunter-gatherers to hunt wild camelids in the Argentinean, Puna since the early Holocene. We here present the results of an experimental test carried out with replicas of projectile

* Instituto Superior de Estudios Sociales (ISES-CONICET). Instituto de Arqueología y Museo (IAM-UNT). jormartin1969@yahoo.com.ar

** Instituto Superior de Estudios Sociales (ISES-CONICET). Instituto de Arqueología y Museo (IAM-UNT). jorgefunes77@yahoo.com.ar

points inserted in compound shafts, designed on the basis of archaeological materials recovered from Peñas de la Cruz 1.1 for the range between ca.7900-7200 BP. This archaeological site is a rockshelter located in Antofagasta de la Sierra (Catamarca), above 3,600 m. asl in the southern argentinian Puna, which is defined as a logistical camp directed mainly to the provision of lithic raw material and/or blanks, as well as to the manufacture and maintenance of weapon systems for hunting.

Keywords: Experimental Archaeology – spearthrower – projectile points – southern argentinian Puna – hunter-gatherers

INTRODUCCIÓN

La experimentación en Arqueología permite generar bases objetivas de interpretación para el control de variables y verificación de hipótesis (Nami 1982). No obstante sabemos que no puede ser usada directamente para interpretar el registro arqueológico, por lo cual los resultados experimentales entran en un *feedback* permanente con el registro arqueológico. En este sentido los patrones arqueológicos dirigen el diseño experimental, cuyos resultados serán remitidos nuevamente al registro planteando nuevas preguntas y así sucesivamente en una continua comparación de los datos arqueológicos y experimentales (Amick *et al.* 1989). En cuanto a tecnología de proyectiles, Knecht (1997) plantea que la experimentación nos permite la observación de la performance de diversos elementos componentes en una situación controlada. Esta autora propone además que ciertas variables individuales pueden permanecer constantes o pueden variar de algún modo para mejorar nuestro entendimiento sobre algún aspecto de la manufactura (o uso) de las puntas de proyectil.

El presente trabajo se enmarca entonces dentro del campo de la Arqueología experimental, más específicamente en la de tipo replicativa o simulativa, la cual nos permite convertir nuestras ideas sobre el pasado en inferencias arqueológicas a partir de simular en el presente lo que pudo suceder en el pasado, o sea, se reproducen experimentalmente las actividades y procesos que creemos que dieron lugar a las evidencias arqueológicas, para luego observar y contrastar los resultados con el registro (Ascher 1961).

En esta línea de trabajo se presentan aquí los resultados de un test realizado con proyectiles experimentales arrojados con propulsor de gancho, cuyo objetivo general fue evaluar y discutir algunos aspectos relacionados con la confección y performance de proyectiles impulsados con propulsor. Las evidencias arqueológicas de base para este trabajo experimental proceden del alero Peñas de la Cruz 1.1 (PCz1.1), el cual se ubica a 3665 msnm en la Puna meridional argentina, y cuyo lapso de ocupación corresponde al inicio del Holoceno medio (ca.7900-7200 AP). Las puntas de proyectil que fueron replicadas y usadas en este trabajo corresponden al diseño lanceolado dominante en este sitio, las cuales

fueron asignadas al Tipo Morfológico definido como Peñas de la Cruz A (PCzA) (Martínez 2003, 2007).

PROBLEMÁTICA

El abordaje de los aspectos tecnológicos del sistema propulsor-dardo, viene dado en este caso por la vía experimental, como un complemento necesario para una interpretación más integral de los restos arqueológicos de este tipo de sistema de armas con proyectiles. En este sentido, Knecht (1997) remarca que el estudio de la tecnología de proyectiles tiene una gran importancia, ya que su aporte permite lograr un mejor entendimiento de la organización tecnológica, de la tecnología de subsistencia y de las estrategias de caza.

Es sabido que uno de los principales obstáculos con el que tropieza la Arqueología en el estudio de la tecnología de caza, es la muy frecuente ausencia de los componentes orgánicos de las armas prehispánicas, en especial las maderas. En la mayoría de los sitios arqueológicos, esta ausencia se debe a la influencia de factores adversos para su preservación (excesiva humedad, alto pH, etc.). Dadas las condiciones de extrema aridez de la Puna meridional argentina, ambientalmente homologada con la Puna Salada o Puna de Atacama, el abrigo rocoso Peñas de la Cruz 1.1 (PCz1.1) por su situación permitió que los restos orgánicos se preserven en muy buen estado. Es así que pudieron recuperarse de su registro estratigráfico, numerosos fragmentos de astiles e intermediarios (de caña y madera), restos de las ataduras (tendones y cuero), plumas de aves acuáticas y sustancias adheridas (*mástic*) tanto en las puntas líticas como en el sector de enmangue de los intermediarios. Estos hallazgos permitieron establecer para este sitio actividades de mantenimiento de proyectiles asociados a propulsor (para más detalles ver Martínez 2003, 2005). No obstante, debe destacarse que no fue recuperado aquí ningún elemento perteneciente a propulsores propiamente. Evidencias indirectas de su uso provienen del sitio próximo Quebrada Seca 3 (QS3) para esta misma cronología, y consisten en extremos proximales de astiles de madera (*Salix humboldtiana*) y de caña maciza (*Chusquea lorentziana*), en cuyo extremo tienen el orificio de inserción del extremo activo del gancho del propulsor (Aschero 1988, Martínez 2003) (Figura 1).

