

Técnicas de manufactura de los pectorales huaxtecos de concha en forma de triángulo invertido

Mónica Magaña Jattar¹

Instituto de Investigaciones Filosóficas

Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN: Se presentan los resultados obtenidos a partir del estudio de las técnicas de manufactura empleadas en la elaboración de los pectorales huaxtecos de concha en forma de triángulo invertido del Museo de Antropología de Xalapa (MAX), Veracruz, México.

Como aspecto metodológico clave se destaca la realización de experimentos encaminados a la reproducción de la preforma de los pectorales huaxtecos por medio del uso de herramientas y procedimientos contextualmente aceptables aplicados a la concha de un caracol Turbinella angulata. Las marcas producidas en la concha como consecuencia de la aplicación de determinadas técnicas de manufactura se estudian por medio del análisis micrográfico, tanto en la preforma generada en los experimentos como en los pectorales originales. Para estos últimos se realizan impresiones en películas hechas con polímeros, las cuales se analizan mediante un microscopio electrónico de barrido (MEB). Como resultado, se obtienen micrografías que permiten comparar las huellas de manufactura observadas en ambos materiales, de modo que es posible hacer inferencias sobre las herramientas posiblemente utilizadas en la elaboración de los pectorales originales.

Además de coadyuvar al entendimiento y a la solución de un problema que ha captado el interés de los especialistas en la Huasteca desde hace años, esta investigación también pretende fomentar el estudio de los objetos de concha de las culturas prehispánicas del estado de Veracruz, así como la aplicación de las técnicas experimentales para el desarrollo de la investigación arqueológica en México.

PALABRAS CLAVE: Huasteca, pectorales, concha, micrografías, experimentos.

ABSTRACT: This paper presents the results obtained from the study of the manufacturing techniques used to elaborate the Huastec shell pectorals with an inverted triangle shape from the Anthropological Museum of Xalapa (MAX), Veracruz, Mexico.

¹ Arqueóloga por la Facultad de Antropología de la Universidad Veracruzana; maestra y doctorante en filosofía de la ciencia por el Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM.

As a key methodological aspect, we must highlight the fact that the experiments were designed to reproduce the preform of the Huaxtec pectorals, and that the work was carried out through the use of tools and procedures which were contextually acceptable and applied to a Turbinella Angulata snail shell, commonly known as the West Indian chank shell.

The markings on the shell, due to specific manufacturing techniques, were studied by way of the micrographic analysis technique, on both the preforms generated by the experiments and on the original archaeological samples. To do this, it was necessary to imprint the archaeological pieces on a thin, flexible polymer film, so as to analyze them under a scanning electron microscope (SEM). As a result, it was possible to obtain micrographs that allowed a deeper analysis and comparison of the marks and imprints left by the manufacturing process used on the different shells, in such a way as to allow us to make inferences regarding the type of tools that could have been used to make the original pectorals.

Besides contributing to the solution and understanding of a problem that has caught the interest of Huaxtec experts for many years, this research is also intended to promote the study of the pre-Hispanic shell objects in Veracruz, as well as to encourage the application of experimental techniques for the development of archaeological research in Mexico.

KEYWORDS: *Huaxtec, pectorals, shell, micrographs, experiments.*

INTRODUCCIÓN

En el Museo de Antropología de Xalapa se encuentran en exhibición un par de pectorales de concha de la Huaxteca que se destacan por su significativo valor artístico, simbólico y técnico: se trata de piezas talladas sobre una concha con especial maestría y precisión. ¿Cómo pudieron elaborarse piezas tan extraordinarias? Comencé entonces una búsqueda documental que me permitiera responder a esta pregunta, pero pronto se evidenció la escasa presencia de datos, así como de estudios que explicaran las posibles técnicas de manufactura de estos objetos, lo que dio lugar al trabajo de investigación que presento a continuación.

En el marco del proyecto “Técnicas de manufactura de los objetos de concha en el México prehispánico”, con sede en el Templo Mayor y dirigido por el doctor Adrián Velázquez Castro,² realicé la presente investigación, la cual dio como resultado el trabajo de mi autoría intitulado “Técnicas de manufactura de los pectorales huaxtecos de concha en forma de triángulo invertido del Museo de Antropología de Xalapa, Veracruz”. Téngase presente

² Arqueólogo especialista en el estudio de las técnicas de manufactura de los objetos de concha del México prehispánico y pionero en el análisis micrográfico de los mismos por medio del MEB.

que por razones de espacio sólo presento algunos de los aspectos de mayor relevancia de toda la investigación. Al lector que quisiera profundizar en las evidencias que sustentan las conclusiones de este artículo, se le invita a consultar el trabajo original. No obstante, considérese que este trabajo introduce algunas correcciones y desarrolla con mayor detalle algunos de los temas.

La investigación caminó en torno a una pregunta fundamental: ¿cuáles fueron las técnicas de manufactura de los pectorales huaxtecos de concha en forma de triángulo invertido del MAX? La tarea se desarrolló sobre la base del análisis micrográfico y la experimentación. Debido a que las huellas de manufactura pueden reconocerse y diferenciarse entre sí, se recurrió al análisis micrográfico y en particular a la microscopía electrónica de barrido (MEB). En términos generales, el análisis comenzó con la impresión de cada uno de los bordes del material arqueológico en películas hechas con polímeros. Dado que estos últimos fungen como si fuesen sellos de la superficie de los materiales, se examinaron con el apoyo de microscopios especializados con el fin de obtener micrografías que permitieran reconocer aquellos elementos que fueran resultado de las técnicas de manufactura.

Ya que este tipo de análisis requiere la aplicación de analogías que confirmen o nieguen los elementos observados, se realizaron experimentos que permitieran corroborar las huellas de manufactura que se identificaron en los materiales originales. Así se reprodujo la preforma de los pectorales con algunos de los materiales y procesos técnicos que con el análisis micrográfico se infirieron como parte de la manufactura de las piezas. De esta forma fue posible comparar las huellas de manufactura de los experimentos con las huellas de manufactura encontradas en las piezas originales, lo que permitió encontrar rasgos interesantes para ofrecer una discusión, así como propuestas basadas en los resultados del análisis micrográfico y experimental.

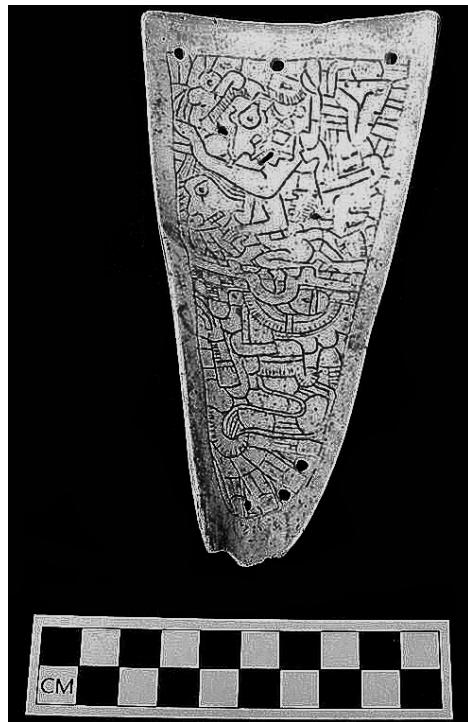
Dentro del presente artículo el lector encontrará una panorámica general de los pectorales del MAX, así como el desarrollo del análisis de las muestras micrográficas de los pectorales originales y la discusión de las mismas. Posteriormente se expone la experimentación y el análisis de las muestras micrográficas correspondientes a éste. Asimismo, se explica la metodología de medición empleada en el presente estudio micrográfico, toda vez que constituye una propuesta de medición alternativa, más precisa y acorde al problema que conlleva el tipo de análisis micrográfico. Por último, se presenta la discusión de los resultados, las conclusiones y las reflexiones finales.

LOS PECTORALES DEL MAX

Entre las piezas que resguarda el museo se encuentran seis pectorales huaxtecos de concha en forma de triángulo invertido con particulares características técnicas y simbólicas [Magaña 2008].

Los pectorales en forma de triángulo invertido pertenecen a la época Posclásica de Mesoamérica [900/1000-1521 d. C.], y los nombré así por su particularidad de evocar la figura de un triángulo isósceles dispuesto de cabeza [Magaña 2008]. Hasta donde se conoce, este tipo de pectorales se encuentran fuera de contexto arqueológico. De hecho, su hallazgo se debe a los constantes saqueos que ha sufrido la Huaxteca a lo largo del tiempo, lo que ha ocasionado que se encuentren dispersos por México y el mundo, tanto en museos como en colecciones particulares [2008: 38].

Figura 1
Pectoral número 3 del MAX; el mejor conservado de la colección



Los seis pectorales del MAX se confeccionaron a partir de la concha del caracol *Turbanella angulata* y uno solo de *Busycon contrarium*, identificaciones logradas en esta investigación [Magaña 2008: 63-80]. En general los pectorales comparten características morfológicas, iconográficas y técnicas. Las piezas van desde los 9 cm de largo, para el más pequeño, hasta los 18 cm, para el más grande, además de tener un perfil que semeja una letra "S" por la curvatura natural del caracol. En la parte superior, que es la más gruesa de las piezas, los seis pectorales tienen perforaciones circulares de suspensión que varían en cantidad y disposición según la pieza [2008].

Cuatro de los pectorales muestran decoraciones esgrafiadas que se enmarcan por una línea incisa que resguarda el estilo abigarrado de su iconografía. Sus motivos se distribuyen en dos planos: el superior para seres humanos y el inferior para seres serpentinos, aunque dos de los pectorales no cuentan con decoración. Asimismo, dos de los pectorales conservan las cuentas del collar. Todos los pectorales exhiben bordes redondeados y acabados de desgaste y pulido. Ninguno conserva restos de pintura y todos exhiben técnicas de manufactura [Magaña 2008].

Figura 2
Perfil del pectoral número 2 del MAX



Foto: Mónica Magaña Jattar.

