

ACERCÁNDONOS AL MUNDO DEL TATUAJE EN LA PREHISTORIA: UN CASO EXPERIMENTAL EN TORNO A LOS TATUAJES DE ÖTZI

Approaching the Tattoo World in Prehistory: an experimental case around Ötzi's tattoos

Lorena Garvin Arcos¹

Fecha recepción: 14/11/2016

Fecha aceptación: 30/11/2016

RESUMEN

En este trabajo abordamos el mundo del tatuaje y las modificaciones corporales en la Prehistoria desde un punto de vista experimental, traceológico y etno-arqueológico. Realizamos una experimentación con el fin de solucionar algunas de las problemáticas que giran en torno a los tatuajes que lleva consigo el célebre ‘‘Hombre de Hielo’’, también conocido como Ötzi. Ello nos ha acercado a las posibles técnicas y materiales con los que se podrían realizar tatuajes durante en la Prehistoria. Los resultados obtenidos han alcanzado nuestras expectativas y consideramos que podrían resultar útiles para futuras investigaciones de mayor calado.

Palabras clave: Hombre de Hielo; momia; tatuajes; arqueología experimental; Calcolítico; etno-arqueología; modificaciones corporales; traceología.

ABSTRACT

In this paper we address the world of Tattoo and body modification in Prehistory from an experimental, use-wear analysis and ethno-archaeological view. We conducted an experiment in order to solve some of the problems that revolve around tattoos that carries the famous ‘‘Iceman’’, also known as Ötzi. This has brought us closer to the possible techniques and materials that could be made in tattoos during prehistoric times. The results have achieved our expectations and we believe that could be useful for future researches in greater depth.

Keywords: Iceman; Ötzi; mummy; tattooing; experimental archaeology; Copper Age; ethnoarchaeology; use-wear analysis.

¹ Universidad Autónoma de Madrid / lorena.garvin@estudiante.uam.es

1. INTRODUCCIÓN AL CALCOLÍTICO. CONTEXTO CRONO-CULTURAL

El celeberrimo ‘‘Hombre de Similaun’’, cronológicamente localizado entre el 3370 AC y 3100 AC², está asociado a las culturas alpinas calcolíticas de Tamins-Carasso-Iseras 5 en la zona del Sur del Tirol, influenciado a su vez por la cultura Remedello del valle del Po (Samadelli *et al.* 2015). Aunque también se han propuesto como probables otras culturas a las que podría pertenecer dicho individuo, como las culturas Horben (cuyo origen está en Suecia), la austríaca cultura Baden o las culturas Altheim y Chamer de la zona del Tyrol (Spindler 1995; Südtiroler Archäologiemuseum³).

2. ¿QUIÉN ES ÖTZI Y QUÉ SABEMOS DE SUS TATUAJES?

Ötzi, o también ‘‘Hombre de los Hielos’’, ‘‘Hombre de Similaun’’ u ‘‘Hombre de Hauslabjoch’’, son los nombres por los que conocemos o nos referimos al hablar del individuo masculino adulto que quedó momificado debido a condiciones naturales y que fue casualmente hallado por una pareja de alpinistas alemanes en 1991 en el Valle de Ötz (Alpes de Ötztal, a 3200 msnm); concretamente en la zona que hace frontera y divide Austria e Italia.

Dicho individuo lleva consigo un total de 61 tatuajes (Samadelli *et al.* 2015). Estos tatuajes, mayoritariamente, son lineales: de una, dos, tres, cuatro y siete líneas. Pero también encontramos dos cruces: una en la rodilla derecha y otra en la parte dorsal del tobillo izquierdo. Todos ellos realizados con tinta con base de hollín, excepto la cruz de la rodilla derecha, cuyo colorante fue elaborado a base de ceniza de carbón vegetal (según Pabst *et al.* 2009). Las medidas de los mismos están entre los 7 mm y los 40 mm de longitud y entre 1 mm y 3 mm de ancho (Samadelli *et al.* 2015).

3. HISTORIA, ETNOGRAFÍA Y SIMBOLOGÍA DEL TATUAJE

Si nos interesamos por la historia del tatuaje, con una simple búsqueda bibliográfica, enseguida nos daremos cuenta de lo complicado que resulta dar explicaciones sobre los posibles métodos, materiales y funcionalidades del tatuaje en ciertas épocas carentes de fuentes escritas, como la Prehistoria. Muchos autores han presupuesto que el tatuaje podría darse ya en el Paleolítico Superior, siendo una

² Fechas calibradas.

³ <http://www.iceman.it/en/cultural-group>, última consulta 29/05/2016.

manifestación artística más (aparte del arte parietal y rupestre) ligada, por tanto, a la naturaleza del hombre. Marthe Péquart en *Grotte du Mas d'Azil (Ariège), une nouvelle galerie magdalénienne* (1962) identificó una serie de agujas y una pelvis cuya cavidad articular que se habría aprovechado para contener los colorantes, según su interpretación, así como otras piezas también incluidas en lo que él mismo denominó “instrumentos de un kit de tatuaje”. Otra evidencia con cierta antigüedad es la momia de Chinchorro (MO-1 T28 C22), la cual en un principio acarrió ciertas discusiones en el mundo académico a raíz de las afirmaciones hechas por M. J. Allison en 1996, quien proponía que este individuo momificado era el más antiguo tatuado, mucho más que el propio “Hombre de los hielos”. Siendo la momia de Chinchorro (2563-1972 A.C.) otra de las momias más antiguas tatuadas, después de Ötzi, ésta no podría pasar desapercibida en nuestro estudio, al igual que tampoco podríamos dejar de hablar de la llamada “sacerdotisa” de Hathor (2134-1991 AC), otro individuo momificado cuyos tatuajes no han pasado desapercibidos ni si quiera para la prensa internacional.

Los tatuajes, si acudimos al registro etnográfico, pueden llegar a tener diversas y múltiples interpretaciones y funcionalidades, según la cultura o época a la que se adscriban. Estas decoraciones corporales pueden actuar como ritos de paso, señales de paso a la madurez o mayoría de edad, o bien pueden actuar como símbolo de estatus social, así como señal de prestigio por victorias en batallas u otros honores, e incluso demostrar linaje o afiliación a algún colectivo o etnia. Por no hablar de aquellos tatuajes usados en rituales chamánicos, que suelen ser interpretados como símbolos adyuvantes durante la conexión con el mundo espiritual (Samadelli *et al.* 2015; Renaut 2014).

Sin embargo, los tatuajes que lleva consigo Ötzi han sido interpretados como terapéuticos. ¿Pero qué sabemos acerca de ello? En el registro arqueológico podemos encontrar un ejemplar momificado de Perú con unos mil años de antigüedad, hallado en Chiribaya Alta. Esta momia lleva consigo una serie de tatuajes de clara intención terapéutica (al menos el tatuaje localizado en la zona de la nuca), cuya tinta sería una no muy diferente a la de Ötzi: hecha en base de hollín (entre otros componentes) (Pabst *et al.* 2010). Sin olvidar a las momias de Pazyryk, halladas bajo el Kurgán 2 de los montes de Altai (Siberia): el individuo masculino lleva tatuados una línea de puntos a lo largo de la columna que han sido comúnmente interpretados como terapéuticos (Spindler 1995). Etnográficamente, los Yuki de California, los Ainu de Japón, los Chippewa, Meskawski de Norteamérica, etc. nos proporcionan datos sumamente interesantes. En la actualidad,

por otra parte, los grupos Kayan de Sarawak siguen practicando el tatuaje terapéutico, quienes al igual que el individuo que estamos estudiando, también usan tintas a base de pigmentos derivados del carbón vegetal (Krutak, 2015). El hecho de que a estas tres momias se interprete como poseedoras de tatuajes terapéuticos es debido a las localizaciones estratégicas en las que estos dibujos se encuentran, en el caso de Ötzi, además, estudios han comprobado como el individuo padecía artrosis y reumatismo en aquellos lugares donde fueron localizados muchas de estas líneas y cruces, así como el grupo de líneas que se detecta junto a su columna vertebral, como ocurría con la momia de Altai antes citada (Renaut 2004).

4. LA EXPERIMENTACIÓN

4.1. Limitaciones y delimitaciones. Recursos técnicos, materiales y metodología.

Como ya se habrá presupuesto, recurriendo a la etnografía, podríamos incluir una multitud de herramientas, pigmentos y técnicas como añadidos al experimento. Sin embargo, en esta experimentación pretendíamos partir del registro arqueológico al cual pertenece crono-culturalmente nuestro “Hombre de los Hielos”. Entre los enseres que llevaba consigo Ötzi, se encontró un metacarpo apuntado, con una acanaladura. Spindler (1995: 258) barajó la posibilidad de que la pieza ósea pudiera haber sido usada para la elaboración de los tatuajes de la momia, pero tampoco desechara que alguno de los útiles líticos que también figuraban entre sus pertenencias, como por ejemplo un buril, hubieran sido utilizados con el mismo fin. Por ello mismo, fueron incluidos en nuestro programa experimental las agujas hechas en industria ósea y lítica, así como el asta, por ser un material parecido al hueso. La opción de introducir el cobre puede que también resulte obvia: Ötzi llevaba consigo un hacha de cobre, con lo cual se da por sentado que tanto este individuo como la comunidad de la que procedía conocía ya el trabajo de este metal (Spindler 1995). Conocemos en el registro arqueológico varios punzones de cobre, los cuales además, muchas de las veces, son difíciles de interpretar y, puesto que no han faltado teorías proponiendo el uso de los mismos para el terreno del tatuaje, la opción de introducirlos nos resultó interesante.

De hecho, podríamos haber introducido “agujas” de diversas materias orgánicas: espinas animales, espinas vegetales o incluso madera. Por falta de espacio y tiempo,

creímos que estos materiales podrían ser incluidos en posteriores trabajos, como añadidura a los resultados de este mismo estudio.

Otra limitación que habría que tener en cuenta es la falta de técnica, puesto que esta autora no tiene demasiada práctica en la materia. Hubiera sido ideal que el trabajo hubiera sido elaborado por la mano de un tatuador profesional. Sin embargo, no quisiéramos dejar de apuntar que fuimos cuidadosamente guiados y aconsejados por tres tatuadoras distintas, cuya información nos fue de grata ayuda.

Como justificación a este proyecto experimental, cabría decir que lo que realmente motivó a la autora fue la ausencia de trabajos en este aspecto, al menos sobre Ötzi. Un trabajo experimental acerca de tatuajes, pero no sobre los del Hombre de Similaun, el cual nos inspiró es el desarrollado por A. Deter-Wolf, un experto en la materia, y T. M. Peres (2013) acerca de unas comunidades etnohistóricas del este de Norteamérica, cuya lectura recomendamos.

4.2. Desarrollo y protocolo de la experimentación.

4.2.1. Programa experimental: objetivos, variables y planificación

Se desarrolló un programa experimental partiendo de las posibilidades, delimitaciones y limitaciones ya expuestas, partiendo también del objetivo a responder: ¿qué tipo de agujas se pudo utilizar para hacer los tatuajes que lleva consigo la momia encontrada en los Alpes? Para ello, se desarrolló un programa haciendo una variación de dos tipos de colorantes (A y B), combinando las dos técnicas seleccionadas (presión y percusión indirecta), utilizando los diferentes materiales (agujas de asta, hueso, sílex, cobre y espigas de boga) sobre un mismo soporte, en este caso piel de cerdo (externa y depilada) (Tabla 1).