No obstante, la vinculación estructural de las diferentes partes de estos restos de proyectiles no pudo ser establecida tan fácil y directamente. La presencia en PCz1.1 de intermediarios alude invariablemente a proyectiles conformados por astiles compuestos (al menos de dos elementos). Además de diversos extremos distales de intermediarios, fue recuperado un intermediario completo, el cual cuenta con la particularidad de tener biseles simples en ambos extremos (Figura 2). Las puntas de proyectil lanceoladas tipo PCzA se registran en clara asociación contextual con este tipo de intermediarios, y en este trabajo se aborda mediante la experimentación el probable modo de enmangue y su performance. Igual-



Figura 1. Extremos proximales de astiles con orificio para inserción del diente del propulsor hallados en QS3 (nivel 2b19, datado en 9790 ± 50 AP)

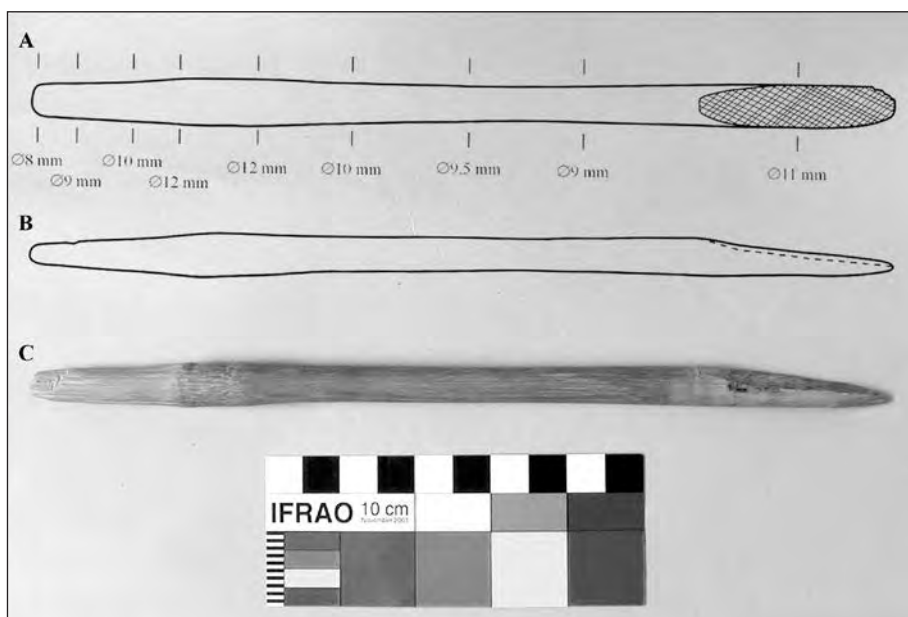


Figura 2 (Foto-Gráfico). Intermediario de bisel simple hallado en el sitio Peñas de la Cruz 1.1 Pieza N° 77, Capa 2 (5°). A) Vista del bisel en planta; B) Vista lateral del bisel; C) Foto

mente en cuanto al modo de unión o ensamble intermediario/astil, siendo ambos aspectos que requerían ser resueltos en pro de comprender las estrategias tecnológicas desarrolladas para la confección de este tipo de armas, y más aún por la escasa evidencia material disponible en general para abordar esta temática. En este sentido es que la experimentación desarrollada en este trabajo, intenta dar

algunas pautas de solución sobre la confección y el funcionamiento de este tipo de sistema de arma de crucial importancia para la subsistencia de estos grupos esencialmente cazadores.

OBJETIVOS

Si bien el objetivo principal fue evaluar en forma integral diferentes aspectos relacionados con la confección y performance de proyectiles experimentales impulsados con propulsor, a continuación se detallan específicamente tres ítems:

1. Definir y testear el modo de enmangue de las puntas de proyectil tipo PCzA.
2. Testear la eficiencia de los “ensambles” en bisel simple entre intermediarios y astiles.
3. Testear la incidencia del uso de deflectores en la estabilidad de los proyectiles en vuelo.