GENERALIDADES DEL ESTUDIO

Uno de los pasos metodológicos más importantes empleados en la investigación fue el análisis de las huellas de manufactura presentes en los pectorales huaxtecos a través de la microscopia electrónica de barrido (MEB). Con este procedimiento se obtuvieron las micrografías que posibilitaron el examen minucioso de los pectorales y de los experimentos [Magaña 2008: 83 y 87].

Las micrografías se obtuvieron a partir de las impresiones hechas en polímeros, esto es, trozos de acetato presionados directamente sobre los bordes de cada uno de los pectorales, con lo que se obtienen las huellas del costado del pectoral. Posteriormente los polímeros se colocaron dentro del microscopio para su observación y análisis. Gracias al equipo de cómputo que éste tiene anexo se obtuvieron las imágenes que permitieron reconocer series de patrones con los cuales se hicieron analogías entre los rasgos característicos de los objetos originales y los experimentales [Magaña 2008: 83].

Es necesario explicar que, una vez que los polímeros fueron obtenidos, se cubrieron con una delgada capa de oro para poder colocarlos sobre un recipiente especial e introducirlos dentro del microscopio Jeol JSM-64 60-LV perteneciente a la Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) [Magaña 2008: 87]. Dado el mecanismo del microscopio, era menester que las muestras fuesen conductoras de electricidad para que arrojaran imágenes; el oro, al ser un excelente conductor de electricidad, resulta idóneo para el cometido. Una vez comenzado el proceso, el microscopio empieza a mostrar imágenes en la computadora que tiene anexa y, según se le indique, pueden establecerse con diferentes amplificaciones [2008: 88].

A partir del análisis de las imágenes en diferentes amplificaciones fue posible reconocer topografías específicas sobre la superficie de las muestras micrográficas, lo que permitió identificar patrones relacionados con distintos procedimientos y herramientas empleados en la confección de los pectorales. Una vez estudiadas suficientes micrografías, que para el caso de mi trabajo fueron 144, se seleccionaron las más representativas [Magaña 2008].

Cada proceso técnico, junto con el instrumento y la materia prima con el que se realiza, deja un conjunto de rasgos en el objeto en cuestión que son diferenciables entre sí; y es por medio de la tecnología adecuada que se pueden identificar, describir, medir, reproducir, etc. [Magaña 2008: 83]. El análisis de las micrografías permite reconocer rugosidades, partículas y poros, así como líneas y bandas, donde las primeras poseen hasta tres micrómetros de espesor y las segundas desde tres micrómetros. Valores que fueron estipulados por el proyecto. [Magaña 2008: 83 y 84].

Del proceso técnico, herramienta, materia prima y hasta el tiempo de confección, resulta el tamaño y las características de las huellas de manufactura. De esta manera, el objetivo fue encontrar patrones distinguibles y diferenciables en cada uno de los pectorales que pudieran ser confrontados con los resultados de diversos experimentos. Dichos experimentos pusieron en juego distintas técnicas de manufactura, de tal suerte que pudieran corroborarse los elementos hablados.

MEDIR LOS ELEMENTOS DE INTERÉS

Existen diferentes técnicas de medición que son útiles para la determinación de las dimensiones de los rasgos micrográficos observables en las imágenes obtenidas con ayuda del microscopio. En todo caso, su elección depende de las estipulaciones y consideraciones metodológicas de cada proyecto de investigación. En este análisis [Magaña 2008] se emplearon métodos de medición que difieren de los especificados en la metodología del proyecto del doctor Velázquez (el resto de los pasos metodológicos y estipulaciones se circunscriben al proyecto). Para entender mejor el porqué de tal variación repasemos brevemente el procedimiento seguido en este último para la obtención de las medidas.

En una computadora con sistema operativo Windows se ejecuta el programa de visualización de diapositivas Microsoft PowerPoint. Despues se cargan las micrografías previamente generadas. En dicho proceso se busca que las imágenes se desplieguen sin modificar su tamaño, para lo cual se fija la escala de visualización a 100%, todo ello con la premisa de que así se garantiza la conservación de las dimensiones reales de las mismas. Despues se sobreponen una regla flexible directamente sobre el monitor con el fin de medir los elementos de la imagen que son de interés. Finalmente, se obtiene la magnitud de la medición, en milímetros o centímetros, y se efectúa su conversión a micrómetros por regla de tres [Magaña 2008: 89].

La aplicación de este método de medición acarrea grandes inconvenientes. Entre ellos se destaca la introducción de errores significativos en las magnitudes que resultan de medir con una regla (cuya escala mínima es de milímetros), rasgos cuyas variaciones ocurren a escala de micrómetros. Asimismo, son de especial importancia los errores que se generan como consecuencia de la distorsión de la imagen provocada tanto por el diseño del monitor (en ocasiones curvo), como por el programa PowerPoint, el cual no está diseñado para el análisis fino de imágenes fotográficas. Veamos un poco más.

El análisis micrográfico se desenvuelve en un nivel micrométrico. Por lo general estamos habituados a utilizar una serie de medidas con las que cuantificamos el medio que nos rodea, ya sea en milímetros, metros o kilómetros; unidades que aprendemos a manejar —a través de sus respectivos instrumentos de medición— desde las etapas más tempranas de nuestra formación. Téngase presente que el ojo humano, sin ayuda de la tecnología adecuada, al leer la escala de un instrumento de medición analógico, como puede ser un termómetro o una regla, sólo puede registrar con precisión características de hasta la mitad de la escala mínima del instrumento. Así, por ejemplo, toda magnitud determinada a través del uso de una regla tiene asociado un error de al menos 0.5 mm; cualquier intento de medir a simple vista detalles cuyas dimensiones sean menores que este valor conllevaría imprecisiones traducibles en errores de gran tamaño³ [Magaña 2008: 90]. Piénsese, por ejemplo, en las implicaciones que tendría un error de 0.5 mm (500 μm) en la descripción de una característica micrográfica del orden de un micrómetro.

Así pues, el uso adecuado de la tecnología, como microscopios y programas de cómputo con mayores prestaciones, desempeña un papel de suma importancia en los resultados e interpretación de una investigación que se mueve a escala micrométrica. Por tales razones consideré necesaria la implementación de un método de medición de mayor eficacia para la descripción de las características del objeto de estudio de mi investigación. Para lograrlo establecí tres puntos básicos que posibilitan la descripción más precisa de las características micrográficas de los seis pectorales:

- Utilizar un programa de cómputo capaz de llevar a cabo las mediciones directamente sobre las imágenes digitales que exhiben los rasgos micrográficos de interés.

³ La fundamentación teórica que sustenta estas afirmaciones puede encontrarse en el contexto de la teoría del error, cuya aplicación es común en el campo de las ciencias exactas. Es importante destacar que en la física, ciencia experimental por excelencia, se han efectuado numerosas investigaciones encaminadas a entender el efecto que tienen los errores de medición en los resultados que se obtienen de un experimento. El marco teórico derivado de estos esfuerzos ha conducido al desarrollo de numerosas técnicas aplicables al diseño experimental y cuyo conocimiento es obligatorio para todo aquel que necesite realizar mediciones con la mayor confiabilidad posible. Un buen punto de partida sería el libro *An Introduction to Error Analysis, the Study of Uncertainties in Physical Measurements*, de John R. Taylor.

- Establecer los factores de conversión entre las diferentes escalas de amplificación y medida que están presentes en las micrografías obtenidas.
- Considerar las magnitudes que resultan del proceso de medición junto con sus errores asociados [Magaña 2008: 91].

MEDICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROGRÁFICAS A TRAVÉS DE UN PROGRAMA DE CÓMPUTO

Image Manipulation Program (GIMP) es un programa especializado en la manipulación de imágenes digitales, por lo que pone a disposición del usuario una gran diversidad de herramientas útiles para este fin. Debido a su capacidad para analizar fotografías y extraer de ellas datos de gran exactitud, fue la herramienta elegida para desarrollar la presente investigación. La versión utilizada funciona en el sistema operativo GNU\Linux; y, *grossó modo*, puede expresar con precisión las dimensiones de los elementos de la imagen en pixeles, pulgadas, milímetros, puntos, picas, centímetros, metros, pies y yardas, principalmente. Asimismo, gracias a su herramienta de medición de longitudes, permite encontrar con una alta precisión la distancia existente entre dos puntos o elementos de la fotografía. Como ventaja adicional, facilita la amplificación de esta última hasta en 800%⁴ sin afectar ni distorsionar las dimensiones reales de los rasgos registrados en ella, lo cual permite la ubicación y selección de los puntos entre los que se desea hallar la distancia de separación. Por ejemplo, usado en la caracterización de una micrografía, determina el ancho, el largo y el ángulo de inclinación de cualquier rasgo de interés [Magaña 2008: 91 y 92]. Si éste fuera una banda, sería posible señalar la posición de cada uno de sus extremos y acto seguido obtener la distancia de separación, ya sea en pixeles o milímetros, así como su ángulo de inclinación respecto a la horizontal. Cabe mencionar que la consideración de este último es de importancia fundamental en el estudio de las huellas de manufactura. Cuando la banda que desea definirse posee una inclinación, la medición de su ancho debe hacerse tomando en cuenta la magnitud de su ángulo de inclinación con el fin de garantizar la obtención de la medida real. Es decir, la línea oblicua imaginaria que representa su ancho, y cuya longitud debe ser determinada, es siempre perpendicular a las

⁴ Tal magnificación sólo es perceptible por el usuario. En todo momento el programa se encarga de mantener las proporciones originales de la imagen.

dos líneas paralelas que forman los bordes de la banda y entre las cuales se encuentra inscrita. Si la medición se efectuara horizontal o verticalmente, se introducirían errores significativos en las magnitudes así determinadas.

En suma, este programa fue la principal herramienta utilizada en el análisis de las micrografías de los pectorales huaxtecos de concha del MAX.