		<u>Asta</u>	<u>Hueso</u>	<u>Sílex</u>	<u>Cobre</u>
Colorante A	Presión	1A	3A	5A	7A
	Percusión	2A	4A	6A	8A
Colorante B	Presión	1B	3B	5B	7B
	Percusión	2B	4B	6B	8B

Tabla 1 Esquema del programa experimental.

Así pues, cabría señalar ante lo dicho que habríamos establecido las variables de la siguiente manera:

- **Variabes fijas:** La materia elegida para ser trabajada (piel de cerdo), el tiempo que íbamos a usar cada una de las agujas (media hora) y la composición de la tinta (los dos colorantes, A y B).
- **Variabes independientes:** Las dos técnicas de tatuaje seleccionadas, así como los diversos materiales de los que están hechos las mismas agujas.
- **Variable dependiente:** La efectividad de la aguja (experiencia, traceología) sobre la piel ya tatuada, así como la reacción de ambos colorantes (comparándolo todo ello con los tatuajes de Ötzi).



Fig. 2. Fotografía de los productos usados en el proceso de limpieza

Antes de empezar con el experimento, se dibujaron las agujas (véase *Anexo 2*) y se las fotografió con una cámara común. Estas fotografías nos servirían para la elaboración de láminas que se adjuntan en el *Anexo 1*, junto con las fotografías a lupa binocular⁴ que se usaron para el estudio traceológico de estas mismas piezas. De la misma forma, antes de tomar las fotografías a lupa binocular, se examinaron las piezas en diferentes aumentos, tanto antes como después de tatuar, para que cada una de las anomalías y huellas pudieran ser debidamente descritas y apuntadas. También se tomaron medidas de las mismas.

Debemos apuntar, que tras la experimentación las agujas tuvieron que pasar por un proceso de limpieza, bajo los estrictos consejos del personal técnico del Laboratorio de Arqueología de la UAM: las piezas de sílex fueron limpiadas en una solución mezcla de etanol puro con agua al 50%-50% (agualcohol) y Tween-20 (jabón neutro), mientras que las piezas de asta, hueso y cobre fueron limpiadas simplemente con alcohol puro. Todas ellas, pasando por la cubeta de ultrasonidos (entre 5 y 8 minutos, según la necesidad).

4.2.2. Los materiales

Los materiales elegidos nos fueron escogidos al azar, pues quedan no solo respaldados por las teorías propuestas: Spindler (1995) proponía que el metacarpo

⁴ El equipo usado: Wild Heerbrugg, modelo M3C.

apuntado de hueso que llevaba Ötzi consigo pudiera haber sido usado (además el uso de los huesos queda totalmente respaldado también por el registro etnohistórico y etnográfico); el uso de lítica, y en especial de útiles microlíticos geométricos retocados se han propuesto en algunas ocasiones como posibles herramientas para realizar tatuajes (Domingo Martínez, 2012) (aunque en época del Hombre de Simialun, tenemos que tener en cuenta que este tipo de industria lítica está desfasada y, por ello mismo, hemos usado entre los útiles líticos seleccionados para el experimento, cierta variedad tipológica de los mismos); mientras que el uso de los punzones de cobre también ha sido propuesto en otras ocasiones para el mismo efecto (Soriano *et al.* 2012).

Todas las agujas son de elaboración propia: huesos y astas fueron extraídos de piezas óseas y de cornamentas de cérvido, dándoles un acabado final con abrasivos naturales (arenisca y ofita). De la misma forma, dimos un acabado a los punzones de cobre con dichos abrasivos naturales, tras ser martilleados previamente. Por su parte, las piezas de sílex responden a la siguiente tipología: microlito geométrico (5B), buril (5A) y golpes de buril retocados (6A y 6B).

Como ya se apuntó, decidimos que parte de los resultados iban a ir respaldados por un estudio traceológico de aquellas agujas usadas en el experimento, algo que nos ha permitido hacer conclusiones sobre su funcionalidad (junto con la experiencia y un análisis comparativo del resultado final de los tatuajes). Así pues, para ello, fue necesario someter estos útiles a fotos de binocular, tanto antes como después de la experimentación.

4.2.3. Los colorantes

En el estudio realizado por Pabst *et. al.* (2009) se detectó en la zona tatuada los siguientes elementos: hollín, almandino y variados tipos de cristales de silicatos. En base a ese estudio, por tanto, decidimos que en este experimento íbamos a usar una tinta elaborada con una base de hollín y agua. Este iba a ser el colorante base, pero puesto que también se encontró almandino ($(Fe^{2+})_3Al_2(SiO_4)_3$) en la mayoría de los tatuajes estudiados por este equipo, decidimos comprobar si el mineral pudiera incidir de alguna forma en esta tinta para tatuaje y, de ser así, qué efectos le otorgaba respecto al colorante base sin almandino. Por lo tanto, a la tinta base la llamamos Colorante B, mientras que la tinta en cuya composición se le añadió almandino, Colorante A.

Las mezclas se hicieron siguiendo un patrón compositivo previamente diseñado, en el cual el Colorante A contendría un 99% de hollín y agua y un 1% de almandino. Para

el Colorante A teníamos 20gr de hollín, por lo tanto el cálculo de los gramos que debíamos incluir en la composición de esta tinta se hizo de la siguiente forma: $20 \times 199 = 0,2gr$

Los dos gramos de polvo de almandino fueron añadidos a la mezcla, junto con el hollín, previamente mezclado con 90ml de agua. El espesor que conseguimos fue parecido al de las tintas de tatuaje industriales, semilíquido. En cuanto a la coloración habría que apuntar que no se observaron diferencias entre ambas muestras, ni en la propia preparación, ni en la piel las tintas actuaron de forma distinta. Cabría apuntar que, algo que sí detectamos, es la particular coloración negra azulada que lleva consigo Ötzi, según hemos podido constatar, se debe al propio hollín, algo que se observa mucho mejor después de haber sido congelada la piel.



Fig. 2: Almandino en bruto



Fig. 3: Proceso de destrucción del almandino, usando piedras calizas como yunque y martillo.



Fig. 4: Almandino desmenuzando en el segundo golpe. Este proceso se repitió varias veces hasta conseguir polvo.

Lo cierto es que el hollín, también conocido como negro de humo, ha sido usado como pigmento y base elemental de tintas y colorantes a lo largo de la Historia (p.e. el *atramentum* romano o la ancestral ‘tinta china’) y hasta hace relativamente poco (a finales del siglo XX se seguía usando), pese a ser una sustancia altamente carcinógena al inhalarla. Algunas tintas de tatuaje actuales siguen utilizando carbones vegetales, huelga decir que este tipo de tintas de origen vegetal tienen mala fama en el mundo del tatuaje, puesto que su durabilidad es mucho menor que aquellas tintas sintéticas o cuya composición es puramente mineral (la tonalidad azulada o verdosa que muchas veces toman los tatuajes de color negro, y que también observamos en el individuo momificado al que prestamos atención en este estudio) se deben precisamente a que están compuestas por derivados del carbón vegetal.

4.2.4. Las técnicas

Las técnicas no han sido seleccionadas arbitrariamente. Tanto la punción manual sin percusión, como la punción con percusión indirecta quedan constatadas en el registro etnográfico y, por tanto, podrían ser totalmente las técnicas usadas para la confección de tatuajes en la Prehistoria.

4.2.5. Desarrollo del experimento

Siguiendo el programa anteriormente expuesto, se desarrolló el experimento en dos fases: probando en una jornada las agujas asignadas al colorante A y en la posterior jornada aquellas del colorante B (tatuando 8h/jornada; un total de 16h). En todo el momento se siguió el orden preestablecido de las agujas: primero aquellas hechas en materia orgánica (2 de asta, 2 de materia ósea), y luego aquellas hechas en sílex. Posteriormente, las de cobre. Para preparar la piel de cerdo que iba a ser tatuada, debimos sumergirla en cloro (lejía) unas dos horas, con el fin de blanquearla, proporcionarle elasticidad y evitar una rápida putrefacción de la misma.



Fig. 5: Fotografías de nuestro experimento.

5. RESULTADOS

En base a la experiencia y al estudio traceológico (véase *Anexo I*), constatamos lo siguiente, según los materiales de las piezas experimentales:

- Las agujas de **asta**, a la hora de tatuar tienen ciertas ventajas (ventajas compartidas por las agujas elaboradas en hueso, hay que decir), como por ejemplo una muy buena absorción de la tinta que facilita la elaboración del tatuaje. Constatamos también que el diámetro ideal de una aguja hecha en asta no podría ser demasiado pequeño, ya que, como ocurrió en el caso de la pieza *2A* o incluso en el caso de la pieza *1A* tienden a experimentar algún tipo de alteración que imposibilita su uso, probablemente debido a que el material en constante humedad se debilita. En el caso de *1A*, a los 11min la punta se nos estaba quebrando, dificultándonos la tarea pero sin impedir totalmente su utilización. En el caso de *2A*, la deformación de la punta, que en este caso si impidió que pudiésemos completar el tiempo de tatuaje preestablecido (nos detuvimos a los 15min), puede que la técnica de percusión incidiera en ello. En otros casos, como las piezas *1B* y *2B*, nos pareció que podrían ser reutilizables dada su resistencia y efectividad en la punción, tanto por punción como por percusión indirecta. Otra de las anotaciones a añadir a partir de nuestras observaciones, es que para elaborar una línea con cierta homogeneidad y grosor, necesitamos entre unas 5 y 10 repeticiones, muchas menos de las que son necesarias para lograr lo mismo con las agujas hechas en cobre o sílex. Esto significa que en media hora pudimos elaborar mayor cantidad de tatuajes según el estilo que queríamos alcanzar. La funcionalidad de estas piezas quedó positivamente comprobada mediante el estudio de las huellas (*Anexo I*), sobre todo en el caso de aquellas agujas cuyo diámetro no era demasiado fino (todas excepto *2A*).

-Las observaciones que hemos apuntado para el caso de las agujas elaboradas en **hueso**, sirven también para las de industria ósea, con algunas diferencias. A los 23min, la pieza *3A*, la punta estaba lo suficientemente desgastada como para que nos dificultaba la tarea, obligándonos a ejercer mayor presión sobre la piel de cerdo. Las repeticiones necesarias para trazar el tipo de líneas predispuestas variaba entre 5 y 11, más o menos similares a las necesarias para el caso de las agujas hechas en asta. Por ejemplo, según nuestras anotaciones durante la experimentación, entre unos 6 y 7 minutos ya llevábamos tatuadas grupos de líneas de tres de cierto grosor (1,5mm – 2,5mm) y longitud (1,8cm – 2,2cm), tanto en el caso de las piezas *3B* y *4B*. De la misma forma que el asta, el hueso

absorbe mayor cantidad de tinta que aquellas agujas hechas a base de materiales inorgánicos, lo que hace posible un mayor aprovechamiento de las punciones, sin que en ello incida la técnica utilizada. La funcionalidad de estas piezas quedó positivamente comprobada mediante el estudio de las huellas (*Anexo I*), sobre todo en el caso de aquellas agujas cuyo diámetro no era demasiado fino (todas excepto *2A*).

