

ALGUNOS ASPECTOS DE LA TECNOLOGÍA DE LAS HOJAS DE ESPADA ROPERA EUROPEA EN LOS S. XVII Y XVIII

SOME ASPECTS OF THE TECHNOLOGY OF THE 17TH AND 18TH CENTURIES EUROPEAN RAPIER SWORD BLADES

MARC GENER

Instituto de Historia. Centro de Humanidades y Ciencias Sociales (CSIC). c/ Albasanz 26-28. 28037 Madrid.
E-mail: davor7@iname.com

RESUMEN

La espada ropera aparece como un elemento del atuendo masculino en un ámbito geográfico europeo y en un periodo que abarca, aproximadamente, entre los s. XVI y XVIII. Se trata de un arma que responde en su concepto y en su elaboración a una serie de condicionantes y necesidades, funcionales y de otros tipos, parte de las cuales exigen un comportamiento determinado de los materiales que componen la pieza. En este trabajo se presentan algunos resultados de una investigación en curso orientada a estudiar las soluciones tecnológicas que se aplican a la fabricación de hojas de espada ropera, y a determinar cuáles son las necesidades que exigen la implementación de estas soluciones específicas. Se reflexiona también sobre cómo la adecuación del objeto a su función, definida en su contexto histórico, determina la percepción de la calidad de aquel. Para ello se estudian algunos fragmentos de hoja de espada ropera de los s. XVII – XVIII mediante técnicas metalográficas para extraer información sobre la tecnología utilizada en su fabricación y relacionarla con las propiedades que se buscaba obtener de este objeto, con el fin de que pudiera cumplir adecuadamente su cometido.

ABSTRACT

The rapier sword appears as an element of the male attire in a European geographical framework, comprising a period approximately between the 16th and the 18th centuries. This weapon, in concept and elaboration, is the answer to functional requirements and needs, some of which demand a specific behaviour for the materials composing the instrument. In this work are presented some results of an ongoing research focused in studying the technological solutions applied to the manufacture of rapier sword blades and in determining the needs that ask for the implementation of these specific solutions. It is also discussed how the adequateness of an object to its function, defined in its historical context, determines the perception of its quality. Some fragments of 17th -18th c. rapier sword blades are examined using metallographic techniques in order to obtain information regarding the technology involved in their production and relate it with the properties that were sought after for this type of objects with the end of making them perform their intended task adequately.

Palabras clave: metalografía, metalurgia, acero, espada, ropera, forja, calidad percibida, edad moderna, tecnología histórica.

Key words: *metallography, metallurgy, steel, sword, rapier, forge, perceived quality, Renaissance, historical technology.*

I. INTRODUCCIÓN

La actividad humana modifica su entorno en multitud de aspectos que dejan una huella, de un modo u otro, en el registro arqueológico. Este registro es el que llega a nosotros, con mejor o peor fortuna, y constituye la base sobre la cual se trabaja, estudiándolo e interpretándolo con el fin de reconstruir de la mejor manera posible la circunstancia que lo produjo. Parte de este registro lo compone la cultura material: objetos manufacturados producidos por un grupo humano, o sus huellas. Esta cultura material es, por su propia naturaleza, el producto de toda una serie de factores que influyen múltiples aspectos del entorno que la genera.

Olin (Olin, 1982:19) define la arqueometría como *“application and interpretation of natural science data in archaeological and art historical studies”* (“aplicación e interpretación de datos proporcionados por las ciencias naturales a los estudios de arqueología e historia del arte”). Y lo cierto es que, fieles a la letra de esta definición, muchos estudios comprendidos en este campo se limitan a aplicar algún tipo de método analítico sobre una pieza arqueológica y presentar los resultados del análisis. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, en el fondo, el sujeto de nuestro estudio no es tanto el objeto en sí, como la circunstancia (entendida en el sentido más amplio) humana que produce ese objeto. Así, si vemos el objeto como una respuesta a una necesidad, entendiendo por necesidad una demanda que puede ser debida a multitud de factores que se extienden por toda la escala de lo vital y lo social, es esta necesidad la que nos proporciona información sobre el contexto humano y social del objeto, lo cual es al fin y al cabo, el sujeto último de nuestro estudio. El objeto es en este caso el vehículo mediante el cual intentamos alcanzar una mejor comprensión de esa circunstancia, es una de las herramientas de que disponemos para obtener un mejor conocimiento del pasado, a veces la única. La arqueometría nos proporciona datos sobre el objeto, pero los datos desnudos no nos dicen nada, son números, listas de elementos, estadísticas... La arqueometría, con toda su frecuente complejidad técnica, aspira a mucho más que a ser una caja negra en la que por un lado se mete una pieza y por el otro sale un listado de datos que se pretenden fiables. Es cierto que un conocimiento adecuado de las técnicas instrumentales utilizadas proporciona la capacidad de evaluar la naturaleza y los límites de los datos obtenidos, pero eso, de nuevo, no es más que otra herramienta más en nuestro camino al objetivo final: la interpretación de esos datos con el fin de aumentar nuestro conocimiento sobre las personas y las circunstancias que producen el objeto que estamos estudiando, es decir, generar un conocimiento que, a modo de pieza de puzzle, encajará, mejor o peor, en la visión general que entre todos construimos de una circunstancia (cronológica, geográfica, social...) determinada.