Para alcanzar estos objetivos, se diseñó un plan de experimentación constituido por las etapas que se enuncian a continuación.

PLAN DE EXPERIMENTACIÓN

El plan experimental fue diseñado en base a los objetivos particulares de este trabajo, aunque se apoya en los resultados alcanzados en trabajos previos ya realizados dentro de esta línea de investigación (Martínez 1997, 1999; Martínez y Aschero 2003). Nuestro plan experimental comprende una secuencia de cuatro grandes etapas:

Fase I. Replicación de los componentes del sistema propulsor-dardo

- a. replicación de puntas de proyectil
- b. replicación de intermediarios de bisel simple
- c. confección de astiles
- d. obtención de deflectores de plumas
- e. confección de propulsores

Fase II. Armado de los proyectiles

- a. enmangue puntas-intermediarios
- b. ensamble intermediarios-astiles
- c. aplicación de deflectores

Fase III. Uso/lanzamiento de los proyectiles experimentales hacia un blanco de impacto

Fase IV. Evaluación de modificaciones post-uso (mantenimiento y reutilización)

DESARROLLO DEL PLAN DE EXPERIMENTACIÓN

Se presentan aquí las diferentes tareas involucradas y la información arqueológica correlacionada para las tres primeras fases del plan. La Fase IV será tratada en la Discusión y Consideraciones Finales.

Fase I. Replicación de los componentes del sistema propulsor-dardo

Como proyectiles consideramos como tales a todo el componente arrojadizo de un sistema de arma, en donde la “punta de proyectil”, por lo general de roca, es el elemento distal o extremo del mismo (Martínez y Aschero 2003).

En base a los mencionados restos de intermediarios de caña y madera recuperados en PCz1.1, los proyectiles arqueológicos habrían estado conformados por astiles compuestos (al menos de dos partes). Es decir que estarían conformados por dos partes principales: 1) el astil, cuerpo de mayor longitud en cuyo extremo distal se une con 2) el intermediario, porción de menor longitud que el astil, en cuyo extremo distal se enmanga la punta de proyectil propiamente (i.e. astil + intermediario + punta) (Figura 3). Es así que los proyectiles experimentales se hicieron siguiendo estos lineamientos. Se confeccionaron en total 12 proyectiles para ser arrojados y testear los aspectos propuestos como objetivos.



Figura 3. Esquema de astil compuesto

a. Replicación de puntas de proyectil

El diseño empleado para la replicación de las puntas de proyectil fue tomado de las puntas lanceoladas correspondientes al tipo morfológico PCzA, dominante en el sitio Peñas de la Cruz 1.1 (Figura 4). Este tipo de punta fue definido en base a la recurrencia de ciertas variables de diseño particulares para el sitio Peñas de la Cruz 1.1. (ver Martínez 2003, 2005). En el mismo fueron recuperadas hasta ahora un total de 20 puntas de proyectil, aclarándose que esta cifra corresponde al número mínimo de puntas (NMP), es decir se contabilizan sólo piezas enteras y fragmentos basales. De estas 20 puntas, 19 se asignan al tipo PCzA (i.e. un 95 % del total) (Martínez 2007). La dominancia de este diseño es muy particular en este sitio, y recientes excavaciones en otro sector del mismo confirman esta tendencia (sector 1.2).

Dado que entre los objetivos de esta experimentación no se incluyen cuestiones relativas a resistencia y fracturas en las puntas de proyectil, las mismas no



Figura 4. Fragmentos limbo-basales de puntas del TM PCz A y Esquema de TMB (dibujo)

fueron confeccionadas con material lítico por talla, sino que se fabricaron en moldes con un material acrílico de alta resistencia. Las mismas tienen las mismas dimensiones, peso y morfología de las arqueológicas (Figura 5).



Figura 5. Punta experimental (izq.)- Punta TM PCz A arqueológica (der.)

b. Replicación de intermediarios de bisel simple

Los intermediarios experimentales fueron confeccionados con caña maciza (*Chusquea lorentziana*), dado que este es el material con el que fue hecho el intermediario completo recuperado en la Capa 2(5°) (Pieza N° 77) de PCz1.1 (Martínez 2005) (Figura 6). El mismo tiene 22,6 cm de longitud y un diámetro promedio de 10 mm. Cabe destacar que también en este sitio fue hallado en superficie un intermediario pero de menor longitud, sólo de 8,5 cm. Dada esta variabilidad en las longitudes en intermediarios completos, y también por limitaciones de material, los intermediarios experimentales se confeccionaron con una longitud de 10 cm, y un diámetro promedio de 15 mm. Siguiendo el diseño de estos intermediarios arqueológicos, en el extremo distal de cada intermediario se hizo un bisel simple de 20° en relación al eje longitudinal de la misma, sector en el cual se fijó la base de las puntas de proyectil. También se registra un bisel en el extremo proximal, el cual conforma el sector de ensamble con el astil, o cuerpo principal del proyectil completo. Cabe destacar que estos biseles no se encuentran en un mismo plano, sino que están “girados” unos 85° con respecto al plano horizontal del otro (Figura 7).