-Para aquellos **útiles líticos** seleccionados en nuestro experimento, cabe decir que, los retocados (*5B*, *6A* y *6B*) se enganchaban en la dermis de la piel del animal, mientras que la pieza *5A* (buril), no presentaba dichos problemas, por lo que su funcionalidad es mucho mayor que el resto. Debido al agudoafilamiento de la punta de esta última pieza citada, debimos realizar muchas más repeticiones de las que necesitábamos cuando usábamos las agujas elaboradas en base a materiales orgánicos. Además, gracias a la observación en binocular, constatamos que no habíamos registrado ningún tipo de rotura (al menos en los 10x aumentos seleccionados para el estudio traceológico). En el caso de *6B*, a los 19min se produjo una rotura que nos dificultó la tarea del tatuaje, obligándonos una vez más a ejercer mayor presión para que la punción (en este caso utilizando percusión indirecta), pudiese realizarse con efectividad.

-Con los punzones de **cobre** pudimos observar que, pese a que no se observan anomalías durante la experiencia que dificulten las perforaciones (se utilice cualquiera de las dos técnicas), el propio material posee ciertas características que se constituyen como desventajas en comparación a los otros materiales usados: por ejemplo, la absorción de la tinta es nula, al resbalar la misma sobre el metal hace que el proceso se alargue en tiempo, puesto que necesitamos ir supliendo la falta de colorante a tatuar. Ello, junto con el hecho de que las perforaciones provocadas por los punzones suelen ser de tamaño menor (sobre todo en el caso de las piezas *7A*, *7B* y *8B*), hace que el número de repeticiones sea más elevado (entre 12 y 20) cuando nos proponemos a alcanzar el estilo de líneas (grosor/homogenidad/longitud) citado anteriormente. Pese que, en base a la experiencia, podríamos decir que las agujas en cobre podrían ser reutilizadas, bajo el análisis por binocular sí que pudimos observar huellas que nos hablaban del sufrimiento de la piezas tras media hora sometidas a un proceso de tatuaje continuado.

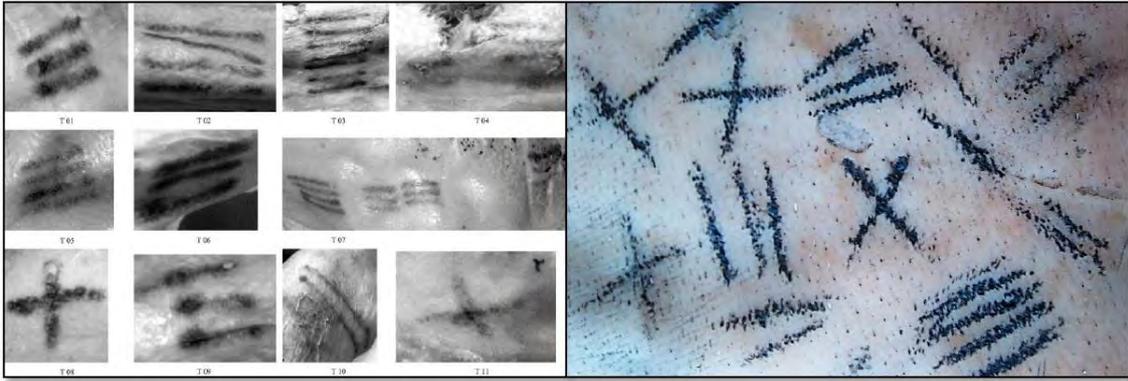


Fig. 6: Conjunto de imágenes de los tatuajes de Ötzi (izquierda), extraído de Samadelli et al. (2015) e imagen propia (derecha) de nuestros tatuajes elaborados con aguja de hueso y asta.

Por otra parte, otra forma de valorar los resultados, fue mediante un estudio comparativo de los propios tatuajes (a partir de las fotografías de los tatuajes de Ötzi, recogidos en el artículo de Samadelli *et al.* 2015, y las nuestras propias), y en base a ello, cabe destacar:

-Que las diferencias o semejanzas de los tatuajes elaborados por nuestras piezas experimentales no depende tanto del material con las que fueron elaboradas, sino de la técnica usada y las repeticiones realizadas sobre un mismo dibujo.

-Así pues, los tatuajes realizados mediante percusión indirecta no dan tan buenos resultados como aquellos hechos mediante punción manual, ya que no aseguran un buen dibujo de las líneas, siendo habitual que la punción se produzca fuera de la línea preestablecida. Por lo tanto, se asemejan más a los que lleva consigo Ötzi aquellos que fueron realizados mediante punciones sin percusión.

-De la misma forma, muestran mejor aspecto aquellos realizados con agujas asta o hueso (*Fig. 6*), frente aquellos tatuajes realizados con piezas elaboradas en base a materiales inorgánicos, puede que por las dificultades que anteriormente se han citado.

En cuanto a los colorantes, en última instancia, habría que añadir que no pudimos advertir ninguna diferencia ni en cuanto a espesor, color o resultado final sobre la piel trabajada, por lo que nos sumamos a las propuestas hechas por Pabst *et al.* (2009) que proponen el almandino, así como los distintos cristales de silicato, detectados en las zonas tatuadas como añadidos no intencionados.

6. VALORACIÓN Y PROPUESTAS

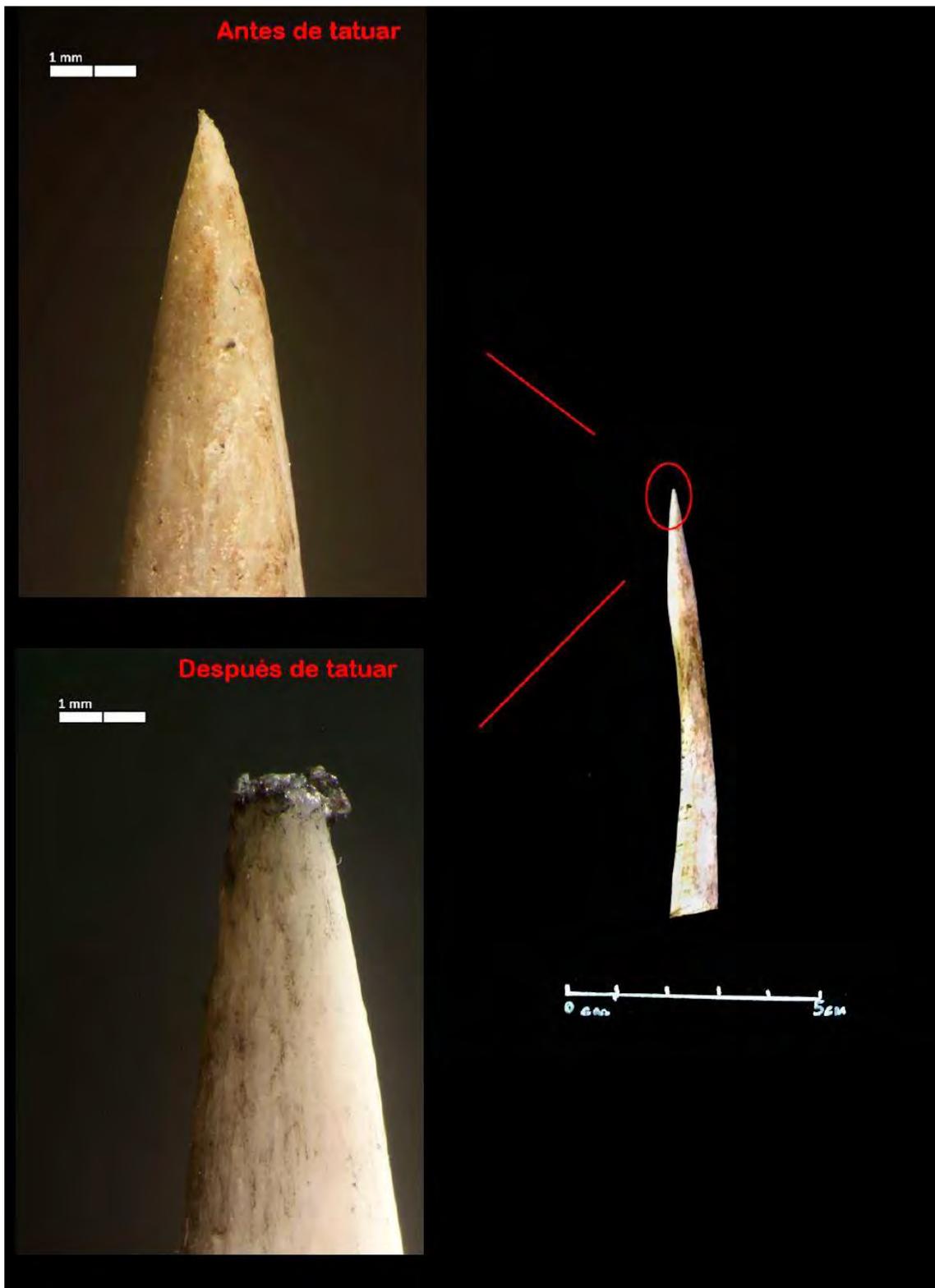
En base a los análisis traceológico y las anotaciones que hemos apuntado en el apartado anterior, proponemos que sean las agujas elaboradas a base de materiales

orgánicos las que podrían haber usado en el caso de Ötzi, si bien no podríamos descartar el uso de otros materiales que no han sido seleccionados en este estudio. Proponemos para futuras experimentaciones el uso de la madera afilada y quemada, así como el uso de espinas vegetales y animales, materias que tampoco podríamos descartar, ya que, al fin y al cabo, como también se ha comprobado en este proyecto, cualquier objeto punzante está preparado para tatuar. En este aspecto, consideramos importante que pudieran hacerse estudios sobre el metacarpo que citaba Spindler (1995) de tipo traceológico, así como para saber si en el mismo se han detectado restos de pigmento de hollín.

Otra de las cosas que nos gustaría apuntar es que por la propia naturaleza del hollín, los tatuajes que llevaba Ötzi, pudieran haber sido hechos relativamente poco antes de que el individuo pereciera, ya que durante el experimento fuimos capaces de observar que el negro de humo, al recuperar su estado polvoroso, tiende a emborronarse cuando la superficie tatuada es limpiada bajo agua. Todo ello, también como propuestas para futuros estudios, pudiera estar hablándonos de que esta tinta puede resultar no ser imborrable al cien por cien y que, con el paso del tiempo, vaya desapareciendo, pero para llegar a hacer propuestas mucho más tajantes, deberíamos llevar a cabo otro tipo de trabajo experimental aparte.

Para el caso de los colorantes, proponemos que el alamandino fuera un componente accidental (originario del hogar donde se pudo recoger el hollín, siguiendo las propuestas de Pabst *et al.* 2009)), aunque tampoco pudiéramos descartar que el propio mineral hubiera sido usado como abrasivo para afilar y/o pulir las agujas.

