

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE ARTES

Escuela de Posgrado



**CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE
TAXIDERMIAS**

EN EL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL DE CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL POSTITULO DE RESTAURACIÓN DEL
PATRIMONIO CULTURAL MUEBLE

PRESENTADA POR

Irina Sofía Muray Toro

Profesora Guía

Fernanda Espinosa

Santiago de Chile, 2021

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN.....	9
MARCO TEÓRICO.....	11
Historia de la Taxidermia.....	11
Historia de la Taxidermia en Chile.....	24
LA TAXIDERMIA; MORFOLOGÍA, MATERIALIDADES CONSTITUTIVAS Y RECETAS	32
Morfología	32
Elementos Naturales que Constituyen una Taxidermia	35
La Piel.....	35
Hocico	35
Pelo/pelaje o fanera	36
Cuernos y astas.....	36
Uñas, garras, pezuñas y cascos	37
Huesos	38
Dientes.....	39
Elementos Artificiales en una Taxidermia.....	40
Armadura interna	40
Maniquí	41
Pedestal o peana	43

	4
Metal	43
Madera	43
Otros.....	44
CUERO, SU NATURALEZA Y PROPIEDADES	45
Estructura de la Piel y Colágeno.....	45
Curtido	48
CATEGORÍAS Y CRITERIOS DE INTERVENCIÓN	53
Definiciones y Criterios de Conservación y Restauración.....	53
Categorías y Criterios de Intervención para Colecciones de Taxidermias.....	56
Ejemplar con Fines Científicos	56
Criterios de intervención para ejemplares con fines científicos	57
Ejemplares Históricos.....	57
Criterios de intervención para ejemplares históricos	58
Ejemplares Museológicos.....	58
Criterios de intervención para ejemplares museológicos.....	59
TOXICIDAD Y MANIPULACIÓN.....	60
La Toxicidad en las Colecciones de Taxidermia	60
Productos Tóxicos Presentes en las Taxidermias.....	62
Arsénico.....	63

	5
Mercurio	64
Organofosfatos	65
Organoclorados	65
Manipulación Segura y Prevención	67
Factores de Degradación y Deterioros.....	71
PIEZA I: CABRA 23.....	75
Descripción.....	75
Datos Generales.....	76
Registro Visual Inicial	77
Estado de Conservación y Deterioros	78
Mapa de Deterioros	81
Análisis Científicos	83
Fluorescencia de rayos X portátil (PXRF).....	83
Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDX)	85
Medición de pH del papel	89
Propuesta de Conservación y Restauración	89
Intervención de Conservación y Restauración	89
Recomendaciones de Conservación	93
Registro Visual Final.....	95

Registro Visual Comparativo.....	97
PIEZA II: CABRA 17.....	98
Descripción.....	98
Datos Generales.....	99
Registro visual inicial.....	100
Estado de Conservación y Deterioros	101
Mapa de Deterioros	103
Análisis Científicos	105
Propuesta de Conservación y Restauración	109
Intervención de Conservación y Restauración	111
Recomendaciones de Conservación	112
Registro Visual Final.....	113
Registro Visual Comparativo.....	114
PIEZA III: GUANACO	115
Descripción.....	115
Datos Generales.....	115
Registro visual inicial.....	116

Estado de Conservación y Deterioros	117
Mapa de Deterioros	119
Análisis Científicos	121
Test de solubilidad.....	121
Microscopía óptica digital	123
Propuesta de Conservación y Restauración	126
Intervención de Conservación y Restauración	128
Materiales Utilizados en esta Restauración	133
Recomendaciones de Conservación	145
Registro Visual Final.....	146
Registro Visual Comparativo.....	148
LA IMPORTANCIA DE LAS COLECCIONES NATURALES	150
CONCLUSIONES.....	154
BIBLIOGRAFÍA.....	156
ANEXO.....	160

Resumen

En este trabajo se une la investigación y la práctica en torno a la conservación y restauración de taxidermias. Con materialidades diversas, las taxidermias presentan retos en cuanto a su conservación, y también en cuanto a la falta de documentación acerca de los procesos, las técnicas empleadas y su desarrollo a nivel nacional. Por esto este trabajo práctico sobre la restauración de tres naturalizaciones del Museo de Historia Natural de Santiago de Chile, es acompañado por una investigación acerca de los aspectos esenciales de las taxidermias, desde sus orígenes e historia hasta las recomendaciones para su conservación.

Introducción

El presente trabajo nace desde la necesidad de restaurar tres taxidermias pertenecientes al Museo Nacional de Historia Natural de Santiago y la necesidad de otorgar respuestas a interrogantes provenientes desde las colecciones de historia natural con respecto a su conservación y restauración.

Las taxidermias han sido un emblema del Museo Nacional de Historia Natural y descansan en la memoria de muchas personas que han visitado el museo en algún periodo de sus vidas. Históricamente relegadas a un lugar secundario en cuanto a categorización del patrimonio cultural, estas colecciones albergan una serie de problemáticas en las que no se ha profundizado desde el campo de la conservación en el país.

Las tres taxidermias que se restauraron durante este trabajo de tesis fueron elegidas con el fin de estabilizarlas y potenciar su rol educativo dentro del Museo. Sin embargo, debido a la falta de investigación y de protocolos sobre los procedimientos técnicos y teóricos acerca de las acciones de restauración y conservación de taxidermias, se generó la necesidad de abordar además una investigación que apoye los procedimientos de intervención. En este trabajo se entrega además un contexto acerca de esta técnica a nivel local e internacional, revisando sus posibles orígenes y roles, técnicas de elaboración, materialidades que las constituyen y los problemas y desafíos que estos presentan para el campo de la conservación.

Las primeras dos piezas seleccionadas pertenecen al Área de Zoología de Vertebrados y fueron seleccionadas por estar vinculadas a las piezas recolectadas por Rudolfo Philippi, naturalista alemán, docente y director del en ese entonces Museo Nacional, personaje fundamental del desarrollo de las ciencias en Chile durante la segunda mitad del Siglo XIX. Otro criterio para la selección de estas piezas fue su particularidad estética y su carácter único dentro del Museo, al ser ambas Cabras teratológicas con 8 extremidades cada una, con la misma malformación genética y el mismo montaje, destacando también por una buena ejecución de la preparación en ejemplares de tan alta complejidad.

La elección de la tercera pieza, Guanaco del desierto florido, atendió a diferentes criterios para su selección. Su elaboración data a fines del Siglo XX y su materialidad comprende materiales modernos, esta pieza pertenece al Área de Exhibiciones y fue seleccionada directamente desde los dioramas del Museo, perteneciendo a la propuesta museográfica actual de la Institución. Debido a variados factores, presenta deterioros fácilmente identificables, los cuales dificultan la lectura correcta del espécimen por parte del visitante, interrumpiendo la función educativa que debería cumplir la naturalización.

Este trabajo relata las decisiones e intervenciones realizadas sobre estas tres piezas, describiendo criterios y procedimientos que otorgan un registro visual y una documentación a nivel de trabajo práctico como de investigación teórica. La investigación plantea profundizar como un testimonio y experiencia particular en un tema que no ha sido ampliamente abordada desde el campo de la conservación del patrimonio cultural y natural.

Marco teórico

Historia de la Taxidermia

La taxidermia se define como el arte de disecar los animales, para conservarlos con apariencia de vivos. La palabra proviene del griego *táxis*, que significa arreglo, y *derma*, que significa piel.

Podemos describir esta acción como el traslado del animal, desde su entorno natural, hacia el taller y luego hacia el Museo, llevándolo desde la vida hacia la muerte y luego devolviéndolo en cierto modo a la vida. A diferencia de cualquier otro objeto cultural, las taxidermias alguna vez estuvieron vivas (Patchett, 2010).

La definición técnica refiere al arte de rellenar, y montar pieles de animales con el efecto de parecer vivos, donde se pretende replicar no tan solo la forma del animal, si no también su actitud y su manera de vivir (Gil, 2015). En esta definición podemos identificar tres elementos cruciales que envuelven a esta práctica, la piel es preservada, rellenada y montada en una estructura que ayuda al taxidermista a brindar una esencial apariencia de vida. Desde el trabajo en sus laboratorios o talleres, los taxidermistas generan una interpretación de la fauna mediante su modelado y preservación, lo cual ha brindado una primera aproximación hacia el estudio de las especies (Valenzuela, 2018).

El contexto histórico en el que se enmarca el surgimiento de la taxidermia nos traslada al Siglo XVI, a la expansión europea. Se generó en ese entonces, debido al aumento de expediciones marítimas, un interés por la conservación de pieles procedentes de lugares exóticos. Desde las Indias Orientales y Occidentales, el imperio español incentivó el traslado de especímenes vivos con tal de conocer la fauna originaria. Muchas veces estos animales estaban destinados a entretener al monarca y su corte. Pero el viaje en barco estaba asociado a duras condiciones de mantenimiento de los animales, las cuales dificultaban la sobrevivencia. No todos llegaban vivos, a causa de diferencias climáticas o alimentación errónea, por lo que se comenzó a realizar el registro del animal mediante dibujos y/o la preservación de su piel. De esta manera

se comenzó a trazar un camino la taxidermia, con el propósito de evidenciar la nueva naturaleza, buscando terminar con las dificultades que suponían tan largos traslados (Valenzuela, 2018).

En este período entonces encontramos diversos ejemplos de acercamientos a la taxidermia, como por ejemplo el intento en Holanda, en el siglo XVI, en el que un noble, asesorado por un químico, se atrevió a descuerar aves por su cuenta, para posteriormente rellenarlas usando especias preservantes y coserlas de manera vertical (Péquignot, 2006). Esta acción se puede identificar claramente como una taxidermización. Otra evidencia de taxidermización temprana es atribuida al Baron von Herbestein, quien exhibió en su residencia la piel de un Bisonte Europeo, montada sobre una estructura de madera, anterior al año 1550. Hay otros ejemplos que datan de fechas aproximadas, como el del Caimán disecado de Fray Tomás Enríquez (1540), conocido como el Caimán de Bergala (Fig. 1), llevado desde Panamá a España y que aun se puede apreciar en Soria, España, como este, se encuentran varios cocodrilos “rellenos” también en Francia, que datan de 1597, 1671, 1692 y 1703, actualmente expuestos en Nimes (Péquignot, 2006).



Figura 1.-

Lagarto de Berlanga. (Reproducida de artículo sobre la Colegiata de Santa María del Mercado (www.terranostrum.es))

Es a finales del Siglo XVI cuando empiezan a popularizarse en Europa los Gabinetes de Curiosidades, bajo una variedad de nombres pandechion, studiolo, gabinetto, Wunderkammer, galleria, Kuntskammer o Kuntsschrank, identificados como los primeros espacios dedicados al

coleccionismo sistemático (Abt, 2011) (Fig. 2). Estos lugares podían ser muebles o recámaras que albergaban objetos de deseo, destacados por su rareza, cuya principal finalidad era despertar la curiosidad del visitante o del propio coleccionista. Son estos los predecesores directos del *musaeum*, término que recuperaron los renacentistas evocando la biblioteca de Alejandría y los ideales griegos, para crear un lugar que recibiera las colecciones (Abt, 2011). Los objetos que allí se albergaban provenían generalmente de Asia o América y entre ellos se podían encontrar cosas como piedras, fósiles, reliquias, animales disecados, obras de arte, entre otros.

Estos espacios posibilitaron el estudio científico de especies exóticas ya no tan solo en el ámbito de la conservación de la piel y los huesos, si no que se incluyó también la interpretación de la naturaleza y la conducta de los animales a través del proceso de montaje, mediante notas y observaciones registradas en los viajes. De este modo nace la Taxidermia y en los siguientes siglos se desarrolla su especialización.

Figura 2.-

Ejemplo Gráfico de un Gabinete de Curiosidades, Kunsts- und Raritätenkammer, Franz II. Francken, Viena, 1620-1625. Reproducida desde Kunst Historisches Museum Wien
(www.khm.at/de/object/912d2b1c7b/)



Lamentablemente muy pocas de estas referencias acerca de las técnicas de conservación y montaje usadas en la época fueron debidamente registradas, por lo cual no se puede aseverar el momento exacto del inicio de la taxidermia.

Recién en el Siglo XVII ve la luz la primera publicación en Inglaterra acerca de taxidermia y sus recetas, *Aurora Chymica: or a Rational Way of Preparing Animals, Vegetables and Minerals, for a Physical Use* (1672), escrita por Edward Bolnest, seguida de cerca por *Brief Directions for the Easy Making and Preserving Collections of All Natural Curiosities* publicada en 1690 por James Petiver.

En Francia el matemático, físico y naturalista René Antoine Ferchault de Réaumur reúne en su propio domicilio su gabinete de ciencias, dentro del cuál destacan su colección malacológica por su vasta extensión y sus aves taxidermizadas, las cuales pasarán a ser parte de la colección del *Jardin des Plantes* que en 1793 pasa a convertirse en el *Muséum National d'Histoire Naturelle* de Paris. El naturalista preparaba las aves empleando su propia técnica, el “*empailler*”. Esta se refería al disecado de las pieles y posterior relleno con paja, heno, lino o lana, dependiendo del tamaño del animal. Publicó varios tratados en donde propone métodos para poder conservar en buen estado animales muertos o que morían durante los largos viajes del Nuevo al Viejo mundo, con indicaciones tales como; conservar los cuerpos en barriles de madera con alcohol, las aves juntas y ordenadas de manera de no alterar la posición de las plumas en el barril, considerando un barril diferente para albergar a animales de mayor envergadura. Luego agregó indicaciones para evitar la evaporación del alcohol durante las 4 a 6 semanas que duraba un viaje. También propuso el uso de conservantes en polvo tales como el alumbre, cal pulverizada, mirra, incienso o pimienta y estableció el uso de alambre para fijar una postura natural del animal (Pérez, 2013).

En el siglo XVIII experimentamos la consolidación de la taxidermia. Para 1700 la técnica ya abarcaba todo rango de animales, volviéndose relevante el encontrar el modo de repeler el ataque de insectos, el deterioro y los malos olores a raíz de la descomposición de la piel. A los

productos que usaban para el curtido de las pieles los naturalistas les llamaban preservantes, los cuales eran aplicados en diversas formas; polvo, jabón, pastas, infusiones y baños. De la mano de la entomología se aplicaron técnicas para repeler estos ataques, como el uso de repelentes con fuertes olores que mantenían a las plagas alejadas. Para estabilizar la piel se usó sal, cal, alumbre y alcanfor. (Pequignot, 2006).

Uno de los escasos ejemplos de estas taxidermias que aún sobrevive en el Reino Unido y probablemente sea el ave naturalizada de mayor data, es el loro gris africano (Fig. 3). Este espécimen perteneció a la Duquesa de Richmond y fue montado luego de la muerte de ésta el año 1702 (Dickinson, 2006). El ejemplar puede visitarse en la Abadía de Westminster hasta el día de hoy, y según análisis de Rayos X, el ave conserva su cráneo y esqueleto intacto.

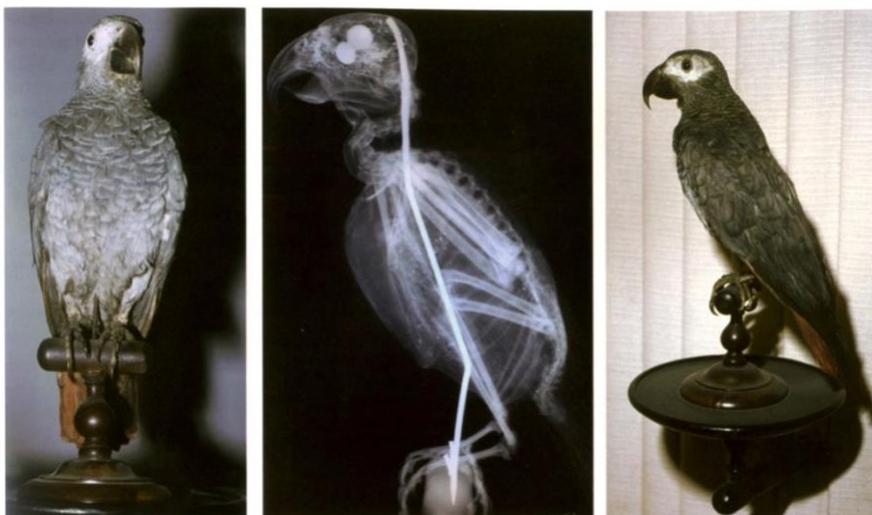


Figura 3.-

Loro de la Duquesa de Richmond. Londres, Reino Unido, 1702. Reproducida desde Morris, P (2010).

A pesar de existir algunos ejemplos exitosos de conservación la mayoría de las piezas en ese entonces perecían, hasta la revelación de la fórmula del jabón arsenical, mezcla ampliamente

usada luego de la publicación de sus ingredientes. Esta pasta arsenical fue creada por el “mejor farmacéutico de Metz” (Browne, 1884, pág. 12), Jean-Baptiste Bécoeur (1718-1777) en 1743 pero durante su vida nunca reveló los componentes de su fórmula milagrosa. Louis Dufresne develó la fórmula en 1800¹, que estaba compuesta por alcanfor, polvo arsenical, ácido tartárico, jabón en barra y cal en polvo.

También es en esa publicación donde se introduce la palabra Taxidermia en la literatura por primera vez (Pérez, 2015). La propagación de los métodos descritos por Dufresne marcaron un punto de inflexión en la historia de la taxidermia y el arsénico se convirtió en el ingrediente principal de las recetas de taxidermia hasta 1980 (Pequignot, 2006).

Con esto y con una gran cantidad de Taxidermistas, Francia se encontraba en su máximo esplendor respecto a la técnica. A mediados del siglo XVIII comienzan a surgir los grandes Museos de Historia Natural de Europa y del mundo, hay más espacios albergando colecciones de Ciencias Naturales y se alcanza una profesionalización de la técnica. Por otro lado, no tan sólo se avanza con la fórmula para conservar por más tiempo las pieles, también las naturalizaciones alcanzan un mayor realismo y calidad estética. El año 1851 se lleva a cabo la “Great Exhibition of the Works of Industry of all Nations”, conocida como la “Gran exhibición de Londres”, la cual impulsó la profesión, de alguna manera marcó el inicio de la taxidermia moderna. En este evento gran cantidad de taxidermistas mostraron sus creaciones, con grandes avances técnicos, apareciendo como novedad las taxidermias de mamíferos de gran tamaño y peces, además de las ya conocidas aves naturalizadas (Gil, 2015).

Destacó en aquella cita en el Cristal Palace el montaje “Struggle with the quarry” (Fig. 4) del taxidermista y ornitólogo John Hancock (1808-1890), que sorprendió a los visitantes por su realismo y rigor científico. Protagonizado por un halcón gerifalte y una garza real que encarnaban dramáticamente la vida y la muerte.

¹ En *Traité Élémentaire et Complet d'Ornithologie* de François- Marie Dudin (1800).

Figura 4.-

Struggle with the Quarry, *John Hancock*, 1851. Natural History Society of Northumbria, Hancock Museum (Reproducida desde <https://science.sciencemag.org/>)



Otra evidencia de que la técnica ya parecía estar en completo dominio de los taxidermistas es la “Ballena de Malm”², expuesta en el Museo de Historia Natural de Gotemburgo, Suecia, único ejemplar de ballena azul que se ha taxidermizado en el mundo y que se puede visitar hasta el día de hoy. Durante muchos años el ejemplar podía ser visitado en su interior donde se dispuso una mesa para que el público viviera la experiencia de comer dentro de una ballena, incluso era trasladada para exhibiciones itinerantes en distintas ciudades (Fig. 5).

² La ballena de Malm fue llamada así por el nombre del taxidermista que la naturalizó, August Wilhelm Malm.



Figura 5.-

Ballena de Malm, Imagen de uno de sus traslados, 1 de Noviembre 1918, Gotemburgo.

Fotografía de Elisabet Peterson (Reproducida desde <https://www.cabinetmagazine.org/>)

Además de los museos, comenzaron a formarse talleres particulares, generalmente de familias, que albergaban el conocimiento de generación en generación o a través de aprendices, los Teer Meer de Alemania, los Jonas Brothers en EE.UU., Verreaux en Francia, Rowland Ward en Inglaterra y Benedito en España.

Las expediciones con fines científicos se continuaban llevando a cabo financiadas por las instituciones ligadas al conocimiento de las ciencias Naturales y por coleccionistas acaudalados. El interés mayor era encontrar rarezas de las cuales podemos conocer solamente el registro que dejaron sus pieles preservadas. Por ejemplo, la sobre recolección terminó con los últimos dos especímenes de la ahora extinta Alca Gigante (*Alca impennis*) (Fig. 6), los cuales fueron montados y vendidos a coleccionistas. La Paloma migratoria (*Ectopistes migratorius*) se extinguió en 1914, no por motivo de la caza, si no por la actividad de la taxidermia y la gran

cantidad de ejemplares naturalizados, hoy en día podemos apreciar cientos de especímenes preservados. El Dodo corrió una suerte distinta, su extinción fue previa a la consolidación de la taxidermia y el único ejemplar montado que permanecía en Oxford, fue destruido el año 1755, dejando como legado el debate sobre la real apariencia de las especies (Dickinson, 2006).



Figura 6.-

Alca Gigante, Taxidermia del museo de Historia Natural de Liepzing (Alemania). (Fotografía Reproducida desde Wikipedia:de. Autor: Robert01. [CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/))

En Estados Unidos a fines del Siglo XIX y comienzos del Siglo XX Carl Akeley (1864-1926), taxidermista y escultor, considerado el padre de la taxidermia moderna en Estados Unidos, alcanzó renombre por mejorar la técnica dermoplástica que ya se usaba en museos europeos, la cual consistía en modelar la pose y la anatomía muscular del animal en arcilla u otro material para luego cubrir ese maniquí con la piel curtida (Pérez, 2020). Esta mejoría consistió en aplicar capas de papel maché y laca en la superficie de la escultura, para luego cortarlas, vaciarlas y volver a unir las. Con ese método y combinándolo con muselinas, se conseguía un maniquí ligero e impermeable al agua (Pérez, 2020).

Al comienzo de su carrera, Akeley, trabajando para el taller de Henry Ward, colaboró en el montaje del famoso elefante Africano Jumbo el cual había sido atropellado por una locomotora, emblema de la revolución industrial (Haraway, 2015). Trabajó en el Field Museum of Natural

History de Chicago y en el American Museum of Natural History de Nueva York. Dedicó especial interés en trabajar con mamíferos africanos y posee un hall completo con su nombre en el Museo de Nueva York donde destaca el montaje The Alarm, un grupo de elefantes en postura de alerta (Fig. 7).



Figura 7.-

The Alarm, Carl Akeley. De Alex J. Rota, 1962, Nueva York. (Reproducida desde el repositorio del Museo Americano de Historia Natural).

Akeley murió el año 1926 de disentería, y fue sepultado a pocos kilómetros del lugar donde cazó su primer gorila (Pérez, 2013).

Haraway (2015) relata sobre su muerte:

El fin de su labor se produjo en la década de 1920, con su exquisito montaje de El gigante de Karisimbi, el gorila macho solitario de espalda plateada que domina el diorama en el que se representa el lugar de la propia tumba de Akeley en la montañosa selva tropical del Congo (actual República Democrática del Congo) (pág. 29).

Durante la época victoriana los talleres de taxidermia tuvieron un fuerte apogeo (Gil, 2015). Esta situación de florecimiento se mantuvo durante la Gran Guerra (1914-1919). Sin embargo, en período de entreguerras, las empresas más reputadas sobrevivían en un declive

gradual hasta la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), quedando sólo las dos grandes empresas de Londres, Rowlan Ward y Gerrard&Sons, aparte de algunos pequeños taxidermistas (Dickinson, 2006). La década de los 70 se caracterizó por una gran disminución de la calidad de las empresas de taxidermia en Europa, muchas de ellas cerraron (Gil, 2015). Este no fue el caso de Estados Unidos debido al interés que generan, hasta el día de hoy, los trofeos de caza y pesca, lo que les ha permitido convertirse en una de las industrias con más demanda (Dickinson, 2006).

Durante toda la historia de la Taxidermia la técnica fue desarrollada por hombres, casi no había ninguna mujer taxidermista famosa, la única era Martha Ann Maxwell (1831-1881), a quien se conoce como la primera naturalista feminista de campo. Maxwell elaboró dioramas que destacaron por su realismo y gran envergadura, destacando el montaje de una cueva con más de 200 animales montados en su exterior en la exposición del Centenario de Filadelfia (Fig. 8).