En este proceso de integrar el objeto con su contexto, si entendemos los elementos de la cultura material como herramientas diseñadas y producidas para cumplir una función determinada, nos topamos inevitablemente con el concepto de “calidad”, entendida como la adecuación de un objeto a su función. Así, un objeto será “mejor” o “peor” en función de hasta qué punto se adapte de manera correcta a su cometido. Por eso, el primer paso es determinar la posible función del objeto. Sin embargo, una vez más o menos establecida ésta, nos encontramos con que hay una serie de condicionantes (de tipo tecnológico, económico, social...) que constituyen una serie de limitaciones a la posible adecuación del objeto a su función, es decir, a su “calidad”. Estos condicionantes establecen un marco que determina la mayor o menor facilidad del objeto de ser de una manera determinada, y hay que tenerlos en cuenta a la hora de evaluarlo. Así pues, el objeto constituye un equilibrio entre la necesidad y las limitaciones, y en consecuencia la “calidad” no puede entenderse como un valor absoluto en función de cuán adecuado sea un objeto para cumplir una función, sino que es un concepto que depende de los medios disponibles y los condicionantes aplicables. El conocimiento del mayor número posible de estos elementos situacionales es imprescindible para determinar de manera adecuada la “función” del objeto dentro de su contexto, más

allá de la funcionalidad estricta, considerando elementos del entorno: tecnología, materias primas, factores económicos, sociales... Es desde esta perspectiva que aplicar el concepto de “calidad” tiene un cierto sentido, puesto que al ser la función del objeto un producto del contexto, la calidad es relativa por definición. Así, es inútil hablar de una *Calidad Absoluta*, ni tan sólo de una *Calidad Funcional*, que sería más objetiva y fácil de determinar. Lo que nos interesa es determinar el concepto de calidad, y su escala de evaluación asociada, de la persona inmersa en el contexto que produce el objeto. Así, hablamos de *Calidad Percibida*, que sin dejar de ser un estricto juicio de valor, más o menos apoyado en criterios objetivos, busca aproximar los criterios de evaluación a la circunstancia del objeto en la medida de lo posible, en un intento de buscar una mayor coherencia histórica.

En consecuencia, se hace más evidente si cabe la necesidad del conocimiento de la relación entorno–objeto, no sólo ya para poder extraer conclusiones válidas de los datos obtenidos, sino también para poder establecer los parámetros de la investigación. No sólo eso, el concepto de calidad percibida está inevitablemente ligado al estudio de la tecnología histórica, en cuanto que establece una escala, los límites de la cual dibujan también los márgenes de ejecución en los que se mueven los procesos tecnológicos del momento. Así, en el ejemplo que nos ocupa, una espada, dentro de su funcionalidad, puede ser mala, buena o excelente, pero sigue siendo una espada, diseñada y creada para una función específica. El conocimiento de esta función nos permite tener una cierta idea de en qué grado de calidad se encuentra una pieza en particular, y por lo tanto cuán significativa puede ser como reflejo del conocimiento tecnológico asociado a su producción.

II. EL OBJETO

En nuestro caso concreto, el objeto a estudiar es la espada ropera. Su contexto geo-cronológico se sitúa, a grandes rasgos, en Europa entre los s. XVI y XVIII, con diversos grados de variaciones formales dependiendo de la época y de la región concretas que estemos estudiando. Pero en términos generales se puede decir que se trata de una espada para ceñir, duelo y autodefensa, que se porta con el traje masculino, en un contexto no-militar. Dejando de lado las cuestiones etimológicas (Leguina, 1912) que parecen asociarla a la “ropa”, la realidad social de este objeto es que es una espada que se “viste” a diario, como un complemento de la vestimenta. En este sentido, puede considerarse como un elemento de joyería masculina. Sin embargo, no es sólo eso. Además de lo que su lujo pueda decir de la riqueza material de su portador, es un objeto con una fuerte carga social, asociada a los conceptos medievales de aristocracia guerrera, que a lo largo de la época moderna se van diluyendo pero que sobreviven en algunos aspectos y costumbres, como es precisamente el hecho de portar armas en todo momento, que en ciertas épocas y lugares, en este periodo, es un derecho reservado sólo a individuos pertenecientes a un cierto estrato social privilegiado. Sin embargo, no deja de ser un arma de pleno derecho, concebida para ser usada y diseñada para hacerlo de forma efectiva cuando sea necesario, pero siempre dentro de su circunstancia. Como ya se ha mencionado, no es un arma diseñada para un contexto militar, que en la época, y debido a la realidad del campo de batalla, exige una espada con características diferentes para ser efectiva, normalmente con una hoja ancha y robusta de alta capacidad de corte. La ropera tiene una serie de condicionantes distintos. Para empezar es un objeto que la mayor parte del tiempo se viste, y no sólo eso, se luce, pero no se usa, lo cual da un peso distinto a la importancia que pueda tener su aspecto y la comodidad de transporte. Por otro lado, cuando deba usarse, lo hará en la enorme mayoría de los casos en situaciones de duelo o de autodefensa, con lo cual se tratará de combates individuales o con poca gente involucrada, y en un ambiente en el que no se suelen llevar armaduras. Todo esto condiciona a su vez las necesidades funcionales del objeto, y éstas conllevan también que su manejo se adapte, desarrollándose un tipo de esgrima específico para este tipo de armas, con sus esperables variaciones.

Todo esto, con sus lógicos matices, constituye un conjunto de condicionantes que configuran una necesidad a la cual el objeto, la espada ropera, es una respuesta. Pero también configuran un conjunto de limitaciones, más allá de las estrictamente tecnológicas. Las barreras que impone la tecnología tienen que ver con las capacidades de los materiales disponibles, los límites de los procedimientos de fabricación y transformación o el nivel de comprensión de los procesos fundamentales de la actividad. Pero el resto de condicionantes imponen una serie de márgenes, con frecuencia difusos, y siempre variables, sobre cosas como la comodidad, el peso, la distribución de masas para el manejo, el precio o el equilibrio entre decoración y funcionalidad.