TAMAÑO DE LAS MICROGRAFÍAS Y LAS ESCALAS DE MEDICIÓN

Unificación de las micrografías según sus dimensiones reales

Toda micrografía muestra objetos cuyo tamaño es sólo aparente. Es decir, sus dimensiones observables a simple vista o macroscópicas son resultado de la aplicación de un factor de amplificación que magnifica sus dimensiones reales o microscópicas. En consecuencia, es indispensable establecer las equivalencias adecuadas que permitan trasladar una medida obtenida en la escala macroscópica a su valor real en la escala microscópica. Para ello se deben respetar las dimensiones originales de las micrografías, es decir, su ancho por su largo, tal y como fueron generadas por el microscopio electrónico de barrido. De esta forma, el tamaño aparente de los rasgos mostrados no se ve afectado ni modificado de ninguna forma. En total se generaron 144 micrografías de los pectorales, todas ellas con un tamaño de 186 mm de largo por 140 mm de ancho.

Ahora bien, para encontrar la dimensión real de algún rasgo de interés debe tomarse en cuenta el factor de amplificación, el cual varía según la micrografía. Por ejemplo, si en una de ellas, con un factor de amplificación de 100 (100x), se observara una línea recta horizontal con una longitud aparente de 1 mm, entonces su dimensión real sería 100 veces menor. Es decir, esta línea tendría una longitud real de 1/100 de mm, o bien, de 10 micrómetros.

Partiendo de tales consideraciones se elaboró el cuadro 1, en el cual se relaciona el factor de amplificación con la escala de medida. La observancia de estas equivalencias es indispensable para la correcta interpretación de las mediciones [Magaña 2008: 92].

Cuadro 1
Longitud de las escalas de las micrografías de acuerdo con su amplificación

AMPLIFICACIÓN	LONGITUD DE LA ESCALA (mm)	EQUIVALENCIAS
100 x	10.0	10 mm \longleftrightarrow 100 μm
300 x	15.0	15.2 mm \longleftrightarrow 50 μm
600 x	12.0	12 mm \longleftrightarrow 20 μm
1000 x	10.0	10 mm \longleftrightarrow 10 μm

CONVERSIÓN A MICRÓMETROS

Una vez establecidas las dimensiones reales de los rasgos presentes en las micrografías según su factor de amplificación, se deben convertir las unidades de las magnitudes encontradas a micrómetros, para lo cual se recurre a una regla de tres. En este caso todas las mediciones macroscópicas fueron obtenidas en milímetros. Sus factores de conversión a micrómetros se indican en el cuadro 2 [Magaña 2008: 93].

Cuadro 2
Algunas equivalencias entre micrómetros y metros o milímetros

MICRÓMETROS (μm)	EQUIVALENCIAS
1.0	$10 \times 10^{-6} \text{ m}$
1.0	$10 \times 10^{-3} \text{ mm}$
1000	1.0 mm

DETERMINACIÓN DEL ERROR DE MEDICIÓN

El cuadro 3 muestra los errores asociados a la medición de la longitud en función de la precisión máxima que se obtiene del instrumento de medición utilizado y del factor de amplificación de la micrografía. Recuérdese, por ejemplo, que por la acción de medir con una regla común se tiene un error mínimo asociado de 0.5 mm, que es la mitad del valor de la escala mínima de este instrumento; las mediciones hechas con el GIMP, por su parte,

tienen un error mínimo asociado de 0.1 mm. En otras palabras, el uso de este programa permite la determinación de la longitud con una precisión cinco veces mayor a la que se obtendría con una regla. Lo que no es trivial cuando se trabaja con datos micrométricos.

Cuadro 3

Errores asociados a la precisión máxima del instrumento de medición según la amplificación

Amplificación	Precisión máxima del instrumento	
	0.5 mm	0.1 mm
	Error asociado en μm	
100 x	± 5.0	± 1.0
300 x	± 1.6	± 0.3
600 x	± 0.8	± 0.2
1000 x	± 0.5	± 0.1

Partiendo del cuadro 3 puede verse que el error asociado a la medición (según la precisión del instrumento y el factor de amplificación de la micrografía) es menor cuanto mayor es la amplificación. Así, el menor error corresponde a la amplificación de 1000x y el mayor a la de 100x. Basándose sólo en esta consideración pudiera parecer preferible trabajar únicamente con las micrografías cuya amplificación es de 1000x. No obstante, los rasgos cuyo análisis interesa no siempre están presentes en las micrografías con esta amplificación. Por lo tanto, se utilizaron las muestras micrográficas en las que los elementos de interés estaban presentes y contaban con la mayor claridad posible.

Ahora bien, la resolución de una imagen digital, cuya unidad mínima o fundamental es el pixel, determina la posibilidad de distinguir las características de los elementos de interés que pertenecen a una imagen. Todas las micrografías poseen 529 pixeles a lo largo y 397 pixeles a lo ancho. Si se divide su longitud en milímetros entre el número de pixeles, ya sea a lo largo o a lo ancho, se encuentra que la resolución máxima para cada micrografía es de aproximadamente 0.35 milímetros por cada pixel. Esta información, junto con la suministrada en el cuadro 1, permite determinar la longitud mínima identificable para un rasgo de interés en función de la amplificación de la micrografía. Los resultados que se derivan de este análisis se sintetizan en el cuadro 4.

Cuadro 4
Resolución máxima en micrómetros por pixel según la amplificación

Amplificación	Resolución máxima $\mu\text{m} / \text{pixel}$
100 x	3.50
300 x	1.15
600 x	0.58
1000 x	0.35

Así, por ejemplo, en una micrografía con una amplificación de 100x, sólo es posible distinguir sin ambigüedad los rasgos o las características cuyas dimensiones lineales son iguales o mayores que 3.50 micrómetros, que es el ancho de un pixel. Aunque tal condición no imposibilita la obtención de medidas cuyas magnitudes sean más pequeñas que el valor mencionado, sí restringe la veracidad del dato obtenido. La razón de ello es que no hay forma de fijar con precisión los límites del elemento cuya medida quiere obtenerse y, en consecuencia, tampoco puede asegurarse que lo que se quiso medir haya sido lo que en realidad se midió. Un caso concreto de esta situación puede hallarse en la figura 3. En ella se presentan algunas mediciones cuyas magnitudes son menores que la resolución de la imagen. Aquí debe entenderse que el valor dado es sólo una aproximación y que es necesaria una confirmación posterior. Asimismo, esta condición debe mantener alerta al observador en el caso de que crea haber detectado algún rasgo muy fino cuyas medidas den lugar a valores por debajo de la resolución de la micrografía. En tal situación el rasgo podría no existir. Téngase presente que estas consideraciones son válidas para todas las amplificaciones siempre que se pretenda efectuar la medición de ciertos elementos cuyas dimensiones fueran menores que la resolución de la imagen.

Finalmente, obsérvese que las mediciones efectuadas desde una escala macroscópica con el fin de caracterizar rasgos relevantes en el mundo microscópico conllevan una amplia multiplicidad de fuentes de error, erigiéndose entonces como un problema de gran complejidad. Por tal razón debe observarse un estricto rigor en el proceso de obtención de las medidas, así como en la interpretación de los datos generados. Sólo así podrán obtenerse resultados que se mantengan en un margen aceptable de confiabilidad.

EL ANÁLISIS DE LAS MICROGRAFÍAS DE LOS PECTORALES DEL MAX

El análisis micrográfico de las muestras tomadas de los pectorales del MAX se realizó considerando la información obtenida de la exploración documental, así como de la base de datos del proyecto que Velázquez dirige. Con esta base de datos fue posible reconocer cómo se presentan algunos de los rasgos más característicos de ciertos materiales empleados con determinadas técnicas sobre diversos tipos de concha. La exploración documental permitió, por otro lado, encontrar que materiales como la obsidiana, el basalto y el pedernal son parte del contexto de la Huaxteca. El objetivo fue averiguar si estos materiales, por su idoneidad para ciertos usos, fueron parte de la confección de los pectorales y, de ser el caso, la forma técnica en la que fueron empleados. En general el análisis de las micrografías obtenidas de cada uno de los bordes de los pectorales originales arrojó datos muy interesantes.

A continuación se describe, *grosso modo*, las características que cada uno de los materiales mencionados, empleados con determinadas técnicas, dejan sobre la concha. De esta forma se exponen algunas de las micrografías de los pectorales originales y se muestra por qué lo que se observa puede identificarse con las técnicas de manufactura correspondientes. No obstante, el lector debe tener presente que la corroboración final del análisis que me permitió sugerir parte de las técnicas de manufactura involucradas en la hechura de las piezas fue posible sólo después de los resultados obtenidos de los experimentos sobre un *Turbinella angulata*, ya que éstos tuvieron la finalidad de reproducir las técnicas de manufactura observadas en el análisis, de tal forma que se pudieran estudiar los resultados y efectuar su comparación con los originales, y esto lo muestro más adelante.

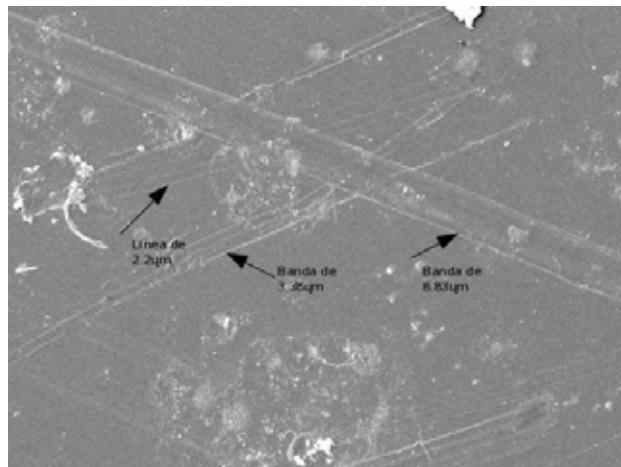
El primer proceso técnico que a continuación se expone corresponde al pulido con pedernal por haber sido el más evidente para su reconocimiento y diferenciación en el análisis. No obstante, el orden que ahora presento no corresponde al proceso técnico que al final infiero de los resultados obtenidos, asunto que es necesario discutir más adelante [Magaña 2008: 94].