7. ANEXO 1: LÁMINAS.



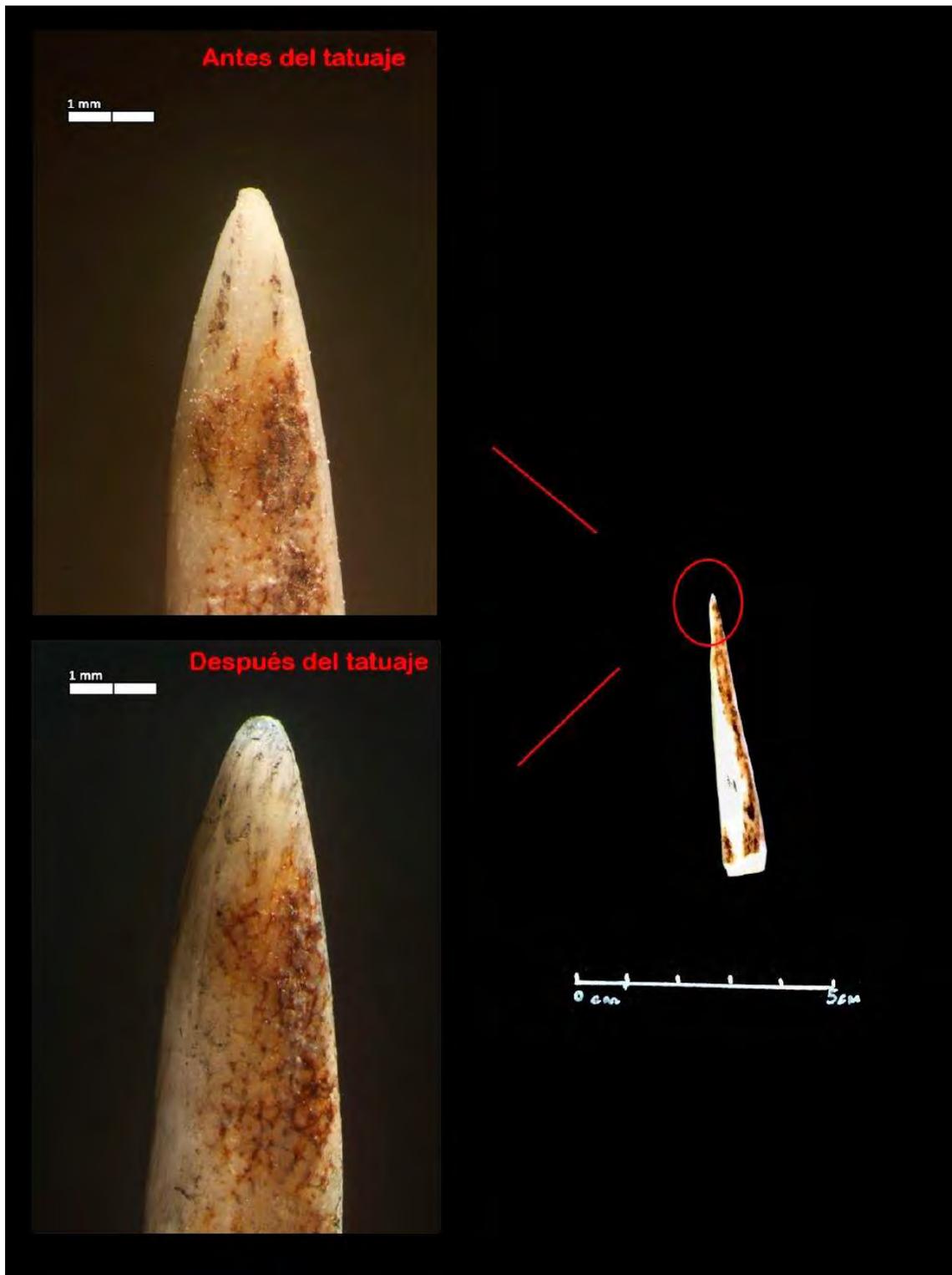
Pieza 1A: Se observa como se ha producido una rotura y un desgaste de la punta de la aguja, por lo que deducimos que tras media hora de trabajo su reutilización queda descartada, al menos sin un retoque de la misma (afilamiento y pulimento). Fotografías de binocular tomadas a 10x.



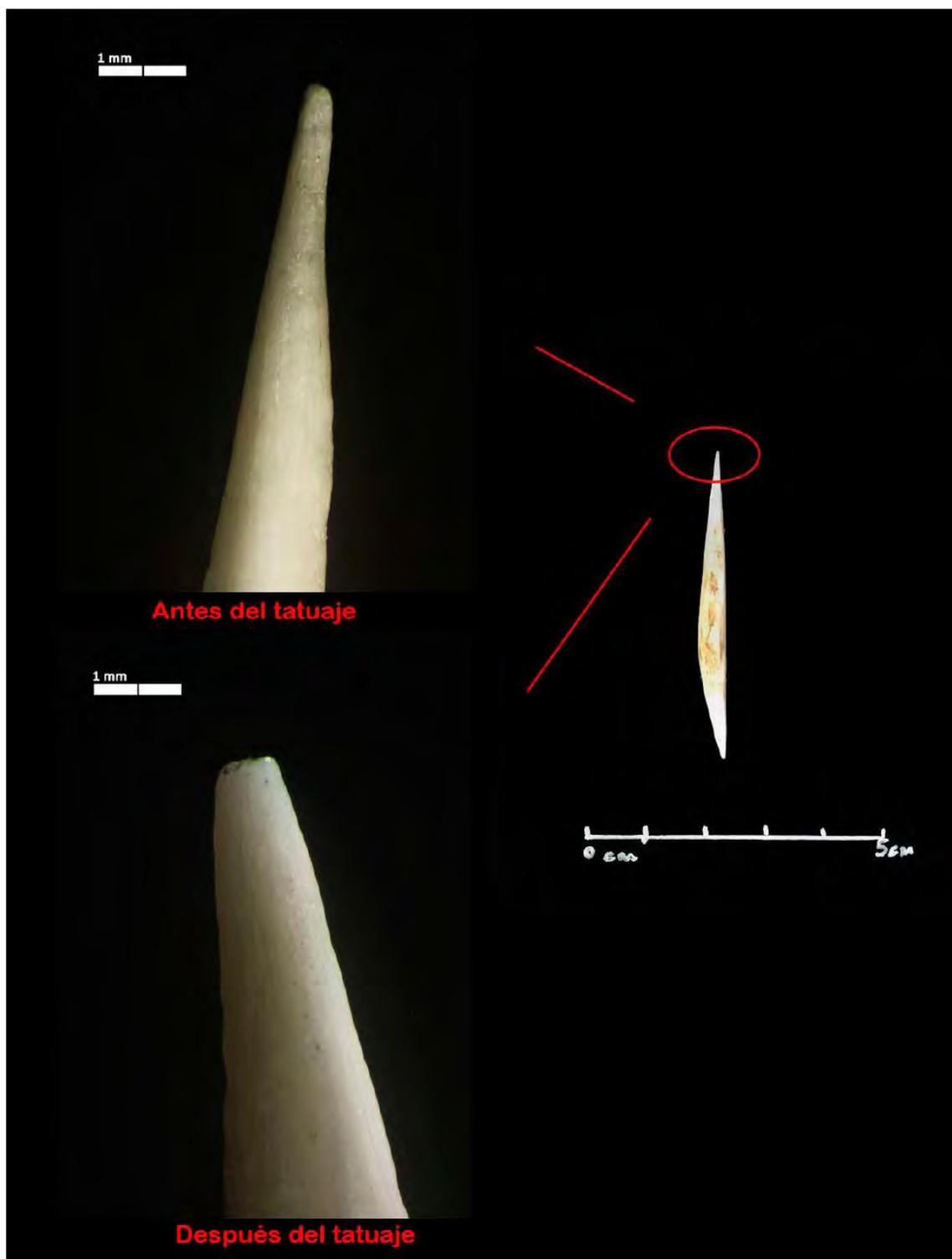
Pieza 1B: Se puede observar en este caso como la rotura y el propio trabajo sobre la piel de cerdo han dado un acabado final redondeado. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



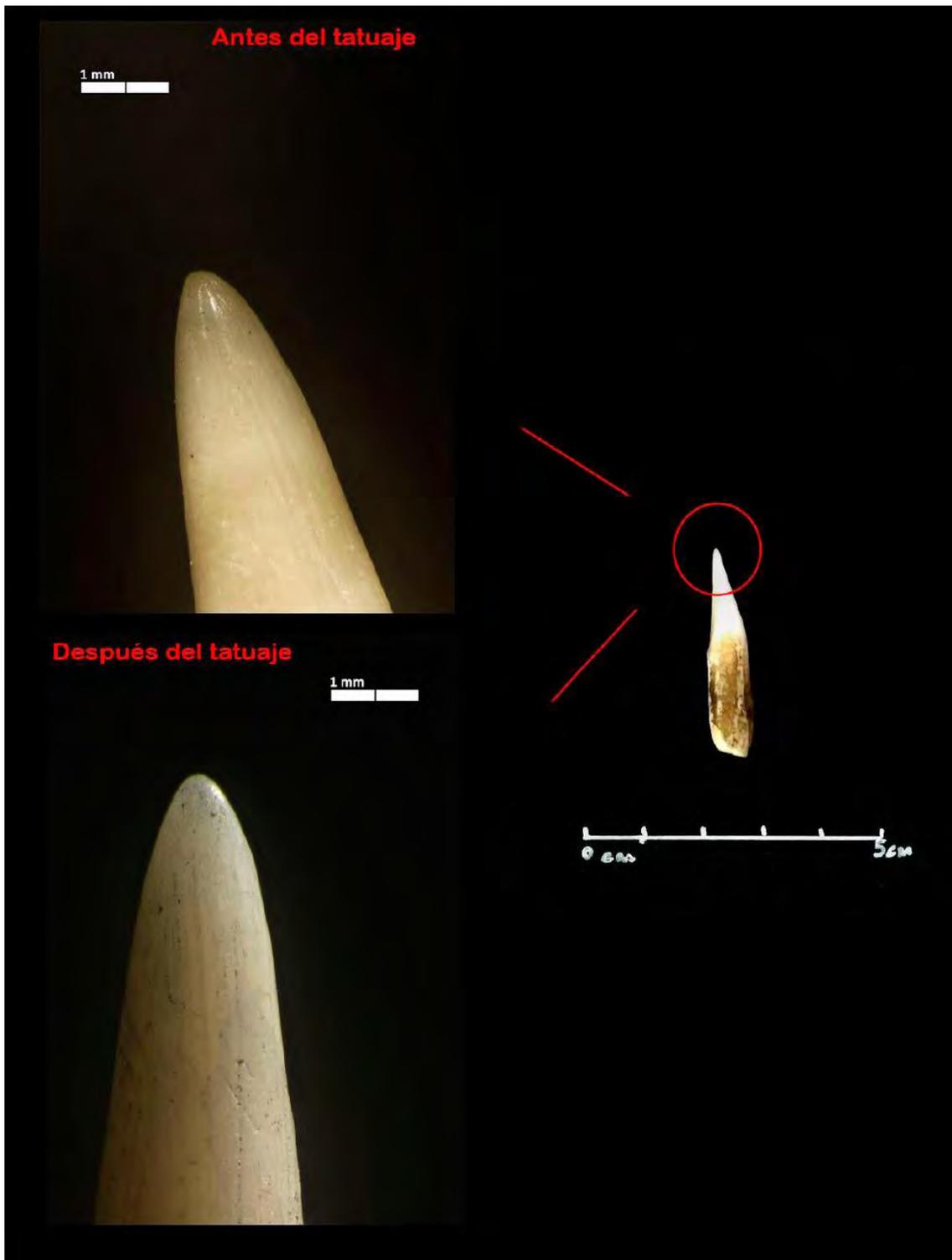
Pieza 2A: Esta pieza es un caso excepcional, ya que tal y como se ha anotado con anterioridad, fue la única que nos obligó a detener el experimento, a los 15 min. Su deformación, y prácticamente macrorotura, impedía que pudiésemos perforar la piel. También en la punta de la pieza se puede observar huellas tipo astillado, aunque debido al hollín impregnado es difícil hacer una descripción detallada. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