Es todo este conjunto el que determina la función, en el sentido más amplio, del objeto, configurando un territorio necesariamente amplio y de fronteras imprecisas donde deberemos intentar ubicar de la forma más exacta posible cada objeto en particular para poder contextualizarlo adecuadamente.

III. LA CALIDAD

Una vez se establece, hasta donde es posible, la función, hay que determinar hasta qué punto se adecuaba el objeto a ella. Por lo general, esto se hace estudiando el diseño y los materiales de la pieza en cuestión. Sin embargo en este caso, afortunadamente, contamos además con material adicional en forma de documentación de la época que nos permiten dibujar un paisaje más amplio de la relación del objeto con su entorno.

El estudio de este *corpus* relativamente amplio de fuentes primarias (para algunas muestras significativas de esta documentación, ver por ejemplo Leguina, 1885; Leguina, 1897; Leguina, 1912; Dueñas, 2001; Dueñas, 2004; Ramírez de Arellano, 1920) nos lleva a una serie de conclusiones, de las cuales algunas de las más significativas para el tema que nos ocupa son:

- La espada puede dividirse en dos componentes principales: hoja y empuñadura, en función de que los encontramos comercializados por separado e incluso fabricados por gremios distintos. De estos componentes, el que parece tener más importancia desde un punto de vista global, es la hoja.
- A nivel de producción local, el precio de los componentes de la espada ropera viene condicionado por los materiales y por el nivel de acabado, pero en el caso de comercio a nivel nacional o internacional, el precio, asumidos unos niveles de acabado similares, viene condicionado fuertemente por el lugar de origen del componente. Así, las hojas de Toledo o las empuñaduras vizcaínas aparecen de forma consistente en las zonas más altas de la tabla de precios, y las hojas de Génova o Tolosa (Francia) en las zonas más bajas.
- Toledo aparece considerada de manera destacada, tanto a nivel nacional como internacional, como ciudad productora de hojas de alta calidad. Existen artesanos toledanos cuyos nombres se asocian con una producción de hojas de incuestionable excelencia.
- Las referencias que describen de un modo u otro aquello que es propio de las hojas de calidad se centran principalmente en características de tipo mecánico (elasticidad, brillo, capacidad de corte, etc.).

Todo lo anterior nos lleva en este caso a concluir que, en la época, la “calidad” de la espada ropera, entendida como una “herramienta”, está relacionada principalmente con las propiedades mecánicas de la hoja. Y con esto tenemos una buena hipótesis que nos permite trabajar sobre lo que hemos definido como *Calidad Percibida*.

IV. OBJETIVOS

Los resultados presentados en este artículo se enmarcan en un estudio más amplio cuyo objetivo es establecer en lo posible los procesos tecnológicos involucrados en la fabricación de hojas de espada ropera para después relacionarlos con la aplicación funcional de estas armas. Con ello se pretende hacerse una idea del grado de control que los artesanos tenían sobre las materias primas y los procesos tecnológicos, es decir, de su capacidad para manipular los materiales con el fin de adaptarlos a una tarea específica. Esto da una medida de hasta qué punto en un contexto determinado se halla extendida no sólo una tecnología sino un conocimiento tecnológico. La primera deja reflejado en los objetos la aplicación de un conocimiento (el “cómo”), pero el segundo nos habla del grado de control sobre ese conocimiento (el “porqué”), que es la génesis para entender los mecanismos de generación de más conocimiento.

En este caso concreto, estudiamos un conjunto de hojas de espada ropera del s. XVII-principios del XVIII mediante técnicas de metalografía con el fin de establecer qué procesos tecnológicos han sido aplicados sobre ellas e intentar relacionarlos con lo que sabemos de la utilización de estas espadas. En este artículo se presentan los resultados del estudio metalográfico de dos de estas piezas.

V. LOS MATERIALES

Se trata de dos fragmentos de hoja de espada ropera, etiquetados como HE-4 y HE-5. Ambos corresponden a aproximadamente la misma porción de la hoja, que comprende la espiga (la porción de la hoja que va dentro de la empuñadura) y parte del llamado “tercio fuerte”, que es la porción más cercana a la empuñadura, con una longitud aproximadamente equivalente a un tercio de la longitud total de la hoja, excluyendo la espiga. Esto hace que se pueda establecer una cierta comparación entre ellos, y es por eso que se han seleccionado estos para empezar.

HE-4: Fragmento de hoja de espada (ver Fig. 1a) con una longitud de 31.2 cm. De éstos, 8.4 cm corresponden a la espiga, de perfil vagamente triangular y sección cuadrangular. Presenta una serie de muescas cortadas con cincel, en forma de espiga, con el “vértice” apuntando hacia la parte más delgada.

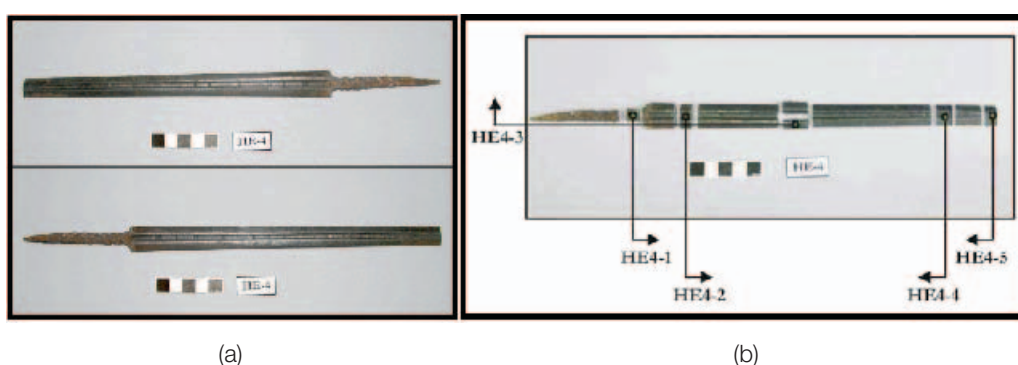


Figura 1. (a) Fragmento de hoja de espada HE-4. (b) Posición de las muestras tomadas para análisis metalográfico. Las flechas apuntan a la dirección de la cara examinada.