Figura 8.-

Montaje de Martha Maxwell en el Centenario de Filadelfia. Estereografía de 1876, (Reproducida desde Centennial Photographic Company. Estados Unidos).

El número de mujeres que se dedican a este arte se incrementó en la última década gracias al género en crecimiento de la taxidermia alternativa –o *roguétaxidermy* (Voon, 2014) que describe la práctica de representar especies híbridas imposibles, especies extintas, criaturas míticas como grifos, unicornios, quimeras o seres inventados completamente. (Gil, 2015). En estas piezas se emplean pieles de animales que han muerto de manera natural o sin intervención directa, a diferencia de la taxidermia tradicional que recurre a la caza.

Hoy en día la taxidermia ha ingresado a otro tipo de colecciones, las de los museos de arte contemporáneo. El objeto adquiere un nuevo significado, es trasladado desde el territorio de lo concreto y científico, al territorio de lo conceptual, abriendo un abanico nuevo de posibilidades respecto a su sentido como a su forma de exhibición, el lugar también cambia, aparecen las galerías de arte y las instalaciones en el espacio público. Maurizio Cattelan es uno de los artistas contemporáneos que ha realizado ese traslado de la taxidermia, no tan solo es el lugar el que cambia, también la forma de montaje, como podemos apreciar en la figura 9 en uno de sus varios montajes de caballos taxidermizados.

Otros nombres importantes en la escena del arte contemporáneo que han utilizado taxidermia en gran parte de su producción son, Claire Morgan, Kate Clark, Cai Guo-Qiang, Polly Morgan y Deborah Sengl, por nombrar a algunos (Gil, 2015).

La taxidermia en estos casos abandona las vitrinas y dialoga de manera más directa con el público, lo que genera automáticamente nuevos desafíos para el campo de la conservación.



Figura 9.-

Instalación Caballo Taxidermizado Maurizio Cattelan, sin título, 2007, vista de la instalación en el museo de Arte Moderno de Frankfurt (Alemania). (Reproducida desde la web <https://publicdelivery.org/maurizio-cattelan-horses/>).

En el territorio de las ciencias hoy en día se generan nuevas investigaciones que utilizan los especímenes montados para obtener información molecular, como secuencias de ADN o estructuras de proteínas, es por esto que antiguas colecciones se han vuelto muy valiosas para aquellos que saben como sacarles un debido provecho (Pequignot, 2006).

En la actualidad los recursos disponibles para el estudio de las ciencias naturales corren un mayor riesgo, las extinciones de especímenes en el mundo natural incrementan el valor de las colecciones en los museos, tanto para la investigación como para el público general, lo que abre un campo de investigación en cuanto a su conservación que debe ser desarrollado para asegurar que estas colecciones estén disponibles en el futuro (Pequignot, 2006).

Las taxidermias han transitado por la historia en el campo del patrimonio natural y a su vez son parte ya del patrimonio cultural de la sociedad, nos hablan sobre como son los animales no humanos, cómo se comportan o sobre cómo el hombre ha representado su comportamiento, creando un relato que repercutió fuertemente en como nosotros, la sociedad occidental, nos relacionamos con el mundo natural.

Historia de la Taxidermia en Chile

La Historia de la Taxidermia en Chile está fuertemente ligada con la del Museo Nacional de Historia Natural, por esto podemos comenzar un relato cronológico situándonos “en el año 1822 cuando el Director Supremo Bernardo O’Higgins quiso fundar un museo de Historia Natural y confirió a M. Juan José Dauxion Lavaysee el honroso título de director del Museo” (Philippi, 1908, pág. 4). Lamentablemente estas intenciones resultaron ser infructuosas y esos esfuerzos por crear esta Institución no vieron la luz en esa ocasión, según el relato de Philippi este sujeto muere en 1830 sin haber llevado a cabo esta misión (Philippi, 1908).

El 8 de diciembre de 1828 llega a Chile Claudio Gay, naturalista botánico francés, a ejercer como profesor de física e historia natural en el Colegio de Santiago, pero también encomendado por sus profesores del *Jardin des Plantes* de Paris, para estudiar la flora de Chile y enviar informes como colector corresponsal (Barros Arana, 1875).

En 1830 el Gobierno provisorio de José Tomás Ovalle celebra con Claudio Gay un contrato en el que se le mandata “ejecutar un viaje científico por todo el territorio de la república...con el objeto de estudiar, la historia natural de Chile, su geografía, jeolojía, estadística y cuanto contribuya a dar a conocer las producciones naturales del país” (Barros Arana, 1875 pág. 277). En este contrato se establece también la obligación de formar un Gabinete de Historia natural, que contenga las principales producciones vegetales y minerales del territorio.

Ya en 1838 Claudio Gay ordena el Museo de Historia Natural en una espaciosa sala en el palacio que hoy ocupan los Tribunales de Justicia (Philippi, 1908).” Provista ésta de una estantería modesta, pero mas o menos cómoda, Gay distribuía en ella las numerosísimas muestras de animales, de vegetales i de minerales que había coleccionado en sus exploraciones” (Barros Arana, 1875 pág. 347).

En registros sobre los fondos financieros destinados a los gastos del ahora Museo, se registra a don Bernardino Cortés ya en el año 1850 como “encargado de disecar i preparar las

aves i cuadrúpedos destinados al Museo, conforme al decreto del 14 de agosto de 1841” (Urizar, 2016, pág. 658).

En octubre de 1853 se nombra como director y profesor del Museo a don Rodolfo Amando Philippi (1808-1904), quién al igual que Claudio Gay también realizó excursiones por territorio chileno con el fin de enriquecer la colección del museo. En el siguiente relato extraído del Primer Boletín del MNHN. Rodolfo Philippi describe a los profesionales que en ese entonces se dedicaron a la preparación, disecado y naturalización de las taxidermias:

Cuando me hice cargo de la dirección del museo, su personal se componía de un director, un subdirector, que lo era Don Filiberto Germaín, nombrado por decreto el 20 de octubre de 1853, y de un disector, Bernardino Cortés, que había acompañado al señor Gay como sirviente en sus viajes y entendía algo de sacar los cueros de aves, etc. El señor Germaín presentó su renuncia en 1858...en su lugar fue nombrado don Luis Ladbeck...colono alemán que se había ocupado mucho de ornitología y desempeñó su destino hasta que perdió la vista a consecuencia de su continua ocupación con el arsénico (principal ingrediente utilizado en la preparación de las pieles) (Pág. 14).

Relata de este modo en orden cronológico a preparadores y ayudantes que se fueron sucediendo o compartiendo el trabajo en el museo, la figura del taxidermista siempre fue considerada en el plantel del museo (aunque con otras denominaciones tales como disecador, diseccionador, preparador) y tomó mayor protagonismo en esta época.

Luego de la muerte de Bernardino Cortés se nombra a Pablo Ortega como disector en 1862, en 1884 Carlos Rahmer, quien había estudiado taxidermia en Stuttgart es nombrado subdirector y preparador, en 1885 fue Zacarías Vergara nombrado disector y en 1889 Federico Alber reemplaza como preparador a Rahmer, quien había decidido trabajar en el sector privado. De esta nómina destaca el apellido Vergara, ya que de esa familia participaron activamente en el MNHN como taxidermistas, 3 de sus generaciones (Fig.10), Zacarías Vergara, sus hijos Germán Vergara y Guillermo Vergara y Carlos Vergara, este último, tío de Ricardo Vergara.

Adrián Vergara, también hijo de don Zacarías y padre de Ricardo trabajó como profesor y encargado de las colecciones zoológicas del ex Instituto Pedagógico de la Universidad de Chile.

Ricardo Vergara es quien recibe los conocimientos y secretos sobre taxidermia de su tío Carlos e imparte clases en el Centro Nacional de Museología hasta el año 1974, luego continúa desarrollando su labor de divulgación de esta especialidad instruyendo a profesores de biología, estudiantes de enseñanza media y universitaria, además de ser instructor y profesor guía del Centro de Taxidermia de las Juventudes Científicas de Chile (1969-2000). El año 2018 dio término a una larga carrera como taxidermista del MNHN.

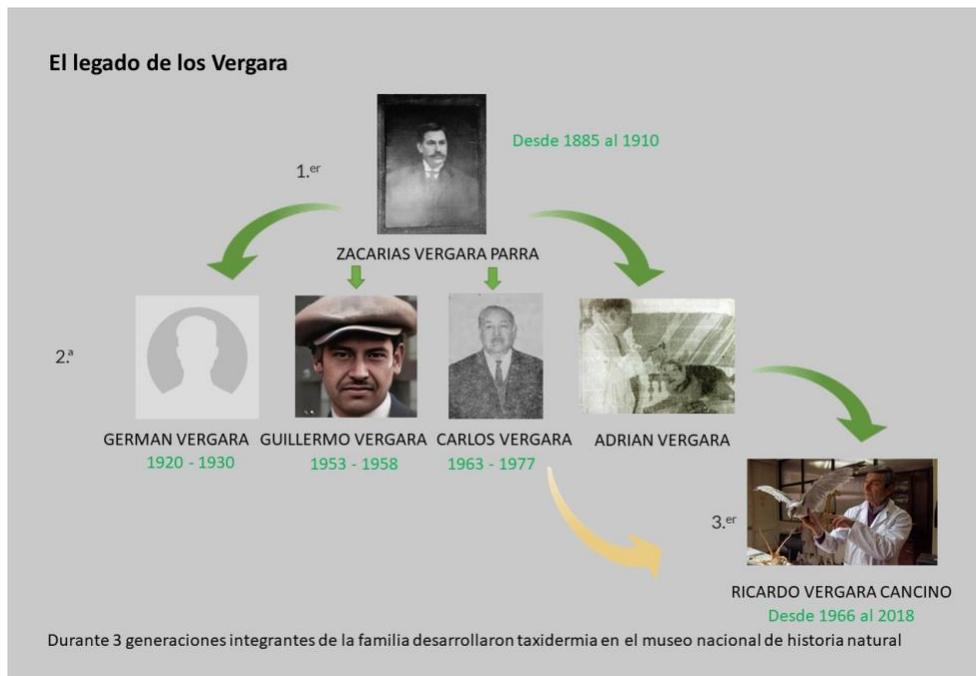


Figura 10.-

Genealogía de taxidermistas de la familia Vergara en el MNHN. Imagen gentileza de Diego Jara, Encargado del taller de Taxidermia del museo en la actualidad.

En 1878 Eduardo de la Barra, funda el Museo de Historia Natural de Valparaíso, en el Liceo de Hombres, actual Liceo Eduardo de la Barra.

En 1906, bajo la dirección del reconocido naturalista Carlos Porter, el Museo sufre la pérdida de su colección debido a un devastador incendio, por lo cuál se pierde el registro de todo el material de estudio que el museo almacenaba, el cuál había sido coleccionado mediante recolección e intercambio con otras instituciones museales internacionales, lo que daba cuenta de un interés por el trabajo colaborativo de los naturalistas chilenos y extranjeros en esa época (Valenzuela, 2018).

En este museo comenzó ya en 1928 a desempeñarse como taxidermista José Carpeneto Corsiglia (Fig. 11), cuyo trabajo significó un enorme aporte al conocimiento científico de las aves de la región y también al desarrollo de la taxidermia y la enseñanza de este oficio, ampliando la colección del Museo en cuánto a piezas para exhibición como también en la elaboración de aves destinadas a la investigación científica, también extendió sus enseñanzas de taxidermia en el Instituto de biología de la pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Valenzuela, 2018).

Carpeneto colaboró con Rodulfo Amando Philippi Bañados, nieto de Rodulfo Philippi, en investigaciones sobre las aves de Chile³ (Valenzuela, 2018). En Concepción el año 1902 abre sus puertas el Museo de Historia Natural, cuyo fundador fue el naturalista británico Edwin Reed Brookman (1841), que previamente había tenido experiencia como ayudante en el Museo de Ciencias Naturales de Bristol. A su arribo al país fue contratado por el Museo de Historia Natural para clasificar flora y fauna nacional junto a Rodulfo Philippi, ayudó también en los inicios del Museo de Valparaíso y el Museo de Baños de Cauquenes. Su ayudante taxidermista en el Museo de Concepción fue Gabriel Castillo, incorporó especímenes de la fauna regional además de ejemplares exóticos (Concepción, s.f.) .

³ Carpeneto colabora con su conocimiento para el libro que Philippi publica en 1957 junto a J.D. Goodal y Alfredo William Johnson, *Las aves de Chile: su conocimiento y sus costumbres* (Valenzuela, 2018)



Figura 11.-

José Carpeneto Corsiglia con leona. Imagen perteneciente a la familia Llanos Carpeneto (Reproducida desde <https://www.mhvn.gob.cl/galeria/el-trabajo-de-jose-carpeneto>).

Ya avanzado el siglo XX, en la década del 60, se vivió un auge de los museos, creándose en ella 28 nuevos museos (Azócar, 2008). Desde el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago bajo la dirección de Grete Mostny Glaser (1914-1991), se llevaron a cabo diferentes iniciativas para realzar la labor del museo en la sociedad y avanzar en la profesionalización de los trabajadores de museo. De su mano nacen la Asociación de Museos de Chile y el Noticiero Mensual (modesta publicación que se entregaba gratis a los visitantes del MNHN). En 1965 se crea el primer Taller de Diseño Museográfico del país y el comité Nacional Chileno de Museos afiliado al ICOM lo que aparece como una puerta de acceso a las actividades y métodos modernos de nivel internacional, nacen también Las Juventudes Científicas en 1967 (Azócar, 2008).

Todos estos avances gestaron de a poco la idea de crear la carrera de museología, idea que vio la luz el 28 de febrero de 1968, cuando se forma el Centro Nacional de Museología en el Museo Nacional de Historia Natural. La encargada de dirigir el Centro era la directora del mismo

museo, Grete Mostny y las actividades del centro se llevaban a cabo en el MNHN también, dependía de la dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos y las clases se impartían en el Museo, en el Instituto Pedagógico de la Universidad de Chile, en el Hospital Psiquiátrico y en el Liceo Experimental Juan Antonio Ríos (Azocar, 2008).

En dicho centro se dictaba una Carrera técnica que tenía una duración de 3 años, en donde una de las asignaturas correspondiente a la malla curricular del plan de Técnicas y Prácticas de Laboratorio, era la de Taxidermia.

Carlos Vergara Castro, mencionado anteriormente, figura como profesor de esta asignatura. Vinculado al museo desde el año 1962 desarrolló una importante labor de promulgación de esta especialidad instruyendo a profesores de biología y estudiantes de enseñanza secundaria y universitaria, cumpliendo una labor importante en la conservación de las colecciones y en la preparación de nuevos ejemplares, labor que continuó su hijo Ricardo Vergara (Museo Nacional de Historia natural, 1977).

El Centro Nacional de Museología se vio afectado tempranamente por diversos problemas, siendo el financiamiento uno de los mayores, ya que debía disponer de recursos del mismo MNHN. Tampoco contaba con instalaciones propias, lo cuál acarrea problemas de espacio tanto para el Centro y los docentes, como para el Museo. La DIBAM por su parte siendo la institución encargada de firmar el diploma de Técnico en Museología, nunca reconoció el título, por lo que luego del golpe militar de 1973 el Centro se vio obligado a cerrar sus puertas y en 1974 se cursó el último año de estudio para el egreso de la última promoción.

Esta fue la única vez que en Chile se apostó por una educación integral para formar profesionales especializados para trabajar en museos, la única también en que formalmente se pudo acceder a conocimientos prácticos en el área de la Taxidermia.

A pesar de esto, afortunadamente el taller de taxidermia del MNHN no ha cesado sus funciones desde la concepción del Museo como gabinete de curiosidades (Fig. 12).

Por ese taller han pasado ayudantes y voluntarios que han aprendido la técnica y la han desempeñado de manera particular, satisfaciendo la necesidad de algunos, de poseer una taxidermia como objeto decorativo o de inmortalizar a alguna mascota.

En la historia del taller destaca la museóloga y taxidermista Marta Cerda Silva, quién trabajó en el museo por 8 años (1976-1984) y quién luego se trasladó a la Universidad Austral de Valdivia donde se destaca su participación en la facultad de veterinaria. También han pasado otros aprendices que han expandido la taxidermia al campo del arte, como Tania González y Antonia Grisanti, ambas voluntarias en los tiempos de Ricardo Vergara, quienes aprendieron esta técnica y tras su paso por el museo se han desarrollado fuera de éste, González ha constituido obra artística donde incorpora taxidermias y brujería y Grisanti trabaja en Francia como artista independiente para el Museo de Historia Natural de Paris, donde se ha especializado en la taxidermia y restauración de aves. La obra del artista Antonio Becerro también incorpora animales que han sido atropellados, los naturaliza de una manera particular, conservando la apariencia de vida, pero los interviene con pintura, como si fuesen lienzos, incluso con tatuajes, creando varios cruces interdisciplinarios en su obra.

Richard Faúndez encargado actualmente del área de exhibiciones del MNHN, trabajó como preparador taxidermista en ese taller del que hoy está a cargo Diego Jara, actual taxidermista del museo, quien ha colaborado generosamente con esta investigación y que sabe, es uno de los pocos profesionales que, a falta de escuelas que impartan esta técnica, puede transmitir este conocimiento a nuevas generaciones.



Figura 12.-

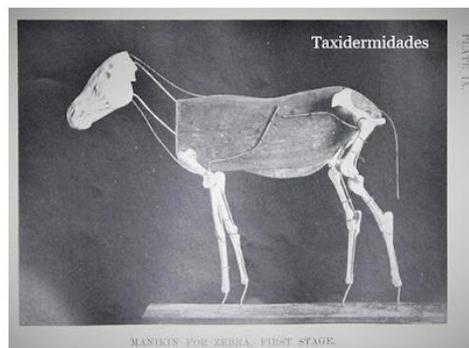
Taller de Taxidermia Museo Nacional de Historia Natural, al lado derecho Guillermo Vergara, 1920. Santiago de Chile. (Archivo Histórico MNHN)

La Taxidermia; Morfología, Materialidades Constitutivas y Recetas

Morfología

Las Taxidermias están compuestas por una gran variedad de materiales y han sido elaboradas con variedad de técnicas también, es por esto que albergan una gran complejidad en cuanto a conformación material. Los animales naturalizados también poseen diferencias entre especies y familias, lo que deriva también en cambios de materiales y procedimientos. Este trabajo se enfocará en el análisis y la restauración de mamíferos naturalizados por lo que se acotará la investigación a esta familia, dejando fuera a aves, reptiles y peces.

Los mamíferos naturalizados por lo general poseen una estructura interna denominada **armadura**, un relleno superpuesto a esta armadura que brinda la forma a la musculatura al que denominamos **maniquí** y la piel preparada y montada por sobre este maniquí (Fig. 13). Además de la piel en ocasiones se conservan partes del animal que ayudan a dar estructura o formas verosímiles, como algunos huesos, pezuñas, pico en las aves, entre otras (Gil, 2015).



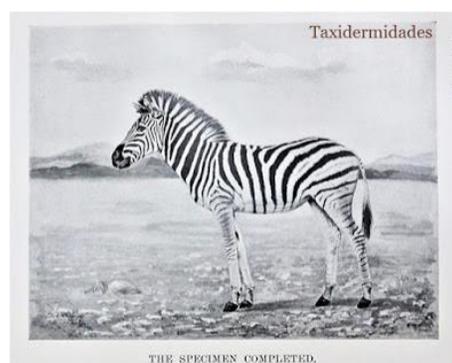
A



B



C



D

Figura 13.-

Morfología de una taxidermia desde la armadura interna (A), maniquí (B y C), hasta completar la piel montada (D). (Imágenes reproducidas desde www.taxidermidades.com).

Estos especímenes suelen estar montados sobre una peana de madera o ambientados en un entorno natural, de este modo, las taxidermias, interactúan además con otros materiales externos que influyen en los deterioros que puede sufrir la pieza y que debemos considerar también al momento de conservar y/o restaurar.

La morfología de los mamíferos naturalizados ha experimentado cambios durante la historia, los primeros especímenes de mamíferos montados conservaban casi por completo el esqueleto y estaban alambrados de manera sencilla, cuando se comenzaron a taxidermizar

animales de mayor envergadura, que suponían una estructura más resistente y estable, el armazón interior se comenzó a adaptar y complejizar (Gil, 2015).

Conforme avanza la tecnología, están siendo empleados materiales modernos, como el poliuretano para elaborar los maniqués y estos se pueden conseguir en tiendas especializadas de taxidermia comercial, dedicadas a la reproducción anatómica en serie de una amplia gama de partes de especímenes y maniqués completos.

Elementos Naturales que Constituyen una Taxidermia

Se han de considerar Elementos Naturales en una taxidermia a aquellos que provienen directamente del animal trabajado. Los siguientes acápite aborda las particularidades de estos elementos.

La Piel

La piel, junto con otros anexos cutáneos como las uñas, el pelo y las glándulas sudoríparas y sebáceas, conforman el sistema tegumentario, primera barrera de protección contra agentes invasores externos. La piel constituye entre el 15 y 20% del peso corporal por lo que se considera el órgano más grande del cuerpo, compuesto por la epidermis y la dermis (Sepúlveda, 2012)(Fig. 14).

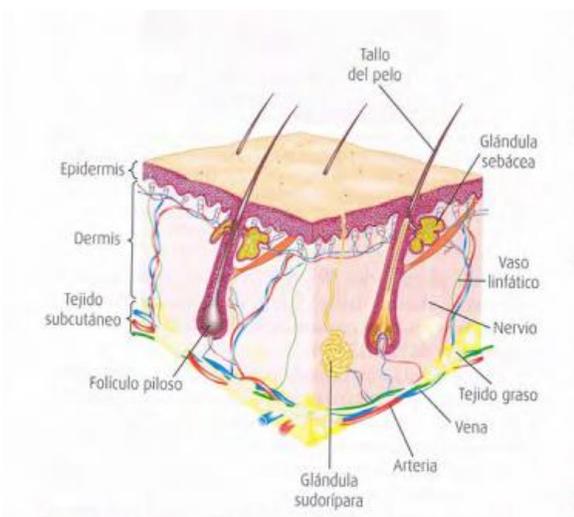


Figura 14.-

Esquema de las capas de la piel, Imagen reproducida desde el libro “Atlas de Histología, biología celular y tisular” (McGraw-Hill Interamericana Editores, 2012).

Hocico

El hocico es la porción de la cabeza que se proyecta delante de los ojos. En algunos animales, si la nariz está muy junta a la boca, se la considera parte del hocico. La longitud y la forma varían de unos animales a otros, esto puede verse en la misma especie, como en los perros, en función de las distintas razas (Gil, 2015).

El hocico es una epidermis rellena de cartílago y algo de carne, por lo general el cartílago se retira en su mayoría al hacer una taxidermia y se sustituye por relleno como arcilla para evitar que encoja y se deforme durante el secado (Gil, 2015).

Pelo/pelaje o fanera

El pelaje o fanera también pertenece al sistema tegumentario y es el conjunto de pelos que salen desde los poros de la piel, cumple la función de protección.

La estructura del pelo consta de tres secciones, el tallo, la raíz y el bulbo. Se origina en la epidermis y donde se encuentran los folículos pilosos esta se vuelve mas gruesa. Los pelos se organizan oblicuamente sobre la superficie de la piel (Kite, 2006).

El pelo está formado por tres distintas capas, de afuera hacia adentro, cutícula, córtex y médula (Kite, 2006). El espesor de estas distintas capas varia según las especies, como ejemplo el córtex en el pelo de las focas representa un 96%, en ardillas un 34% y en renos no se encuentra presente. Esto repercute en la resistencia del pelo, siendo muy débil en los renos y fuerte en el pelo de las focas (Kite, 2006).

Hay varios tipos de pelos, dependiendo del tipo de animal y/o raza. Cuando el pelo es muy duro, muy tieso y no está cubierto de vello alrededor de su raíz, se llama **cerda**, cuando es duro, liso, más o menos largo y no está cubierto de vello alrededor de la raíz se llama **crin**; cuando es un poco menos duro que la crin, liso, luciente, más o menos cubierto de vello alrededor de la raíz, se llama **pelo** propiamente dicho. El **vello** es un pelo fino y sedoso en mamíferos (Gil, 2015).

Cuernos y astas

Los cuernos están formados por una base ósea forrada por piel modificada sin pelos ni glándulas, la epidermis de este revestimiento está fuertemente cornificada⁴. Por lo general los

⁴ De material córneo, mayormente queratina, esta forma en su totalidad también es conocida como vaina córnea o tubo córneo (Mülling, 2011).

cuernos crecen en parejas, como en el caso de bisontes, toros o cabras. En algunas especies como el rinoceronte estos se diferencian de los anteriores en que carecen de núcleo óseo, solo tienen depósitos de sales de calcio y melanina en el centro de sus cuernos (Gil, 2015).