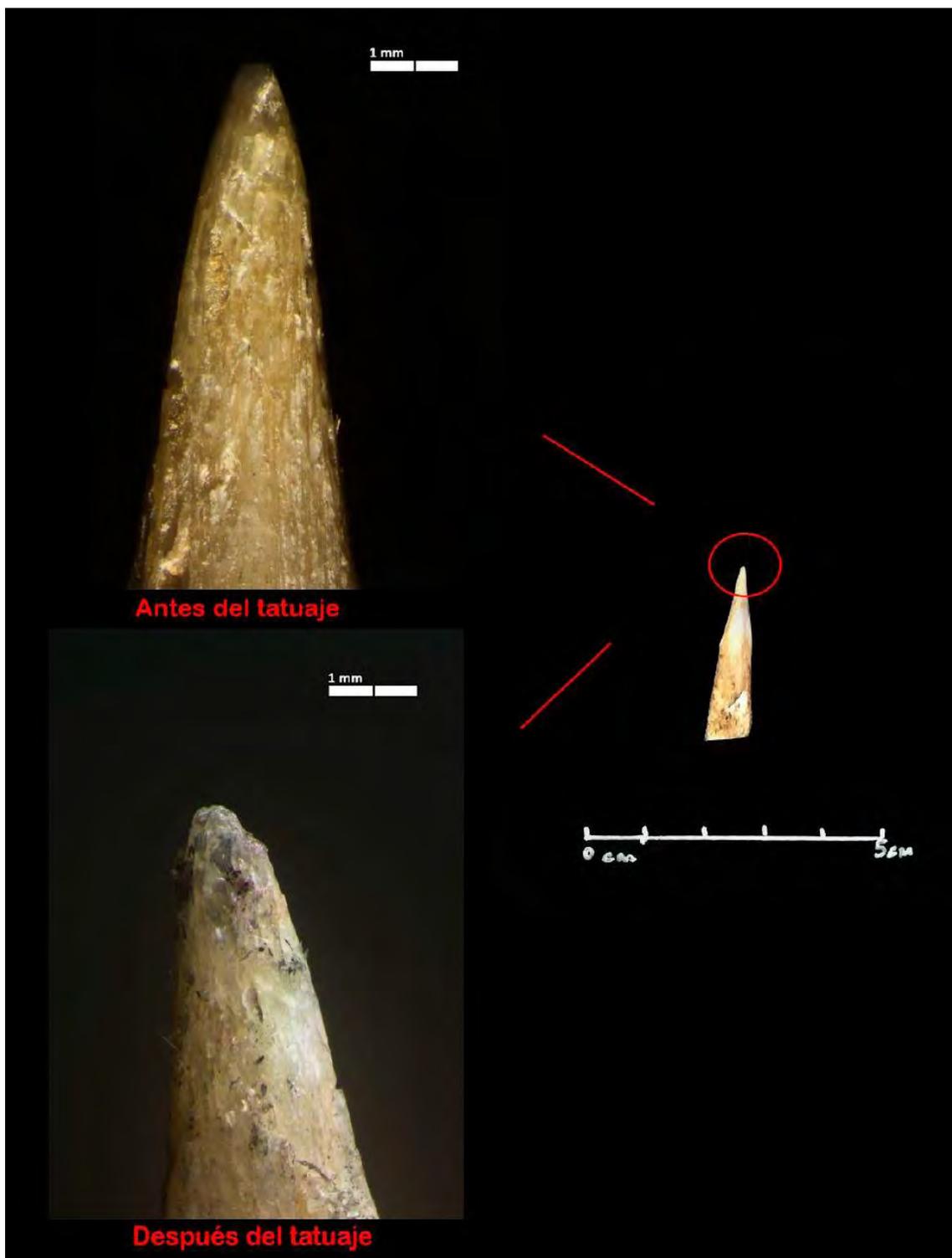
Pieza 2B: En esta pieza observamos que las huellas no son tan invasivas como en los casos anteriores: se observa un redondeamiento en la punta, de una posible microrrotura y el propio trabajo de la pieza. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



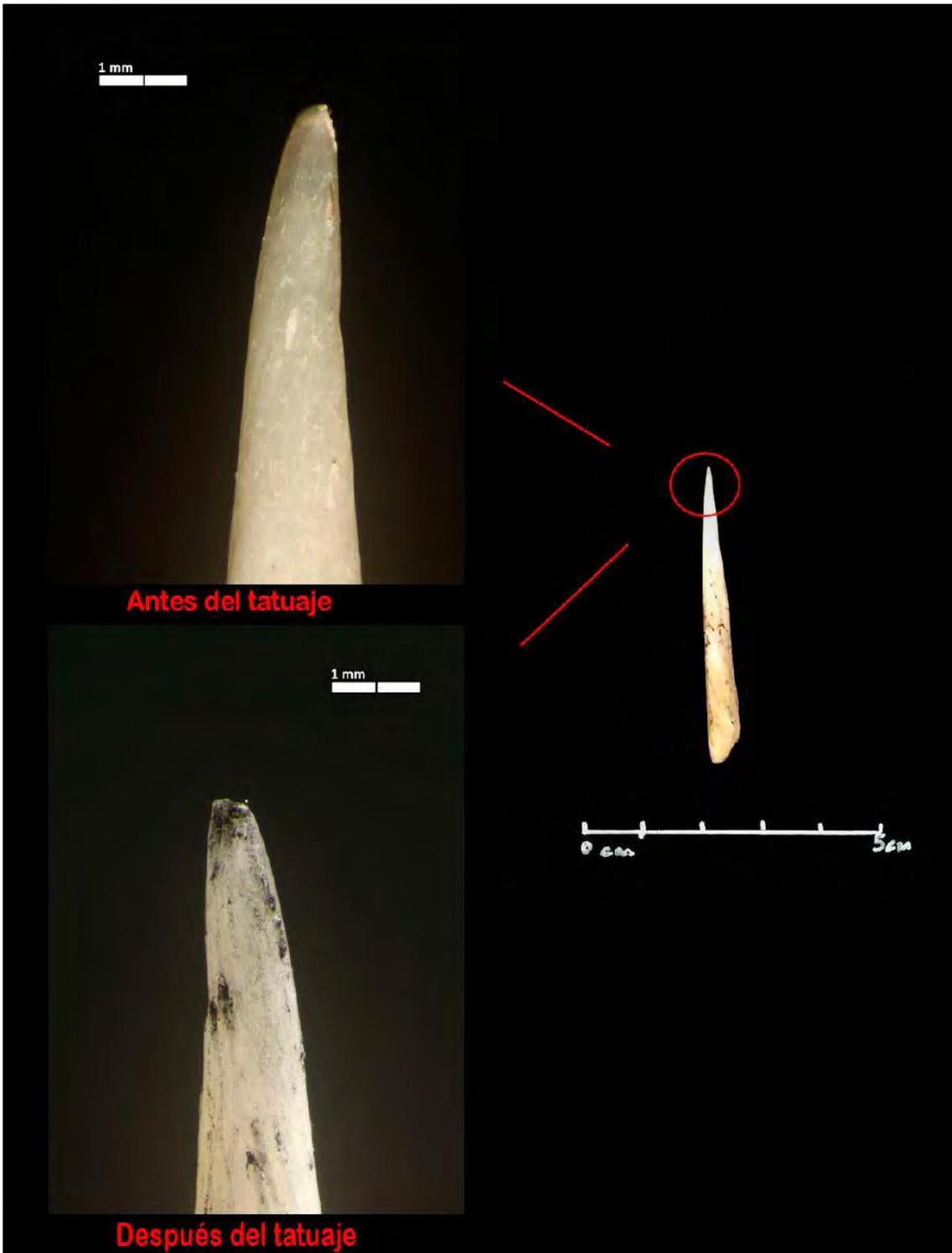
Pieza 3A: En esta pieza detectamos una microrrotura prácticamente imperceptible a 10x. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



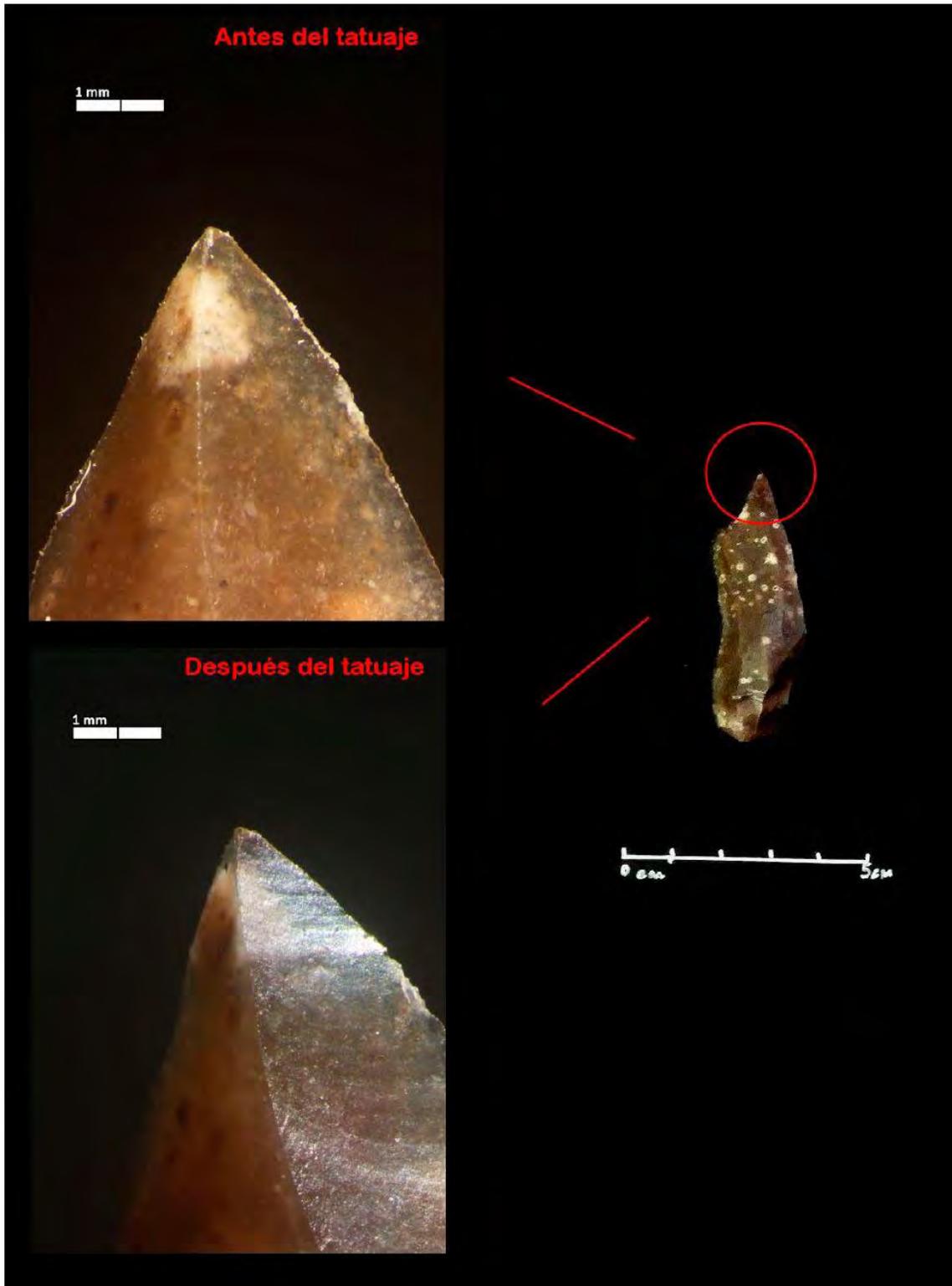
Pieza 3B: Este es un caso excepcional, pues la punta de esta pieza ósea no sufrió apenas daños. Puede que por su tamaño, al hacer las punciones manuales, no pudiéramos hacer la suficiente fuerza como para que hayamos podido detectar huellas *a posteriori*. Si bien es cierto que algunas estrías parecen nuevas tras el experimento: probablemente el propio hollín y el roce de éste contra la superficie de las piezas al tatuar ocasiona nuevos estriados, por la propia naturaleza polvorosa del mismo. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