El fragmento de la hoja propiamente dicha mide 23.7 cm, con anchura y grosor. a 0.5 cm del extremo. Presenta una sección hexagonal aplanada, y una acanaladura por ambas caras que empieza en la base de la hoja y se extiende más allá del fragmento. En dicha acanaladura, también en ambas caras, se puede leer, no sin dificultad, la inscripción punzonada “xx IN x SOLINGEN xx”. Solingen es una ciudad alemana,

situada en el actual estado de Rin Norte-Westfalia, famosa hoy en día, entre otras cosas, por su industria cuchillera. En el periodo de tiempo que nos ocupa, esta ciudad era un conocido centro de producción de hojas de espada, que se exportaban al mundo entero.

Se trata de un fragmento de hoja de ropera de entre finales del XVI y finales del XVII, modificada posteriormente probablemente para encajar en un bastón de estoque en el s. XIX o principios del XX. La espi-ga actual es consecuencia de esta modificación, que afectó a parte de la hoja. Los razonamientos que llevan a estas conclusiones pueden encontrarse en Gener (2007).

El fragmento HE-4 fue cortado en varias partes con las que se elaboraron las probetas que fueron sometidas a análisis metalográfico (ver Fig. 1b). Se trata de secciones transversales completas salvo la mues-tra HE4-3 que presenta un corte longitudinal a lo largo de una porción.

HE-5: El segundo fragmento de espada (ver Fig. 2a) mide 33.7 cm de longitud total, de los que 13.8 cm corresponden a la espi-ga, de sección cuadrangular y perfil triangular, afinando bastante hacia el extremo.

El fragmento de hoja propiamente dicha mide 19.9 cm de longitud, con anchura y grosor (A x G) de 19.64 x 8.23 mm en la base y 14.29 x 3.79 mm a 1 cm del extremo. Presenta una sección hexagonal aplana-da, y una acanaladura por ambas caras que empieza en la base de la hoja y se extiende más allá del frag-mento que tenemos. En dicha acanaladura se puede leer la inscripción “xxx TOMAS xxx AYALA xxx” en una cara y “xxx EN xxx TOLEDO xxx”, en la otra. Tomás de Ayala fue un espadero de gran prestigio, que trabajó en Toledo durante la segunda mitad del s. XVI (Ramírez de Arellano, 1920).

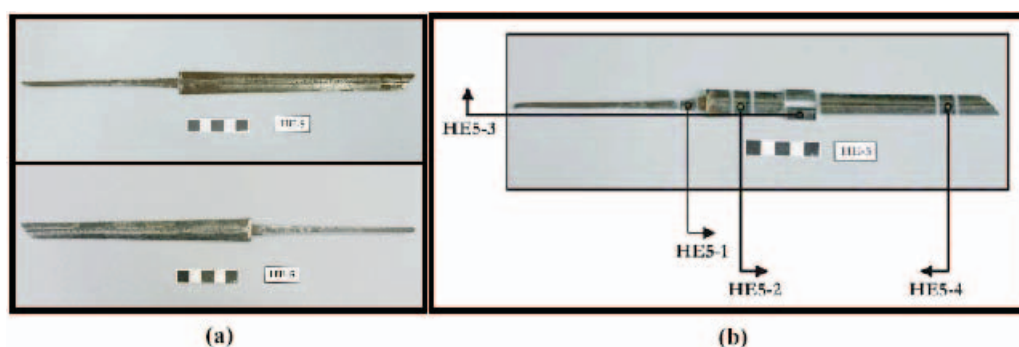


Figura 2. (a) Fragmento de hoja de espada HE-5. (b) Posición de las muestras tomadas para análisis metalográfico. Las flechas apuntan a la dirección de la cara examinada.

Sin embargo, éste es un fragmento de hoja probablemente de entre finales del XVII y mediados del XVIII, destinada a ser montado en una empuñadura de espadín. El espadín es una tipología de espada de ceñir posterior a la ropera, con una morfología general distinta y una esgrima también diferente. En España se siguieron usando roperas hasta bien entrada la época en la que el resto de Europa ceñía espadín al cos-tado, e incluso cuando este último se introdujo con fuerza en el país con la llegada de los Borbones al poder se adaptaron hojas de ropera a las nuevas empuñaduras, y en las hojas de nueva producción se siguió usando una tipología que conservaba elementos propios de las hojas de ropera. Este último es muy probablemente el caso que nos ocupa. La inscripción de la hoja no corresponde al auténtico artifice, y el lugar de origen es muy probablemente también un taller de Solingen, donde se producían muchas hojas con inscripciones falsas que pretendían aprovechar el prestigio de artesanos y centros de producción de reconocida calidad. Un desarrollo más amplio de los argumentos que nos conducen a estas conclusio-

nes puede encontrarse en Gener (2007). Al nivel de argumentación con el que nos vemos obligado a trabajar en este caso por los datos de que disponemos, podemos afirmar también que la funcionalidad de esta hoja es lo bastante parecida a la de una hoja de ropera de época anterior como para poder discutir al respecto sobre ambas hojas en conjunto.