Las astas, también son protuberancias óseas de los ciervos, renos, venados y demás miembros de la familia de los cérvidos (Álvarez del Villar et al. 2007). Estas ramificaciones nacen de los huesos frontales y son mudadas por los animales anualmente y sustituidas por otras nuevas. Son característica sexual de los machos excepto en los renos que se presentan en ambos sexos (Álvarez del Villar et al. 2007). Al inicio de su crecimiento están recubiertas por un tejido con pelillo corto llamado terciopelo, el cual se pierde cuando el tejido óseo se fortalece.

Las diferencias que encontramos entre cuernos y astas provocarán distintos comportamientos frente al envejecimiento, presentando deterioros diferentes, los tratamientos de restauración a emplear también podrán diferir entre ellos (Gil, 2015).

Uñas, garras, pezuñas y cascos

Los dedos son los extremos de los miembros de los mamíferos y poseen diferentes formas y cualidades según el uso que ha desarrollado cada animal, específicamente tres formas básicas, la uña o unguis, la garra o unguícula y la pezuña y/o casco llamada úngula (Bragulla et al. 2011), que podemos ver representadas esquemáticamente en la figura 15. Estas estructuras están formadas de piel fuertemente cornificada (Bragulla et al. 2011). Su función principal es de protección de los extremos de los dedos ante la gran carga mecánica que soportan, y sus funciones secundarias son las de herramienta, órgano sensorial y arma. Dependiendo de la especie difiere el modo de apoyo de este órgano sensorial, por ejemplo, los gatos protegen la garra del desgaste mediante su retracción dentro de un pliegue cutáneo, mientras que los caballos sólo apoyan el borde solar del casco, equivalente al borde de la uña del dedo humano (Bragulla et al. 2011).

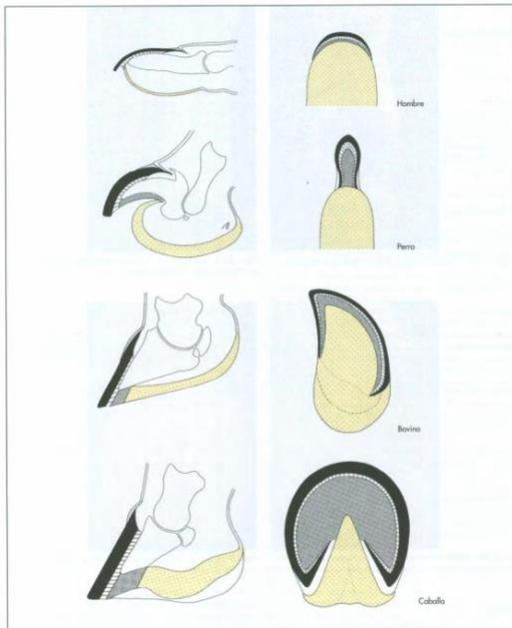


Figura 15.-

Representación esquemática de uña, garra, pezuña y casco. Imagen reproducida desde el libro “Atlas de Histología, biología celular y tisular” (McGraw-Hill Interamericana Editores, 2012).

Huesos

Los huesos son órganos rígidos que forman el endoesqueleto de los vertebrados, son un órgano vivo que contiene células y vasos sanguíneos que le aportan oxígeno y nutrientes (Wikipedia 2020). El tejido óseo está compuesto aproximadamente de un 25% de agua, 45% de minerales como fosfato y carbonato de calcio y 30% de materia orgánica (colágeno y otras proteínas), pero esta proporción varía ya que no todos los huesos son iguales (Gil, 2015).

Las diferencias del tejido óseo han de considerarse al momento de intervenir huesos, al necesitar hacer cambios en la estructura interna de una taxidermia que los posea.

Dientes

Estructuras o piezas duras que cumplen las funciones de masticar, morder, retener las presas o el alimento, también usadas al momento de ataque o de defensa (Álvarez del Villar et al. 2007).

Están compuestos por una capa exterior de esmalte, que es el tejido mas duro del cuerpo, que cubre la corona, parte sobresaliente del diente. La capa intermedia esta compuesta de dentina, algo mas blanda que el esmalte y con una estructura similar a la del hueso. La dentina forma el bulto, o núcleo, de mayor extensión en el diente, cubierta por cemento en la raíz, que es la parte arraigada a la mandíbula. Podemos reconocer incisivos, colmillos y caninos, y molares o muelas (Gil, 2015).

Los dientes de muchos animales se han adaptado a diferentes usos. Los roedores tienen incisivos curvos que crecen constantemente durante su vida, los elefantes tienen largos colmillos que crecen por fuera de la mandíbula con una dentina mas dura, lisa y amarillenta, llamada marfil (Gil, 2015).

Elementos Artificiales en una Taxidermia

Consideraremos como Elementos Artificiales en una taxidermia a aquellos que han sido añadidos en la elaboración del espécimen naturalizado y poseen un origen distinto al animal.

Armadura interna

La armadura interna de una taxidermia puede variar dependiendo de la envergadura del animal naturalizado, puede poseer partes del esqueleto original del animal, por lo general el cráneo o extremidades unidas a **alambres metálicos** (Fig. 16) en el caso de pequeños mamíferos o aves. Si el animal es de dimensiones mayores por lo general el esqueleto es retirado por completo y se crea una armadura completamente artificial con ayuda de **hierro y madera** que logra brindar un soporte resistente en el tiempo a la piel que sostendrá.



Figura 16.-

Radiografía de mangosta con cobra que muestra armaduras internas de alambres. Imagen reproducida del sitio <http://www.treacletheatre.co.uk/portfolio/?p=1845>

Maniquí

El maniquí es la armadura unida al relleno de la pieza taxidermizada, este relleno puede ser de **fibra vegetal (estopa, paja, viruta o lana de madera)** (Fig. 17), algunas veces amarrada con cordel para así poder modelar la musculatura del animal, pudiendo luego ser cubierta, o no, con una capa de escayola para realizar detalles de arrugas o tendones.



Figura 17.-Relleno sin amarras, de diferentes fibras en cabeza de zorro. Reproducida desde Morris, P (2010). A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste. Londres, Reino Unido

En el Siglo XIX la técnica para elaboración de maniquí se perfecciono dando mayor importancia al modelado anatómico de la musculatura en escayola, se realizaban verdaderas esculturas que agudizaban la anatomía realista y permitían traducir mejor el movimiento o la pose de el animal (Fig. 18). A esta técnica se le llamo dermoplastía, y consistía en rellenar la armadura de madera y hierro con yeso o papel mache, luego forrarla con una capa de estopa y sobre esta aplicar una gruesa capa de escayola que se modelaba y tallaba con gran precisión , para esto era necesaria la observación del animal en su hábitat natural, la realización de bocetos y/o fotografías y poseer las medidas exactas del animal al momento de ingresar al taller de taxidermia, a veces se agregaba un acabado fino de papel mache para agregar detalles el cual era barnizado con varias capas de goma laca, para impermeabilizar (Dickinson, 2006). Esta técnica fue llevada un paso adelante con Carl Akeley, quien modelaba el animal en arcilla, con gran detalle y técnica, luego realizaba un molde en yeso y dentro de este molde, con yeso

también o capas de pasta de papel realizaba un contra molde, el cual desprendía posteriormente y unía dejando una escultura vacía del animal, liviana y firme, con gran calidad de detalles. Esta técnica fue llamada método AKELEY o esculturodermia (Pérez, 2013).

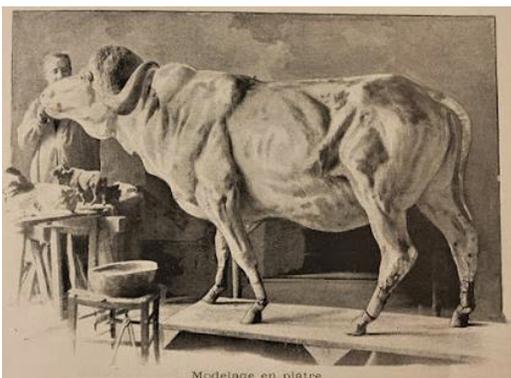


Figura 18.-

Búfalo modelado en yeso. 1895. Imagen reproducida desde [sitio https://www.taxidermidades.com/2019/06/materiales-de-relleno-del-henchido-de-la-piel-a-los-maniquies-de-poliuretano.html](https://www.taxidermidades.com/2019/06/materiales-de-relleno-del-henchido-de-la-piel-a-los-maniquies-de-poliuretano.html)

A mediados del SXX se incorporan las resinas sintéticas, cuya principal ventaja es su ligero peso y su fácil reproductibilidad acorde con la comercialización actual. Entre ellas se encuentra el Foam o espuma de poliuretano rígida, el poliestireno expandido, el poliuretano el poliéster, o la resina epoxi (Gil, 2015) (Fig. 19).

Figura 19.-

Maniquí de poliuretano, comercializado actualmente. Imagen reproducida desde <https://www.mckenzieesp.com/Default.aspx>



Pedestal o peana

Generalmente las taxidermias van situadas sobre un pedestal o peana que brinda estabilidad al montaje. Esta estructura es una base usualmente de madera, que recibe los fierros o alambres que poseen las piezas para quedar fijas en una posición. Estas bases suelen ir pintadas o barnizadas y algunas poseen una placa de inscripción. Dependiendo del tipo de montaje estas bases pueden variar de materialidad y de forma o pueden llevar un recubrimiento que les otorgue características de semejanza con el entorno natural del animal exhibido, por ejemplo, mallas metálicas, yesos, pintura y algunas veces elementos de origen vegetal que aportan realismo a la pieza y a los dioramas (Gil, 2015).

Es posible encontrar bajo estas bases información histórica como autor y fecha de la taxidermia.

Metal

Los alambres y fierros cumplen un rol fundamental en la elaboración y montaje de un animal naturalizado con fines exhibitivos brindan estructura y sustentabilidad de la pieza.

Los metales son elementos químicos que pueden existir individualmente como sólidos puros con la forma de una matriz cristalina, se caracterizan por su dureza, ductibilidad, conductividad, brillo y maleabilidad, son conductores de calor y electricidad. Los metales pueden formar aleaciones o mezclas entre ellos (The Conservation and Art Materials Encyclopedia Online, 2020).

Madera

La madera es el tejido duro y fibroso que compone tronco, rama y raíces de árboles. Ha sido usado para la elaboración de herramientas, estructuras y como material artístico desde los primeros tiempos. La madera está compuesta principalmente por celulosa (40-60%), hemicelulosas (15-25%) y por lignina (15-40%), también puede contener resinas, tintes, taninos, ceras y aceites. Su principal deterioro es causado por infestaciones de insectos o microbiológicas (The Conservation and Art Materials Encyclopedia Online, 2020).

Otros

Muchas partes del animal deben replicarse en el maniquí o la piel en el momento previo o después de su montaje ya sea por que se han podrido antes del proceso del curtido o se han deteriorado completamente al momento del secado. Estamos hablando de ojos, orejas, párpados, encías, lenguas, dientes o garras.



Figura 20.-

Relleno de orejas, lengua y ojos que se comercializan para taxidermia. Imágenes reproducidas desde <https://www.mckenzieesp.com/Default.aspx> y <https://www.vandykestaxidermy.com/Default.aspx>



Montago Brown, en su libro Practical Taxidermy (1884) menciona varios materiales y mezclas que propone para la realización de estas partes; arcilla, yeso, cera, terracota cocida, yeso mas agua y cola, yeso mas aceite hervido, cola en agua con resina mas aceite y vela de sebo (velas de grasa animal mas glicerina), entre otras.

En la actualidad se emplean pastas celulósicas, como la pasta DAS para su modelado, o las resinas epóxicas. Es común también adquirir estas piezas en tiendas especializadas de taxidermia en Estados Unidos o Europa, con las características específicas de cada animal (Fig. 20).

Cuero, su Naturaleza y Propiedades

El cuero es el principal material constitutivo de las taxidermias y es imprescindible el análisis de su conformación química en esta investigación. La piel una vez separada del resto del cuerpo es convertida en cuero a través de distintos procesos, el curtido se considera uno de los primeros procesos de manufactura humana, solo precedido por la elaboración de herramientas (Covington, 2009) y hasta el desarrollo del telar fue el único material disponible en paños (Thomson, 2006).

Sus características son; flexibilidad, fuerza de tensión relativa, resistencia a rasgados, a pinchazos, a abrasión, aislante de calor y de vapor de agua, moldeable y comprimible sin perder ni distorsionar su superficie, resistente al viento, y, sobre todo, la cualidad fundamental del cuero es que puede resistir el ataque microbiológico, incluso si se mantiene húmedo (Thomson, 2006).

Estructura de la Piel y Colágeno

La piel es el órgano mas grande que poseen los mamíferos, provee protección frente al ambiente exterior y permite el control de la temperatura, es delgada y a la vez es capaz de resistir los 1000 kilos que puede llegar a pesar una vaca, esto gracias a que la piel posee una estructura intrincada y tridimensional de largas y anchas fibras reunidas en montones y entretejidas entre una sustancia base gelatinosa. También posee pelo, venas, raíces, músculos y células grasas, pero es este tejido en tres dimensiones el cual finalmente le brinda sus características físicas únicas al principal material constituyente de las taxidermias; el cuero (Thomson, 2006).

En los mamíferos la piel se compone de tres capas; la epidermis, la dermis o corium y la hipodermis, las cuales varían de grosor en función de la zona del cuerpo o tipo de animal al que pertenece (Gil, 2015).

La piel está compuesta primariamente de colágeno. Encontramos en los animales 28 tipos distintos de colágenos, pero la mayoría de los tejidos de la piel poseen colágeno del tipo I.

El colágeno es una proteína formada por aminoácidos, moléculas orgánicas con un grupo amino en un extremo (-NH₂) y un grupo carboxilo (-COOH) en el otro, unido a una cadena lateral "R" (generalmente de C) (Covington, 2009).

Los aminoácidos se unen a través de enlaces peptídicos entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del aminoácido adyacente, esta formación de enlaces peptídicos involucra la pérdida de agua mediante una reacción de condensación. De este modo numerosos aminoácidos se enlazan para formar una larga cadena (polipeptido). (Haines, 2006)

Al colágeno lo constituye una cadena básica conformada por una secuencia de tres aminoácidos, la glicina siempre forma parte de ésta, acompañada por otros dos aminoácidos, X e Y, de estos últimos los más presentes en el colágeno son la hidroxiprolina, prolina y lisina (Covington, 2009). La hidroxiprolina se encuentra rara vez en otra proteína que no sea colágeno, por esto es utilizada para identificar la presencia o contenido de colágeno en una muestra (Haines, 2006). La forma en el espacio de esta cadena formada por grupos de aminoácidos es torcida en hélice hacia la izquierda, movimiento que se denomina levogiro. A estas cadenas se les denomina cadenas α , por estar constituidas de α aminoácidos, es decir aminoácidos que presentan dos carbonos desde el grupo carboxilo al grupo amino. Son la unidad básica de la fibra de colágeno y se llaman tropocolagenos.

El enlace puente de hidrogeno es el que une a las cadenas α entre sí para formar la molécula de colágeno.

Cuando estas cadenas se enlazan entre 3, se enrollan hacia la derecha, en dextrogiro, formando la molécula de colágeno, o triple hélice (Fig. 21), este espiral mantiene las cadenas unidas, pero la triple hélice se mantiene unida mayormente por puentes de hidrogeno entre las cadenas α , a mayor distancia de las cadenas el enlace será más débil (Haines, 2006).

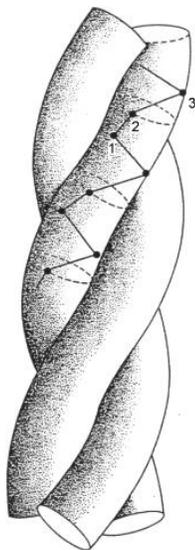


Figura 21.-

Triple Hélice, Imagen reproducida desde "Tanning Chemistry: The Science of Leather" (Anthony D. Covington, 2009).

Muchas de estas moléculas unidas forman fibrillas, las cuales son la unidad mas pequeña perceptible por un microscopio de trasmisión de electrones. La estabilidad de la fibrilla depende del crosslinking o enlace covalente cruzado formado entre las fibrillas adyacentes (Haines, 2006). Estas fibrillas originan fibras, proceso denominado fibrogénesis en el cual, dependiendo del tipo de trama y de los aminoácidos que las componen, se generan los distintos tejidos proteicos, como por ejemplo la piel y los tendones.

Una de las propiedades del colágeno es que se encoge cuando es calentado en agua. El colágeno de la piel de los mamíferos sin haber recibido ningún proceso químico encoge a una temperatura de 65° C. La razón de este encogimiento es que las cadenas del colágeno tienen una forma extendida sostenida por puentes de hidrogeno los cuales se sueltan y las fibras se encogen generando una consistencia similar al caucho. Sólo los enlaces covalentes cruzados y los enlaces de sal permanecen sujetando las moléculas de colágeno y previniendo su disolución total (Haines, 2006).

Enlaces químicos introducidos al colágeno mediante agentes de curtido aumentan la temperatura de encogimiento, dependiendo del elemento de curtido y de la naturaleza del proceso empleado (Haines, 2006).

Curtido

Recordemos que curtido es la conversión de la piel en cuero, es decir cuando ésta se transforma y se vuelve resistente a los microorganismos (Covington , 2006). Es un procedimiento que se realiza de diferentes maneras y con varios pasos que han de llevarse a cabo previamente. Existen diversas formas en las que se ha conservado la piel a lo largo de la historia, desde la prehistoria las pieles se han usado como vestimenta o empleado en la creación de refugios (Thomson, 2006), para momificación o embalsamamiento natural, liofilización, taxidermia o disección y en la industria del cuero y peletería. En la taxidermia no se realiza un curtido de la piel con todos estos pasos, por lo que solo se mencionaran y se describiran los que si se emplean en la preparación de animales naturalizados.

Es en la industria del cuero y la peletería donde se llevan a cabo la mayor cantidad de pasos para estabilizar la piel, y específicamente en la peletería encontramos más similitudes con la taxidermia, ya que se conservan los pelos y se pueden encontrar puentes que nos guien en un proceso de conservación y restauración, tomando en cuenta también las diferencias que presentan dichos tratamientos.

Todo comienza con el **desollado**, momento en el que con la ayuda de cuchillos y otras herramientas se retira la piel del animal, en taxidermia debe realizarse con el animal fresco para así lograr mejores resultados (Gil, 2015).

Las operaciones siguientes pueden dividirse en tres grupos principales, pre-curtido, curtido y post-curtido y suelen desarrollarse en soluciones acuosas. Roy Thomson (2006) describe los procesos de la siguiente manera:

Para llevar a cabo los siguientes procesos la piel debe estar curada, esto quiere decir que deben haber bajado los niveles de humectación de las fibras de modo tal que no se pueda llevar a cabo un proceso de putrefacción, esto generalmente se hace secando la piel con sal o remojandola en una salmuera.



Figura 22.-

Preparación de pieles en el Taller de Taxidermia del MNHN, en la imagen se muestran las pieles con cloruro de sodio (sal común) durante el piquelado. (Registro I. Muray).

El **lavado y remojo** cumple con la función de remover sangre, suciedad y exceso de sal

El **encalado** es un proceso que no se lleva a cabo en la taxidermia porque uno de sus objetivos es eliminar el pelo de la piel. Se realiza en una suspensión de hidróxido de calcio junto a otros agentes como sulfuro de sodio los que aceleran el desprendimiento del pelo y la epidermis.

En el procedimiento de **descarnado** se corta cualquier pieza suelta de membrana o carne aún adherida a la parte interior de la piel, luego se **recorta e iguala** el pelaje para lograr un nivel homogéneo de toda la pieza (Kite, 2006).

Con la pieles que fueron encaladas (no así en el proceso de la taxidermia) se realiza un proceso denominado **desencalado** para reducir la alcalinidad de la piel. Una vez recibido este tratamiento, estas pieles se someten al **bateado**, el cual es un baño enzimático que brinda

flexibilidad y acabado al cuero, las enzimas cumplen la función de limpiar aun mas la estructura de la piel.

El **piquelado** (Fig. 22) es el paso en que las pieles reducen su pH a 2.0 y 2.5 por la acción del ácido sulfurico o ácido clorhidrico, sales como el cloruro de sodio o el sulfato de sodio se añaden a la solución para prevenir el hinchamiento por osmosis.

El **curtido** propiamente tal, puede llevarse a cabo de diversas maneras, pero hay tres grupos de curtientes que son los más utilizados, estos son los curtidos por extractos vegetales, curtidos por sulfatos de cromo y curtidos sintéticos llamados sintanos.

En el taller de taxidermia del MNHN se realiza una curtiembre mineral artesanal, proceso también llamado curtido blanco (Fig. 23), en donde se sumerge la piel en una solución de agua destilada con alumbre de potasio y cloruro de sodio. Diego Jara nos cuenta que también le agrega una pequeña parte de formalina, para que no se desprenda el pelo de la piel (comunicación personal).



Figura 23.-

Curtido blanco en el taller de taxidermia del MNHN. Registro propio.

Uno de los cambios mas importantes que la piel experimenta en este proceso es el aumento de la estabilidad hidrotérmica, que puede ser medida comúnmente por la temperatura

de contracción (encogimiento). Covington (2006) explica que la contracción es un proceso cinético que puede ser tratado termodinámicamente y que para alcanzar una estabilidad se busca modificar la estructura alrededor de la triple hélice con ayuda de los agentes de curtido. En el colágeno crudo esta estructura supramolecular, la triple hélice es enlazada por agua, al añadir agentes curtientes, estos cambian las matrices de agua otorgando así diferentes grados de estabilidad a la piel, la que dependerá de la naturaleza de las interacciones entre estas matrices y la triple hélice mediante sus unidades cooperadoras. Los agentes curtientes tienen la habilidad de encajar o no la estructura del agua y atar la matriz covalente al colágeno, afectando de ese modo la magnitud de un cambio en la temperatura de contracción del colágeno.

Covington (2006) propone que el largo de la unidad cooperadora del colágeno, la cinética y la temperatura de contracción, son directamente proporcionales y señala a modo de ejemplo que el colágeno crudo consta de 20 residuos (unidades cooperadoras) y alcanza una temperatura de contracción de 60°C. El colágeno curtido con aluminio consta de 71 residuos y alcanza una temperatura de contracción de 73°C, y el colágeno curtido con cromo⁵ cuenta con 206 residuos y eleva la temperatura de contracción a 107°C. (pág. 23)

En una etapa posterior a la de curtido Thomson menciona varios procesos vinculados a la industria del cuero y la peletería, entre ellos el **rebajado o emparejado, la neutralización, el re-curtido, teñido, el engrasado** (aceitado o nutrición). En taxidermia se nutre el cuero mojado impregnándolo con una emulsión de aceite en agua, de esta manera se separan las fibras de colágeno lográndose una mayor flexibilidad y las grasas añadidas logran sustituir las que se perdieron en los baños anteriores. El **secado** en taxidermia se realiza montando la piel sobre el

⁵Actualmente la tecnología del cuero es dominada por el curtido al cromo, que se comenzó a utilizar hace aproximadamente 130 años reemplazando al tradicional curtido vegetal en base a polifenoles (Covington, 2006).

maniquí y fijandola para que adquiriera la postura deseada. En la industria del cuero el secado se realiza al aire libre o dentro de un tambor con aserrín (Gil, 2015).

El proceso finaliza con el **estirado** y el **acabado** que le brinda distintas apariencias al cuero (Thomson, 2006).

Categorías y Criterios de Intervención

Definiciones y Criterios de Conservación y Restauración

Las taxidermias que conforman parte del patrimonio cultural chileno custodiado por el Museo Nacional de Historia Natural son bienes culturales⁶ únicos en cuanto a su dualidad, por un lado, un pasado como seres vivos, por el otro, objetos creados por seres humanos, con finalidad educativa, estética y por que no, en algunos casos, artística. Por tanto, son considerados como bienes culturales y patrimonio nacional, las decisiones sobre posibles intervenciones deben ser evaluadas y fundamentadas siguiendo los lineamientos sobre teoría de la restauración y conservación respetando el estatus y la integridad de las piezas. Para esto es necesario visitar algunas definiciones de restauración y conservación.