Figura 6. Intermediario experimental (arriba)- Intermediario arqueológico (abajo)

c. Replicación de astiles

Posteriormente y también en base a los hallazgos realizados en PCz1.1, para confeccionar los astiles se usaron varillas de *Salix humboldtiana* (sauce criollo), enderezadas con calor para lograr que estén lo más rectas posible. Si bien no contamos en el registro con datos directos sobre longitudes totales de los astiles de los proyectiles, los confeccionamos con una longitud variable entre 100 y 120 cm y diámetros entre 20 y 23 mm. De por sí estas longitudes son muy variables para casos etnográficos y/o experimentales (Churchill 1993, Cattelain 1997). La longitud final de los proyectiles es en promedio de 120 cm, considerando el astil

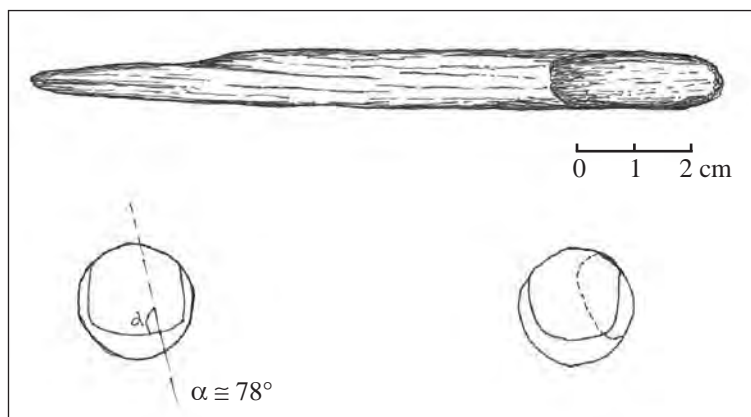


Figura 7. Biseles del intermediario "girados" no-paralelos

compuesto (i.e. astil e intermediario ensamblados) más la punta de proyectil enmangada. En el extremo proximal del astil, se hizo un orificio circular de 5 mm de profundidad, para la inserción del gancho del propulsor. En este punto es donde se aplica toda la fuerza del propulsor, dando el impulso inicial al proyectil cuando es arrojado (Figura 8).

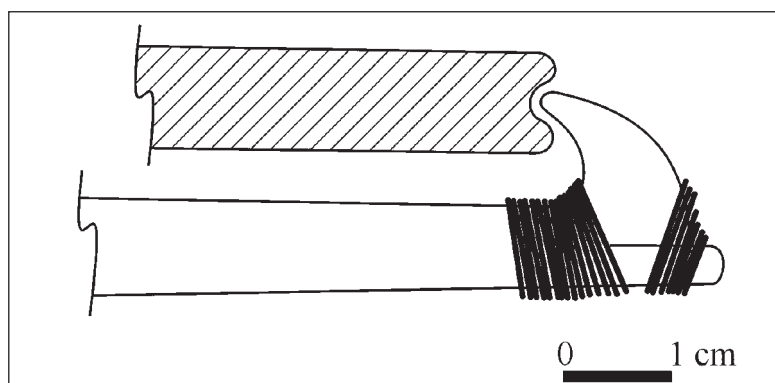


Figura 8. Esquema de inserción de gancho de propulsor en el astil

Si bien se usaron materiales similares a los arqueológicos para los proyectiles experimentales, en esta etapa de la confección de los componentes del astil compuesto, se aclara que para las tareas del trabajo de la madera –en cuanto a reducción de sección, cortes y acanaladura– se emplearon herramientas modernas como cuchillo de metal, sierra, gubia, etc. A partir de esto, surgieron diversas preguntas acerca del tipo de herramientas arqueológicas (*tool kit*) que fueron utilizadas para estas mismas actividades manuales. Estos aspectos tecnológicos relativos a la confección de armas empleadas en la caza, conforman un impor-

tante y a la vez poco tratado tema, pero que escapa al alcance de los objetivos planteados para este trabajo.

d. Obtención de deflectores de plumas

Apoyándonos en el hallazgo de numerosos raquis de plumas recortados en la estratigrafía de PCz1.1, se infiere que habrían sido usados como deflectores de los dardos (*fletching*) (Figura 9). En base a esto fueron confeccionados deflectores experimentales con plumas de aves acuáticas (pato y ganso) (Figura 10). Cabe destacar que entre los restos óseos de este sitio, fueron identificadas tres especies de aves acuáticas de las cuales probablemente se tomaron las plumas para los deflectores (Martínez 2005). Replicamos la morfología de los deflectores en plumas de aves de hábitos acuáticos debido a presentan mayor durabilidad como deflectores, dado que la cohesión entre las barbas de este tipo de plumas es mayor que las de aves exclusivamente aéreas.