El fragmento HE-5 fue también cortado en fragmentos para elaborar las probetas que fueron sometidas a análisis metalográfico (ver Fig. 2b). Los cortes son secciones transversales completas salvo la muestra HE5-3 que presenta un corte longitudinal a lo largo de una porción del fragmento.

VI. METODOLOGÍA

Los fragmentos fueron cortados con una sierra circular de baja velocidad refrigerada y con disco de diamante. Las muestras obtenidas se embutieron en resina epoxi de manera que las caras especificadas en las figuras 1b y 2b fueran las sometidas a examen. Tras eso se desbastaron las probetas con lijas de carburo de silicio (grados 240, 400, 800 y 1200) y se pulieron con polvo de alúmina hasta conseguir una superficie especular y libre de marcas. El ataque se llevó a cabo con Nital al 2% durante un tiempo de alrededor de 15 s., con algunas variaciones en función de cada muestra en particular. El estudio se ha llevado cabo mediante Microscopía Óptica (MO), usando un microscopio binocular LEICA DMLM con una cámara digital (LEICA DC300) incorporada.

Tras su paso por el microscopio, las probetas fueron sometidas a un estudio de microdureza mediante un microdurómetro Remet XH-1000, tomando datos en varios puntos significativos de la superficie de cada probeta. Los resultados están dados en escala Vickers.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

HE-4: En la Fig. 3 podemos ver las macrográficas de las probetas de la pieza, tras el ataque químico, mostrando la heterogeneidad del material en algunos puntos. En HE4-1 y HE4-2, el color más claro corresponde a estructuras esencialmente ferríticas (hierro), y el gris más oscuro a estructuras perlíticas y ferrítico-perlíticas (acero). En el resto de piezas, el color gris oscuro corresponde a estructuras martensíticas (acero endurecido).

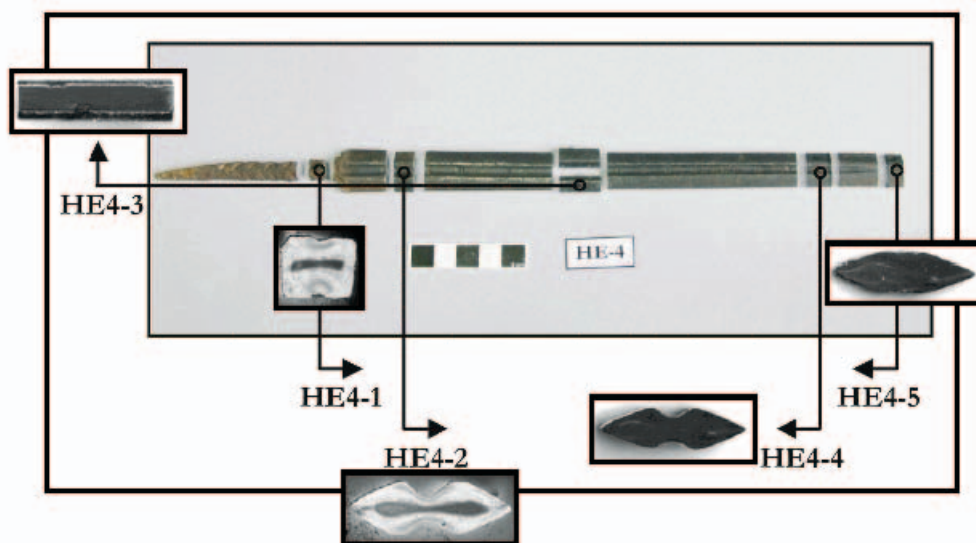


Figura 3. Macrográficas de las probetas extraídas de la pieza HE-4, pulidas y atacadas con Nital al 2%.

En la Tabla 1 se resumen los datos más importantes del estudio metalográfico de la pieza. Los datos de microdureza son el resultado de la media de las lecturas en cada área de la probeta. Los que se dan como dobles corresponden a tejas/núcleo.

Muestra	Construcción	Microestructura	HV
HE4-1	Núcleo de acero envuelto en tejas de hierro parcialmente carburizado.	Ferrita con algo de perlita en las tejas. Ferrita y perlita en el núcleo.	156 / 221
HE4-2	Núcleo de acero envuelto en tejas de hierro parcialmente carburizado.	Ferrita con algo de perlita en las tejas. Perlita, ferrita y bainita revenida (?) en el núcleo.	143 / 250
HE4-3	Acero.	Martensita revenida.	424
HE4-4	Acero.	Martensita revenida.	449
HE4-5	Acero.	Martensita revenida.	436

Tabla 1. Resumen de los datos del estudio metalográfico de HE-4.

HE-5: En la Fig. 4 podemos ver las macrografías de las probetas de la pieza, tras el ataque químico. Como en el caso anterior, en HE5-1 y HE5-2 el color más claro corresponde a estructuras esencialmente ferríticas (hierro), y el gris más oscuro a estructuras perlíticas y ferrítico-perlíticas (acero). En el resto de piezas, el color gris oscuro corresponde a estructuras martensíticas (acero endurecido).

En la Tabla 2 se resumen los datos más importantes del estudio metalográfico de la pieza. También como en el caso anterior, los datos de microdureza son el resultado de la media de las lecturas en cada área de la probeta y los que se dan como dobles corresponden a tejas/núcleo.