El ICOM-CC definió Conservación curativa como:

“Todas aquellas acciones aplicadas de manera directa sobre un bien o un grupo de bienes culturales que tengan como objetivo detener los procesos dañinos presentes o reforzar su estructura. Estas acciones sólo se realizan cuando los bienes se encuentran en un estado de fragilidad notable o se están deteriorando a un ritmo elevado, por lo que podrían perderse en un tiempo relativamente breve. Estas acciones a veces modifican el aspecto de los bienes” (ICCOM-CC, 2008).

Y Restauración como:

⁶ Para los fines de la presente Convención(1954), se considerarán bienes culturales, cualquiera que sea su origen y propietario:

Los bienes muebles o inmuebles que tengan una gran importancia para el patrimonio cultural de los pueblos, tales como los monumentos de arquitectura, de arte o de historia, religiosos o seculares, los campos arqueológicos, los grupos de construcciones que por su conjunto ofrezcan un gran interés histórico o artístico, las obras de arte, manuscritos, libros y otros objetos de interés histórico, artístico o arqueológico, así como las colecciones científicas y las colecciones importantes de libros, de archivos o reproducciones de los bienes antes definidos (UNESCO, 1954).

“Todas aquellas acciones aplicadas de manera directa a un bien individual y estable, que tengan como objeto facilitar su apreciación, comprensión y uso. Estas acciones sólo se realizan cuando el bien ha perdido una parte de su significado o función a través de una alteración o un deterioro pasados. Se basa en el respeto del material original. En la mayoría de los casos, estas acciones modifican el aspecto del bien” (ICCOM-CC, 2008).

Según Cesare Brandi (1906-1988) una vez reconociendo la obra de arte como tal define en “Teoría de Restauración”: *“la restauración constituye el momento metodológico del reconocimiento de la obra de arte, en su consistencia física y en su doble polaridad estética e histórica, en orden a su transmisión al futuro.”* (Brandi, 1988) agregando: *“la restauración debe dirigirse al restablecimiento de la unidad potencial de la obra de arte, siempre que esto sea posible sin cometer una falsificación artística o una falsificación histórica, y sin borrar huella alguna del transcurso de la obra de arte a través del tiempo.”*

Definió 8 principios que sustentan la base de su teoría, estos son;

- La intervención debe ser reconocible.
- La materialidad debe ser insustituible en cuanto a su aspecto, pero no a su estructura.
- Las intervenciones deben poder resistir cambios a futuro.
- La obra tiene 3 instancias temporalidades, creación, interacción y reconocimiento.
- Realizar una documentación artística e histórica de la obra
- Posible consideración de la obra como ruina, al no poder ser devuelta a su unidad potencial
- Considerar el contexto autentico de la obra.
- Determinar las correctas condiciones para el disfrute de la obra.

En reflexiones contemporáneas sobre el concepto de restauración y conservación, Muñoz Viñas (2004) determina que la Restauración (con mayúscula) comprende varias actividades tales como;

1.-Preservación, conjunto de actividades destinadas a garantizar la pervivencia de los objetos simbólicos e historiográficos actuando sobre las circunstancias ambientales.

2.- conservación o conservación directa, conjunto de actividades materiales destinados a garantizar la pervivencia de los objetos simbólicos e historiográficos, actuando directamente sobre los materiales que los componen sin alterar su capacidad simbólica.

3.-restauración (con minúscula), como el conjunto de actividades materiales o de procesos técnicos destinados a mejorar la eficacia simbólica e historiográfica de los objetos que los componen.

-Señala que la Restauración, como este amplio concepto, tiene límites borrosos, subjetivos cuya identificación se basa muchas veces en la formación del sujeto. Propone que la teoría contemporánea explore esos límites, los localice e indique cuán borrosos son, para al menos comprenderlos al revelar una lógica escondida tras el patrón (Muñoz Viñas, 2004).

Definitivamente la conservación ha cambiado en tanto ha cambiado la sociedad y se ha ampliado el "objeto" por conservar, desde una perspectiva canónica y restringida solo a obras maestras y monumentos históricos, el concepto de patrimonio se ha expandido y ha integrado diversos materiales y temas, como lo son la arquitectura vernácula, los paisajes naturales y culturales, y otros objetos que son significantes para grupos específicos de la sociedad. El significado y la función de estos artefactos están en un conflicto actual y el campo de la conservación en sí mismo también enfrenta transformaciones fundamentales, quizás como resultado directo de estos cambios sociales (Avrami et al, 2000).

En Values and Heritage Conservation (2000) un reporte de Getty Institute se propone una nueva definición de conservación: debe ser entendida como un proceso social, uno que incluye el trabajo de muchos individuos y grupos, no solo de profesionales de la conservación (pag.68)

Con esta definición puedo entonces presentar la segunda parte de este capítulo, que profundiza categorías y criterios de intervención específicos de las colecciones de taxidermias.

Categorías y Criterios de Intervención para Colecciones de Taxidermias

Las colecciones de animales naturalizados de un museo desempeñan distintos roles dentro de la institución y según Jack Thiney (2002), taxidermista del Museo Nacional de Historia Natural de París, se pueden clasificar en tres categorías derivadas de estos roles, es así como podemos encontrar en los depósitos de un museo, animales que han sido naturalizados con fines científicos, otros que poseen un valor histórico y los que cumplen el rol museológico; aquellos que están destinados a ser exhibidos en dioramas representando fielmente al animal en vida. Describimos a continuación estas categorías, y destacamos la importancia al momento de identificar una pieza, ya que algunos especímenes pueden pertenecer a las tres categorías a la vez, siendo el conservador restaurador y el encargado de la colección, los que deben estar bien documentados respecto a la pieza y su origen para de este modo determinar que categoría es la que predomina en la pieza y dar paso con esto a establecer criterios de intervención para su conservación y restauración (Thiney, 2002).

Ejemplar con Fines Científicos

Este ejemplar dentro de la colección es considerado material de estudio, investigación y referencia, puede entregar información biológica y/o genética acerca de la especie, su anatomía, incluso acerca de su biogeografía. Pueden dividirse en piezas que han sido preparadas específicamente para fines científicos y no poseen estructura interior integrada (salvo por relleno de algodón), ya que no son presentadas al público, generalmente aves o mamíferos; y aquellos especímenes que han sido montados como taxidermias y que en su génesis cumplían una doble función, piezas museológicas que se exhibían al público y que a la vez eran material de estudio, sobre todo a comienzos del siglo XIX donde imperaba un afán coleccionador y clasificador de las especies (Thiney, 2002). Estas últimas piezas poseen por lo general pedestales o perchas, aunque también se almacenan guardadas en gavetas sin estructura de soporte.

Criterios de intervención para ejemplares con fines científicos

En estas piezas se deberá aplicar el mínimo grado de intervención, evitando así alterar la información que esta posee. El resguardo de los datos es de suma importancia, estos son: las etiquetas, que pueden ser varias, y las inscripciones que pueda haber sobre la percha, bajo la peana o en la bandeja de almacenamiento del depósito.

Según indica el autor las restauraciones se limitarán a las operaciones de limpieza y a aquellas que participen en la solidez y perennidad del espécimen. Las limpiezas que recomienda el Instituto Canadiense de Conservación para estas piezas son con brocha suave direccionada hacia la boquilla de una aspiradora, la cual debe ser cubierta por una gasa o malla (Stone & Dignard, 2015).

En el caso de que deban realizarse intervenciones restaurativas, como por ejemplo una consolidación, esta debe de ser visible e identificable como tal, para evitar confundir el material original con lo que fue agregado posteriormente. Thiney enfatiza: “La integridad científica del espécimen será privilegiada. No realizaremos ninguna puesta en color, ninguna tintura; igualmente, ningún aporte de materiales exteriores, ya sean naturales o artificiales será considerado” (pág. 98).

Ejemplares Históricos

En esta categoría se encuentran aquellas piezas que fueron creadas en los antiguos gabinetes de curiosidades y que pasaron a formar las primeras colecciones en el inicio de los Museos de Ciencias Naturales, también piezas de las que no existe mayor registro acerca de su procedencia y por esto no pueden usarse como material científico fidedigno. Son piezas que probablemente fueron preparadas sin mayor conocimiento de la morfología real del animal o en las que se emplearon procedimientos en los cuales el resultado final no fue satisfactorio y es por esto que tampoco pueden emplearse en la actualidad como material educativo museológico (Thiney, 2002).

Los materiales que usualmente podemos encontrar en estas piezas son; alambres, madera, paja, arcillas, además de la piel curtida. Por lo general están o estuvieron fijadas a una base.

Criterios de intervención para ejemplares históricos

La finalidad de las intervenciones restaurativas en estos especímenes nos lleva a acercarnos a la apariencia de la figura inicial, buscando preservar el testimonio que estos ejemplares poseen (Thiney, 2002). En esta intervención no buscamos acercarnos fidedignamente al aspecto del animal vivo, como lo haremos en el caso de las taxidermias con fines museológicos. Para conservar el carácter original del espécimen las intervenciones serán realizadas de manera puntual sobre los daños de la pieza, tratando de preservar las otras zonas de la pieza. Thiney recomienda que en la medida de lo posible el restaurador se inspire tanto en las técnicas como en el uso de materiales originales (pág. 99).

Ejemplares Museológicos

Estas piezas son las que podemos encontrar actualmente en los dioramas de los museos de Ciencias Naturales, piezas que son dispuestas para exhibición en poses decisivamente estéticas, con actitudes de movimiento dentro de un entorno natural, la mayoría de las veces interactuando entre ellas y representando la vida animal real. La función que cumplen estas piezas es educativa y probablemente son las piezas que entregan la experiencia más significativa al público general. Estos especímenes son utilizados también como material de apoyo para el área de educación en los museos. Estas piezas pueden haber sido elaboradas con técnicas antiguas y poseer materiales clásicos como la arcilla, la viruta de madera, incluso aserrín para su relleno o bien pueden ser de elaboración moderna, piezas actuales cuyos materiales son rellenos sintéticos como poliuretano expandido, resinas o masillas epóxicas (Thiney, 2002).

Criterios de intervención para ejemplares museológicos

Estas naturalizaciones son los ejemplares que están en las vitrinas o dioramas de los museos, su aspecto debe ceñirse al de los animales vivos por lo que las intervenciones a las cuales serán sometidas deben priorizar el interés estético. Thiney (2002) recomienda recurrir a todos los medios necesarios para que el espécimen vuelva a recuperar su aspecto original. Se pueden usar elementos naturales como la piel y/o pelos para los injertos o elementos artificiales como los yesos, e incluso resinas epóxicas para reconstrucción volumétrica.

Toxicidad y Manipulación

La Toxicidad en las Colecciones de Taxidermia

Los museos han tenido que utilizar pesticidas, fungicidas y herbicidas, durante toda su historia, para prevenir, mitigar, destruir o repeler las plagas que pueden atacar sus colecciones. Lamentablemente de este modo dichas colecciones han quedado contaminadas con residuos de estos mismos pesticidas, y han vuelto a ser manejadas de manera tradicional (Pool et al, 2005), ignorándose muchas veces el potencial peligro que representan, debido a la falta o a la pérdida de información registrada sobre estos procedimientos de “conservación”. En este capítulo profundizaremos sobre el peligro que representan las piezas contaminadas para la comunidad, especialmente las taxidermias, sobre los principales pesticidas usados en ellas a lo largo de su historia y sobre una correcta manipulación para así evitar sufrir consecuencias debido a practicas inseguras.

El biodeterioro es un proceso que puede afectar en gran medida a las colecciones y que consiste en la combinación de un organismo (peste o plaga), una fuente de alimentación (el objeto de la colección) y un ambiente propicio (un lugar tranquilo, oscuro y confortable). Los principales organismos que pueden perjudicar una colección son, la gente, los roedores, los insectos, los hongos y las bacterias (Pool et al, 2005).

Desde mediados del Siglo XVIII uno de los principales problemas de conservación de las colecciones en museos ha sido el de las plagas de insectos, que en un comienzo fueron combatidas con sales, hierbas aromáticas, aceites, y posiblemente sustancias tóxicas que se extraían de las plantas como, por ejemplo, la estricnina (Hawks, 2001). Al crecer las colecciones, crecieron también los lugares donde albergarlas y los ataques a estas hubo que prevenirlos o mitigarlos con pesticidas; sustancias de mayor toxicidad. Muchos de los compuestos presentes en los pesticidas son dañinos tanto para la pieza como para el ser humano y pueden llegar a ser

peligrosos para los individuos que necesiten manipular y entrar en contacto con estas colecciones.

En taxidermia se han empleado sustancias como: jabones arsenicales, trióxido de arsénico, arseniato de plomo, mercurio clorhídrico, DDT (Dicloro difenil tricloroetano), entre otros. Los residuos de estas sustancias son los venenos a los que los curadores, conservadores, trabajadores de museo y público general pueden verse expuestos al momento de su manipulación. Siendo definido como veneno una sustancia que al ingresar al cuerpo puede provocar efectos inmediatos en los órganos, o efectos a largo plazo como cáncer o problemas reproductivos, estos efectos pueden diferir según la dosis o el tipo de sustancia (Pool et al, 2005).

Existen tres modos en que el veneno puede ingresar al organismo. Mediante ingestión, exposición dérmica o inhalación y las sustancias pueden resultar tóxicas dependiendo del estado en que se encuentren. Por ejemplo, el mercurio en estado líquido puede quizás ser digerido sin causar mayor daño, pero en su forma vaporosa eleva su poder venenoso al ser inhalado por los pulmones (Pool et al, 2005).

No solo los residuos de pesticidas aparecen como sustancias peligrosas en los objetos, también hay otros residuos contaminantes en los museos, como por ejemplo el asbesto de cañerías deterioradas o materiales aislantes en edificios antiguos, restos de antiguas plagas de insectos, partículas finas de polvo de pintura a base de plomo en paredes o contenedores antiguos, esporas de moho ocasionado por periodos de alta humedad, hollín como contaminación en el aire después de ocurrido algún incendio. Hay objetos en las colecciones a los que les es imposible retirar estos tipos de residuos debido a lo friable de su superficie, lo que supondría poner en riesgo su integridad (Hawks, 2001).

La detección de estas sustancias resulta de vital importancia, lo que puede resolverse a través de análisis científicos que se puedan llevar a cabo en las colecciones. Un ejemplo es la detección de metales pesados mediante la Fluorescencia de Rayos X (FRX). Lamentablemente estos análisis muchas veces están fuera del alcance del presupuesto de los museos y no es

posible determinar compuestos y concentraciones que pueden representar un peligro para la comunidad. Esta información debería estar plasmada en un registro detallado que de cuenta de la data de la pieza y de los tratamientos a los que la pieza fue o pudo haber sido expuesta según esa información. Sin embargo, esta información generalmente no está disponible, sobre todo con las piezas mas antiguas de las que muchas veces se desconoce su procedencia y no existe muchas veces dicho historial.

Según los lineamientos del Instituto Canadiense de Conservación, respecto al manejo de colecciones contaminadas, se sugiere considerar a las colecciones antropológicas y de historia natural, como objetos contaminados, a no ser que exista evidencia de lo contrario y de este modo proceder con los respectivos resguardos al momento de su manipulación. Dichos procedimientos serán descritos más adelante en este capítulo (Canadian Conservation Institute, 2016). Cabe señalar, que es importante que exista una responsabilidad, de parte de los custodios de las colecciones, de educar sobre las implicancias de la manipulación de estas piezas y también sobre los protocolos de seguridad que se deben cumplir en el manejo de piezas contaminadas.

Productos Tóxicos Presentes en las Taxidermias

Gracias a análisis como químicos como FRX, microscopía electrónica de barrido o a test puntuales o a la gota, se ha podido confirmar la presencia de pesticidas en las colecciones de Historia Natural y Etnografía, especialmente residuos de metales pesados como arsénico, plomo y mercurio (Péquignot, 2008). Esto ha cobrado mayor importancia en los últimos años debido a las políticas de repatriación de objetos, lo que supone el traslado de las piezas desde un ambiente controlado donde es manipulado por personal capacitado a un ambiente donde la gente puede no saber sobre la posible presencia de residuos tóxicos (Sirois et al, 2008). Por esto es de suma importancia que los museos publiquen el historial de pesticidas usados para el control de plagas.

En los objetos de cuero o que poseen plumas, el uso de arsénico y mercurio ha sido extendido en el tiempo y en cantidades toxicas para el ser humano, y en tipos de aplicación de

alta toxicidad. Además, estos elementos son persistentes, vale decir, una vez utilizados permanecen en el objeto pudiendo contaminar a los individuos y al ambiente en estrecho contacto (Boyer et al., 2005).

Arsénico

El arsénico puede presentarse en dos formas, orgánico cuando está asociado con carbono e hidrogeno, e inorgánico cuando está combinado con cloro y azufre, el inorgánico es de mayor toxicidad. Distintas fuentes refieren acerca de su uso como preservante ya sea como arsénico, rejalgá u oropimente describiendo mezclas y formas para su aplicación, tanto en el curtido como en su función insecticida. Es conocido su uso en taxidermia a través del jabón arsenical, inventado por el francés Jean-Baptiste Bécoeur en 1743 (Marte et al., 2006). El uso del arsénico de modo doméstico cesó recién el año 1985 (Keil et al., 2011). Durante más de dos siglos fue utilizado en las preparaciones de especímenes naturalizados.

Una vez aplicado el arsénico, este tiende a fijarse fuertemente en el pelo, las plumas y la piel, a veces se deja ver como un polvo residual cristalino de color blanco y por lo general mientras más antiguo es el espécimen, mayor cantidad de arsénico posee (National Park Service, 2000).

Boyer et al (2005), describen los niveles de toxicidad del arsénico por ingestión. Se señala la toxicidad aguda por dosis ingerida, siendo entre 1 mg-10g tóxica y fatal, y entre 1-3 mg/kg ingerido, potencialmente fatal.

Esta exposición supone efectos como hemorragia, gastroenteritis, falla renal crónica, arritmia, parálisis, delirios y estado de coma. Si los niveles establecidos llegan a 3-4mg/ por día, se señala una toxicidad crónica por dosis ingerida.

Este tipo de exposición puede incluir neuropatías, anemia, cambios de color en la piel y uñas, hiperqueratosis, y enfermedades más graves como cáncer de pulmón, hígado, riñones y vejiga.

El arsénico es un elemento que persiste en el ambiente, aun no se han completados estudios que clarifiquen sobre la manera de descontaminar estos objetos sin trasladar este elemento a las aguas o el suelo (Boyer et al, 2005).

Mercurio

El mercurio existe como mercurio metálico, sal de mercurio inorgánico y como mercurio orgánico. El mercurio metálico es líquido a temperatura ambiente. En su forma inorgánica es conocido como sublimado corrosivo y de este modo ha sido usado mayormente en colecciones de museo (Boyer et al, 2005).

A principios del S XIX, junto con el arsénico, se comienza a utilizar para preservar las colecciones naturales en las salidas de campo. Las sales de mercurio también son usadas como insecticidas. Hawks (2001) relata que a pesar de haberse discontinuado su uso en las colecciones antropológicas hace 120 años atrás, se continuó utilizando en las colecciones de historia natural hasta mediados del SXX.

Boyer et al (2005) describen la toxicidad del mercurio inorgánico como la siguiente:

Toxicidad aguda: puede tener efectos evidentes luego de minutos o horas después de la ingestión, estos efectos pueden ser corrosión, úlceras renales, colapso del sistema circulatorio. La exposición dérmica puede conducir a una intoxicación sistémica.

Toxicidad crónica: puede evidenciarse luego de semanas o años de exposición, los efectos de la inhalación con consecuencia de intoxicación crónica pueden incluir temblores, efectos gastrointestinales y daño renal. Los efectos cuando la exposición es dérmica pueden incluir neuropatía, úlceras renales, pigmentación y cambios de estado mentales.

Los gases de mercurio son liberados cuando dichos objetos contaminados con calentados o incendiados y los síntomas de la intoxicación aguda por inhalación son daño pulmonar, incluida la muerte, daño en el sistema nervioso central, efectos gastrointestinales y daño renal, siendo evidenciados los efectos después de minutos u horas. La intoxicación crónica puede ser evidente después de semanas o años desde la exposición y los efectos pueden ser

daño en el sistema nervioso central, cambios de personalidad, alucinaciones, delirios, irritabilidad, temblores y adormecimiento o cosquilleo (Boyer et al., 2005).

Al igual que el arsénico, el mercurio permanece y persiste en el ambiente, por lo cuál aun no se vislumbra un modo de descontaminar las piezas de manera segura.

Organofosfatos

Estos pesticidas comparten una estructura química común, pero difieren mayormente en sus propiedades físicas y farmacológicas, podemos encontrar cientos de organofosfatos (Rossol & Jessup, 1996).

Uno de los mas usados como pesticida en museos es el Diclorvo (DDVP), de la marca Vapona. Este corresponde a una sustancia química que persiste, pero que, a diferencia de los metales pesados, pasado un tiempo tiende a desaparecer (Boyer et al., 2005).

Son de toxicidad media a alta y penetran la piel fácilmente, algunos de los efectos al sufrir exposición son secreciones excesivas, alteraciones del ritmo cardiaco, estado de coma, convulsiones, y muerte (Boyer et al., 2005).

Otros pesticidas de este tipo son el diazinon y el malatión.

Organoclorados

Estos químicos sintetizados tienen componentes de gran peso molecular y la mayoría de ellos son capaces de dejar residuos en los materiales tratados (Rossol & Jessup, 1996).

El DDT, el Dieldrín y el Clordano, son pesticidas altamente persistentes y su toxicidad varía de moderada a alta. El DDT no cruza la barrera de la piel tan fácilmente como el Diclorvo, pero representa un mayor problema medio ambiental (Boyer et al., 2005) por su alto nivel de persistencia, a pesar de haber sido prohibido su uso varias décadas atrás. Algunos de los síntomas que se presentan luego de someterse a un nivel de exposición toxico son; nauseas, vómitos, estado de coma, convulsiones y muerte (Boyer et al., 2005).

El Fenol y el Timol han sido usados en fumigaciones de museos y como biocidas en adhesivos. Estas sustancias son persistentes y pueden ser absorbidas a través de la piel fácilmente (Rossol & Jessup, 1996).

Las siguientes sustancias han sido usadas en objetos de museos, pero son tan peligrosas, que solo debe usarse por personal certificado o trabajadores capacitados; cianuro de hidrógeno y sus derivados, sulfuro de carbono, óxido de etileno, oxido de propileno, fluoruro de sulfuro. Muchas de estas sustancias pueden desprender gases tóxicos prontamente después de su aplicación (Rossol & Jessup, 1996).

Manipulación Segura y Prevención

Las instituciones que albergan dentro de sus colecciones objetos contaminados, tienen la responsabilidad de proteger a los individuos que entran en contacto con dichas piezas. Si bien el uso de pesticidas en las colecciones ha sido extenso a lo largo de la historia, la conciencia respecto a su persistencia invisible y su potencial riesgo para la salud, es un nuevo aspecto para la conservación preventiva (Odegaard, 2019).

En las colecciones históricas de taxidermia esta presente el arsénico y por esto es necesario seguir los correspondientes protocolos para su segura manipulación.

El Instituto Canadiense de Conservación recomienda familiarizarse con su guía de manejo para colecciones contaminadas en la cuál lo primero es asumir que la pieza esta contaminada, aunque no exista evidencia aparente de ello.

El manejo de la pieza debe comenzar por su documentación. Saber cuales piezas están contaminadas es vital, de este modo se pueden tomar medidas preventivas para proteger la salud de los trabajadores, investigadores, e incluso el publico general (Marte et al, 2006). Nunca debe manipularse sin protección una pieza que presente arsénico o que se sospeche que lo tiene (Marte et al. 2006). No deben situarse estos objetos en espacios abiertos ni en vitrinas que no estén propiamente selladas (Odegaard & Sadongei, 2005). Tratar de manipular los objetos desde sus pedestales o bases, o desde sus contenedores, nunca tocarlos con la piel descubierta (Odegaard & Sadongei, 2005). Usar guantes de nitrilo, no de látex ni algodón, delantal correctamente abotonado, antiparras (Canadian Conservation Institute, 2016) y respirador N-95 (Odegaard & Sadongei, 2005), o equipado con filtro de aire de alta eficiencia, HEPA (National Park Service, 2000). Mientras se manipula un objeto contaminado no llevarse las manos a la nariz, ojos o boca, no ingerir alimentos ni líquidos. No contaminar otras superficies con guantes usados (Canadian Conservation Institute, 2016), lavarse las manos adecuadamente.

Desechar los guantes y mascarillas N-95 después de su uso, no reutilizar. Lavar el delantal por separado de la otra ropa (National Park Service, 2000).