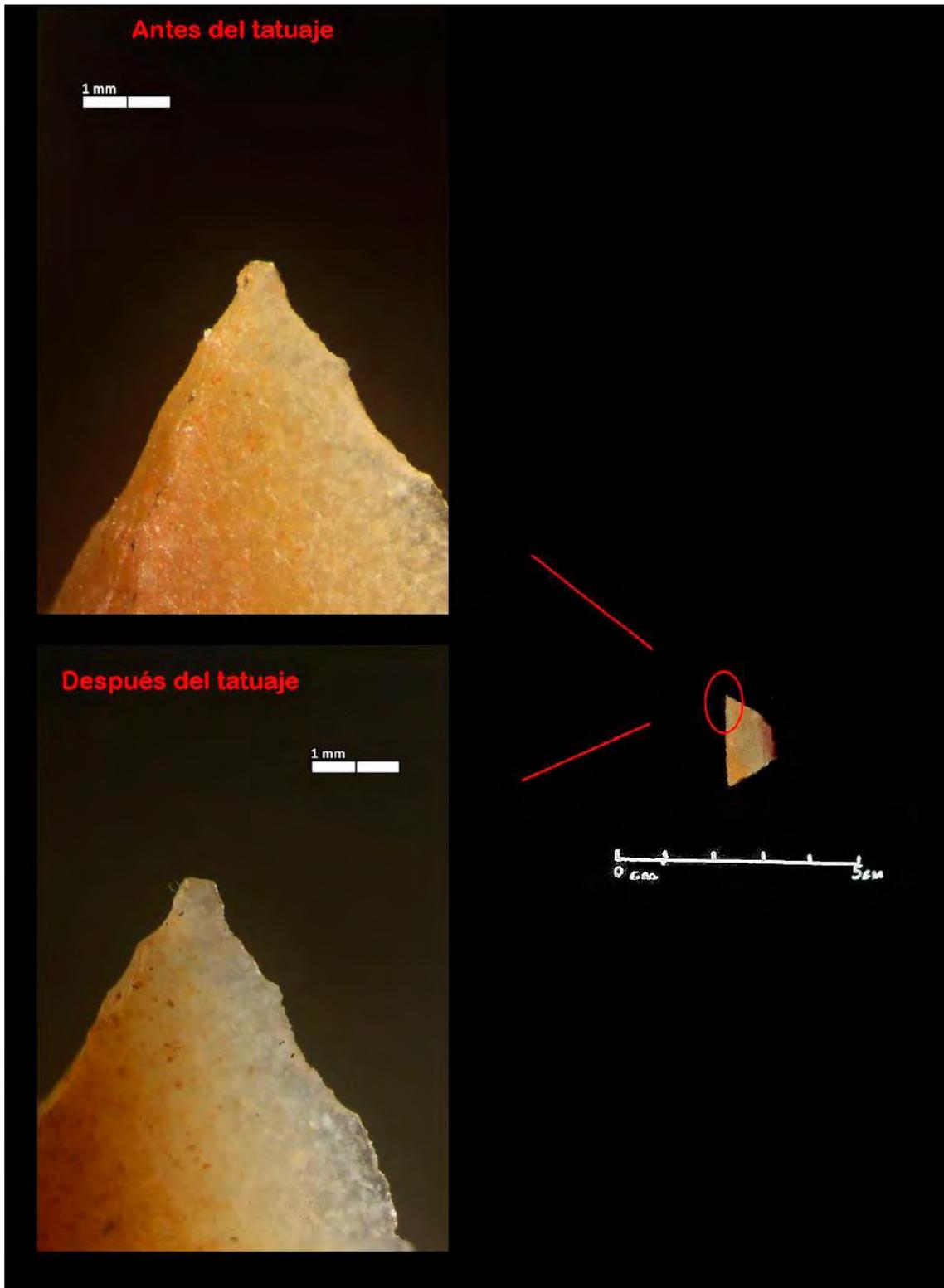
Pieza 4A: De nuevo se pueden observar microroturas en la punta de esta pieza, en este caso en el lado derecho de la misma. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



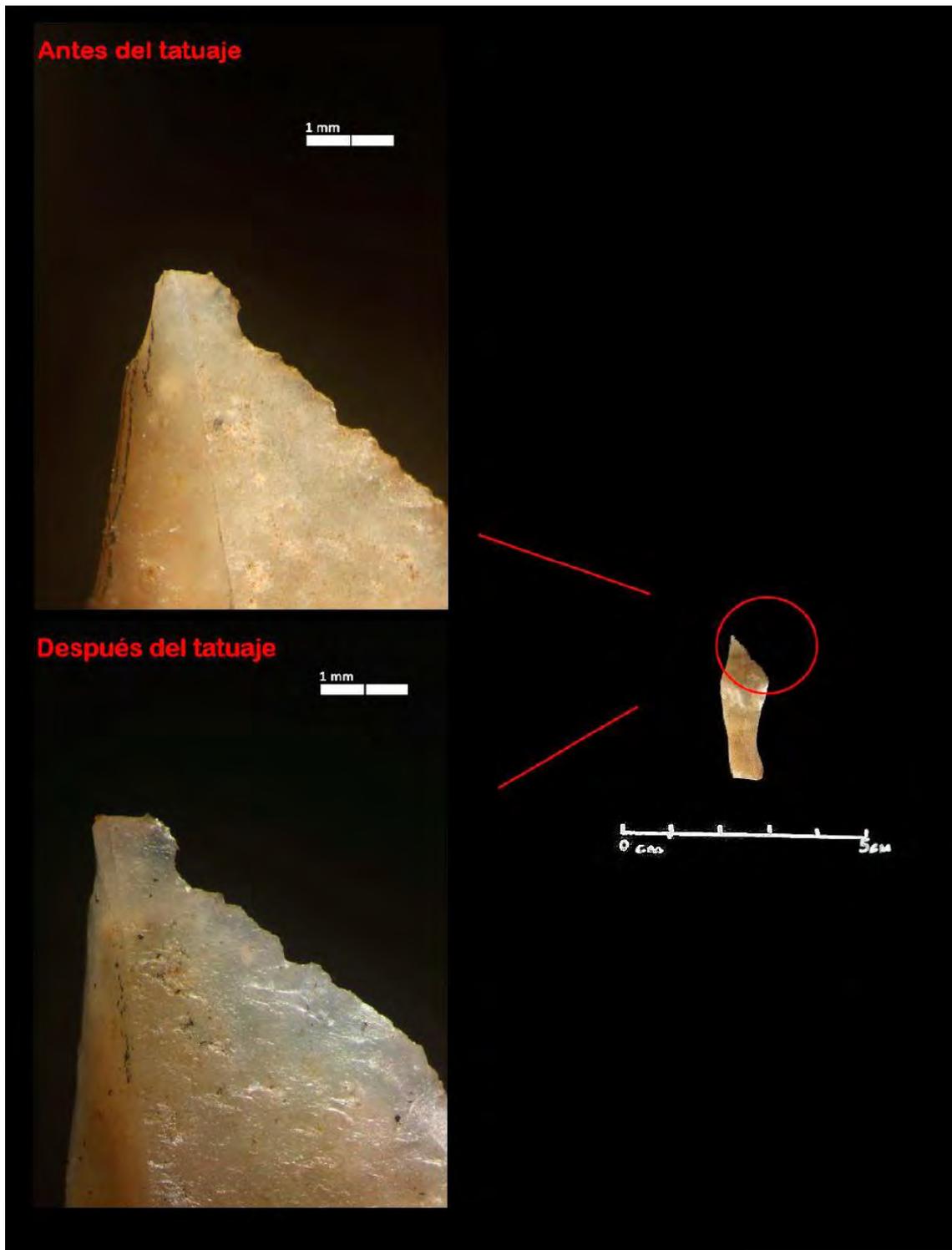
Pieza 4B: Otra rotura acompañada de un redondeamiento por el propio trabajo sobre la piel. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



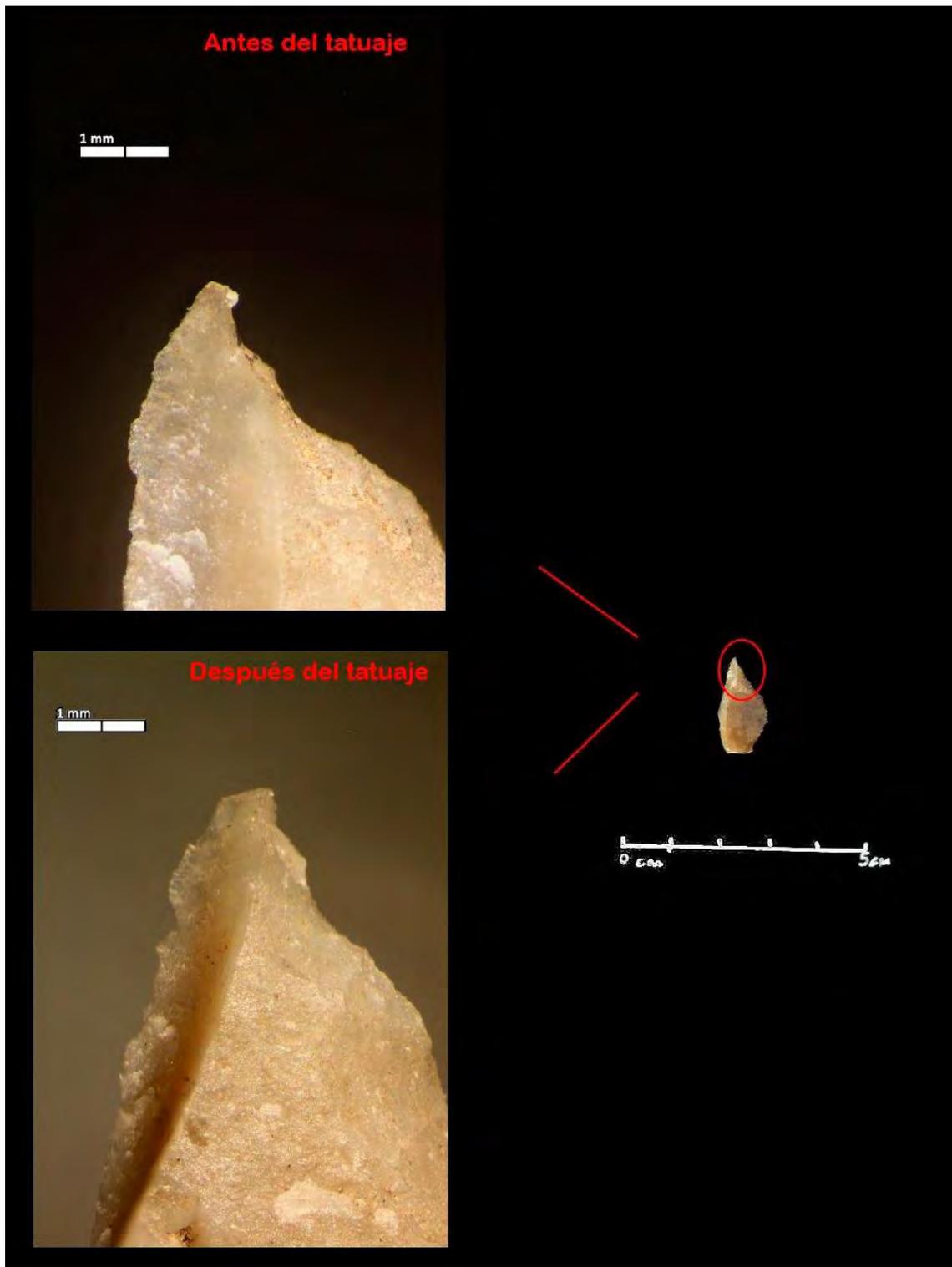
Pieza 5A: Como ocurría en 3B en esta pieza no se observan huellas, algo que, como veremos, no ocurre en las demás de lítica. Puede que precisamente al no estar retocada, por ello mismo, de mejores resultados de tipo cualitativo y funcional a la hora de tatuar. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