El pulido con pedernal se identifica al observar bandas delgadas y de diferentes tamaños en las micrografías. Normalmente oscilan en el orden de 0.5 a 8 micrómetros de espesor, pero con mayor frecuencia se les encuentra entre los 3 y 4 micrómetros, detalle que permite diferenciarlas del corte con obsidiana, aunque pueden presentarse en tamaños más finos que ésta. Su aspecto es recto y liso, y en algunas ocasiones puede parecer rugoso. Están en posiciones horizontales, verticales o inclinadas. Estas bandas suelen mostrarse paralelas entre sí y con frecuencia se identifican

en pares; asimismo, crean un efecto claroscuro que les da una forma volvoluminosa. Esta peculiaridad semeja la forma de surcos sobre las muestras micrográficas. Es común encontrarlas en numerosa cantidad o, en menor medida, como elementos en pares aislados de los demás. Cabe mencionar que una de las particularidades del pulido con pedernal es que las líneas pueden aglomerarse para formar bandas de mayor tamaño [Magaña 2008: 94 y 95].

La figura 3 es un ejemplo de una micrografía de 600x y que corresponde al pectoral número 1 del MAX.⁵ En ésta se observa un conjunto de pares de bandas paralelas cuyos tamaños van de 2.2 a 8.83 μm de espesor y que se cruzan entre sí. Su apariencia es recta y redondeada, y forman un efecto claroscuro que semeja surcos sobre la imagen. Se trata de bandas de pulido con pedernal. Asimismo, logran advertirse algunas partículas y poros en la topografía de la muestra [Magaña 2008: 96].

Figura 3
Pectoral número 1 del MAX. Pulido con pedernal



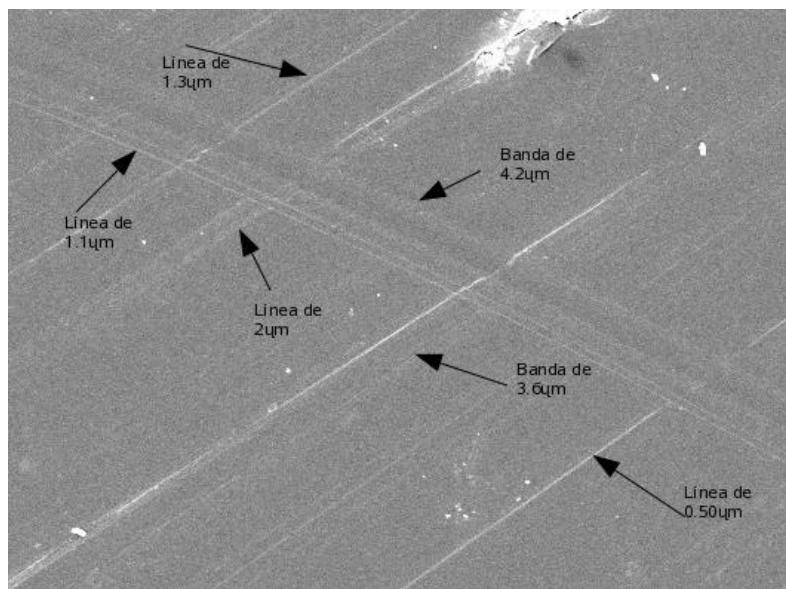
Micrografía con amplificación de 600x. Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

⁵ Los pectorales del MAX fueron numerados del 1 al 6 para su reconocimiento. Es por eso que se hace referencia a los pectorales huastecos por números. Es importante aclarar que los números no guardan relación con los tamaños, características o alguna otra particularidad.

Otra importante característica es reconocer las bandas de pulido con pedernal, porque se presentan entrecruzadas siguiendo diferentes direcciones. Se las puede encontrar distribuidas en toda el área de la muestra micrográfica o como conglomerados. Con frecuencia las bandas que realizan el cruce en posición horizontal suelen ser más finas que las que atraviesan de modo vertical. Las bandas producto del pulido con pedernal tienen apariencia redondeada y se identifican dentro de una micrografía lisa, con escasa o nula presencia de partículas o poros [Magaña 2008: 94 y 95].

En la figura 4, una micrografía de 1000x, y que pertenece al pectoral número 2 del MAX, se observa un conjunto de bandas que se entrecruzan. Van de 3.6 a 4.2 μm de espesor; su posición es inclinada y su apariencia claroscuro semeja surcos en la superficie, lo que sugiere el pulido con pedernal. Además, se perciben otras líneas más finas que miden de 0.5 a 2 μm de espesor que sugieren el corte con obsidiana. Por otro lado, se nota una micrografía lisa, con casi total ausencia de partículas y poros [Magaña 2008: 96]

Figura 4
Pectoral número 2 del MAX. Pulido con pedernal



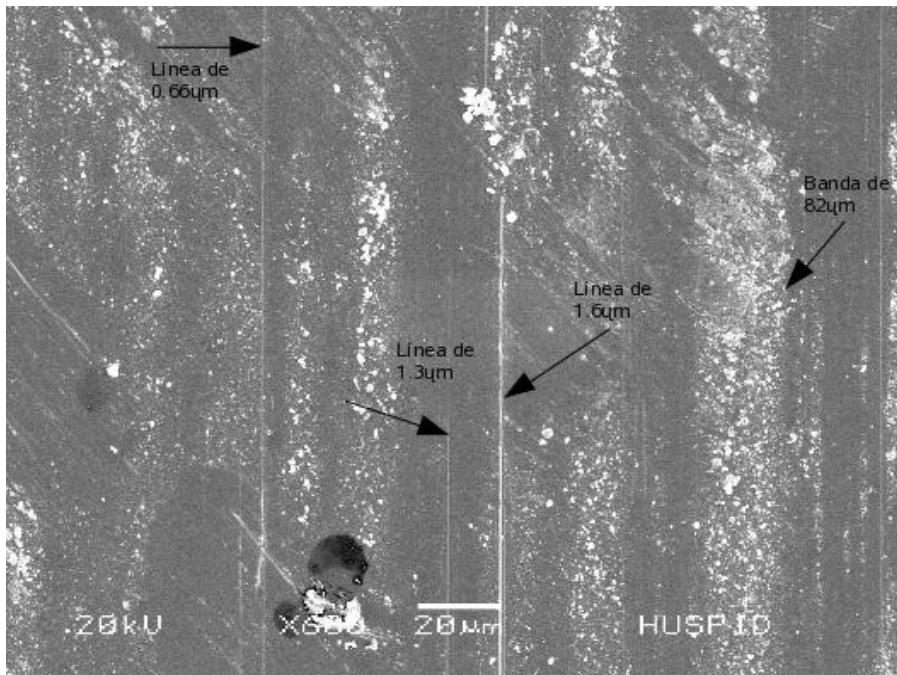
Micrografía con amplificación de 1000x.
Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

El siguiente proceso técnico es el que, luego de la claridad con la que fue posible identificar el pulido con pedernal, resultó ser el más evidente: el desgaste con basalto. Se trata de bandas de apariencia rugosa, con una superficie que parece estar formada por conglomerados de partículas y poros como si se tratase de “muchos puntitos juntos”. Estas bandas, que pueden tener diversos tamaños, se encuentran en el orden de 100 micrómetros de espesor, aunque también pueden encontrarse de entre 20 y 80 micrómetros de ancho. Este cambio en el tamaño de sus bandas se debe a que el tiempo de desgaste pudo haber sido mayor, dando como resultado un bruñido más que un desgaste. En este sentido, cuanto más haya sido desgastada la pieza, más estrechas serán las bandas. No obstante, y por regla general, mantiene su topografía y apariencia común. Uno de los aspectos característicos del desgaste con basalto es que sus huellas semejan un conjunto de poros y partículas que, en la mayoría de los casos, se presentan en forma de bandas que cruzan las micrografías en diferentes direcciones, sea horizontal, vertical o de manera inclinada; sin embargo, no necesariamente se les encuentra en posición recta o con un aspecto bien definido. Pueden identificarse como si fuesen “manchas” distribuidas sobre el área de la muestra micrográfica, es decir, como una gran cantidad de partículas y poros en toda la topografía de la imagen. Se piensa que la ausencia de una forma definida puede deberse a un desgaste efectuado en distintas direcciones durante diferentes momentos [Magaña 2008: 100 y 101].

A menudo el desgaste con basalto da lugar a regiones que en las micrografías aparecen como lisas o con pocas partículas. Otra de las singularidades del basalto es su traza redondeada, la cual le proporciona un efecto voluminoso a las bandas. Asimismo, pueden notarse distintos tipos de elementos dentro de las micrografías, ya que, aunque un proceso técnico sea más evidente que otros, no significa necesariamente que el resto esté ausente. Por esto es importante tomar en cuenta que, a pesar de encontrar otros elementos, aquellos característicos del desgaste con basalto se mantienen en el orden descrito, detalle que facilita su identificación. Es pertinente aclarar que es normal encontrar diferentes procesos técnicos en una sola muestra micrográfica [Magaña 2008: 100].

En la figura 5 vemos una micrografía de 600x que corresponde al pectoral número 3 del MAX. En ella se observa una superficie con rugosidades y poros que se extienden por toda su área. Asimismo, presenta un conjunto de bandas de apariencia porosa y en posición vertical que van desde 23 a 47 μm de espesor, lo que sugiere el bruñido con basalto. También pueden observarse líneas finas cuyo espesor va de 0.66 a 1.66 μm , y que son rectas, verticales y paralelas, lo que sugiere el corte con obsidiana [Magaña 2008: 102].