Al momento de almacenar este tipo de colecciones contaminadas con pesticidas se recomienda etiquetar las piezas de manera clara, indicando el tóxico presente, como se ejemplifica en la Figura 24, esta información también debe ser ingresada al catálogo de la institución (Marte et al. 2006).



Figura 24.-

Etiqueta de Arsénico en Tocado de Plumas. imagen Reproducida desde (Odegaard, sarweb.org, s.f.)

Si algunas piezas resultan negativas al testeo de arsénico, puede que lo contengan de igual manera, los análisis deben realizarse cada dos o tres años, idealmente, ya que el arsénico puede migrar desde el interior hacia el exterior de la pieza (Marte et al. 2006).

Los objetos contaminados no deben ser manipulados por el público, sin supervisión (Canadian Conservation Institute, 2016).

Su almacenamiento debe ser idealmente dentro de contenedores como bolsas de polietileno o cajas de archivo y sobres para facilitar su manipulación. Estos contenedores deben permanecer sellados y con clara indicación de la toxicidad de su contenido. Para la limpieza de los espacios que albergan estos objetos se recomienda utilizar aspiradoras con filtro HEPA (Odegaard & Sadongei, 2005).

El personal de trabajo tiene que manipular estas piezas siempre con estos resguardos, si así sucede, no debiese existir la preocupación de sufrir intoxicación (National Park Service, 2000).

Crear un registro o una historia de los pesticidas que han sido empleados en las colecciones de ciencias naturales y antropológicas es importante para brindar información a los encargados de manipular esos objetos, catalogarlos, estabilizarlos o trasladarlos (Odegaard, 2019). Según la autora este registro se puede completar con información aportada desde diversas fuentes, tales como;

Información interna de la institución:

- Fichas de catálogos, fichas de fumigaciones, registros de préstamos.
- Registros de recibos u órdenes de compra de pesticidas
- Contratos con empresas de fumigaciones
- Publicaciones de notas administrativas, históricas o arqueológicas
- Correspondencias del personal de trabajo
- Reportes mensuales o anuales de los trabajadores

Entrevistas verbales:

- Información de trabajadores antiguos o actuales
- Entrevistas con los operadores de las empresas de fumigación

Evidencia física:

- Etiquetas o marcas en los especímenes (Fig. 24)
- Polvo o residuos cristalinos en especímenes
- Buena conservación de materiales orgánicos
- Olores persistentes
- Contenedores antiguos o bolsas usadas de pesticidas
- Instrumental de fumigación antiguo, cómo máscaras o sprays.

- Análisis científicos como kits de medición mediante reacciones o Fluorescencia de Rayos X y servicios de análisis de laboratorio.

Información externa:

- Literatura sobre control de plagas, entomología, química, taxidermia, manejo general en museos, conservación, química, instituciones médicas, departamentos toxicológicos gubernamentales, etc.

Llevar a cabo esta serie de sencillas medidas puede ayudar significativamente a la mitigación de los efectos que una sustancia contaminante puede ocasionar. Es fundamental que las instituciones que custodian o poseen material contaminado tomen conocimiento y aseguren un ambiente laboral seguro a sus trabajadores como también una sana interacción del público con la colección.

Factores de Degradación y Deterioros

Los deterioros de las piezas naturalizadas son variados debido al amplio espectro de materiales que las componen. Pueden ser ocasionados por alteraciones externas o internas. Las alteraciones externas o extrínsecas provienen desde fuera del objeto y las alteraciones internas o intrínsecas provienen de la naturaleza del espécimen montado.

Dentro de los factores o agentes de degradación extrínsecos se encuentran; la iluminación, niveles de temperatura y humedad relativa inadecuados, contaminantes, plagas, accidentes, robo y vandalismo, negligencia y manejo inadecuado (CCI, 2017). Dentro de los factores de degradación intrínsecos se han considerado; las particularidades biológicas, el estado previo del animal antes del montaje, problemas derivados de la técnica de naturalización o de una elaboración deficiente (Gil, 2015).

La humedad relativa (HR) puede actuar como desencadenante o acelerador de otros agentes de deterioro, como por ejemplo favorecer reacciones de fotooxidación o de oxidación (Fig. 25), catalizar procesos de contracción o dilatación en la piel o propiciar un entorno favorable para el desarrollo de un ataque biológico (Gil, 2015). Un incremento de la HR causará que la piel absorba agua, volviéndose mas flexible y arriesgando distorsionar su plasticidad. En un bajo nivel de HR el espécimen perderá agua, se producirá un encogimiento de la piel y aumentará el riesgo de que el tejido explote y se separe (Fig. 26). Las fluctuaciones de HR provocan un continuo estrés y tensionan un tejido que va debilitándose al expandirse y contraerse a distintos ritmos (Graham, 2014).



Figura 25.-

Oxidación de alambre interior.

Imagen reproducida desde Taxidermy
(Dickinson, 2006)



Figura 26.-

Separación de piel debido a encogimiento.

Imagen citada desde NaSCA (Kerr, 2012)

La temperatura (T°) elevada afecta a la piel en un proceso llamado encogimiento o contracción, en donde esta pierde cerca de un tercio de su superficie original. Este es un proceso irreversible, la T° en que se produce la contracción se denomina T° de encogimiento o de contracción, el envejecimiento de la piel, natural o acelerado provoca que la T° de encogimiento de la piel disminuya, así como también la energía que se requiere para encogerla (Thomson, 2006). Sin embargo, hay que tener presente que el encogimiento es un proceso hidrotermal en

donde la HR también influye. El cuero se ve afectado por el calor sobre todo si hay un ambiente húmedo, pero si el ambiente es seco el cuerpo puede soportar una T° mayor a 100°C (Gil, 2015).

Las bajas temperaturas pueden propiciar en la piel el surgimiento de microorganismos, aumento de humedad y deterioro de otros materiales presentes en las taxidermias tales como la pintura u otros polímeros.

El polvo es también un importante agente de deterioro y se encuentra presente en la mayoría de las taxidermias. La composición del polvo varía de gran manera, por ejemplo, en lugares húmedos puede presentar ácaros o esporas de hongos, en lugares costeros alta presencia de sal y en grandes ciudades puede presentar elevados niveles de contaminantes. El polvo ensucia los materiales y al generar depósitos, en estos pueden provocarse reacciones químicas, absorción de humedad y abrasión (Gil, 2015).

La manipulación inapropiada es la mayor causante de daños a los especímenes montados, en particular en los especímenes antiguos es fácil quebrar un ala, una pata o la cola, por lo rígido de su naturaleza. Se recomienda siempre sujetar por la base. La pérdida de pelo es también un deterioro común y poco puede hacerse para evitar su desprendimiento, se recomienda cubrir los objetos apropiadamente para reducir las intervenciones de limpieza como aspiración o cepillado. (Institute, 2015).

Todos los tipos de pieles sufren decoloración por exposición a la luz (visible y ultravioleta) (Fig.27). Los colores oscuros se destiñen y los colores claros sufren amarilleamiento. Estos cambios fotoquímicos son irreversibles y sólo se pueden prevenir controlando cuidadosamente la exposición a la iluminación (Institute, 2015).



Figura 27.-

Especímenes decolorados por prolongada exposición a la luz en el MNHN (Registro I. Muray)

Las plagas de insectos son unos de los agentes biológicos de deterioro mas resilientes, numerosos y persistentes. Afortunadamente algunas pocas especies pueden sobrevivir a las condiciones ambientales que ofrecen los museos, entre ellas podemos mencionar a las polillas, escarabajos de alfombra, pececillo de plata, piojos de libro, grillos y cucarachas. Los daños que pueden causar van desde alterar a estructura de un objeto, a desfigurar la superficie interrumpiendo la lectura correcta de las características estéticas de un objeto (Odegaard & Sadongei, Old Poisons, New problems, 2005).

Pieza I: Cabra 23

Descripción

Cabra taxidermizada con características teratológicas⁷ presentes en el espécimen. El objeto se encuentra insertado, mediante una estructura de alambres, a una base de madera. El relleno visible es de viruta o lana de madera y está cubierto por la piel preservada. Posee ojos de vidrio. En la base se observa una etiqueta de papel adherida con tachuelas, cuya transcripción es la siguiente:

“Monocefalismo toradelfo, atípico G.S.H.

Cabro común o *Capra hircus*, L. ♂ J.

Cabrito macho, con una cabeza, un toraz común, dos extremidades anteriores y seis posteriores; cuerpo aparentemente trifurcado. Se dice aparentemente. Porque en realidad examinando con cuidado, se ve que la porción central, la que sigue al eje espinal central, no es parte posterior de un cuerpo, sino parte anterior de otro individuo al que no se le desarrolló cabeza, pero sí, cuello, extremidades torácicas y una columna vertebral incompleta compuesta de algunas vertebrales cervicales y dorsales, que van hacia la encrucijada dorsal del monstruo, al mismo punto en donde emergen hacia atrás y afuera las columnas de los cuerpos laterales, que corresponde a las primeras vertebrales dorsales del monocefaliano.

Ver la figura adjunta que explica la conformación anatómica interna.

Obsequio del Sr, Juan de Dios Ortiz 1925”

Actualmente la pieza pertenece a colección de Mastozoología del Museo, y está almacenada en depósito rotulada como parte de las piezas que recolectó Rudolfo Philippi y con fecha 1925. Dicha vinculación de la pieza con el naturalista, queda en entredicho, ya que la

⁷ Anomalías o deformaciones congénitas.

etiqueta señala una fecha posterior a su deceso. No existe documentación relativa a la pieza en el Museo.

Según las categorías de clasificación de especímenes naturalizados (Thiney, 2002), esta pieza corresponde a un ejemplar histórico o museológico dentro del museo, lo cuál nos sugerirá el tipo o grado de intervención que puede recibir.

Este espécimen está guardado en el depósito del Área de Zoología de Vertebrados en un contenedor con el número 23 (tabla 1). Este número será utilizado para su identificación en este trabajo.

Tabla 1

Datos Generales

Identificación	Capra hircus/ Capra aegragus/ Cabra 23
Propietario / Custodio	Museo Nacional de Historia Natural
Colección	Mastozoología
Procedencia	Donación de Juan de Dios Ortiz
Autor	Desconocido
Época	Principios Siglo XX
Técnica	Taxidermia
Dimensiones	35x23x60 cm

Registro Visual Inicial

El registro de la pieza se realizó con una cámara fotográfica Sony alfa 58.



A



B



C



D



E

Figura 28.- Registro fotográfico inicial de Cabra 23. Vistas: A.-Vista frontal; B.-Vista trasera; C.-Vista lateral izquierda; D.-Vista lateral derecha; E.-Base de madera y alambres. (Registro I. Muray).

Estado de Conservación y Deterioros

Los deterioros presentes en Cabra 23, además del polvo y la suciedad generalizada, responden a simple vista a problemáticas que involucran factores intrínsecos de la pieza como lo son el dificultoso montaje de un espécimen con 8 extremidades. A esto se le debe añadir los resultados de los análisis que se realizaron en la pieza, la fluorescencia de rayos X y la microscopía electrónica de barrido, que dan cuenta de el alto grado de toxicidad presente. Sumado a esto, el estrés que ha experimentado la piel debido a factores extrínsecos de deterioro como lo han sido las fluctuaciones de HR y T° y también la manipulación o almacenaje. Probablemente debido a esto último, la pieza ha sufrido el desprendimiento de la oreja derecha (Fig.29) y el desprendimiento parcial de la oreja izquierda que se encuentra aun unido a la pieza, pero como un colgajo (Fig. 30). También la piel en la zona de las patas superiores ha sufrido encogimiento y separación, dejando a la vista parte de su relleno.



Figura 29.-

Desprendimiento total de oreja derecha. (Registro I. Muray)



Figura 30.-

Desprendimiento parcial de la oreja izquierda. (Registro I. Muray)

La base de madera presenta un buen estado de conservación, pero su capa pictórica ha perdido la flexibilidad volviéndose frágil y quebradiza.

Los alambres insertados a la base se encuentran estables y no presentan corrosión ni algún otro deterioro.

La etiqueta de papel adosada a la base se encuentra fija mediante dos tachuelas las cuales sufren un grado superficial de corrosión oxidativa que ha dejado manchas rojizas en el papel, otros deterioros que se observaron en el papel luego de la inspección organoléptica son; manchas de polvo, manchas de humedad, amarillamiento posiblemente atribuido a un deterioro químico del papel (Muñoz Viñas, 2010), pliegues en el borde inferior y roturas debido a estos, un rasgado mayor en el costado izquierdo y un abarquillamiento leve (Fig. 31).

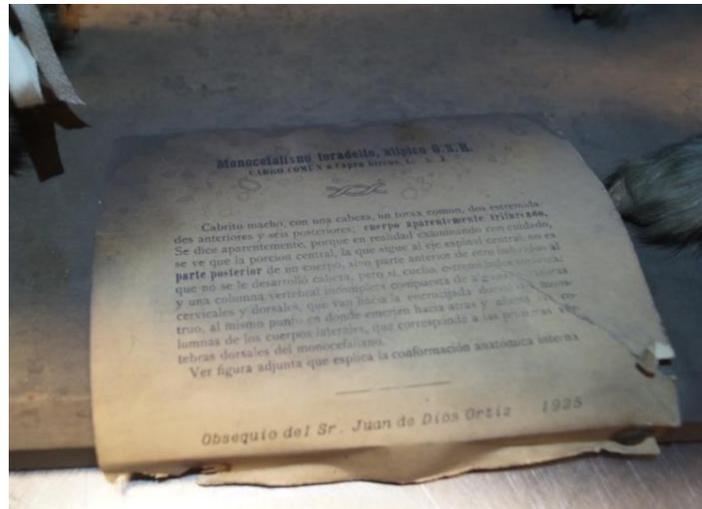
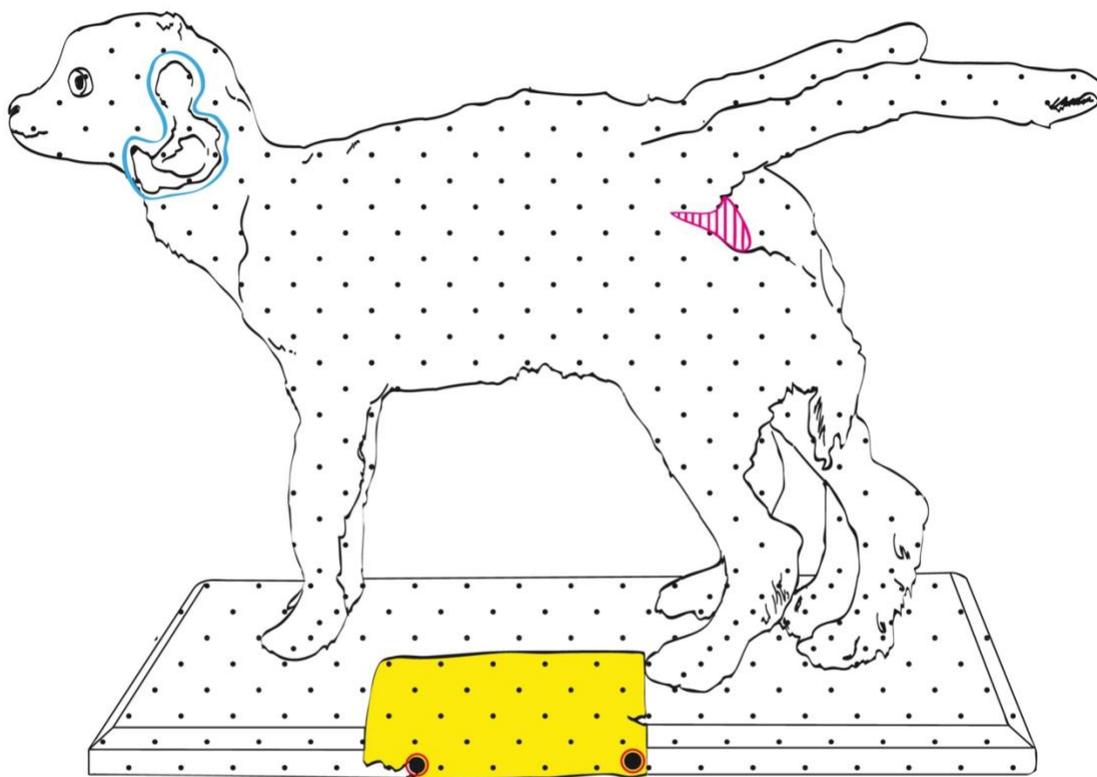


Figura 31.-

Registro inicial de la etiqueta adherida a la base, se observan principales deterioros. (Registro I. Muray)

Mapa de Deterioros



Suciedad



Rasgado



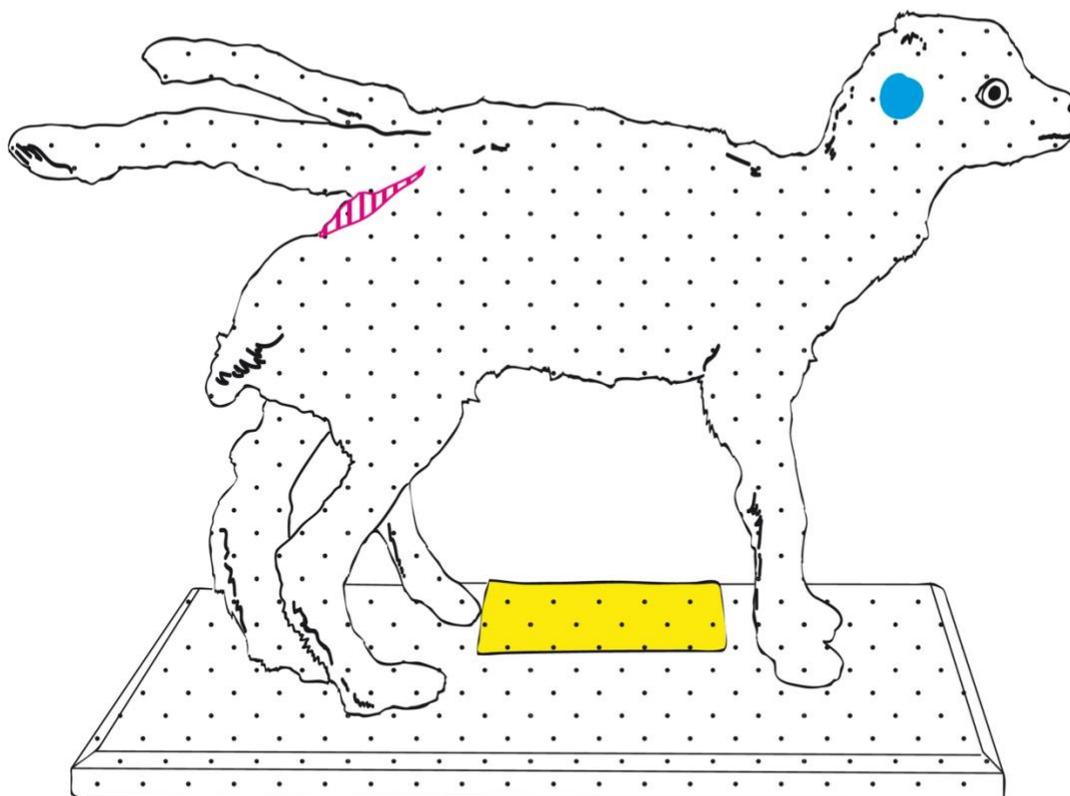
Amarillamiento



Oreja
colgando



Tachuelas
oxidadas



Suciedad



Rasgado



Amarillamiento

Oreja
faltante

Análisis Científicos

La pieza fue sometida a Fluorescencia de rayos X y a Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDX) con la finalidad de identificar la presencia de arsénico u otro metal peligroso para su segura manipulación. Los análisis de esta pieza y de la pieza siguiente fueron llevados a cabo en el Museo de Historia Natural por el Ingeniero Pablo Pastén⁸, el cual tuvo el interés de colaborar con este proyecto de título junto al apoyo del Ingeniero Mauricio Montecinos⁹, ambos se trasladaron al Museo para realizar las mediciones de estas dos piezas y otros 13 especímenes entre ellos mamíferos y aves de distintos orígenes dentro de la colección del Museo.

Fluorescencia de rayos X portátil (PXRF)

La espectrometría de fluorescencia de rayos X (XRF) es una técnica que permite detectar elementos presentes en residuos inorgánicos potencialmente tóxicos como por ejemplo arsénico (As), plomo (Pb) o mercurio (Hg), de manera rápida, no destructiva y cuantitativa. La muestra analizada es sometida a un haz de rayos X que varía de forma (flujo de electrones, fuente radioactiva o tubo de rayos X) según la instrumentación utilizada (Péquignot, 2008).

En general las técnicas de espectrometría de rayos X se basan en la interpretación de las transiciones espectroscópicas que involucran electrones situados en niveles internos de los átomos, por lo que se eleva el nivel de energía involucrada en dichos procesos. Es por esto que se emplean rayos X o partículas aceleradas tales como electrones, protones, partículas alfa o iones, para alcanzar la excitación de los átomos. Se presenta el fenómeno de emisión fluorescente donde el fotón (o la partícula acelerada) transfiere su energía a uno de los electrones internos del átomo, siendo este eyectado (ionización por efecto fotoeléctrico). La vacante que se genera en el átomo es ocupada por un segundo electrón situado en una posición de mayor energía

⁸ Ingeniero Civil, PhD y Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Pontificia Universidad Católica de Chile, investigador principal del Centro de Desarrollo Urbano Sostenible

⁹ Ingeniero Civil de Industrias, Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería por la Pontificia Universidad Católica de Chile

(Carbó, 2018). Esta transmisión electrónica es acompañada por una radiación de fluorescencia de rayos X en el caso de los fotones como fuente de excitación o de emisión X en el caso de las partículas aceleradas (electrones, protones). La energía de radiación X emitida es característica del átomo excitado y corresponde a la diferencia de energía de atracción entre los orbitales electrónicos correspondiente al nivel de excitación (K, L, M...).

Esta medida de la radiación X emitida por una muestra permite identificar los números atómicos (Z) de los diferentes elementos constitutivos (Péquignot, *Évaluation de la Toxicité des spécimens naturalisés*, 2008).

Para identificar la presencia de elementos tóxicos en los especímenes se realizaron mediciones en el Taller de Taxidermia del Museo bajo la supervisión de el encargado del Taller Diego Jara. Se utilizó equipo de protección establecido por protocolo de manipulación de elementos contaminados; mascarilla, guantes, antiparras y delantal. El equipo empleado para las mediciones fue DS-6000, Innov-X System, USA (Fig. 32).



Figura 32.-

Equipo Portátil de Fluorescencia de Rayos x (PXRF) (Registro I. Muray)

Las taxidermias no están consideradas como matrices en la metodología y programa de estimación de concentraciones a partir del espectro de fluorescencia, por lo tanto estas

determinaciones se califican como semicuantitativas y son tabuladas de acuerdo al rango en que se encuentra la medición, para lograr una medición cuantitativa habría que realizar una calibración que involucraría tomar muestras destructivas de varias partes del espécimen para obtener un subconjunto representativo de muestras, dicha calibración no fue realizada por su carácter invasivo (Montecinos & Pastén, 2021).

Para Cabra 23 el análisis de fluorescencia de rayos X portátil presentó un rango de concentración porcentual másica de arsénico (%As) que va desde el 1,5 al 3,5 es decir de 15 a 35 gramos por kilogramo de muestra o 15,000 ppm (partes por millón) a 35,000 ppm. Este porcentaje es considerado alto según las categorías de contaminación que citamos a continuación:

Nivel muy alto: (50,000 a 200,000 ppm) (5%-20%)

Nivel alto: (10,000 a 49,999 ppm) (1%-4,9%)

Nivel moderado: (1,000 a 9,999ppm) (0.1%-0.9%)

Nivel de traza: (límite detectado a 999ppm) (0-0.09%) (Bengston, 2005)

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDX)

La Microscopía Electrónica de Barrido permite observar y caracterizar materiales heterogéneos, orgánicos e inorgánicos en una escala nanométrica y micrométrica, tiene la capacidad de obtener imágenes tridimensionales de las superficies en un gran rango de materiales. En esta técnica el área a ser examinada es irradiada con un fino rayo de electrones que pueden barrer la superficie de la muestra para formar imágenes o puede permanecer estático para obtener el análisis de una sola posición. Los tipos de señales producidas por la interacción del haz de electrones con la muestra incluye electrones secundarios, electrones retrodispersados, rayos X característicos y otros fotones de variadas energías, estas señales son obtenidas desde volúmenes de emisión específicas de la muestra y pueden usarse para examinar sus características (Goldstein et al, 2007).