Figura 9. Restos de plumas con raquis recortados para emplumaduras de PCz1.1

e. Confección del propulsor

En esta experimentación se confeccionó un propulsor con madera pesada de *Morus nigra* (morera negra), de 60 cm de longitud y 120 g de peso, provisto de gancho de metal (Figura 11). Dado que no fueron hallados restos de propulsores



Figura 10. Detalle de deflectores experimentales (*fletching*)



Figura 11. Propulsor experimental

en PCz1.1 ni en sitios próximos, el diseño del propulsor experimental no se corresponde con dimensiones ni características de ningún caso arqueológico en particular.

Fase II. Armado de los proyectiles

El armado de los 12 proyectiles incluyó la preparación de astiles e intermediarios, tareas de enmangue, y el armado total del proyectil (i.e. astil + intermediario + punta de proyectil).

Como ya se mencionó, el sistema de arma usado en esta experiencia, se conforma por un propulsor y un astil compuesto. Este último se compone de un astil propiamente, y de un intermediario con la punta de proyectil insertada en uno de sus extremos. La unión entre el intermediario y el astil, se hizo a través de un plano de contacto entre el bisel proximal del intermediario y el bisel distal del astil, conformando así el conjunto: astil + intermediario + punta. Debe aclararse que el balance y equilibrio del proyectil completo, sólo pudo lograrse una vez agregada la punta de proyectil, ubicándose el centro de gravedad del dardo aproximadamente a un tercio de la longitud total, desde la punta o extremo distal.

a. Enmangue punta-intermediario

En cuanto al enmangue de las puntas-réplicas en los intermediarios, fue clave la preservación de restos de adhesivo rojo observado en la porción basal inferior en numerosas puntas y/o fragmentos basales arqueológicos (Figura 12). Serían marcas en positivo dejadas por el extremo distal en bisel simple de los intermediarios, ya que se observa un formato redondeado tal cual la terminación de estos extremos que también presentan abundantes restos de adhesivo (Figuras 13 y 14). En base a esto, se ubicaron las puntas lanceoladas en el plano biselado del intermediario, en el cual se colocó brea industrial viscosa (caliente) a modo de adhesivo, el cual permitió fijarlas más fácilmente, para posteriormente hacer las ataduras. La definición composicional de los adhesivos arqueológicos está en proceso de análisis (Babot et al 2009). Cabe destacar que también se recuperaron en PCz1.1 restos de finos tendones que conservan un formato circular, los cuales son interpretados como restos de ataduras de fijación de las puntas o de uniones entre astil e intermediario (ver Figura 15). No obstante, por una cuestión de practicidad, las ataduras experimentales fueron hechas con hilo de algodón común. Una vez sujetas las puntas en los intermediarios, las ataduras fueron ligeramente recubiertas nuevamente con brea. La aplicación de brea como adhesivo, y en la medida que fue endureciéndose, dio claramente una mayor firmeza a las ataduras del enmangue, lo cual denota la importancia de este elemento para asegurar la confiabilidad en el funcionamiento y durabilidad de los distintos sectores de ensamble de los proyectiles.



Figura 12. Restos de adhesivo adheridos en el sector basal (casos arqueológicos)



Figura 13. Detalles de posición de la punta en relación al bisel simple del intermediario



Figura 14. Restos de adhesivo adherido en extremos distales (en bisel simple) de intermediarios de casos arqueológicos de PCz1.1



Figura 15. Restos de ataduras arqueológicas de PCz1.1 (tientos o tendones) de fijación de puntas o de uniones entre astil e intermediario

b. Ensamble astiles-intermediarios

En base a que fue observado un pequeño rebaje y un bisel simple en el extremo proximal del intermediario arqueológico mencionado (pieza N° 77), se infiere que la unión entre astiles e intermediarios se logró a partir de la unión de superficies biseladas (planos inclinados). Por lo tanto se realizó también un bisel en el extremo distal del astil experimental. Sobre el bisel arqueológico se observaron restos de adhesivo rojizo idéntico al del sector de empuñadura de la punta, lo cual permite plantear que esta unión intermediario/astil fue reforzada de modo que no se separe tan fácilmente ante eventuales tensiones o movimientos bruscos asociados al lanzamiento. Si bien contamos sólo con este caso, este modo de unión con uso de adhesivo difiere de otros sistemas de unión en donde prevalece la idea de que ante un impacto el astil se desprenda fácilmente del intermediario, para luego ser recuperado (Lavallée y Julien 1985).