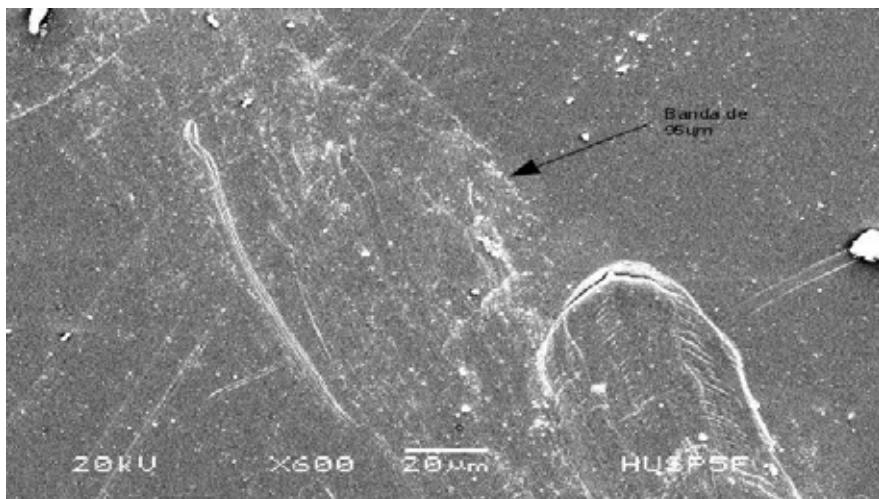
Figura 5
Pectoral número 3 del MAX
Desgaste con basalto y corte con obsidiana



Micrografía con amplificación de 600x.
Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

En la figura 6 se observa otra micrografía de 600x correspondiente al pectoral número 5 del MAX. Se nota una banda resultado del desgaste por basalto. Su apariencia es redondeada y su posición inclinada. Mide 96 µm de espesor. La superficie de la banda es rugosa y exhibe porosidades además de algunas partículas [Magaña 2008: 103].

Figura 6
Pectoral número 5 del MAX. Desgaste con basalto



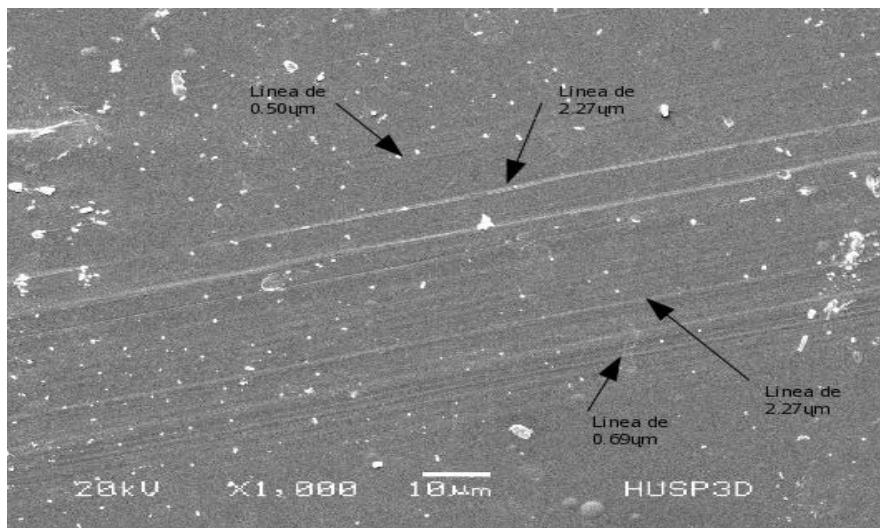
Micrografía con amplificación de 600x.

Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

El corte con obsidiana se evidencia por la presencia de finísimas líneas de tamaños variables entre 0.4 y 3.3 micrómetros de espesor. Su apariencia es notoriamente estrecha y recta, suelen presentarse en gran cantidad y, en algunas ocasiones, como conglomerados. A menudo se les nota paralelas entre sí y pueden tener una posición más o menos vertical o inclinada, pero suelen llevar una dirección definida. Difícilmente se encuentran como elementos aislados. Es normal hallarlas distribuidas por toda el área de la muestra micrográfica, o bien, concentradas en alguna zona. No obstante, se puede encontrarlas entre partículas y poros, aunque generalmente se trata de micrografías lisas [Magaña 2008].

La figura 7 corresponde a una micrografía de 1000x que pertenece al pectoral número 1 del MAX. En ella se observan líneas muy finas cuyas medidas van desde 0.50 hasta 2.27 micrómetros de espesor. Se trata de líneas rectas y paralelas entre sí que se presentan en gran cantidad y en una posición inclinada [Magaña 2008: 106].

Figura 7
Pectoral número 1 del MAX. Corte con obsidiana



Micrografía con amplificación de 1000x.

Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

Dada la sutileza de sus elementos, puede dificultarse su reconocimiento y diferenciación, e incluso sus rasgos pueden perderse de la vista sin importar las amplificaciones. Esto no significa que las huellas no existan. Aun así, suelen ser identificables siempre y cuando mantengan una dirección estable, así como el tamaño y topografía descritos [Magaña 2008: 105].

ANÁLISIS GENERAL

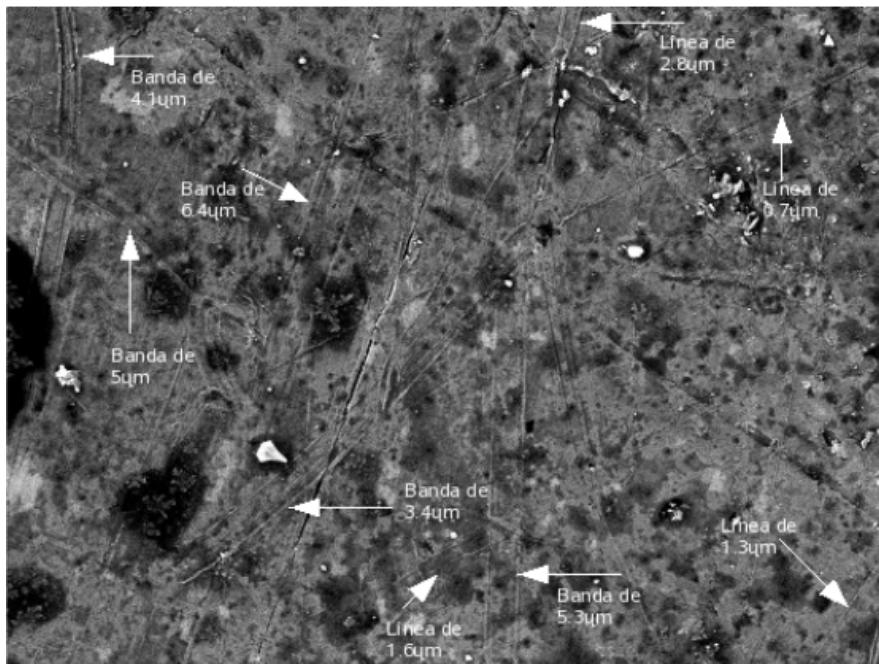
Cada proceso técnico implica características propias según la materia prima y las distintas herramientas de manufactura involucradas, y son dichas particularidades las que les permiten diferenciarse de otros. Es menester advertir que cada micrografía representa apenas una porción del objeto completo, sea prehispánico o experimental, y en éstas no se hallarán rasgos aislados sino conjuntos; es decir, es difícil encontrar en una muestra un solo proceso técnico porque la manufactura completa de una pieza es el resultado de diversos procedimientos técnicos y herramientas. Ésta es la razón

por la cual es necesario estudiarlos entre un conjunto de elementos que pueden ser semejantes o disímiles entre sí, pero que todos, juntos o separados, arrojarán información útil para las interpretaciones. De esta forma, saber diferenciar cada elemento permite desarrollar estudios adecuados [Magaña 2008: 110].

La figura 8 es un buen ejemplo para mostrar los tres procesos técnicos en una única micrografía. Su ampliación es de 1000x y corresponde al pectoral número 6 del MAX. En ella se aprecia un conjunto de líneas finas que van de 0.7 a 16 μm de espesor, con una apariencia delgada, recta y en posición inclinada, lo que sugiere el corte con obsidiana. Asimismo, se observa una gran cantidad de bandas en distintas direcciones. Sus tamaños son diversos, entre 2.8 hasta 6.4 μm de espesor, y forman un entrelazado característico del cruce de bandas. Su apariencia es redondeada y producen el efecto claroscuro que semeja surcos, además de distribuirse por toda la muestra, lo que sugiere el pulido con pedernal. Ambos elementos (corte y pulido) se encuentran en una superficie con rugosidades, y muchas partículas y poros se extienden por todo el campo de la micrografía sin una forma definida, quizás por haber sido efectuados en distintas direcciones por tiempo indefinido, lo que sugiere el desgaste con basalto [Magaña 2008: 111].

En la figura 8 se aprecian rasgos cuyas características, además de evidenciar las tres técnicas de manufactura descritas y que mantienen su patrón distintivo estable, la hacen diferir del resto de las micrografías. En términos generales, su topografía se caracteriza por una saturación de elementos que la hacen parecer más oscura, además de que exhibe rasgos de diversa índole que no se encuentran en el resto de las micrografías, tales como "manchas muy oscuras o negras" que se distribuyen por toda su superficie, llegando a atiborrarla. Corresponde al pectoral número 6 del MAX, que es el único elaborado a partir de la concha de un caracol diferente, el cual se identificó como *Busycon contrarium*. Estas diferencias en las micrografías pueden deberse al uso de más técnicas de manufactura o a la morfología de la concha.

Figura 8
Pectoral número 6 del MAX. Corte con obsidiana, desgaste con basalto y pulido con pedernal

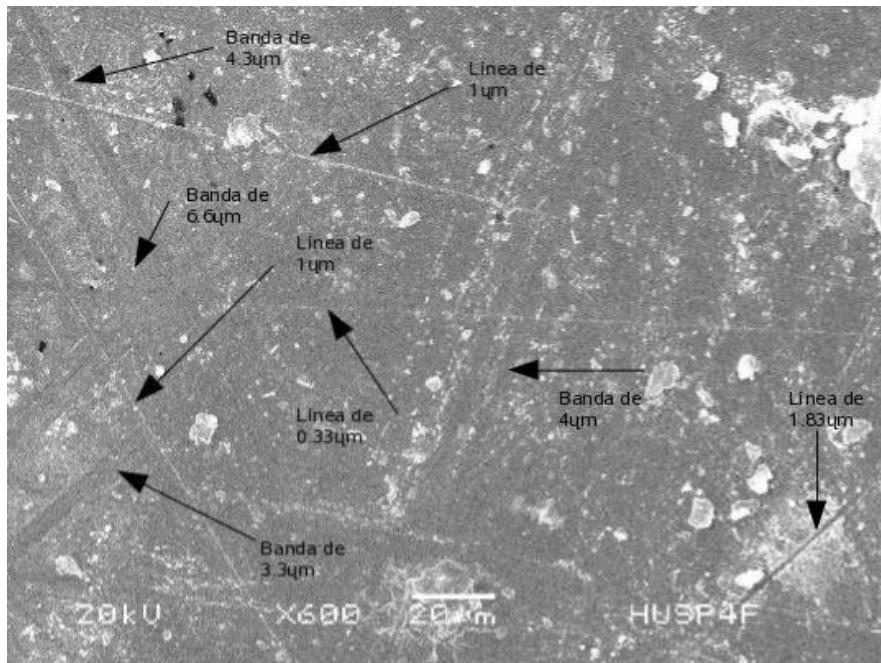


Micrografía con amplificación de 1000x.

Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

Otro ejemplo que muestra los tres procesos técnicos dentro de una sola micrografía es la figura 9, magnificada a 600x y que corresponde al pectoral número 4. Exhibe una serie de bandas entrecruzadas cuyos tamaños van de 3.3 a 6.6 micrómetros de espesor. Son rectas y aparecen por pares formando un efecto claroscuro que semeja surcos. Por otro lado, se aprecian manchas como si fueran un conglomerado de puntos distribuidos por toda el área y que son características del desgaste con basalto. Asimismo, se perciben líneas muy finas, de apariencia recta y con inclinaciones variadas que van desde 0.39 hasta 1.8 micrómetros de espesor, sugiriendo el corte con obsidiana [Magaña 2008: 97].

Figura 9
Pectoral número 4 del MAX. Corte con obsidiana, desgaste con basalto y pulido con pedernal



Micrografía con amplificación de 600x.

Por razones de espacio, su tamaño original se redujo.

En esta primera etapa el análisis micrográfico permitió observar la probable existencia de tres técnicas de manufactura involucradas como parte de la hechura de las piezas, a saber, el pulido con pedernal, el desgaste con basalto y el corte con obsidiana. Como antes se mencionó, el orden seguido en la exposición de cada proceso técnico quedó establecido por el grado de complejidad experimentado en el proceso de identificación durante el análisis, yendo del más simple al más complejo. No obstante, la reflexión sobre estos resultados permite pensar que el orden de manufactura original debió comenzar al revés: primero el corte con obsidiana, luego el desgaste con basalto y finalmente el pulido con pedernal. Esto no asegura, sin embargo, que entre éstos no existieran otros procesos técnicos con diferentes herramientas. Por el contrario, es posible que haya otros más, pero en esta investigación sólo encontré los ya mencionados. En este

sentido, el grado de dificultad para el reconocimiento de cada técnica de manufactura podría corresponderse con el orden de ejecución original. El corte con obsidiana, al haber sido el primero de los tres, se ve disminuido por los procesos técnicos subsiguientes; así, si el pulido con pedernal fue el más fácil de reconocer en las muestras micrográficas, se infiere que fue el último de los tres en efectuarse [Magaña 2008].

EXPERIMENTOS

El objetivo principal de los experimentos, por un lado, fue poner a prueba la información obtenida en la búsqueda documental que respalda la existencia de ciertos materiales como la obsidiana, el pedernal y el basalto en el contexto de la Huaxteca, lo que permitía suponer que éstos, por sus características morfológicas, pudieron haber sido útiles en la manufactura de las piezas y, por ende, estar involucrados. Por el otro, y quizás más importante, se trataba de corroborar la información que se infirió en el análisis micrográfico de los pectorales originales. En ese sentido, no podía afirmar una propuesta si no realizaba una serie de experimentos que permitieran observar cómo se ve el corte con obsidiana, el desgaste con basalto y el pulido con pedernal sobre un caracol *Turbinella angulata*. Fue así como me dispuse a realizar los experimentos correspondientes y a obtener sus micrografías para poder efectuar las comparaciones con las muestras originales, hacer analogías y buscar similitudes entre los resultados.

Para realizar el experimento dispuse la materia prima y las herramientas que pudieron inferirse tanto de la exploración documental como del análisis micrográfico de los pectorales originales, es decir, la obsidiana, el pedernal y el basalto [Magaña 2008].

Para el experimento utilicé un caracol *Turbinella angulata* que medía 16 cm de largo; un caracol pequeño considerando las tallas que esta especie de gasterópodo puede alcanzar [Magaña 2008: 113]. Comencé, pues, realizando un corte longitudinal que permitiera extraer la pieza desde la vuelta del caracol, a unos centímetros del borde de su labio exterior. Para ello primero marqué con un lápiz la preforma, es decir, la forma del triángulo invertido, de tal suerte que me facilitara su ejecución. Sin embargo, no se conoce si la preforma fue previamente marcada con algún tipo de tinte por el artesano huaxteco, aunque es probable que, según la experiencia que tuvieran, no necesitaran hacerlo [Magaña 2008].

Una vez que marqué el trazo a lápiz continué cortando con lascas y navajillas de obsidiana, cuidando de no perder la dirección de la forma que

se buscaba obtener. La mayor parte del tiempo utilicé lascas de obsidiana de filo agudo y, en otras ocasiones, navajillas; ambas obtenidas como resultado de la percusión sobre nódulos de la Sierra de las Navajas, Hidalgo. Una vez que efectué más de 90% del corte, cuando apenas faltaban no más de 2cm para el corte completo, ejercí una ligera, aunque arriesgada (por la posibilidad de romperse), presión sobre la preforma logrando desprendérla del caracol con éxito. Debe decirse que la posibilidad de romper la preforma y estropear el trabajo realizado hasta entonces no es fácil de pasar por alto cuando se sabe que sólo el corte de la preforma implica horas de trabajo, entumecimiento de los dedos y varias incisiones en los mismos. En este caso el corte con obsidiana de la preforma del pectoral me tomó un total de 79 horas con 38 minutos [Magaña 2008: 113 y 114].

El siguiente experimento consistió en el desgaste de los bordes con lajas de basalto y agua, la cual actuó como emoliente facilitando el proceso. La preforma que obtuve exhibía un contorno con bordes irregulares, filosos o puntiagudos, además de que, como consecuencia del desprendimiento por presión, le quedó una protuberancia. Dichas características están ausentes en los pectorales del MAX, siendo clara la necesidad de desgastar el borde hasta regularizar la superficie con un acabado más o menos redondeado. Es pertinente subrayar que, con o sin desprendimiento por presión, los bordes del contorno quedaban irregulares luego del corte con obsidiana, por lo que sin duda fue necesaria la regularización de su superficie [Magaña 2008: 114].

Por otro lado, debido a que algunos pectorales muestran evidencias de erosión en su parte posterior, decidí desgastar las líneas de ornamentación⁶ de la base del caracol hasta que fueran lisas al tacto, tal como se perciben en las piezas originales. Las líneas espirales se concentran en la parte inferior de la vuelta corporal⁷ y, dado que estas espiras están dentro de una ondulación (por el perfil en forma de S), utilicé una mano de metate de basalto que por su forma me permitió acceder a ellas y desgastarlas. Es importante mencionar que la superficie posterior de la preforma fue complicada de desgastar con una laja de basalto, pues no se puede acceder completamente a toda la superficie, de ahí la pertinencia de utilizar otro tipo de herramienta de basalto que resultase más adecuada, por lo que el borde y la superficie posterior de la preforma del pectoral fue desgastado

⁶ Las líneas de ornamentación se encuentran en la espira del caracol, donde también pueden encontrarse nódulos, puntuaciones, etcétera.

⁷ La vuelta corporal del caracol a menudo es su parte más lisa, que desemboca en los labios internos y externos, pliegues, dientes y ombligo, etcétera.

con lajas y piedras de basalto. Este experimento me llevó 11 horas con 37 minutos [Magaña 2008: 114 y 115].

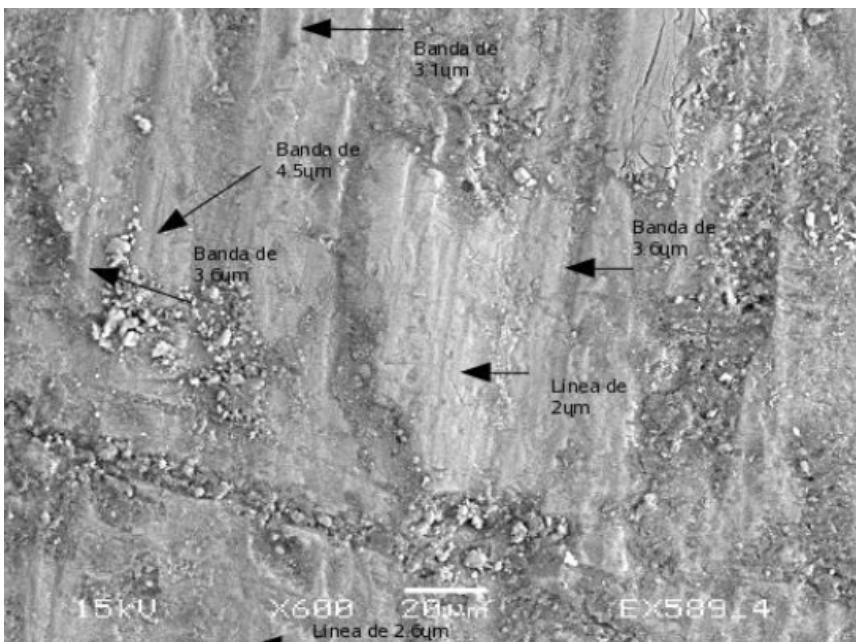
El último experimento consistió en el pulido de los bordes con pedernal. En el previo, el desgaste con basalto había permitido la regularización casi total de la pieza. Sin embargo, dada la morfología natural de la piedra, no es posible obtener un redondeado que al tacto se percibiera liso, regular y con brillo tal como se aprecia en el material prehispánico. Por lo tanto, continué realizando el pulido con pedernal del contorno y la parte posterior (las líneas espirales) de la preforma, que previamente se desgastó con basalto. Luego, pulí con pedernal la concha hasta alcanzar un alisado suave al tacto y obtener un ligero brillo. Una de las particularidades de pulir con pedernal este tipo de concha es el brillo que produce en su superficie. Asimismo, las características físicas del pedernal permiten realizar un pulido más evidente y fino, además de hacerlo en un tiempo mucho menor. Hay que recordar, no obstante, que tanto la función y consecuencias del desgaste con basalto y del pulido con pedernal, como procesos técnicos, son distintos. Este experimento me tomó dos horas con tres minutos [Magaña 2008: 115].

ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Una vez concluidos los experimentos, la preforma se introdujo en el microscopio Jeol JSM-64 60- LV con el objetivo de obtener las micrografías directamente del material experimental. Esto tuvo como propósito observar con más detalle el aspecto que la concha exhibía luego de la intervención del corte con obsidiana, el desgaste con basalto y el pulido con pedernal. Claramente esta situación no podía realizarse con el material original, por lo que con éste fueron suficientes las impresiones de los polímeros tomados de cada uno de sus bordes. Es pertinente aclarar que tales diferencias en los procedimientos no afectan los resultados en tanto que los rasgos característicos de las técnicas de manufactura se mantengan sin alteración. No obstante, las próximas imágenes, al representar un fragmento real y amplificado de la superficie de la concha del caracol *Turbinella angulata*, se ven diferentes. En ese sentido es pertinente recordar que las micrografías del material original corresponden a las impresiones obtenidas de los polímeros y que aquéllas del material experimental corresponden a la observación directa de la concha.

La experimentación tuvo dos objetivos principalmente. El primero fue lograr una comprensión y visualización más profunda respecto a determi-

Figura 10
Micrografía de la preforma resultado del experimento
Pulido con pedernal



Micrografía con amplificación de 600x.

Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

nado momento de la vida de los antiguos artesanos huaxtecos, y el segundo conseguir la corroboración (o negación) de las interpretaciones preliminares que arrojó el estudio del material original. Una vez aclarado lo anterior, pasemos al análisis que nos compete. A continuación presento tres de los ejemplos más representativos de los resultados obtenidos.

La figura 10 pertenece a una micrografía de 600x. En ésta podemos observar bandas desde 2 hasta 4.5 micrómetros de espesor, las cuales exhiben una apariencia recta y redondeada, mostrándose paralelas entre sí y con una posición ligeramente inclinada hacia la derecha. En la parte superior izquierda de la imagen podemos identificar un par de particularidades interesantes: por un lado es posible apreciar claramente el aspecto redondeado y claroscuro de las bandas, y por el otro se logra observar la presencia de surcos sobre la superficie. La imagen confirma que las bandas tienen un

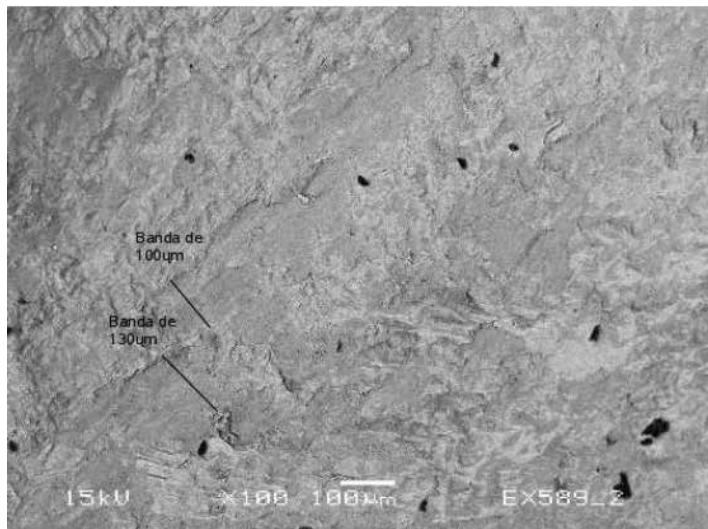
aspecto redondeado y que los surcos en la superficie están presentes. Este efecto claroscuro de las bandas también puede distinguirse en el centro de la imagen, donde se observan algunas bandas paralelas y que también dejan surcos sobre la superficie de la concha [Magaña 2008: 94-112].

Por otro lado, desde la esquina inferior izquierda, hasta más o menos el centro de la imagen (manteniéndose en la parte de abajo), podemos observar claramente algunas bandas horizontales que cruzan a las bandas verticales; su apariencia es más fina que éstas, pero mantienen un aspecto recto y una orientación ligeramente inclinada. Identificar este cruce de bandas directamente sobre la concha del caracol, además de los aspectos antes descritos, es muy importante porque son uno de los rasgos más representativos del pulido con pedernal.

Asimismo, resulta muy interesante notar dichas particularidades directamente sobre la concha del caracol *Turbinella angulata* y ver que no alteran su forma. Eso significa que las impresiones tomadas con los polímeros son una referencia confiable para estudiar las técnicas de manufactura marcadas en la superficie de la concha. De esta manera, la primera comparación permite corroborar que el pulido con pedernal que ejecuté en el experimento se presenta en la micrografía con un alto grado de similitud a los rasgos encontrados en las micrografías del material original y que presupuse correspondían al pulido con pedernal [Magaña 2008].

Ahora analicemos la siguiente micrografía de 100x que corresponde a la figura 11. En ella se aprecia un par de bandas más o menos definidas, que sobresalen por su aspecto voluminoso y por mostrar porosidades. Al observar la topografía de la superficie de la imagen se aprecian partes redondeadas que parecen encontrarse en un plano diferente al del resto de los elementos. Esto sucede porque dichos elementos se presentan con una forma redondeada y voluminosa, creando así un efecto que da la impresión de que sobresalen de la superficie. Estas bandas tienen medidas de 100 y 130 micrómetros de espesor, pero también hay otros elementos que, si bien no se distinguen con una forma de banda clara, se reconocen como "partes voluminosas" en la superficie. Éstas se distribuyen por toda el área de la micrografía. Si se observa el lado derecho de la imagen, más hacia su esquina inferior derecha, aunque no completamente, se aprecia un conjunto de "partes voluminosas" que no tienen una forma definida, pero que resaltan por su aspecto redondeado y en alto relieve. El aspecto voluminoso es característico del desgaste por basalto, y puede presentarse sin una forma definida, lo que lo hace parecerse a manchas distribuidas por toda la superficie. En este caso, como se observa la concha directamente, no pueden notarse rasgos como manchas o "muchos puntitos juntos", pero el patrón ob-

Figura 11
Micrografía de la preforma resultado del experimento
Desgaste con basalto



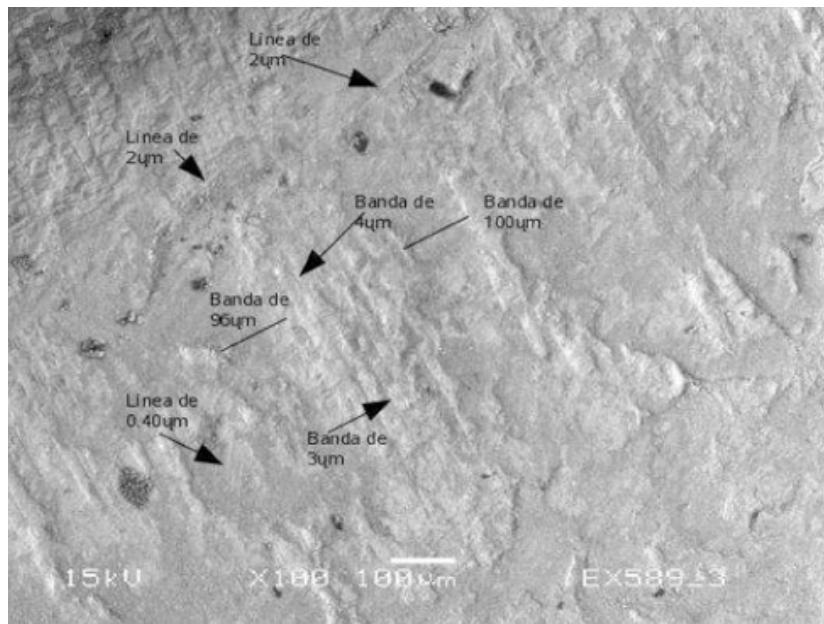
Micrografía con amplificación de 100x.

Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

servado coincide con el característico del desgaste con basalto. Asimismo, las medidas de las bandas que pueden reconocerse con relativa facilidad coinciden con el rango de medidas acorde con las bandas del desgaste por basalto. En este sentido, esta micrografía es más compleja de analizar, pero en la siguiente imagen mostraré los rasgos de los tres procesos técnicos, de tal suerte que puedan reconocerse y diferenciarse entre sí y de manera clara para el lector. Finalmente, cabe mencionar que en esta micrografía también logra advertirse el pulido con pedernal: al observar la esquina inferior izquierda, así como la esquina superior izquierda y derecha, se logran distinguir bandas voluminosas que se presentan en pares y semejan surcos sobre la superficie. De hecho, se notan claramente los surcos. Además, y sobre todo en la esquina inferior izquierda, se observa el característico cruce de bandas. La claridad con la que se presenta el pulido con pedernal apoya el planteamiento de que su claridad entre los tres procesos puede deberse, además de a su morfología, a que fue el último de los tres en ejecutarse [Magaña 2008].