La pieza pudo ser sometida a este estudio ya que presentaba material disponible para realizar la extracción de muestras (desprendimientos de piel con pelo debido a la friabilidad del cuero en algunas zonas) (Fig. 33).

Figura 33.-

Muestras recolectadas del ejemplar cabra 23. (Registro I. Muray).



Las muestras fueron liofilizadas, recubiertas con una capa de oro de 5 nm y analizadas en el microscopio electrónico de alta resolución Qanta FEG250. Las imágenes se adquirieron con detector de electrones secundarios con un voltaje de 200 kV en alto vacío para magnificaciones entre 100x a 20.000x. La determinación de porcentajes elementales omitió la determinación de oro por ser parte del recubrimiento agregado (Montecinos & Pastén, 2021).

En la Figura 34 se muestran las microfotografías SEM de la muestra de la pieza Cabra 23, se observa una sección del sistema tegumentario incluyendo pelos y dermis.

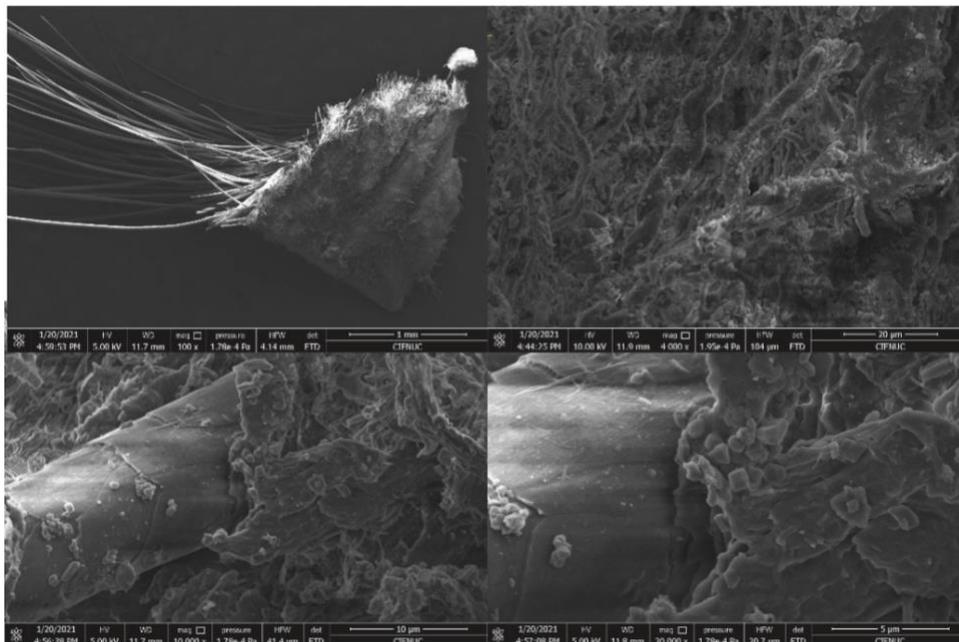


Figura 34.-

Micrografías SEM de muestra Cabra 23. Barra de escala en esquina inferior derecha.

Reproducida desde Minuta Arsénico en Taxidermias (Montecinos & Pastén, 2021)

Para analizar los resultados se elaboró una Tabla 2 comparativa de las dos piezas analizadas, Cabra 23 y Cabra 17, la cual presenta un resumen de los resultados de la espectrometría EDS de las muestras 17(M17) Y 23(M23), asociadas a la Figura 35. (ver siguiente capítulo).

Muestra	Concentración másica (%)	Error %
Barra escala: 1000 nanómetros (Fig. 3a)		
M17-1	7,2	8,0
M23-1	4,0	15,8
Barra escala: 200 nanómetros (Fig. 3b)		
M17-2	11,4	7,0
M17-3	40,6	6,2
M17-4	38,7	6,1
M17-5	41,9	4,8
M17-7	15,0	5,5
M17-8	10,1	7,0
Barra escala: 20 nanómetros (Fig. 3c)		
M17-9	1,8	22,3
M17-10	3,2	5,9
M17-11	58,7	8,5
M17-12	36,0	6,8

Tabla 2

Concentración másica (%) para distintos dominios espaciales de las muestras 17 y 23. Los códigos de muestra se refieren a los dominios espaciales identificados en la Figura 34 (Montecinos & Pastén, 2021)

Los resultados microscópicos de SEM-EDX para las dos muestras entregadas confirman la presencia de arsénico con concentraciones másicas locales que varían entre 2 y >50%. Por la naturaleza microscópica de las áreas analizadas, es natural encontrar variaciones de la medición al comparar distintas magnificaciones y distintos dominios de la matriz analizada. Estos dominios pueden reflejar composiciones de la matriz con distintas afinidades y acumulaciones de analito (por ejemplo, células de la epidermis vs. Pelos). A nivel microscópico, los valores de mayor representatividad corresponderían a los que usan menor magnificación (M17-1 Y M23-1), las que se encuentran en el rango de 4 a 7% másico de arsénico. Este porcentaje se puede comparar con el límite superior de valores obtenidos con pXRF (3,5%) (Montecinos & Pastén, 2021). Cabe destacar que las muestras analizadas con pXRF y las analizadas con SEM-EDX pertenecen a distintos puntos dentro de las mismas piezas.

Se confirma la presencia de arsénico tanto en Cabra 23 como en Cabra 17, mostrando una heterogeneidad de la distribución del metaloide a distintas escalas.

Medición de pH del papel

También se realizó un análisis del pH de la etiqueta que acompaña la pieza, para determinar su acidez y así estimar su nivel de deterioro. Para esto se emplearon las cintas reactivas Alkanatur. Esta medición se realizó con una gota de agua destilada en el reverso de la etiqueta y el resultado arrojado fue un pH ácido de 5,5.

Propuesta de Conservación y Restauración

Debido a su clasificación como ejemplar histórico o museológico, el criterio de intervención debe priorizar el preservar la apariencia original de la pieza y lograr detener el avance de los deterioros presentes, mas no deberá erradicar los vestigios del paso del tiempo ni modificar su apariencia actual. Por lo tanto, la propuesta incluyó la limpieza mecánica para remover la suciedad superficial general y una intervención restaurativa dirigida a cerrar las separaciones de la piel para asegurar que el interior de la pieza no se vea vulnerado en un futuro por el ingreso de algún agente externo de deterioro, para esto se propone el uso de injertos con papel japonés para sellar los rasgados del cuero.

Se propone también la limpieza y desacidificación de la etiqueta original, la reconversión de óxidos de las tachuelas que la sostienen y un sobre protector de un material inerte como lo son el Mylar o el polipropileno.

Intervención de Conservación y Restauración

La limpieza de la pieza es llevada a cabo con equipo de protección personal (EPP), consistente en traje cerrado de Tyvek, guantes de nitrilo, antiparras y un respirador con filtro FFP3. El lugar donde se realiza es un espacio contiguo al taller de taxidermia que cuenta con ventilación natural.

Se realiza una limpieza mecánica con brocha suave, para luego aspirar la pieza con una aspiradora provista de filtro HEPA, además se cubre la boquilla de la aspiradora con una gasa para evitar la succión en caso de desprendimiento de material. La aspiración se complementa con brochazos suaves en el sentido del crecimiento del pelo (Fig. 36).



Figura 36.-

Aspirado de Cabra 23. (Registro I. Muray)

Al conocerse los resultados de los análisis que arrojan sustancias tóxicas en ambas piezas analizadas, se plantea la siguiente interrogante ¿Es segura la manipulación de la pieza? ¿Es necesario llevar a cabo una intervención que justifique la exposición a sustancias tóxicas? Despejaremos estas interrogantes luego de presentar la segunda pieza seleccionada para este proyecto y desarrollaremos una reflexión en torno a las posibilidades de acción.

Para la etiqueta se decidió realizar una intervención de conservación activa, puesto que es un elemento que colabora para su documentación otorgando información valiosa que complementa la correcta lectura de la pieza. Se trabajó siempre con EPP su manipulación, si bien el papel no fue tratado con sustancias tóxicas, el arsénico es capaz de trasladarse a superficies cercanas contaminando superficies.

Se realizó una limpieza con brocha suave para remover la suciedad suelta (Fig. 37) seguida de una limpieza con goma de borrar (Fig. 38) de este modo podríamos asegurar una lectura más clara y duradera de su contenido.

Las tachuelas que fijaban la etiqueta a la base fueron removidas y se les realizó una reconversión de óxidos con ácido tánico, con tal de eliminar los residuos de metal sueltos y detener el proceso de corrosión (Fig.39).



Figura 37.-

Limpieza con brocha suave. (Registro I. Muray)



Figura 38.-

Reverso de etiqueta, estado de avance de limpieza con goma de miga. (Registro I. Muray)

Figura 39.-

Al lado, Retiro de tachuelas. Abajo izq. Tachuelas oxidadas. Abajo der. Tachuelas luego de la Reconversión de Óxidos. (Registro I. Muray).

**Figura 40.-**

Muestra de pH antes y después de la desacidificación. (Registro I. Muray)

Posterior a la limpieza se llevó a cabo la desacidificación, para esto emplee el producto Book Keeper que permite reducir la acidez del papel sin tener que someter a este a un baño acuoso. Es un compuesto que contiene partículas microscópicas de óxido de magnesio (MgO) dispersadas en un fluorocarburo inerte que reaccionan sobre la superficie del papel neutralizando los ácidos presentes en este.

Este producto se utiliza desde 1992 y es considerado seguro ya que no utiliza disolventes, por lo que no hay restricciones de tintas, pigmentos, colas, tapas o encuadernaciones, es inodoro y no elimina la humedad de los elementos tratados. El papel no se humedece ya que la fórmula no contiene agua. No es tóxico ni inflamable y no supone peligro para los materiales, los seres humanos y ni el medio ambiente (Martínez).

Fue aplicado mediante dispersión manual de manera horizontal sobre el papel, por ambos lados, su secado fue de un minuto aproximadamente.

Luego se realizó un segundo análisis de pH que evidenció el cambio de pH de un 5,5 a uno de entre 6.0 - 6,25 (Fig. 40) Con esto se puede alargar la vida útil del papel.

Se volvió a montar la etiqueta en la pieza esta vez contenida en un sobre de polipropileno que actúa como barrera del medio exterior, con las tachuelas originales ahora estabilizadas.

Recomendaciones de Conservación

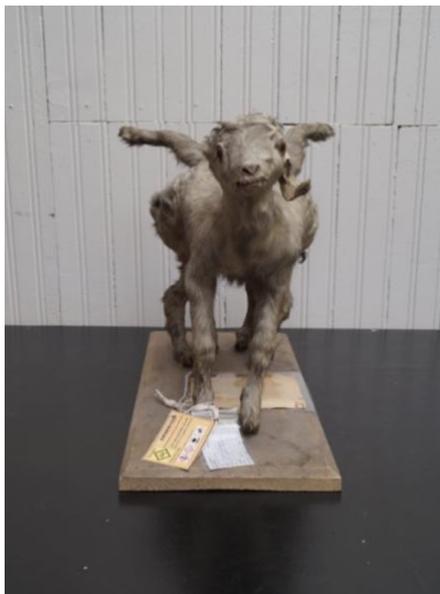
Se recomienda mantener un rango de humedad relativa que puede variar de un 45% a un 55% y evitar temperaturas sobre los 25°C (Institute, 2015).

Idealmente las pieles no deben ser expuestas a niveles de luz que superen los 50 lux con un contenido máximo de luz ultravioleta de 75 $\mu\text{W}/\text{lm}$ y de ser exhibido, el espécimen debe ser monitoreado y racionalizado su tiempo de exposición a la luz.

Volviendo al capítulo sobre Manipulación segura y Prevención, el almacenaje de piezas contaminadas debe presentar las siguientes características; embalaje sellado (el cuál ya posee la pieza), separación del resto de las piezas dentro del deposito y etiqueta de advertencia sobre el contaminante presente, en este caso se sugirió a los responsables del área de Zoología de Vertebrados realizar un etiquetado con la siguiente leyenda “PELIGRO: CONTAMINADO CON ARSÉNICO”, junto con la gráfica internacional para etiquetado de sustancias peligrosas, dicha sugerencia fue recibida de manera positiva y se implementará una etiqueta para prevenir al personal que manipula este tipo de colecciones.

Se sugiere realizar revisiones rutinarias de la pieza para mantener actualizado el estado de conservacion y percibir cualquier alteracion que la pieza pudiese experimentar.

Registro Visual Final





Registro Visual Comparativo



Pieza II: Cabra 17

Descripción

Cabra taxidermizada con características teratológicas. Nombre científico *Capra aegagrus hircus*. Este espécimen se puede vincular a la pieza Cabra 23 por sus grandes similitudes, es posible que comparta el mismo origen, el mismo preparador y fechas similares de creación. Esta taxidermia se encuentra insertada, mediante una estructura de alambres, a una base de madera. Mediante análisis organoléptico, podemos afirmar que sus elementos constitutivos son: piel, relleno de viruta de madera, alambres, madera, ojos de vidrio. Hay vestigios de haber poseído una etiqueta de similares características que la pieza anterior (Fig. 39). La etiqueta actual señala que la pieza fue recolectada por Rudolfo Philippi y se le asocia al año 1924, nuevamente nos encontramos con información poco precisa con respecto a su origen, pero que presenta una clara vinculación con la pieza anterior.

Esta pieza también pertenece a colección de Mastozoología del Museo junto a cabra 23 y el resto de las taxidermias supuestamente recolectadas por Rodolfo Philippi. Su ubicación actual es el depósito de el área de Zoología de Vertebrados, en el contenedor número 17, número que será utilizado para su identificación en este trabajo.

Según las categorías de clasificación de especímenes naturalizados, esta pieza corresponde a un ejemplar histórico o museológico.

Tabla 3**Datos Generales**

Identificación	Capra hircus/ Capra aegagrus/ Cabra 17
Propietario / Custodio	Museo Nacional de Historia Natural
Colección	Mastozoología
Procedencia	Desconocida
Autor	Desconocido
Época	Principios siglo XX
Técnica	Taxidermia
Dimensiones	35x23x55 cm

Registro visual inicial



A



B



C



D



E

Figura 41.- Registro fotográfico inicial de Cabra 17. Vistas: A.-Vista frontal; B.-Vista trasera; C.-Vista lateral izquierda; D.-Vista lateral derecha; E.-Base de madera y alambres. (Registro I. Muray).

Estado de Conservación y Deterioros

De modo general esta pieza presenta una estructura firme sin problemas de deterioro, así también su base es estable y solo sufre craqueladuras en la superficie pictórica (Fig.42). La suciedad superficial generalizada se repite en este espécimen, además de otros daños que ha sufrido la pieza, los cuales también presentaba la pieza anterior. Estos daños son; rasgaduras de la piel que dejan ver el interior del espécimen en la zona de las patas situadas sobre el lomo (Fig. 43), la ausencia de la oreja izquierda (Fig. 44) y la oreja derecha aun unida a la cabeza, pero con rasgados que debilitan su unión (Fig. 45). Este espécimen presenta también lagunas de piel en la zona superior del cráneo, las cuales corresponderían a incipientes cornamentas que se desprendieron.



Figura 42.- Craqueladuras de capa pictórica en base. (Registro I. Muray).



Figura 43.- Rasgado de piel en patas sobresalientes del lomo. (Registro I. Muray).

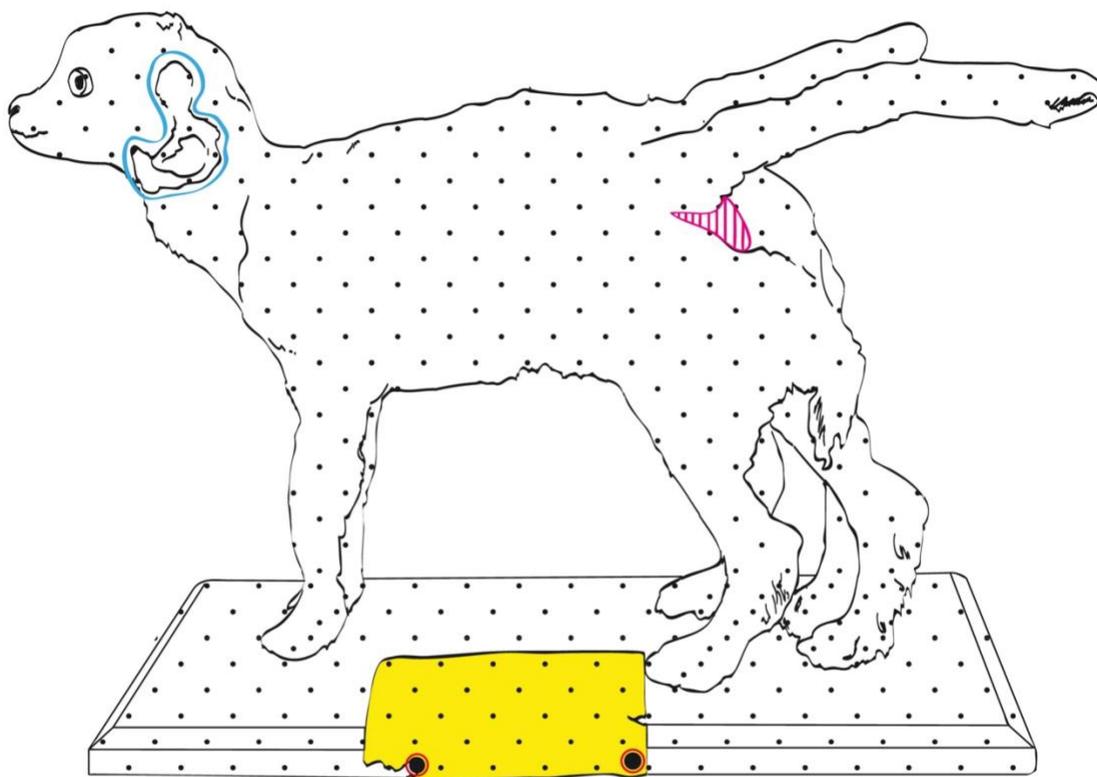


Figura 44.- Faltantes de oreja y cornamenta. (Registro I. Muray).



Figura 45.- Detalle de rasgado de piel en oreja. (Registro I. Muray)

Mapa de Deterioros



Suciedad



Rasgado



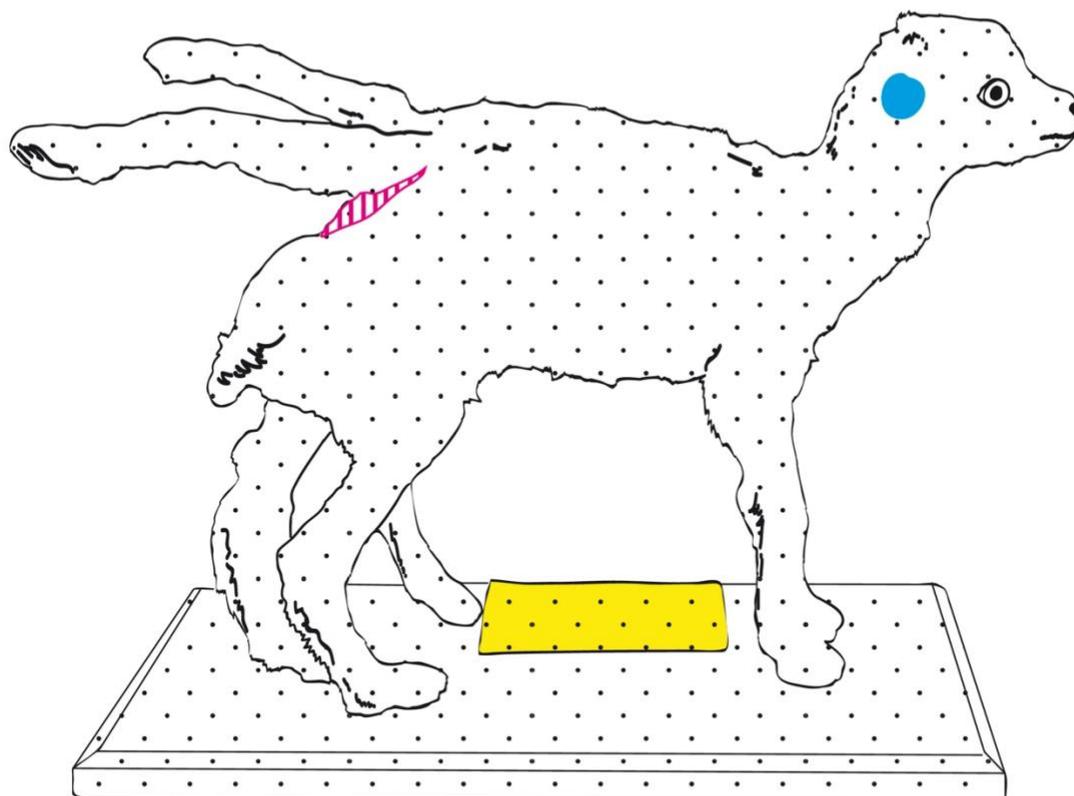
Amarillamiento



Oreja
colgando



Tachuelas
oxidadas



Suciedad



Rasgado



Amarillamiento

Oreja
faltante

Análisis Científicos

Esta pieza fue sometida a Fluorescencia de rayos X (Fig. 46) y a Microscopía Electrónica de Barrido en conjunto con la pieza anterior.

Durante el análisis pXRF se utilizó equipo de protección establecido por protocolo de manipulación de elementos contaminados; mascarilla, guantes, antiparras y delantal. El equipo empleado para las mediciones fue DS-6000, Innov-X System, USA.

Los rangos de concentraciones porcentuales máxicas de arsénico (%As) detectado mediante pXRF para este espécimen fueron de 0,51 a 1,50, la que corresponde a 15.000 partes por millón o a 15 gramos de arsénico por kilogramo de muestra.

Volvemos a revisar los niveles de concentración que citamos con anterioridad y podemos situar a este espécimen en un nivel que va de moderado a alto. (Bengston, 2005)

Nivel muy alto: (50,000 a 200,000 ppm) (5%-20%)

Nivel alto: (10,000 a 49,999 ppm) (1%-4,9%)

Nivel moderado: (1,000 a 9,999ppm) (0.1%-0.9%)

Nivel de traza: (límite detectado a 999ppm) (0-0.09%)



Figura 46.-

Fluorescencia de rayos X portátil. (Registro I. Muray)

Los análisis de microscopía electrónica de barrido (Fig. 47) pudieron ser llevados a cabo con muestras que se recolectaron desde la pieza 17 en una examinación organoléptica donde se encontraron pequeños desprendimientos de piel y pelaje.

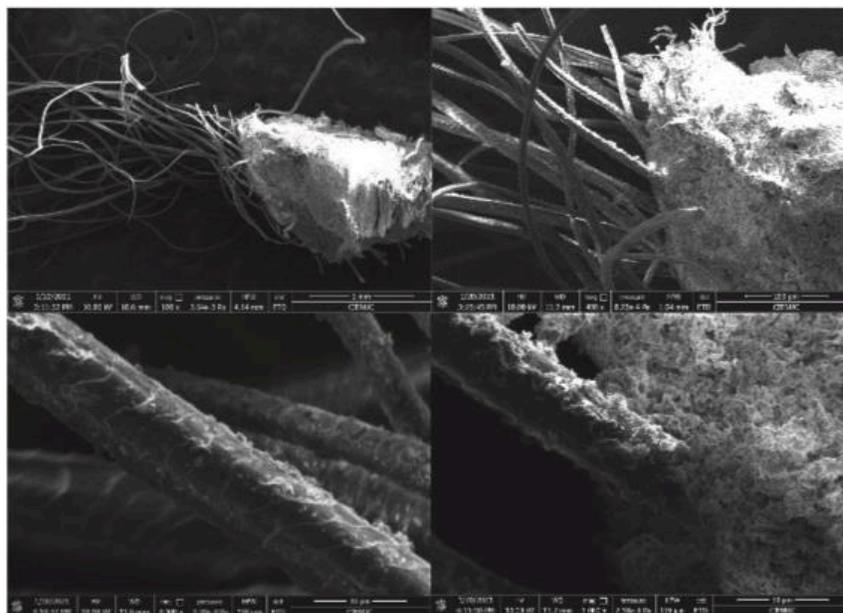


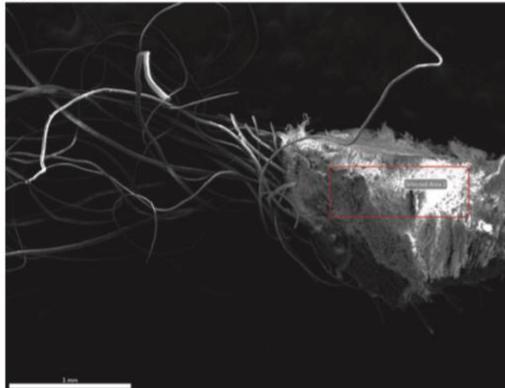
Figura 47.-

Micrografías SEM de muestra 17. Barra de escala en esquina inferior derecha.