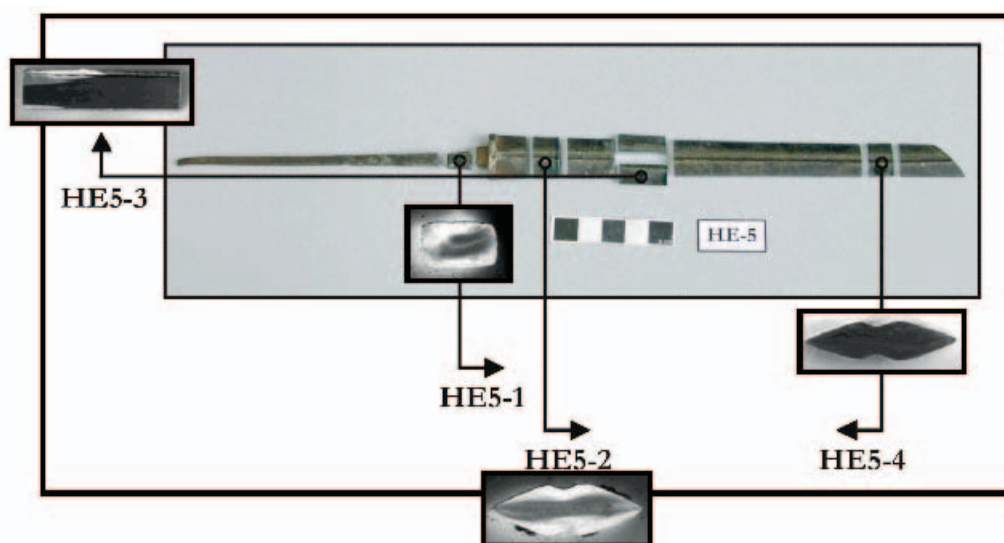


Figura 4. Macrografías de las probetas extraídas de la pieza HE-5, pulidas y atacadas con Nital al 2%.

Muestra	Construcción	Microestructura	HV
HE5-1	Núcleo de acero compuesto, envuelto en tejas de hierro.	Ferrita y perlita en las tejas. Perlita y ferrita en el núcleo.	174 / 239
HE5-2	Núcleo de acero compuesto, envuelto en tejas de hierro.	Ferrita y algo de perlita en las tejas. Perlita, parcialmente esferoidizada en el núcleo.	136 / 231
HE5-3	Acero, con restos de las tejas de hierro en un extremo.	Ferrita en las tejas. Martensita revenida en el resto.	133 / 387
HE5-4	Acero.	Martensita revenida.	408

Tabla 2. Resumen de los datos del estudio metalográfico de HE-5.

Estos resultados nos indican que en ambos casos la espiga, y la parte de la hoja que estaría más cercana a la empuñadura son de acero (aprox. 0.5% C en peso) encapsulado entre dos “tejas” de hierro. La microestructura del núcleo en la parte encapsulada es perlita / bainita revenida en el caso de HE-4 y perlita parcialmente esferoidizada en el caso de HE-5. El resto de la hoja es de acero, presumiblemente con el mismo contenido en C que el núcleo de la parte encapsulada, sometido a un tratamiento térmico con el fin de dar lugar a una composición de martensita revenida. El tratamiento térmico habrá probablemente consistido en un templado (calentamiento de la pieza hasta algo más de 800° C y enfriamiento rápido por inmersión en un fluido para endurecer la pieza) seguido de un revenido (calentamiento de la pieza a 300-500° C una cantidad de tiempo variable con el fin de reducir la fragilidad de la pieza endurecida).

Hay que tener en cuenta que HE-4 ha visto modificada la parte correspondiente a la actual espiga en un momento posterior a su fabricación. La morfología interna y externa, así como la microestructura, es coherente con un proceso realizado en caliente, martilleando la parte inferior de la hoja para crear una nueva espiga, sin ningún intento de endurecer esa zona. Probablemente esto fue hecho aplicando el calor localmente y manteniendo una temperatura relativamente baja. También hay que recordar que nos falta entre la mitad y dos tercios de cada hoja correspondientes a la parte más cercana a la punta, pero es razonable (Williams, 1978; Biborski *et al.*, 2004) asumir que la composición y la microestructura serán una continuación de las que hallamos en las muestras más cercanas al punto de fractura (HE4-5 y HE5-4), es decir, un acero con un contenido en carbono alrededor del 0.5% con una estructura martensítica fruto de un proceso de templado y revenido. El resultado son unas hojas cuya parte más cercana a la empuñadura es de hierro en el exterior y de acero sin endurecer en el interior, mientras que el resto, hasta la punta, es de acero endurecido hasta un cierto punto.

Cabe ahora detenerse en la función de estas piezas. La espada ropera, como ya se ha comentado más arriba, es un arma para llevar, para lucir y para ser usada en autodefensa o en duelo, si se presenta la ocasión. Hay toda una serie de consideraciones relacionadas con la índole social de este objeto en cuanto a muestra de estatus y, sobre todo, de poder económico que están asociadas al aspecto ornamental. Sin embargo, este aspecto ornamental se centra en aquellos elementos que son más visibles cuando la hoja se lleva ceñida, es decir, la empuñadura y la vaina. Hay un, digamos, nivel adicional, que tiene que ver con la calidad de la hoja, relacionado con su atribución a un lugar o fabricante determinados, y reservado a una apreciación por parte de lo que vendrían a llamarse “entendidos”, pero esto implica un examen de la piezas más allá de la apreciación visual inmediata. En cualquier caso, la mayor parte del aspecto ornamental de las roperas está localizada en sitios que no son la hoja. Es cierto que parte del aspecto funcional es también responsabilidad de la guarnición, por el papel que tiene en el equilibrio total de la espada, y las funciones ofensivo/defensivas de algunos de sus elementos, pero nos queremos centrar en la hoja que es de lo único de lo que podemos extraer conclusiones en este momento.