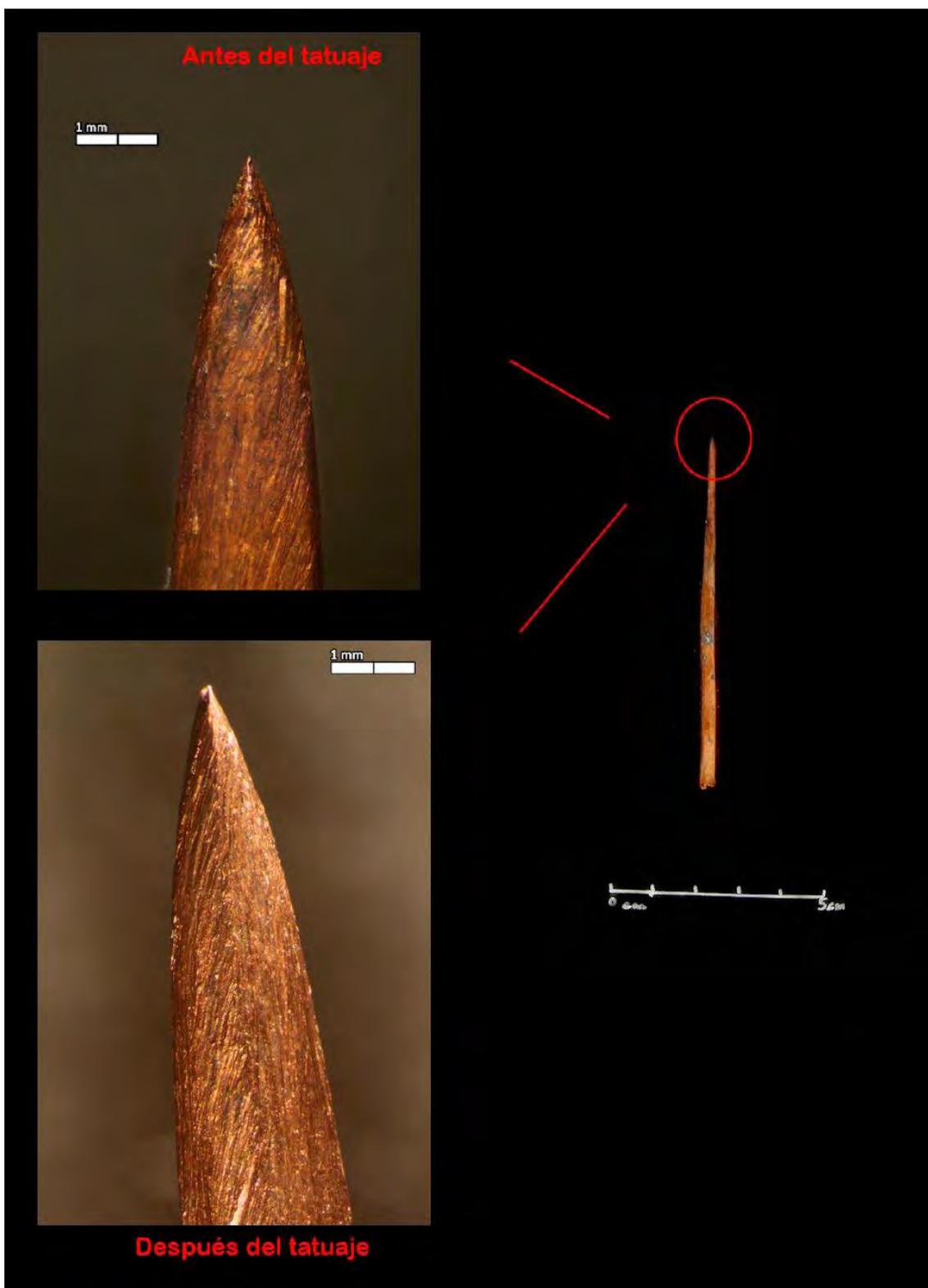
Pieza 5B: En esta pieza se observaron pequeños desconchamientos en el lateral de la misma, sin embargo no son huellas que afecten a la punta, como sí se constata en 5A. Esta es la única pieza retocada que da mejores resultados que las demás, también retocadas (exceptuando 5A). Sin embargo, las punciones se hacían difíciles y debíamos ejercer mucha más fuerza que con las demás piezas experimentales usadas, lo que nos lleva su funcionalidad: mucho menor que 5A, así como mucho menor que el resto de piezas. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



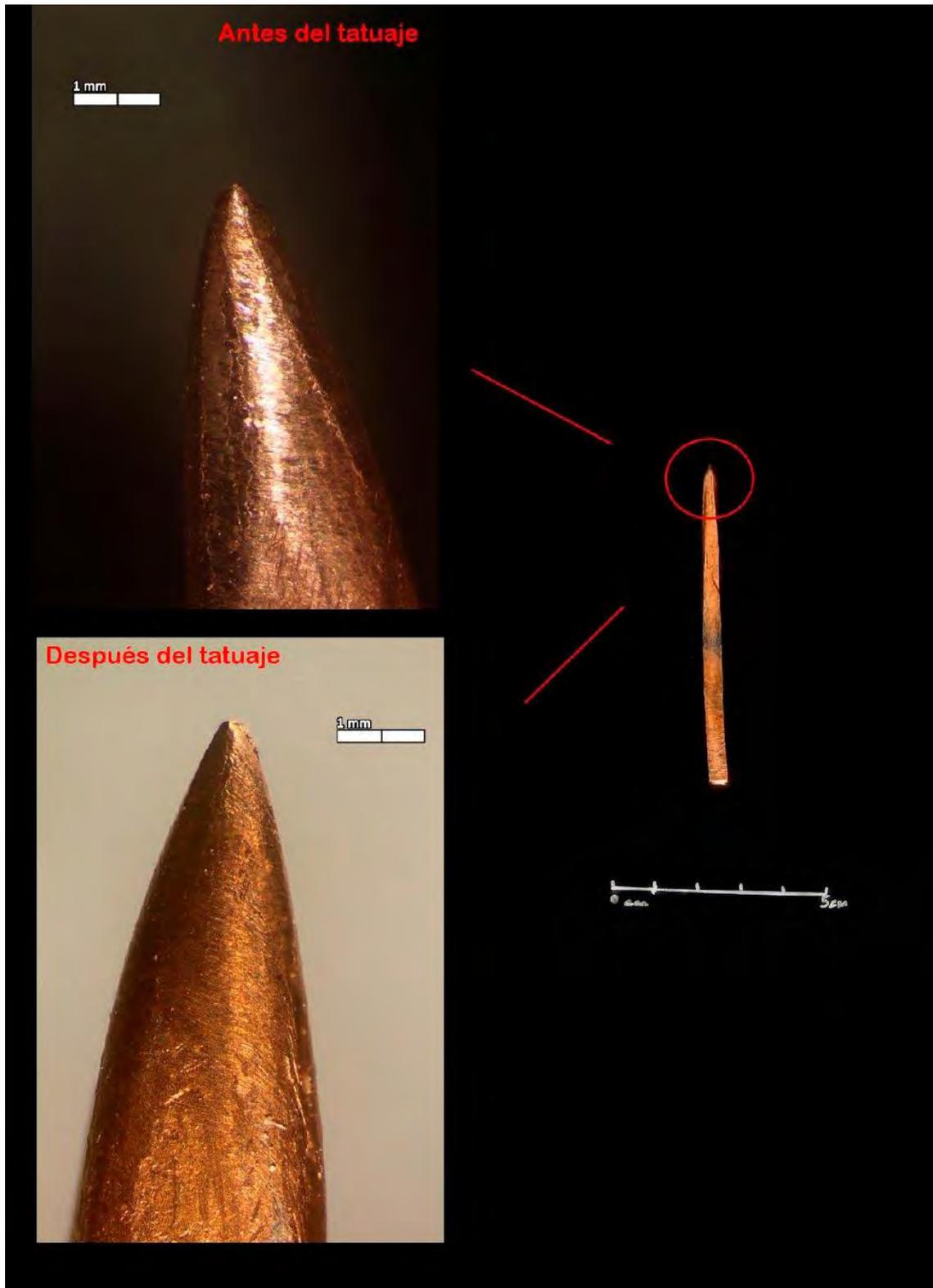
Pieza 6A: Se observan pequeños desconchados. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