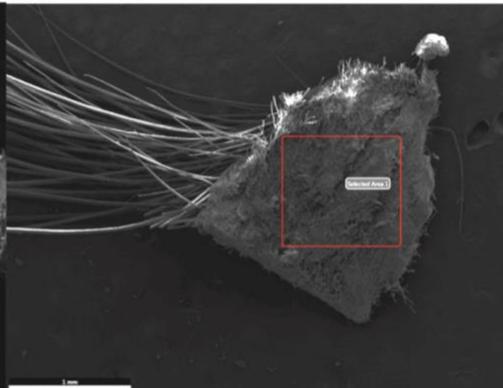
Reproducida desde Minuta Arsénico en Taxidermias (Montecinos & Pastén, 2021)

Los resultados microscópicos para SEM-EDX en las muestras analizadas confirman la presencia de arsénico con concentraciones máxicas locales que varían entre 2 y >50%. Los valores más representativos a nivel macroscópico corresponderían a los que utilizan menor magnificación (M17-1), que se encuentran en un rango de 4 a 7% máxico de arsénico, comparable con el límite superior de valores obtenidos con pXRF (3,5%)(Fig 35).

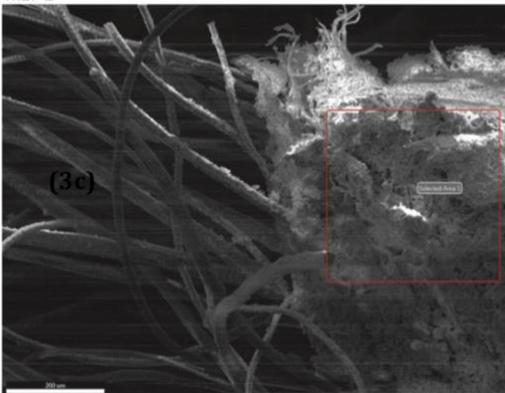
M17-1



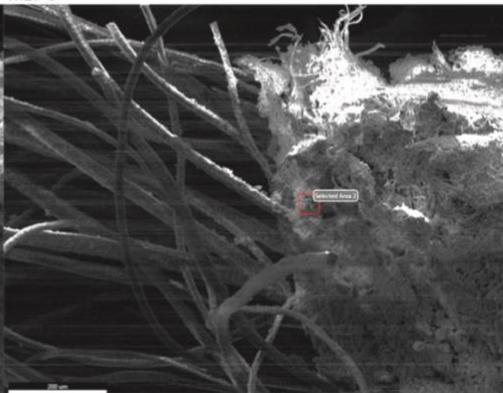
M23-1



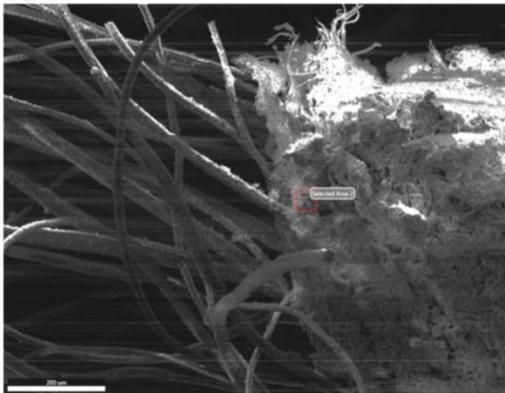
M17-2



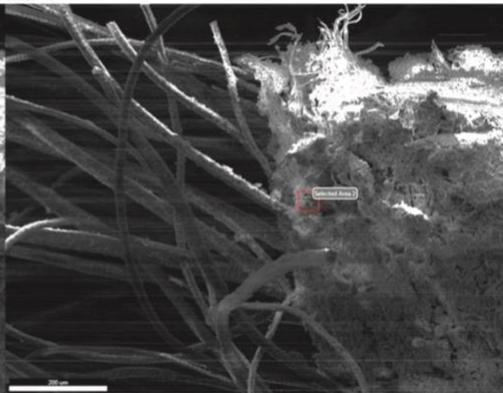
M17-3



M17-5



M17-4



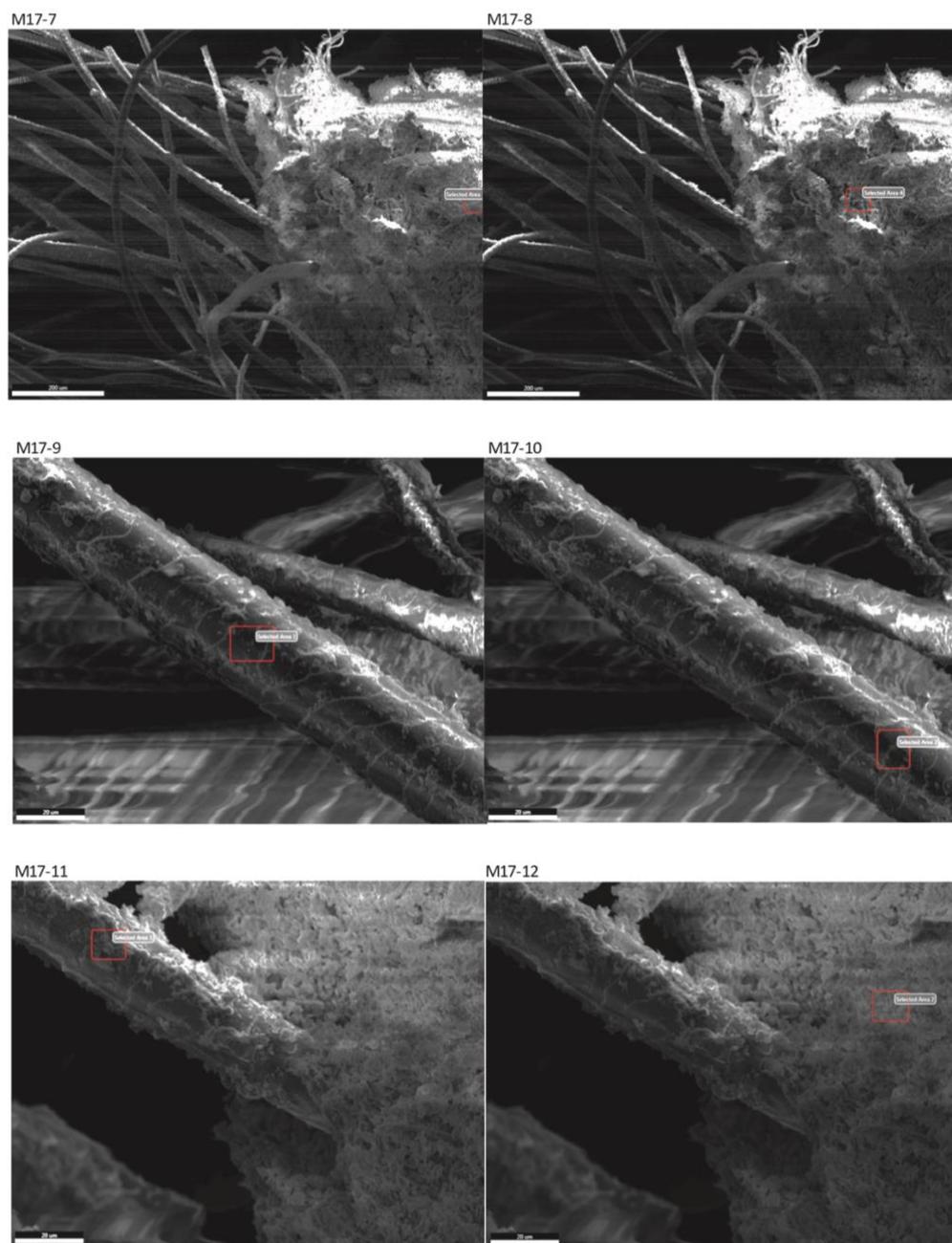


Figura 35.-

Dominios espaciales en las muestras 17 y 23 donde se estimó el porcentaje de As por EDS. Notar las barras de escala en la esquina inferior izquierda de cada micrografía. El área analizada se identifica con un rectángulo rojo. Imagen reproducida desde Minuta Arsénico en Taxidermias (Montecinos & Pastén, 2021).

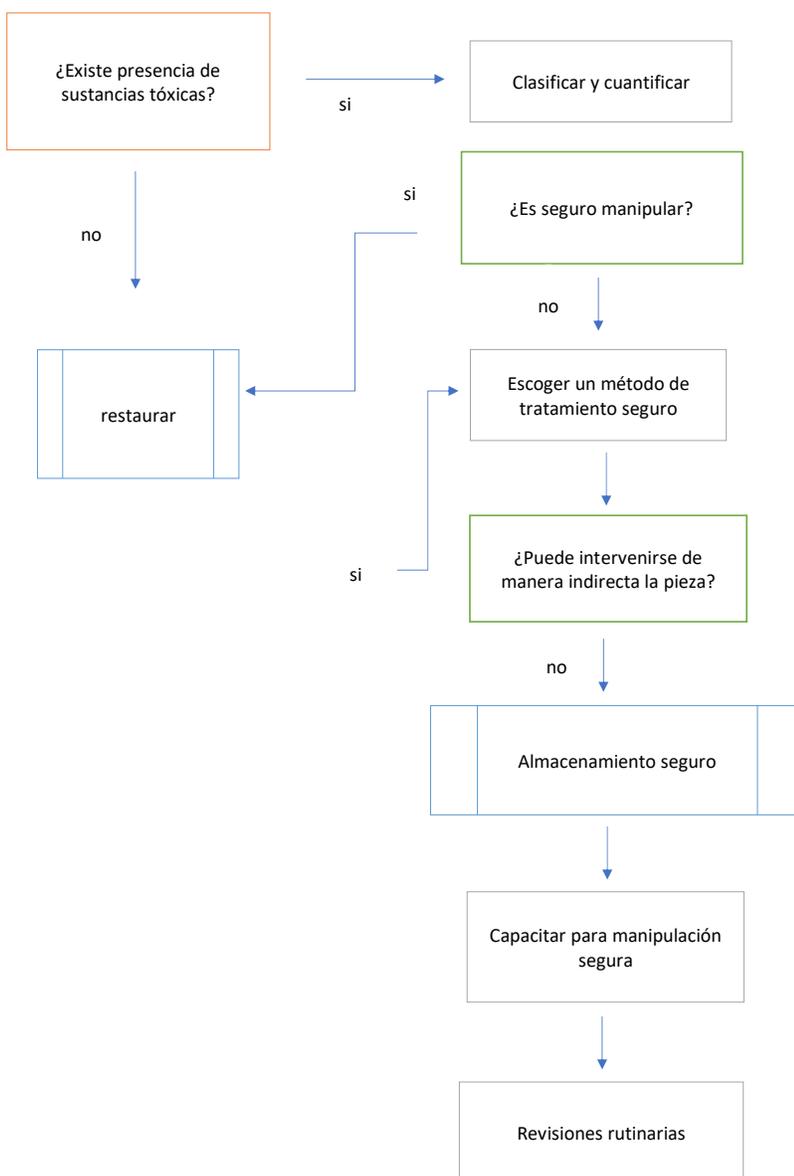
Propuesta de Conservación y Restauración

En este apartado es pertinente volver a la reflexión que esbozamos previamente en el apartado de la pieza cabra 23, con la evidencia que nos entregan los análisis respecto a la toxicidad de las piezas. ¿Es necesario restaurar cuando estamos frente a piezas contaminadas? Por un lado, ambas piezas presentan deterioros en el sustrato principal, la piel curtida presenta rasgados debido a fluctuaciones de humedad y temperatura, por otro lado, la estructura de las piezas es estable, su estado de conservación general es regular, no está comprometida su permanencia en el tiempo. A continuación, se presenta un diagrama de flujo que permite estandarizar la toma de decisiones sobre conservación de una pieza o colección cuando se sospecha o se sabe que se está en presencia de sustancias tóxicas. En este caso pudimos confirmar, calificar y cuantificar dicha toxicidad mediante análisis científicos, estos datos nos responden la interrogante ¿es seguro manipular? no es seguro manipular. Debemos recordar que el arsénico es altamente tóxico y puede introducirse al cuerpo por inhalación, absorción dérmica o ingestión, el manejo de una pieza contaminada por tiempo prolongado puede derivar en intoxicación crónica, envenenamiento, úlceras y daños al sistema nervioso (Sirois, 2001)

La conservación en estos casos debe enfocarse a la prevención y al resguardo de los factores extrínsecos que interactúan con la pieza, un embalaje seguro, señalización de seguridad, control ambiental, separación de las otras piezas dentro del depósito y muy importante también capacitar al personal que tendrá que estar en contacto con la pieza, sobre manipulación segura, implementos de seguridad y protección personal. Las revisiones rutinarias ayudarán a tener un estado actualizado acerca de la conservación de la pieza y a prevenir posibles daños que esta pueda sufrir.

Por todo esto la decisión sobre la conservación y restauración de estas piezas contaminadas propone realizar una limpieza mecánica con aspiradora con filtro HEPA y EPP en una sesión, para luego devolverlas a su embalaje original, el cual es una caja de cartón con base

de ETA Foam y Tyvek. Se sugerirá al museo un etiquetado adicional que resguarde al personal del museo sobre el contenido de arsénico en la pieza cumpliendo con la norma internacional de etiquetado de sustancias peligrosas.



Intervención de Conservación y Restauración

La pieza fue sometida a limpieza mecánica con aspiradora con filtro HEPA, en potencia suave y con la boquilla de la aspiradora cubierta por una gasa, para impedir la absorción indeseada de algún elemento de mayor tamaño que pudiese desprenderse del cuerpo al realizar el aspirado, se complementó con brochazos suaves en dirección del crecimiento del pelo para guiar las partículas de polvo hacia el interior de la boquilla (Fig. 48). La acción se llevo a cabo en una sala con ventilación natural adyacente al taller de taxidermia del museo.

Se empleó equipo de protección personal consistente en traje de Tyvek, guantes de nitrilo, respirador con filtro FFP3 y antiparras (Fig. 49).



Figura 48.-

Limpieza con aspiradora y brocha
(Registro I.Muray)



Figura 49.-

Equipo de protección personal (EPP)
(Registro I. Muray).

Recomendaciones de Conservación

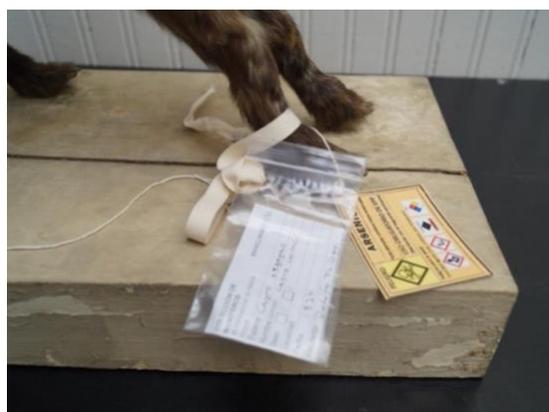
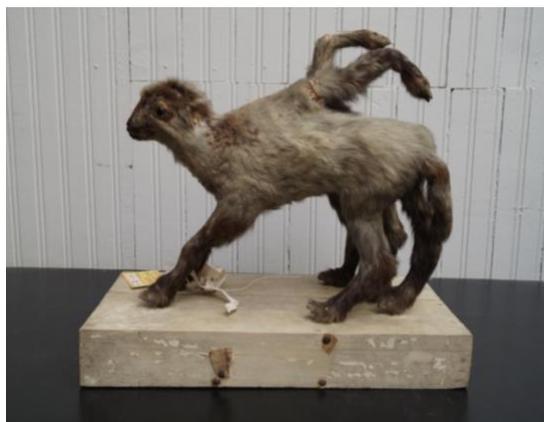
Las recomendaciones de control medioambiental son principalmente mantener un rango de humedad relativa que puede variar de un 45% a un 55% y evitar temperaturas sobre los 25°C (Institute, 2015).

Idealmente las pieles no deben ser expuestas a niveles de luz que superen los 50 lux con un contenido máximo de luz ultravioleta de 75 $\mu\text{W}/\text{lm}$ y de ser exhibido, el espécimen debe ser monitoreado y racionalizado su tiempo de exposición a la luz.

En depósito piezas contaminadas debe presentar las siguientes características; embalaje sellado (el cuál ya posee la pieza), separación del resto de las piezas dentro del depósito y etiqueta de advertencia sobre el contaminante presente, en este caso realizar un etiquetado con la siguiente leyenda “PELIGRO: CONTAMINADO CON ARSÉNICO”, junto con la gráfica internacional para etiquetado de sustancias peligrosas., dic

Se sugiere realizar revisiones rutinarias de la pieza para mantener actualizado el estado de conservación y percibir cualquier alteración que la pieza pudiese experimentar.

Registro Visual Final



Registro Visual Comparativo

Antes



Después



Pieza III: Guanaco

Descripción

Taxidermia de un Guanaco, perteneciente al diorama del desierto florido, en exhibición permanente dentro del museo. De postura erguida, la pieza se encuentra unida a una base mediante fierros estructurales, que provienen de su interior a través de tres de sus patas, dejando liberada la pata izquierda que se despega de la base en flexión. La base está conformada por un perfil y platinas de fierro adosadas a el, cubierta por una malla metálica enyesada.

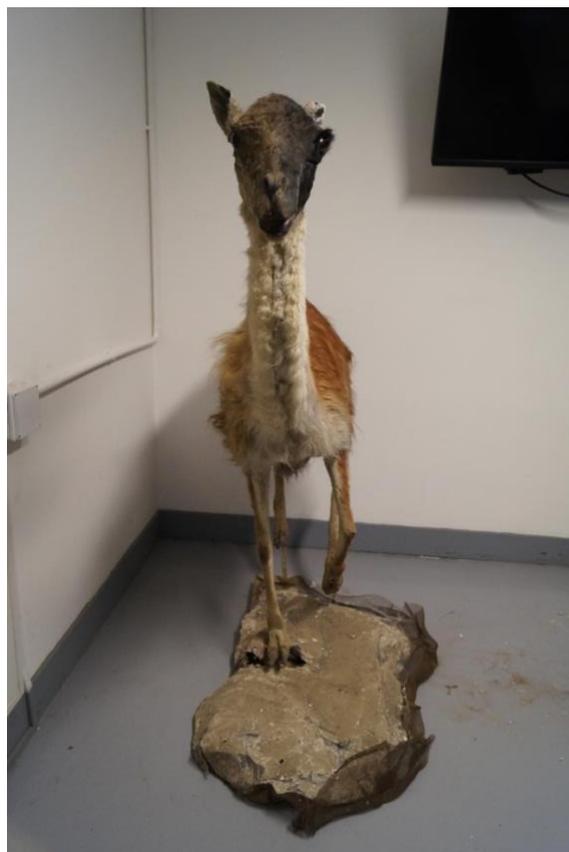
La pieza posee una restauración reciente que fue realizada el año 2019 por personal del taller de taxidermia, en esa oportunidad se realizaron intervenciones en el lado izquierdo del espécimen ya que es el lado visible dentro del montaje. Se reemplazó el ojo izquierdo original que era de resina por un ojo de vidrio, al cual se le añadió en la zona superior pelo sintético para sumar volumen a sus pestañas originales. El color también fue modificado solo en ese costado. Previamente en el año 2000-2005 también fue restaurada por su mismo preparador.

Tabla 4

Datos Generales

Identificación	Guanaco
Propietario / Custodio	Museo Nacional de historia
Procedencia	Taller de Taxidermia
Autor	Ricardo Vergara
Fecha	1982
Técnica	Taxidermia
Dimensiones	136x37x157 cm

Registro visual inicial



Estado de Conservación y Deterioros

La pieza pertenece a la actual exhibición del túnel oriente del museo, al diorama del desierto florido, a pesar ser una pieza activa en el museo, su estado de conservación es malo.

Los materiales presentes en este espécimen, a diferencia de las piezas anteriores, son materiales modernos, del siglo XX. La estructura interior es de fierro, pero luego de un análisis de microscopía digital podemos evidenciar que sobre esta estructura hay un maniquí de fibra de vidrio recubierto con poliuretano. Hasta este punto no vemos deterioros en ninguno de estos materiales, los problemas comienzan cuando percibimos que existe una segunda capa de recubrimiento, sobre el poliuretano, esta capa es de greda, de un grosor variable según zona de 10 a 30 mm aproximadamente. La greda presenta una pérdida de cohesión con trozos desprendiéndose y separándose entre sí.

Otro deterioro significativo es el que ocurre en la piel, la cual presenta rasgaduras considerables que a simple vista podemos reconocer. Las de mayor envergadura están en la zona posterior del animal al interior de las patas traseras y en la zona ventral. La piel está completamente separada, dejando expuesto el interior. En el lado ventral izquierdo encontramos también un rasgado en la piel de 150 x 30 mm escondido bajo el pelaje.

En la zona rostral tenemos dos grandes zonas de resane, de deficiente factura, que dificultan una correcta lectura del espécimen, es posible que bajo estos resanes, que sobresalen volumétricamente por sobre el resto de la piel, se encuentre la piel separada o agrietada. La oreja izquierda también presenta un resane de deficiente factura que puede esconder una grieta en la piel.