Una vez replicados los biseles en el intermediario y en el extremo distal del astil, fueron ubicadas las dos piezas de manera que conformen una vara recta, se aplicó aquí también breá como adhesivo y se hicieron las mismas ataduras que en la unión punta-intermediario. Cabe destacar que el sistema de biseles permite una óptima unión entre las dos partes, logrando la máxima superficie de contacto entre ellas. Este bisel es de menor ángulo que para el caso de de contacto entre intermediario-punta ($<10^\circ$; ver en Figura 2, Dibujo B). Además permite alinear en un sólo plano al astil con el intermediario, logrando así una mejor distribución del peso del proyectil completo.

c. Aplicación de deflectores

Se colocaron los deflectores en el extremo proximal de los astiles. Una vez ubicados los raquis con la mitad de una pluma, fueron atados al astil en ambos

extremos con hilo de algodón fino, agregándose luego cola sintética diluida para fijar mejor tanto a las ataduras como a los raquis, ya que la fricción con el aire tiende a levantarlos, haciéndoles perder efectividad en su efecto/función de rotación longitudinal de todo el proyectil. Se colocaron tres deflectores por dardo, aproximadamente a 120° uno del otro visto en sección transversal. Las longitudes variaron de 7 a 10 cm (Figura 16).



Figura 16. Deflectores experimentales

Fase III. Uso/lanzamiento de los proyectiles experimentales hacia un blanco de impacto

Dado que en este trabajo nuestros objetivos no se orientaron a cuestiones relacionadas con puntería ni fracturas por impacto de las puntas de proyectil, sino evaluar aspectos relacionados con la confección y performance de proyectiles en forma integral, se eligió como “blanco de impacto” un círculo de 4 metros de diámetro, demarcado directamente sobre el suelo (i.e. horizontal).

En total se realizaron 240 lanzamientos, a una distancia de 35 m entre el operador/tirador (JFC) y el blanco de impacto. Con este modelo de proyectil, se hicieron series de 20 lanzamientos para cada proyectil experimental, logrando un acierto promedio de 6/10 (seis aciertos en diez disparos). Cabe aclarar que antes de la fase estrictamente de experimentación, hubo una etapa de puesta a punto en cuanto al equilibrio en vuelo de los proyectiles (centro de gravedad ubicado aproximadamente a un tercio de la longitud desde la punta del dardo), como también una mejor sujeción de los deflectores de plumas, con lo cual se mejoró el funcionamiento y efectividad del sistema en general.

Se estimó la velocidad inicial del sistema usando una cámara secuencial, determinando un promedio de 20 m/seg, aproximadamente 70 km/h, describiendo

parábolas de vuelo bien definidas y manteniendo un vector direccional, con ángulos de incidencia en el blanco entre 30° y 60°.

RESULTADOS

En este punto nos enfocamos principalmente en las fases III y IV de nuestra experimentación. En la evaluación post-impacto de los proyectiles, luego de la fase de lanzamiento, se observó una muy alta resistencia de los intermediarios. Fue muy bajo el registro de fracturas o desacople, tanto en su unión con la punta como en el ensamble con el astil. Sólo en el 4% de los casos se registró la fractura/desacople, en la unión entre punta e intermediario. Por su parte las ataduras de la unión intermediario-astil debieron ser reajustadas en el 28 % de los casos, pero en ninguna oportunidad se generaron fracturas en esta sección del sistema. Esta buena performance podría relacionarse con el efecto generado por las uniones en bisel. Un factor que se agregaría en favor de esta alta resistencia observada, vendría dado por el hecho de que los biseles del intermediario al estar girados uno respecto del otro, descargan la fuerza de impacto de forma eficaz ya que ofrecen dos planos inclinados que no están alineados por lo cual el vector de la fuerza de choque se descompone en dos momentos, uno en la porción punta-intermediario y otro en el extremo intermediario-astil, dispersando así dichas tensiones. Se evidencia que la combinación en la aplicación de adhesivo con las ataduras fue clave para el buen ensamble entre los distintos componentes de los proyectiles.