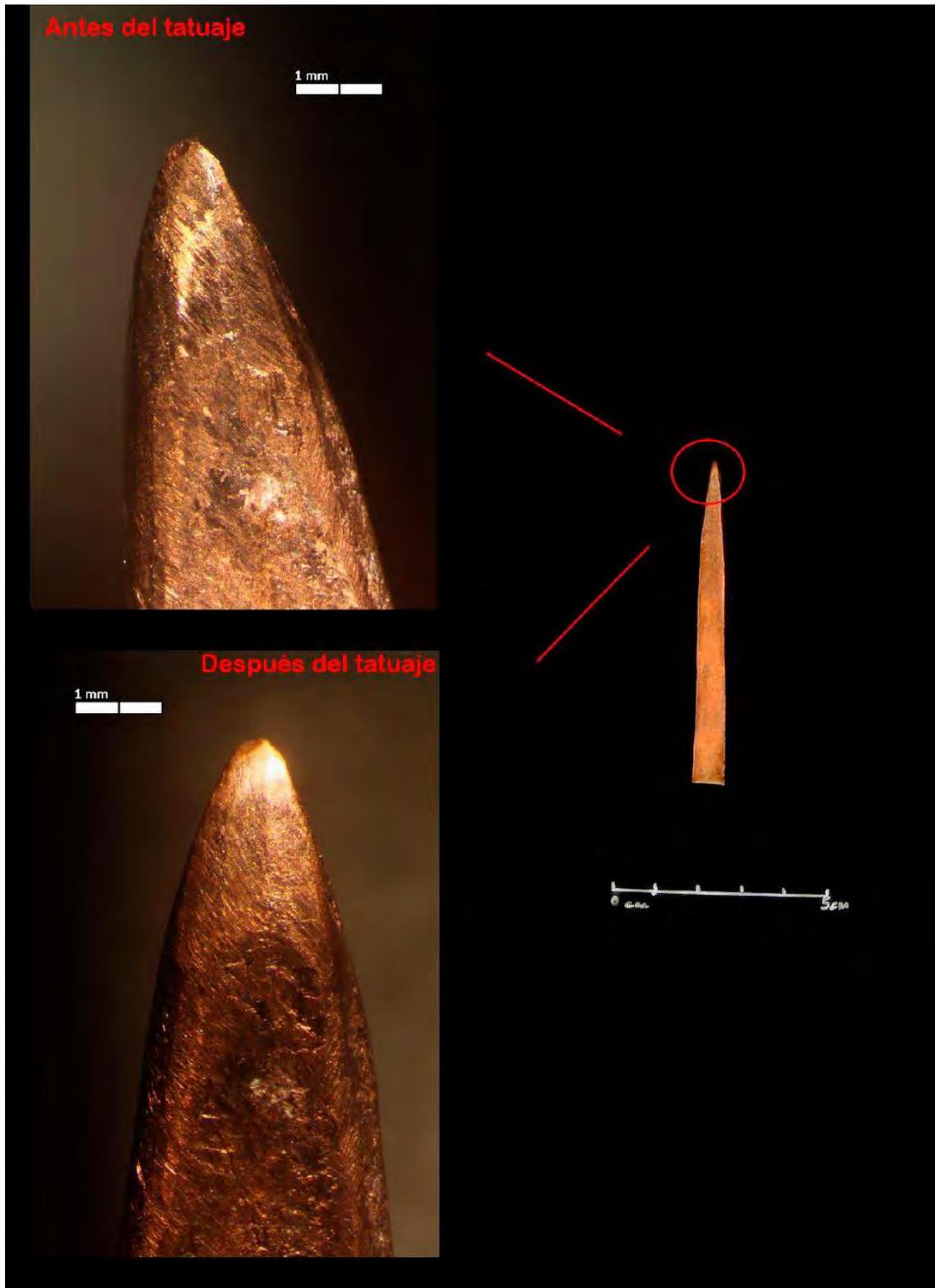
Pieza 6B: En esta pieza lítica se detectaron roturas y desconchados. Durante el experimento fue una de las más problemáticas, por su tendencia a engancharse con la piel del animal. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



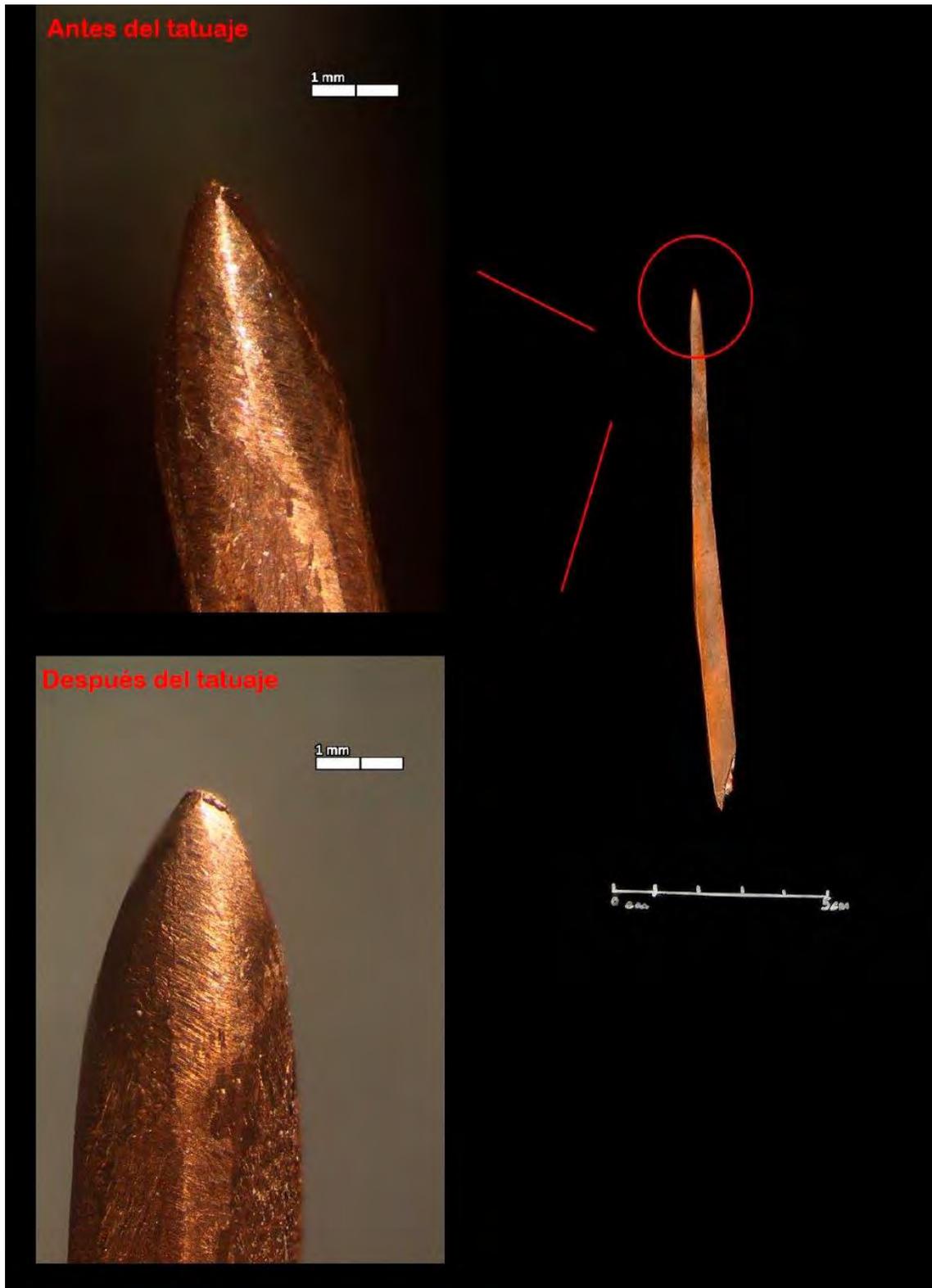
Pieza 7A: Al igual que ocurre en la pieza siguiente, en este punzón se detectó un movimiento del metal, aunque imperceptible en las fotografías. También detectamos posibles nuevas estrías en la pieza. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



Pieza 7B: Se detectó en este punzón un pequeño y leve movimiento de metal justo en la punta (reborde), aunque prácticamente imperceptible a los aumentos utilizados en las fotografías de binocular. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



Pieza 8A: Se puede observar en este caso concreto cómo la pieza ha sufrido un pulimentado en la zona de la punta, pero no otro tipo de huellas. Fotografías de binocular tomadas a 10x.



Pieza 8B: En esta pieza queda patente la deformación que se ha generado a partir de la experimentación. El metal se ha movido completamente, ocasionando una rebaba o reborde, como puede observarse en la fotografía. No parece apreciarse, como ocurría en las demás piezas de cobre, el pulimento, al menos en los aumentos elegidos (10x), puede que debido a la propia modificación que ha sufrido el cobre. Ambas fotografías están tomadas a partir de la dorsal, aunque las perspectivas varíen. Otra de las observaciones que podemos constatar es que aún después de la experimentación perduran las huellas acaecidas del proceso abrasivo al que sometimos la pieza para darle el acabado definitivo.

8. AGRADECIMIENTOS

No quisiéramos dejar de mostrar nuestras gratitudes a aquellas personas que nos han echado una mano en este trabajo, en especial la dedicación y atención que con paciencia nos ha prestado la profesora Carmen Gutiérrez, del Dpto. de Arqueología y Patrimonio de nuestra universidad, cuyos conocimientos en traceología y fotografía nos han permitido hacer una buena valoración de los resultados. Tampoco quisieramos pasar por alto la ayuda de los profesores de *Arqueología experimental*, Javier Baena y Felipe Cuartero, así como del técnico de laboratorio, Guillermo Bustos, quien ha tenido que abrirnos la puerta del Laboratorio cientos de veces. No podríamos dejar de citar la ayuda de la artista y tatuadora Ana (nombre artístico: *Miss Bickle*), cuyos conocimientos en el mundo del tatuaje han sido esenciales a la hora de la experimentación, así como la ayuda recibida por nuestras queridas amigas Irene García –tatuadora– y Stefania Schamuells –geóloga y tatuadora–, siempre tan atentas.

9. BIBLIOGRAFÍA

DETER-WOLF, A.; PERES, T.M. (2013): ‘‘Flint, Bone, and Thorns: Using Ethnohistorical Data, Experimental Archaeology, and Microscopy to examine Ancient Tattooing in Eastern North America’’, *Tattoos and Body Modifications in Archaeology*, Zurich Studies of Archaeology, vol. 9: 35-45.

DETER-WOLF, A.; ROBITAILLE, B.; KRUTAK, L.; GALLIOT, S. (2016): ‘‘The world’s oldest tattoos’’, *Journal of Archaeological Science Reports*, 5: 19-24.

DOMINGO MARTÍNEZ, R. (2012): ‘‘Usos de los geométricos en el Neolítico del Valle del Ebro’’, *Rubricarum*, 5: 137-143.

KRUTAK, L. (2015): ‘‘The Cultural Heritage of Tattooing: a Brief History’’, *Tattooed Skin and Health*, Current Problems in Dermatology, vol. 48: 1-5.

PABST, M. A.; LETOFSKY-PAPST, I.; BOCK, E.; MOSER, M.; DORFER, L.; EGARTER-VIGL, E.; HOFFER, F. (2009): ‘‘The tattoos of the Tyrolean Iceman: a light microscopical ultrastructural and element analytical study’’, *Journal Archaeological Science*, 36: 2335-2341.

PABST, M. A.; LETOFSKY-PAPST, I.; MOSER, M.; SPINDLER, K.; BOCK, E.; WILHELM, P.; LEOPOLD DORFER, M.; AUER, M.; HOFER, F. (2010): ‘‘Different staining substances were used in decorative and therapeutic tattoos in a 1000 year-old Peruvian mummy’’, *Journal of Archaeological Science*, 37: 3256-3262.

RENAUT, L. (2004): ‘‘Les tatouages d’Ötzi et la petite chirurgie traditionnelle’’, *L’anthropologie*, 108: 69-105.

SAMADELLI, M.; MELIS, M.; MICCOLI, M.; EGARTER-VIGL, E.; ZINK, A. (2015): ‘‘Complete mapping of the tattoos of the 5300-year-old Tyrolean Iceman’’, 16: 753-758.

SORIANO, I.; CHAMÓN FERNÁNDEZ, J. (2012): ‘‘Estudio arqueometalúrgico del punzón de Cova de la Pesseta (Torrelles de Foix, Barcelona). Datos composicionales, metalográficos, isotópicos y funcionales’’, *MARQ: Arqueología y museos*, 5: 73-89.

SPINDLER, K. (1995): *El hombre de los hielos*, Círculo de Lectores, Barcelona.