Finalmente estudiemos la figura 12 con una amplificación de 100x. Ésta es una de las mejores micrografías tomadas del experimento, de manera que pueden advertirse con claridad todos los procesos técnicos que fueron aplicados al *Turbinella angulata* para obtener la preforma. En esta ocasión comenzemos con el menos evidente. Si observamos la esquina inferior izquierda, sobre todo donde se marca una línea de 0.40 micrómetros de espesor, se distingue un conjunto de líneas rectas y finísimas que se encuentran paralelas entre sí y como conglomerados. Arriba de éstas, siguiendo la misma dirección hasta la parte superior de la imagen, se halla una línea de dos micrómetros de espesor que forma parte de un conglomerado de líneas también muy finas que corresponden al corte con obsidiana. Este par de conjuntos tienen rasgos característicos que se diferencian del resto, por ejemplo: el pulido con pedernal se identifica como bandas inclinadas que aparecen en pares, exhiben un efecto claroscuro y presentan surcos sobre la superficie de la imagen. Al observar la esquina superior izquierda de la imagen no sólo se advierten claramente los elementos descritos, sino que además se distinguen las bandas más finas que cruzan a las anteriores con una posición horizontal. En la esquina inferior izquierda también se logran observar las bandas del pulido con pedernal con su efecto claroscuro y los surcos, pero justo al lado de estos elementos, donde se marca la línea de 0.40 micrómetros de espesor, se aprecia el conglomerado de líneas finas propio del corte con obsidiana. Por otro lado, si nos concentrarmos en el centro de la imagen, se observan claramente un par de bandas donde la de 100 micrómetros tiene una forma bien definida y la de 96 micrómetros se percibe con una forma irregular, semejante a las descritas en la micrografía anterior, donde aparecen partes voluminosas que parecen resaltar del resto de la superficie de la imagen. La banda de 100 micrómetros, por el contrario, mantiene una forma bien definida y comparte la topografía de su superficie con la topografía de la otra. Ambos elementos conservan el aspecto rugoso, redondeado y voluminoso, propio de las huellas de desgaste con basalto. Asimismo, en medio de ambas bandas pueden observarse otras que van de 3 a 4 micrómetros de espesor, y que claramente se muestran como surcos que atraviesan entre las bandas del desgaste con basalto. Si bien la imagen se presta para hacer un examen más exhaustivo, gracias a la claridad con la que se presentan los elementos, fue posible identificar las tres técnicas de manufactura empleadas para la extracción de la preforma, de tal forma que no sólo permite la identificación de los rasgos sino la diferenciación entre los mismos. Esto gracias a que los tres se presentan con una importante claridad en una micrografía que, además, representa la amplificación de una parte de preforma producto del experimento [Magaña 2008].

Figura 12
Micrografía de la preforma resultado del experimento



Se advierten los tres procesos de manufactura: corte con obsidiana, pulido con pederal y desgaste con basalto. Micrografía con amplificación de 100x. Por razones de espacio su tamaño original se redujo.

En términos generales, el análisis de las micrografías del experimento permitió la identificación, comparación y corroboración de los elementos buscados. Gracias a la aplicación de analogías entre los resultados del material original y el experimental fue posible fortalecer las ideas preliminares y plantear una discusión que diera lugar a una propuesta fundamentada.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El análisis micrográfico se realizó a partir de las impresiones en polímeros de cada uno de los bordes de los seis pectorales del MAX, así como directamente de los bordes de la preforma resultado del experimento. Dicho análisis consistió en la caracterización de las huellas de manufactura de

cada objeto con la finalidad de identificar las marcas que cada material lítico (obsidiana, basalto y pedernal) dejó sobre la concha del *Turbinella angulata*. La investigación se concentró, primero, en el reconocimiento del corte con obsidiana, el desgaste con basalto y el pulido con pedernal; segundo, en su reproducción a través de experimentos con el objetivo de corroborar los elementos identificados en el análisis de los pectorales del MAX y, tercero, en el desarrollo de una idea más cercana a algunas de las implicaciones que tuvo emprender una tarea como la confección de pectorales de este tipo con determinadas técnicas de manufactura. El total de los tres experimentos, es decir, el corte con obsidiana, el desgaste con basalto y el pulido con pedernal, me tomó un total de 93 horas con 18 minutos [Magaña 2008: 119-124].

Uno de los aspectos más destacados del examen de los resultados es que las técnicas de manufactura coincidieron en cada uno de los seis pectorales, incluso en el que fue hecho a partir de la concha de un *Busycon contrarium*, es decir, el pectoral número 6. Esta información permite inferir que hubo intenciones específicas en la elección de las herramientas, así como en sus usos, lo que para mí refleja la existencia de un conjunto de conocimientos y saberes respecto a cómo utilizar ciertas herramientas y por qué. Esto, además, se vincula con la valoración de determinados medios al observar que fueron útiles en la consecución de determinados fines. Más todavía, estas inferencias pueden relacionarse con tradiciones manufactureras, estilos técnicos, artesanos específicos o la existencia de recintos especiales *ex profeso* para la confección de este tipo de piezas, todo ello porque, si parte de las técnicas de manufactura coinciden en cada uno de los pectorales estudiados, significa que los artesanos contaban con una serie de pasos y reglas para la hechura de estos objetos [Magaña 2008].

Por otro lado, si bien es importante mencionar que las 144 micrografías que se obtuvieron mostraron el mismo patrón característico, esto no descarta la pertinencia de estudios cada vez más minuciosos para analizar qué otras herramientas o procesos técnicos estuvieron involucrados en la manufactura [Magaña 2008].

En cuanto al tiempo que los artesanos huaxtecos debieron invertir en la confección total de las piezas, éste es un misterio todavía, por lo que aventurarse a proponer un tiempo estimado podría resultar problemático y erróneo. Además, no es oportuno tomar la habilidad de una persona moderna como un referente confiable en relación con la habilidad de los antiguos huaxtecos. Más bien, es muy probable que la habilidad de éstos fuera mayor y dependiera directamente de la experiencia en la manufactura de este tipo de piezas, así como de los niveles de su conocimiento al respecto. Sin em-

bargo, dada la dureza del caracol *Turbinella angulata*, considerada una de las especies más duras de moluscos que existen, así como el tiempo que invertí sólo en la confección de la preforma (desde la concha de un caracol relativamente pequeño), sin la hechura de las perforaciones, calados, cuentas de collar, incisiones, esgrafiados, pintura, etc., no es arriesgado pensar que el tiempo completo de confección de un solo pectoral debió implicar más que eso [Magaña 2008].

También es menester tomar en cuenta que es muy difícil para aque-llos arqueólogos que se aventuran a experimentar con la concha, trabajar adecuadamente más de cinco horas seguidas sin realizar pausas o parar hasta después de transcurridos varios días. Esto ocurre porque se trata de una experiencia cansada, dura y tediosa al repetir por horas los mismos movimientos con, relativamente, “pocos resultados” (dada la dureza de la concha). Además de que los dedos se entumen y lesionan durante el corte. Si bien las habilidades de los artesanos profesionales debieron ser distintas a las nuestras, no hay buenas razones para pensar que podían hacer un pectoral en unas cuantas horas o quizá en un par de días; se trata de piezas de gran sutileza, precisión y diseño, además de un evidente valor simbólico y ritual. Siendo así, el tiempo aquí expuesto no es una prueba del tiempo de confección que le tomó a los huaxtecos, aunque sí es una señal que ayuda a comprender posibles grados de dificultad, así como el valor técnico de las piezas [Magaña 2008].

Con las modestas pero concretas aportaciones de esta investigación se destaca el papel que desempeña la arqueología experimental, el uso de las analogías y el análisis micrográfico con MEB en la identificación y diferenciación de los elementos característicos que cada material lítico y determinados procedimientos técnicos dejan sobre los objetos de concha. Gracias a su aplicación combinada fue posible proponer que el corte con obsidiana, el desgaste con basalto y el pulido con pedernal fueron parte de las técnicas de manufactura de los pectorales de concha huaxtecos en forma de triángulo invertido del Museo de Antropología de Xalapa, Veracruz [Magaña 2008].

En términos generales puede decirse que esta investigación cumplió con su objetivo de averiguar una parte de las técnicas de manufactura de los pectorales huaxtecos de concha en forma de triángulo invertido del MAX. Asimismo, se reunió suficiente información sobre este tipo de pectoral, lo que será de utilidad para el desarrollo de investigaciones futuras relativas a las técnicas de manufactura que indudablemente faltan por descubrir. Como contribución significativa se hizo el registro detallado de cada uno de los pectorales que no habían sido estudiados en su aspecto técnico, además de que se llevó a cabo el primer experimento de su tipo, esto es,

la obtención de la preforma del pectoral en forma de triángulo invertido que sirvió como referente y corroboración del análisis micrográfico de los pectorales originales. Por otro lado, con este trabajo se planteó una nueva y más precisa técnica de medición para el análisis micrográfico que busca inspirar el uso de técnicas cada vez más especializadas para este tipo de estudios tan minuciosos [Magaña 2008].

Así pues, el grado de especialización técnica que exhiben los pectorales estudiados sugiere que fueron confeccionados por manos dedicadas específicamente a su manufactura, es decir, por profesionales. Por otro lado, esa especialización denota conocimiento y claros sistemas de valores. Por ejemplo, al haber utilizado el *Turbinella angulata* como materia prima principal, *a)* valoraban esta especie de molusco por encima de otros y *b)* conocían y entendían sus propiedades, como su particular dureza, que apreciaban de forma especial. El uso de un caracol diferente como el *Busycon contrarium* puede deberse principalmente a dos motivos: 1) la escasez de los caracoles *Turbinella angulata* en un momento dado y 2) la necesidad de utilizar alguno que fuera semejante y oportuno para sus objetivos, como el *Busycon contrarium*. En este sentido, los encargados de la recolección de la materia prima debieron ser diestros en la natación y en el buceo para sumergirse en las profundidades del Golfo de México y extraer los caracoles. Tanto la obtención de materia prima como la manufactura pudieron ser actividades realizadas por diferentes personas [Magaña 2008].

Con esta investigación no se puede determinar cómo y con qué terminaron la manufactura completa de los pectorales después del corte, desgaste y pulido. Sin embargo, éste apenas es el comienzo del estudio de una problemática que aún espera tener una respuesta completa. Falta realizar los estudios correspondientes sobre las técnicas de manufactura de las cuentas del collar, la cuerda, las perforaciones de suspensión, los calados y esgrafiados, la pintura, etc., además de hacer un cuidadoso rastreo de este tipo de pectorales distribuidos por México y el mundo para comenzar un análisis exhaustivo de sus posibles técnicas de confección, por lo que invito al investigador interesado a continuar con esta cautivante tarea, así como a interesarse más por conocer y estudiar a las culturas del golfo.

REFERENCIA

Magaña Jattar, Mónica

- 2008 *Técnicas de manufactura de los pectorales huaxtecos de concha en forma de triángulo invertido del Museo de Antropología de Xalapa, Veracruz*, tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.

Recepción: 22 de enero de 2013.

Aprobación: 23 de febrero de 2014.