Esta alta resistencia de los intermediarios en los impactos se extiende, en la mayoría de los casos testeados (84 %) también a los proyectiles completos. Se destaca también la facilidad tanto para su construcción como para su reparación, ya que demandó muy poco tiempo cuando hubo que reajustar ataduras por ejemplo. Estas características denotan una buena performance y confiabilidad de este tipo de proyectiles. Podemos agregar en lo que respecta a la estabilidad en la trayectoria de los proyectiles en vuelo, el importante rol observado de los deflectores. El propulsor actúa como palanca prolongando la longitud del brazo (Cotterell y Kamminga 1990) y con el movimiento de la muñeca gana velocidad, la aceleración es transmitida al dardo por el gancho del propulsor (de ahí que la unión entre el orificio proximal del astil y el gancho del propulsor debe ser lo más ajustada posible), la velocidad inicial del sistema corresponde a la obtenida en el momento de la separación del dardo y el gancho. Una vez separados el proyectil se desplaza por su velocidad decreciente y el reclamo de la gravedad, en una trayectoria parabólica, donde pudo observarse como los deflectores generan el conocido efecto giroscópico sobre el eje longitudinal del proyectil, lo cual le permite mantener un vector direccional estable y sortear cualquier "pandeo" producido por la masa de aire.

CONSIDERACIONES FINALES

La propuesta de este diseño experimental fue testear un sistema de proyectil, desde un punto de vista dinámico donde pudiera observarse el funcionamiento integrado del mismo, pudiendo ser descompuesto para su análisis en los diferentes elementos constitutivos.

Remitiéndonos a nuestros objetivos iniciales, creemos haber podido recrear y testear con éxito el modo de empaque original de las puntas de proyectil tipo PCzA en intermediarios biselados mediante el uso de adhesivo y ataduras de cordelería (tendones en el registro arqueológico). Mediante un claro interjuego entre la práctica experimental basada y retroalimentada por la información extractada de las evidencias arqueológicas de PCz1.1, comprobamos que esta forma de empaque es muy adecuada y eficiente. Desde ya esto no hace más que confirmar la eficiencia lograda por los cazadores/artesanos para los casos arqueológicos de este tipo de empaque, con un lapso mínimo de ocupación de unos 700 años en este sitio. Por otro lado ya comentamos la eficacia operativa de los intermediarios biselados en cuanto a su unión con el astil, logrando la alineación de la punta de proyectil con el eje longitudinal del astil, lo cual mejora el equilibrio. Además recordemos que la unión en bisel ofrece la máxima superficie de contacto entre las partes a unir (en el caso de astil-intermediario). Se trata de un diseño que permite ser reparado rápidamente y responde muy bien en la absorción de los impactos.

Nos propusimos también evaluar el rol de los deflectores de plumas en los proyectiles a partir de la evidencia del registro de PCz1.1 donde se recuperaron plumas y raquis cortados longitudinalmente. Se pudo observar que sin ellos el sistema de propulsor-dardo no podría mantener trayectorias rectas, y cuando el proyectil arrojado tuvo inconvenientes en su estabilidad, los deflectores actuaron corrigiendo la trayectoria emitiendo un sonido característico debido al roce con el aire. En síntesis, los deflectores son imprescindibles para lograr una trayectoria de tiro direccionada y estable, y son un rasgo técnico que caracteriza exclusivamente a los dardos de propulsores, en contraposición a su ausencia en lanzas arrojadas por ejemplo. Muy posteriormente en el tiempo, hacia fines del Holoceno (*ca.*2500 años AP), las flechas de arco reeditarán de algún modo el uso de deflectores, cuyo principio giroscópico original está justamente dado por su antecesor, el dardo de propulsor.

Resumiendo diremos que el diseño general del proyectil construido en base a los restos recuperados en el contexto arqueológico de PCz1.1, demostró una buena performance en cuanto a su construcción y uso mediante lanzamientos con propulsor, de gran rapidez y simplicidad en casos de mantenimiento y/o recambio de partes componentes. Este trabajo experimental y en conjunto con el enfoque dinámico puesto sobre las evidencias arqueológicas de base, intenta aportar a la discusión sobre la compleja trama de saberes técnicos involucrados en la confección y uso de este tipo de arma de caza en la Puna meridional argentina hacia el Holoceno medio inicial.

AGRADECIMIENTOS

A Gaspar Anastasio por su ayuda en la construcción de las réplicas de proyectiles, sus sugerencias oportunas y por compartir Iron Maiden.