En sus aspectos más marciales, la ropera es un arma de autodefensa circunstancial y de duelo, y es bajo estas premisas, de hecho, que se autoriza en la época su acarreamiento habitual. Otras armas de mayor potencial ofensivo, como armas enastadas y armas de fuego, o incluso armas fácilmente ocultables, como dagas, estaban sometidas a restricciones, como también lo estaban algunas espadas con características especialmente ofensivas (Leguina, 1885; Leguina, 1897). El tener que llevarla encima de manera habitual favorece una espada ligera, y el contexto en el que más probablemente se vaya a utilizar permite asumir que los adversarios que encontrará su portador no lleven ningún tipo de blindaje corporal pesado (metálico), lo cual reduce la necesidad de llevar armas capaces de enfrentarse a éste. En estas circunstancias una hoja delgada, rígida, con gran potencial ofensivo de punta pero reteniendo una cierta capacidad de tajo, está plenamente justificada. En efecto, lo que sabemos del manejo de estas espadas en la época (Anglo, 2000) nos habla de una esgrima predominantemente de punta, aunque sin despre-

ciar los cortes, haciendo gran énfasis en la defensa del esgrimidor y la incapacitación (no necesariamente la muerte) del adversario de la manera más eficaz y segura para uno mismo posible. Todo esto exige que la hoja sea rígida para facilitar el control del arma contraria, así como la penetración en el blanco a través de varias capas de tejido grueso o cuero, que era lo que se vestía habitualmente, pero también lo bastante elástica como para que en caso de encontrar un obstáculo en el ataque de punta pueda doblarse hasta un cierto punto y recuperar su forma original sin romperse ni quedar doblada. Al mismo tiempo, el filo (y la punta) debe mantener su capacidad cortante a pesar del contacto con otra hoja de metal, lo cual, combinado con lo anterior, exige un cierto grado de dureza. La hoja también debe ser capaz de soportar las deformaciones e impactos propios de un combate sin quebrarse, lo cual implica también un cierto grado de tenacidad y resiliencia. Todo ello mientras se mantiene una distribución de masa a lo largo de la hoja que garantice un arma relativamente ligera, bien equilibrada y ágil, adecuada a la esgrima del momento. Reunir todas estas propiedades, algunas opuestas entre ellas, en un mismo objeto no es sencillo. Pero se puede llegar a un compromiso aceptable. Para ello es necesaria una adecuada combinación de la elección del material, la distribución de masa y el tratamiento térmico, todo lo cual es lo que configurará las propiedades mecánicas finales de la hoja, y si estará en consecuencia mejor o peor adaptada a la función que el contexto exige de ella, así como si será, por lo tanto, de “mejor” o “peor” calidad, cuya percepción ya hemos visto que está relacionada con estas propiedades mecánicas.

En el caso que nos ocupa, las propiedades mecánicas que se pueden extraer del estudio de la microestructura de HE-4 y HE-5 nos indican que son adecuadas a la función que van a tener que desempeñar (Peláez Valle, 1986). La parte de la hoja con la que se ofende es la parte superior, que deberá mantener el filo y la punta. La esgrima predominantemente de estocada exige un manejo ágil y preciso que se ve favorecido por un punto de equilibrio situado en la hoja cerca de la empuñadura, lo cual hace necesario que la masa de la hoja esté concentrada preferentemente en esa zona. Esto hace que al hallar un obstáculo en una estocada la parte que tienda a doblarse preferentemente sea la más cercana a la punta, más delgada, mientras que, por lo contrario, al usar la hoja para detener un tajo sea la zona más cercana a la empuñadura, con mayor masa y menos brazo de palanca, la elegida, de ser posible, para tal menester. Y lo que nos muestra la microestructura es que la parte de la hoja más cercana a la punta es de acero endurecido y revenido, en un punto de temple que, combinado con la distribución de masa en este punto, constituye un aceptable equilibrio entre dureza, elasticidad y resiliencia que permite a la hoja cumplir su función de manera adecuada en cuanto a su rigidez, su elasticidad y su capacidad de mantener un filo aceptable. Con la distribución de masas que conocemos y la que razonablemente se puede presumir del resto de la hoja, una dureza mucho mayor haría la hoja frágil ante la flexión y el impacto, y una dureza mucho menor daría lugar a una cierta propensión a las deformaciones plásticas de la hoja al ser sometida a tensión. La parte de la hoja más cercana a la empuñadura, en cambio, se mantiene sin endurecer. Aquí, la masa acumulada hace poco probable que esta parte de la hoja se flexione, con lo que la elasticidad es poco necesaria aquí. Por otro lado, el punto de transición entre hoja y espiga situado en esta zona es un foco de acumulación de tensión, agravado por el hecho de que la mano, que constituye el eje de rotación de la hoja en los tajos, está situada muy próximo a ella. Un endurecimiento en esta zona no hace más que favorecer la fragilidad del material, por lo que es lógico que se mantenga relativamente blanda, y al no ser necesario el endurecimiento, en esta zona se puede usar hierro, que en la época era más barato, en vez de acero. Pasa igual con la espiga, que es la parte más delgada del conjunto, y que estará situada dentro de la empuñadura, si las vicisitudes del combate aplican tensión sobre ese punto, es mucho menos catastrófico para la integridad del conjunto el hecho de que la espiga se deforme, con lo cual se puede seguir usando el arma, que no que se rompa, con lo que ésta queda inútil. El núcleo de acero en esta zona añade un grado de rigidez al conjunto además de dar continuidad entre las partes superior e inferior de la hoja, ahorrando la necesidad de una soldadura transversal que podría ser un punto débil potencial si no se hace bien.

En resumen, podemos decir que cada una de estas hojas es el resultado de un intencionado equilibrio metalúrgico que nos indica una elevada comprensión de los materiales, de las posibilidades que ofrecen y de los procesos necesarios para explotar éstas adecuadamente, con el fin de cubrir una necesidad determinada y bien conocida. Y que desde el punto de vista de las propiedades mecánicas de estas hojas y de su adecuación a la función que deben desempeñar, es decir, de lo que hemos deducido que podría ser una aproximación a la *Calidad Percibida* en este caso, ambas hojas sean razonablemente “buenas”.

VIII. CONCLUSIONES

En este estudio se ha definido el concepto de *Calidad Percibida* como la adecuación de un objeto arqueológico a su función desde el punto de vista de alguien inmerso en el contexto en que el objeto es diseñado, producido y utilizado. Para poder aplicar este concepto es necesario plantearse la necesidad funcional a la cual el objeto en cuestión es una respuesta, así como los condicionantes, en el sentido más amplio (tecnológicos, sociales, funcionales, económicos...), que pueden influir en la implementación final.

Se ha argumentado también como en el caso de la espada ropera, el elemento más importante en el aspecto funcional es la hoja, y que la calidad de ésta parece estar asociada a sus propiedades mecánicas.

Se han examinado metalográficamente dos fragmentos de hoja de ropera, de periodos distintos pero de origen probablemente coincidente, resultando ambas estar fabricadas en acero, con el tercio superior envuelto en hierro, y dejado blando a propósito. El resto de la hoja es de acero templado y revenido. El motivo de esta construcción es probablemente de ahorro de material (acero) en una zona que concentra mucha masa de la hoja pero no exige endurecimiento.

La elección de los materiales y los tratamientos termomecánicos a los que han sido sometidos nos dan unas hojas lo bastante elásticas como para flexionarse considerablemente y recuperar su forma, y al mismo tiempo lo suficientemente tenaces y resilientes como para resistir los esfuerzos específicos a los que, por lo que sabemos de su uso, deberán someterse, así como lo bastante duras como para mantener el filo y la punta adecuados a su cometido. En consecuencia, es el conocimiento del contexto, en el sentido amplio, lo que nos permite hablar de piezas “mejores” o “peores”, en la escala establecida por lo que hemos definido como *Calidad Percibida*. En este estadio de la investigación, nos faltan todavía elementos comparativos, pero es posible aventurar que estas hojas probablemente puedan considerarse de calidad “aceptable”.

Por otro lado, tenemos dos hojas sin contexto de hallazgo conocido, pero con un posible lugar general de manufactura común y que presentan una tecnología de fabricación casi idéntica. A la espera de más datos, puede establecerse una hipótesis de trabajo apuntando a que este método de construcción pueda ser una tecnología característica de las producciones alemanas (Solingen) de hojas de ropera. Esto se verá confirmado o invalidado por futuras investigaciones.

Queda también patente que existe un problema a la hora de sacar conclusiones sobre este tipo de piezas si se toman muestras limitadas a una sola zona, puesto que se ha visto que existe heterogeneidad de composición y microestructura a lo largo de la hoja.

Es evidente también que para sacar conclusiones más generales es necesario estudiar muchas más piezas. En este proyecto, actualmente, hay por lo menos siete fragmentos más pendientes de estudio, pero es necesario ampliar el número si se quieren obtener resultados estadísticamente significativos. Además es de suma importancia tener piezas de claro origen geográfico para su estudio con el fin de poder establecer comparaciones e intentar averiguar al mismo tiempo cuales son los elementos y procesos tecnológicos que hacen que exista una escala de *Calidad Percibida* de las hojas según origen. En este senti-

do, buscar hojas de Toledo es prioritario, puesto que parece ser el lugar en que se producían las piezas de mejor calidad. Se sabe (Peláez Valle, 1986) que en Toledo en los s. XVIII y el XIX se usaba un sistema de fabricación de las hojas con núcleo de hierro y tejas de acero y que se consideraba “antiguo”. La diferencia en propiedades mecánicas puede estar ahí.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGLO, S. 2000: *The Martial Arts of Renaissance Europe*. Yale University Press. New Haven. Conn.
- BIBORSKI, M.; ZABINSKI, G.; STEPINSKI, J. 2004: “A renaissance sword from Racibórz”. *GLADIUS XXIV*: 187-208.
- DUEÑAS BERAIZ, G. 2001: “La producción de armas blancas en Bilbao durante el S.XVI”. *GLADIUS XXI*: 269-290.
- DUEÑAS BERAIZ, G. 2004: “Introducción al estudio tipológico de las espadas españolas: siglos XVI-XVII”. *GLADIUS XXIV*: 209-260.
- GENER, M. 2007: “Metallographic study of some 17th and 18th c. European sword (rapier) blades”, Actas del 2nd International Conference “Archaeometallurgy in Europe”. *Grado y Aquileia*, Italia, 17 – 21 de Junio.
- LEGUINA, E. 1885: *La Espada. Apuntes para su historia en España*. Imp. de E. Rasco. Sevilla.
- LEGUINA, E. 1897: *Los Maestros Espaderos*. Es. Tip. de Enrique Bergali. Sevilla.
- LEGUINA, E. 1912: *Glosario de voces de Armería*. Lib. F. Rodríguez. Madrid.
- OLIN, J.S. (ed.) 1982: *Future Directions in Archaeometry. A round Table*. Smithsonian Institution Press. Washington DC.
- PELÁEZ VALLE, J.M. 1986: “Comentarios metalúrgicos a la tecnología de procesos de elaboración del acero de las espadas de Toledo descritas en el documento de Palomares en 1772”. *GLADIUS XVII*: 129-156.
- RAMÍREZ DE ARELLANO, R. 1920: *Catálogo de artífices que trabajaron en Toledo*. Imp. Prov. de Toledo. Toledo.
- WILLIAMS, A.R., 1978: “Seven swords of the Renaissance from an analytical point of view”. *GLADIUS XIV*: 97-128.