A Lilian Prebisch por la confección de las réplicas de acrílico de las puntas de proyectil.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguerre, A. M.; A. A. Fernández Distel y C. A. Aschero.
1973. Hallazgo de un sitio acerámico en la Quebrada de Inca Cueva (Pcia. de Jujuy). Relaciones vol. VII (N.S.), Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires.
- Amick, D. S.; R. P. Mauldin y L. R. Binford.
1989. Potential of Experiments in Lithic Technology. En D. S. Amick y R.P. Mauldin (eds.), *Experiments in Lithic Technology*: 1-14. England, BAR International Series S28.
- Ascher, R.
1961. Experimental Archaeology. *American Anthropologist*: 763-816.
- Aschero, C. A.
1975. Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Informe al CONICET. m.s. Buenos Aires.
- Aschero, C. A.
1983. Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos. Apéndice A-C. Revisión 1983. Cátedra de Ergología y Tecnología. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. m.s. Buenos Aires.
- Aschero, C.A.
1988. De punta a punta: producción, mantenimiento y diseño de puntas de proyectil precerámicas de la Puna Argentina. Precirculados de las Ponencias Científicas presentadas a los Simposios del IX Congreso Nacional de Arqueología. 1988. UBA. Buenos Aires.
- Babot, M.P.; Apella, M.C.; Martínez, J.G.; Hocsman, S. y Aschero, C.A.
2009. Adhesivos para enmangue en artefactos líticos: diseño de investigación en Antofagasta de la Sierra (Puna meridional argentina). Actas 2do. Congreso Nacional de Arqueometría y 1ro. Latinoamericano. Volumen 1:169-175. CONEA. Buenos Aires.
- Bleed, P.
1986. The Optimal Design of Hunting Weapons: Maintainability or Reliability. *American Antiquity* 51.

Cattelain, P.

1997. Hunting during the Upper Paleolithic: Bow, Spearthrower, or Both? Projectile Technology. Cap. 9:213-238. Edited by H. Knecht. Plenum Press.

Churchill, S. E.

1993. Weapon technology, prey size selection, and hunting methods in modern hunter-gatherers: implications for hunting in the Palaeolithic and Mesolithic. *Archaeological Papers of the American Anthropological Association* 4:11-24. G.L. Peterkin, H.M. Bricker y P. Mellars Eds.

Cotterell, B. and J. Kamminga

1990. *Mechanics of pre-industrial technology: an introduction to the mechanics of ancient and traditional material culture*. Cambridge University Press, Cambridge.

Gambier, M. y P. Sacchero

1970. *Secuencias Culturales y Cronologías para el SO de la Provincia de San Juan, República Argentina*. Hunuc Huar N° 1. Publicación del Museo Arqueológico de la Universidad "Domingo Faustino Sarmiento". San Juan.

Knecht, H.

1997. The History and Development of Projectile Technology Research. Chapter 1: 3-35. *Projectile Technology*. Edited by Heidi Knecht.

Lavallée, D. y M. Julien

1985. *La fonction des outils taillés*. Telarmachay. *Chasseurs et Pasteurs Préhistoriques des Andes I*. Editions Recherche sur les Civilisations; Paris. Tome I: 175-204.

Martínez, J.G.

1997. *Estrategias y técnicas de caza. Análisis tipológico-tecnológico de proyectiles arqueológicos*. Trabajo Final de Carrera Inédito, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán.

Martínez, J.G.

1999. *Puntas de Proyectoil: Diseños y Materias Primas*. "En los Tres Reinos: Prácticas de Recolección en el Cono Sur de América". pp:61-69. Editores C. Aschero, A. Korstanje y P. Vuoto. Ediciones Magna Publicaciones.

Martínez, J. G.

2003. *Ocupaciones Humanas Tempranas y Tecnología de Caza en la Microrregión de Antofagasta de la Sierra (10000-7000 AP)*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Tucumán. MS.

Martínez, J. G.

2005. *Tecnología de cazadores en la Puna Meridional Argentina: el caso de Peñas de la Cruz 1*. En *Mundo de Antes* 4:25-49. Instituto de Arqueología y Museo. Universidad Nacional de Tucumán. ISSN 1514-982X.

Martínez, J.G.

2007. Ocupaciones humanas tempranas y tecnología de caza en Antofagasta de la Sierra, Puna Meridional Argentina (10000-7000 AP). *Cazadores-Recolectores del Cono Sur. Revista de Arqueología*. Volumen 2:129-150. Editorial Universitaria de Mar del Plata. ISSN 1850-292X.

Martínez, J. G. y C. A. Aschero

2003. Projectiles Experimentales: Inca Cueva 7 como caso de estudio. *Cuadernos* 20:351-364. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy.

Moss, E. H. and M. H. Newcomer

1982. Reconstruction of tool use at Pincevent: microwear and experiments. *Studia Praehistorica Belgica* 2; pp: 289:312.

Nami, H. G.

1992. El subsistema tecnológico de la confección de instrumentos líticos y la explotación de los recursos del ambiente: una nueva vía de aproximación. *Shincal*: pp:33-53, Catamarca.

Odell, G. H.

1988. Addressing Prehistoric Hunting Practices Through Stone Tool Analysis. *American Anthropologist* 90:335-56.

Ratto, N.

1992. Técnicas de caza prehistóricas en ambientes de Patagonia (Tierra del Fuego, Argentina). *Palimpsesto. Revista de Arqueología* 1:37-49.

Thomas, D. H.

1978. Arrowheads and Atlatl Darts: How the Stones Got the Shaft. *American Antiquity* 43: 461-472.