A



B



C



D



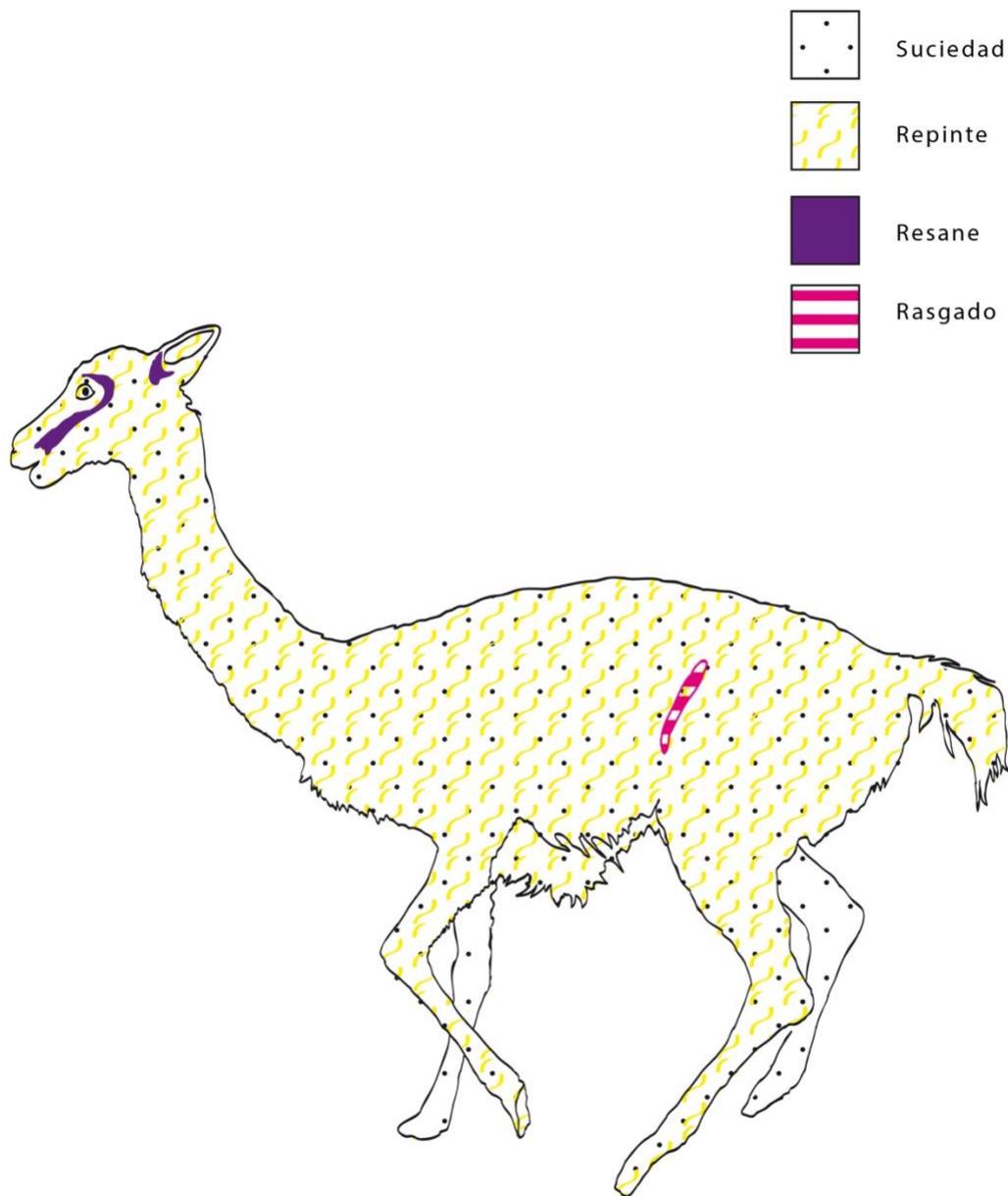
E

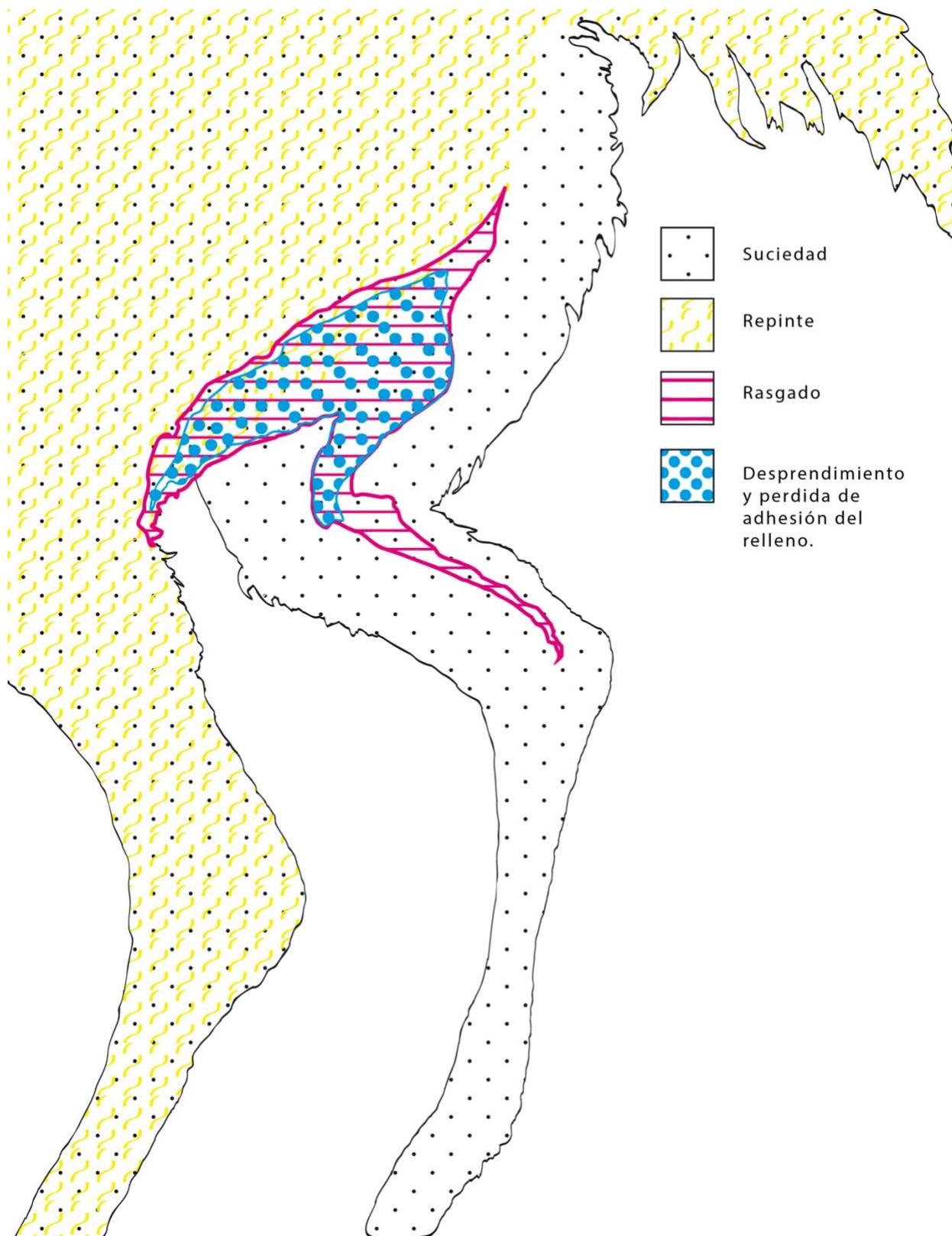


F

Figura 50.- Deterioros: A, B y E: Resanes deficientes, C: Piel separada, D: material de relleno con pérdida de adhesión, F: Repinte sólo en la mitad de la pieza. (Registro I. Muray).

Mapa de Deterioros





Análisis Científicos

Al momento de recibir la pieza, esta contaba con información respecto a su elaboración y procedencia, lo cuál constituía una gran ayuda al momento de levantar documentación adjunta que brindara información acerca de su materialidad y estado de conservación.

Al ser una pieza elaborada a comienzos de los años 80, la composición de su curtido no involucró elementos tóxicos, es una pieza libre de arsénico, por ende, puede ser manipulada y restaurada.

Test de solubilidad

Este test corresponde a la aplicación sistemática de solventes, o mezclas de estos, ordenados con tal de ver la influencia que ejercen en cuanto a solubilidad, absorción, difusión, o dispersión en determinado sustrato (Eisner et al, 2005).

La solubilidad del sustrato depende de las fuerzas de atracción intermoleculares, que unen la materia de dicha sustancia y que pueden ser de 3 tipos, fuerzas de London o fuerzas de dispersión (Fd), Van der Waals, Dipolo-dipolo o fuerzas polares (Fp), y Enlace de hidrógeno o fuerzas de puentes de hidrógeno (Fh) (Masschelein-Kleiner, 2004).

Estos valores se ubican dentro del triángulo de Teas, en donde cada lado representa una escala de cada componente del parámetro de solubilidad (Fd, Fp, Fh), y al trazar las líneas de cada recta se forma un diagrama de triángulos interiores en donde cada triangulo interior presenta un área de solubilidad (Masschelein-Kleiner, 2004). En estas zonas las solubilidades son variables y no se debe cometer el error de suponer que las propiedades de dichas zonas son siempre constantes (Eisner et al, 2005).

Para nuestra pieza fue necesario realizar un test de solubilidad específico al momento de intentar remover resina de poliéster adherida al maniquí de la taxidermia, cuya materialidad es de fibra de vidrio cubierta de poliuretano G26. Esta resina se utilizó para adherir los ojos del guanaco, que también eran de un tipo de resina.

En la siguiente tabla se muestran ejemplos del valor F_d estimado de diversos materiales filmógenos a partir de datos presentes en la literatura (Sánchez et al., 2006), en donde las resinas de poliéster presentan un valor F_d que fluctúa de 41 a 59 (Tabla 5).

Material filmógeno	Valor f_d
aceite de lino fresco	45 - 90
aceite de lino medianamente polimerizado	alrededor de 68
cera de abejas	alrededor de 90
barnices de resinas naturales + cera	alrededor de 70 - 77
resina dammar fresca	54-90
resina dammar oxidada	54 - 67
almáciga fresca	30-85
almáciga oxidada	30 - 67
gomalaca	30-54

Polímeros sintéticos	Valor f_d
poli (acetato de vinilo)	55-85
Paraloid B-72	36-85
resina cetónica N (BASF)	36-90
nitrate de celulosa	30-58
resinas de poliéster	41-59
resina cetónica (BASF)	36-96

Tabla 5.- Los valores F_d de diferentes materiales filmógenos. Imagen reproducida desde Sánchez et al., (2006).

Los solventes que utilizamos para este análisis son los listados a continuación, con sus correspondientes parámetros de solubilidad, con esta información pudimos ubicarlos en el triángulo de Teas (Fig. 51).

Solvente	Parámetros de Solubilidad		
	Fd	Fp	Fh
Etanol	36	19	45
Acetona	50	37	13
White Spirit	90	4	6
Metanol	31	23	46

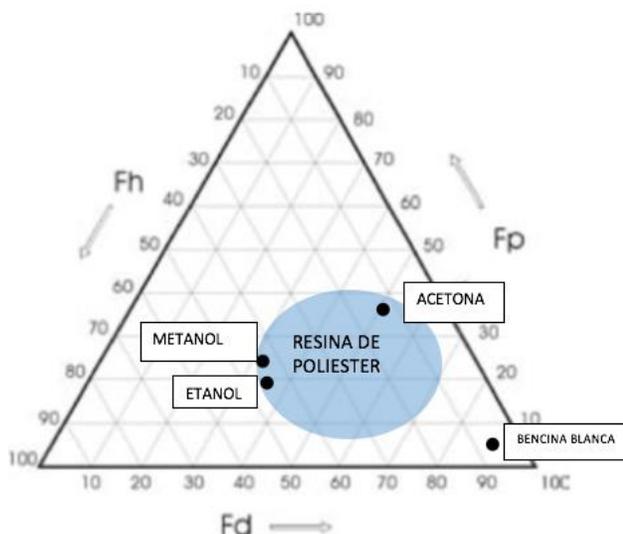


Figura 51.- Solventes; sus parámetros de solubilidad y su posterior ubicación en el triángulo de Teas. Modificado desde Eisner et al., (2005).

Se realizó el test mediante compresas de algodón con cada solvente al 100%, con una exposición de 40 minutos aproximadamente. Se consideraron factores como la evaporación y la migración de los solventes, para esto se protegió el resto de los materiales que no serían analizados.

El solvente que presentó un mayor poder de disolución fue la Acetona, la cual reblandeció levemente la resina, pero lo suficiente para poder removerla mecánicamente con ayuda de bisturí. Este resultado corroboró la información brindada por el triángulo de Teas, respecto a la idoneidad de la acetona y los valores de las fuerzas de atracción intermoleculares.

Microscopía óptica digital

En una primera instancia, mediante un análisis organoléptico, se definieron los elementos constitutivos de la pieza, piel, poliuretano, fierro, arcilla, etc. Luego decidimos realizar tomas

microscópicas digitales, las cuales nos entregaron una descripción de los diferentes sustratos involucrados en esta pieza, incluyendo elementos integrados posteriormente como los resanes de la zona rostral del espécimen.

Al momento de haber retirado la resina de poliuretano que unía los ojos al maniquí pudimos ver un material interno, que no habíamos percibido y que gracias al registro microscópico se pudo ver con claridad que el maniquí realmente estaba elaborado en fibra de vidrio, con un primer recubrimiento de poliuretano y un segundo recubrimiento de arcilla, sólo en algunas zonas. También se descubrió un adhesivo epóxico de color verde.

La figura 52 presenta las microscopias ópticas digitales que nos proporcionaron una mirada mas cercana de los sustratos del Guanaco.



A



B



C



D



E



F



G



H

Figura 52.- Microscopía óptica digital; **A y B.** Piel y pelos, **C y D.** resanes distintos en ambos lados del rostro, **E.** hilo de algodón de las costuras originales, **F.** poliuretano, **G.** adhesivo epóxico, **H.** fibra de vidrio. (Registro I. Muray).

Propuesta de Conservación y Restauración

En esta pieza la propuesta de conservación y restauración responde a necesidades y criterios distintos a los que presentamos en las piezas anteriores. El Guanaco fue realizado a comienzos de los años 80 y su preparador, Ricardo Vergara, en ese entonces ya no empleaba arsénico en sus piezas de taxidermia, por esto tenemos su testimonio como garante de que esta pieza no presenta contaminación con sustancias tóxicas, por esto fue elegida para complementar este proyecto y de esta manera poder llevar a cabo una propuesta de restauración que incluyera un mayor grado de intervención.

Existe la necesidad de que esta pieza sea restaurada, ya que presenta un mal estado de conservación y su función en el museo es de uso activo para la comunidad. Cumple un rol pedagógico dentro de la museografía y es necesario devolverle su estabilidad material para que pueda seguir desempeñando su labor en el futuro. Es por esto que se decidió, realizar intervenciones tanto de conservación como de restauración atendiendo a la necesidad de que la pieza cumpla su función educativa dentro del museo sin correr el riesgo de deterioros aun mayores.

Cabe señalar que en el diorama esta pieza estaba algo escondida debido al gran daño que sufrió en su parte posterior, y presenta una restauración relativamente reciente que puede ser mejorada.

Se propone comenzar con una limpieza general por aspiración, la eliminación de los resanes en el rostro, puesto que poseen terminaciones que dificultan la correcta lectura de las características del animal. En la misma zona, el color que fue añadido en la última restauración será removido y una vez realizados los nuevos resanes, se reintegrará el color o bien, si hay material disponible, se injertará pelo. Reemplazaremos los actuales ojos, por unos nuevos de resina elaborados en moldes de silicona.

En cuanto a la zona ventral y patas se propone retirar el relleno de greda que ha perdido adhesión y cohesión (que representa un peso innecesario para la piel y que seguramente contribuyó para la separación y rasgado de ésta), pero en las zonas en que no represente un peligro y que no sea necesario retirarlo se consolidara para que no sufra desprendimientos futuros y para que perdure como registro de la elaboración original, en su lugar se utilizará un relleno mas liviano para esto elaboraré una pasta con papel libre de ácido aglutinado con hidroxipropilcelulosa, que presenta estabilidad frente al biodeterioro y dialoga de buena manera con el cuero y el papel.

En el interior de las patas la piel se hidratará para lograr acercar las partes separadas que presentan los agujeros de sus primeras costuras, los cuales utilizaremos para suturar nuevamente la piel, en las grietas y lagunas de piel realizaremos injertos a modo de parches de papel japonés, reiteraremos el uso de Klucel G (hidroxipropilcelulosa). Sobre este trabajo realizaremos una reintegración cromática con pintura acrílica en las zonas en las que no es posible realizar injerto de pelo, en el vientre donde el pelo es abultado y voluminoso realizaremos injerto de pelo probablemente de origen animal, disponible en el taller.

Para finalizar se hará una reintegración cromática a la pieza en general, puesto que en la ultima restauración solamente se realizo un repinte de la mitad que permanecía visible en el diorama.

La descripción de los procedimientos y los materiales que se emplearán serán descritos a cabalidad en el siguiente apartado.

Intervención de Conservación y Restauración

- Limpieza

La pieza fue sometida a una limpieza mecánica general con aspiradora, se utilizó aspiradora con filtro HEPA cubriendo la boquilla con una gasa para evitar desprender material desde la superficie del objeto (Fig. 53).

Para continuar con la limpieza de forma progresiva y retirar el repinte negro de la zona rostral se utilizó una esponja de látex de goma vulcanizado, el cuál retiró un gran porcentaje de la pintura acrílica de manera mecánica (Fig. 54). Los residuos de pintura acrílica que persistían en la superficie fueron retirados con hisopos de algodón con acetona, aprovechando su rápida evaporación y alta efectividad de disolución de la pintura.

Las pezuñas también recibieron una limpieza con hisopos de acetona, la cuál eliminó la suciedad que opacaba su color original (Fig. 55).

- Eliminación de resane rostro

Una vez retirada la capa de repinte se pudo apreciar la extension del resane (Fig. 56) que fue retirado mecanicamente con bisturí, lo cual fue posible luego de humedecer localmente con compresas de algodón y agua destilada (Fig. 57). Dicha extension abarcaba el hocico y bordeaba el ojo casi por completo, esto en ambos lados del rostro.

- Cambio de base

Se cortaron los fierros que unían la anterior base, se reemplazó por una base de madera, más liviana y fácil de trasladar.

- Remoción ojos

Al retirar los resanes pudimos acceder a los ojos de la pieza, uno de ellos fue agregado en la ultima restauración por Diego Jara, este ojo es de vidrio y fue considerado en su momento más idóneo que el ojo anterior, por un lado por estar nuevo y presentar características mas “realistas” y también porque los ojos anteriores (elaborados en resina) presentaban desgaste,

opacidad y ralladuras. En ese entonces se realizó una restauración en tiempo record que, como mencionamos con anterioridad, consideró sólo un lado de la pieza y fue por esto que actualmente el guanaco cuenta con dos ojos distintos. Debido al tipo de intervención que se decidió llevar a cabo en esta pieza, se ha decidido reemplazar ambos ojos por un nuevo par elaborado en resina mediante un molde de silicona. Estos ojos guardaran congruencia entre sí y brindarán mayores posibilidades expositivas a la pieza.

El ojo del lado derecho de la pieza (Fig. 58) estaba fuertemente arraigado al poliuretano del maniquí con resina epoxica, el uso de esta resina ha estado muy extendido como adhesivo y es sumamente difícil de eliminar, habitualmente su retiro implica el uso mecánico de bisturí (Gil, 2015). Para complementar este lento procedimiento realizamos el test de solubilidad para determinar un solvente que pudiera contribuir a la eliminación de este material. El solvente que presentó una mayor reactividad en la resina fue la Acetona. Con compresas de algodón de 40 minutos de duración y con una película de polietileno para evitar la migración del solvente a la piel y también su evaporación al ambiente. Una vez que la resina se reblandeció pudimos retirarla con bisturí.

Para poder manipular la piel se debe humedecer, cuando la piel está debidamente curtida, este humedecimiento no supone algún deterioro a la pieza siempre y cuando su secado posterior sea de manera natural y no acelerado. Para retirar los ojos fue necesario humectar previamente la piel circundante. El ojo izquierdo, estaba adherido al maniquí con silicona común, la cuál fue removida de manera mecánica. Previamente se había también eliminado la mayor cantidad del repinte y las pestañas artificiales que se les habían agregado en la última restauración (Fig. 59).

- Consolidación, rellenos y resanes

En las orejas se habían producido varias separaciones de piel, dejando el interior expuesto, se pudo apreciar que adentro del cráneo también se había aplicado una capa de greda que ya había perdido cohesión. Es posible que la capacidad de retener y traspasar humedad al ambiente de la greda haya generado variaciones de tensión en la piel debido a los cambios en

el volumen de la greda, los cuales terminaron por generar finalmente este tipo de daño. En las orejas reemplacé la mayor parte de esta arcilla, dejando una pequeña porción de esta para resguardar un testimonio sobre su elaboración original. Antes de agregar el nuevo relleno, se consolidó el vestigio de greda original con Paraloid B72 al 20% en acetona utilizando una jeringa.

Se eliminó también desde el interior de las orejas adhesivo PVA con ayuda de agua tibia y un hisopo. Posteriormente se rellenaron los espacios con una pasta de elaboración propia elaborada con papel libre de ácido, agua destilada y Klucel G al 10%, la cuál también se aplicó en resanes del rostro, vientre y patas traseras (Fig. 60) (Lingle & Singleton, 2011). La hidroxipropilcelulosa, o Klucel G es un éter de celulosa, adhesivo para papel y consolidante para cuero, es reversible en agua y posee excelente flexibilidad (GE-IIC, s.f.).

Esta pasta se usó para rellenar las zonas que habían perdido su volumen, y así el cuero quedase fijo, sin rango de movimiento al momento de secar, de ese modo se reducen las posibilidades de generar rasgados en caso de caídas o accidentes durante la manipulación.

La zona posterior y ventral de la pieza es donde el daño que experimentó la piel es mayor, rasgados de gran tamaño, costuras deterioradas, el maniquí expuesto.

Humedecimos el cuero de las patas para devolverle movilidad y una vez alcanzada la flexibilidad de la piel (24 hrs después) logramos retirar el relleno de greda quebrada que se encontraba aun al interior de las patas. Aplicamos la pasta de papel tratando de alcanzar el volumen adecuado para fijar el cuero.

- Sutura y parches

Luego suturamos la piel de las patas con hilado grueso de algodón (imágenes de este proceso en fig. 61). En el vientre la piel presentaba menos arrugas pero una mayor contracción, en esa zona decidimos no humedecer y suturar en seco sin pretender estirar la piel, más bien aproximar los bordes. Hicimos utilización de las perforaciones originales, a modo de ojales por donde fuimos realizando las puntadas que nos permitieran unir los tejidos, no se realizaron nuevos agujeros en ningún caso. El hilo original se encontraba cortado en varias partes por lo

que se utilizó un nuevo hilo marcando con anterioridad su nudo con un cuadrado pequeño de Tyvek, lo que nos permite crear una diferenciación de nuestra intervención con el trabajo original (Fig. 62).

En la zona de las patas se incorporó un segundo material de relleno, que permitió eliminar por completo el espacio de aire al interior de estas. Este nuevo material es una pasta en base a carbonato cálcico y PVA diluido al 20% en agua destilada. La pasta presentaba una mayor fluidez para poder aplicarla con ayuda de una jeringa a través de las suturas previamente realizadas y también poseía un secado rápido (Fig. 63). Una vez seca se comenzaron a realizar parches de papel japonés Tengujo de 6 gr en las diversas áreas faltantes de piel, entre ellas los resanes de la cabeza, las rasgaduras laterales y centrales del vientre y las patas traseras (Fig. 64).

- Elaboración y fijación de ojos

Los ojos fueron elaborados de resina epóxica en moldes de silicona de caucho, utilizando el ojo de vidrio como modelo para obtener su forma. Los colores y formas fueron otorgadas posteriormente fijando un papel a la base del ojo con el diseño correspondiente a su especie. Este papel fue adherido a la forma con paraloid B-72.

Fueron fijados a la cabeza con la pasta de resane de carbonato cálcico, una vez seca la pasta se procedió a recolocar la piel y acercarla a la forma correspondiente (Fig. 65).

- Injertos

Una vez realizados todos los resanes y parches correspondientes se determinaron dos zonas en donde fue adecuado y necesario integrar pelo a la superficie, la cabeza y el vientre. Para los injertos en la zona de la cabeza se utilizó pelo de puma, y para el vientre se utilizó pelo de otro Guanaco, ambas muestras disponibles especialmente para injertos en el taller del museo. Los injertos se realizan pegando y superponiendo pequeños grupos de pelo con Klucel G al parche de papel japonés que se implementó en la etapa anterior.

También se realizó un injerto con pelo sintético de pincel, en la zona de las pestañas, ya que no poseíamos alguna muestra con tal rigidez que pudiese homologarse. Este pelo también fue injertado con papel japonés e hidroxipropilcelulosa (Fig. 66).

- Reintegración cromática

La reintegración cromática en las zonas que lo requerían fue realizada con pintura acrílica. Para los parches de papel japonés y resanes se aplicó mediante pincel (Fig. 67) y para homologar colores del pelaje se aplicó con aerógrafo que es la herramienta que se suele utilizar para este tipo de restauraciones en los talleres de taxidermia (Fig. 68).

Materiales Utilizados en esta Restauración

Acetona

Agua destilada

Carbonato cálcico

Esponja de látex vulcanizado

Hilo de algodón

Klucel G

Papel barrera Canson libre de ácido

Papel Tengujo 6 gr.

Paraloid B-72

Pelo de puma

Pelo de guanaco

Pelo sintético de pincel

Pintura acrílica Amsterdam

PVA

Resina epóxica (ojos)

Tyvek



Figura 53.- Aspirado (Registro I. Muray).



Figura 54.- Retiro de repinte con esponja de látex de goma vulcanizado. (Registro I. Muray).



Figura 55.- Retiro de pintura acrílica y limpieza de pezuñas con acetona en hisopos de algodón (Registro I. Muray).



Figura 56.- Zona de resane por ambos lados, se aprecia la separación de la piel. (Registro I. Muray).



Figura 57.- Compresas de agua destilada en algodón para reblandecer y soltar la pasta del resane y eliminación del mismo con ayuda de bisturí. (Registro I. Muray).

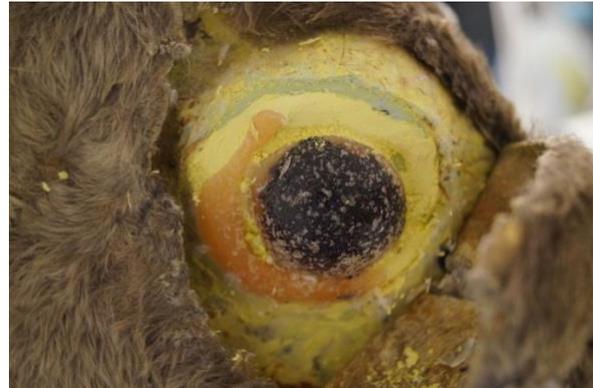


Figura 58.- Hallazgo de resina de poliéster en base del ojo derecho, test de solubilidad y compresas de acetona, remoción completa de la resina con ayuda del solvente en combinación con extracción mecánica. (Registro I. Muray).



Figura 59.- Remoción pintura, pestaña y ojo derecho. (Registro I. Muray).

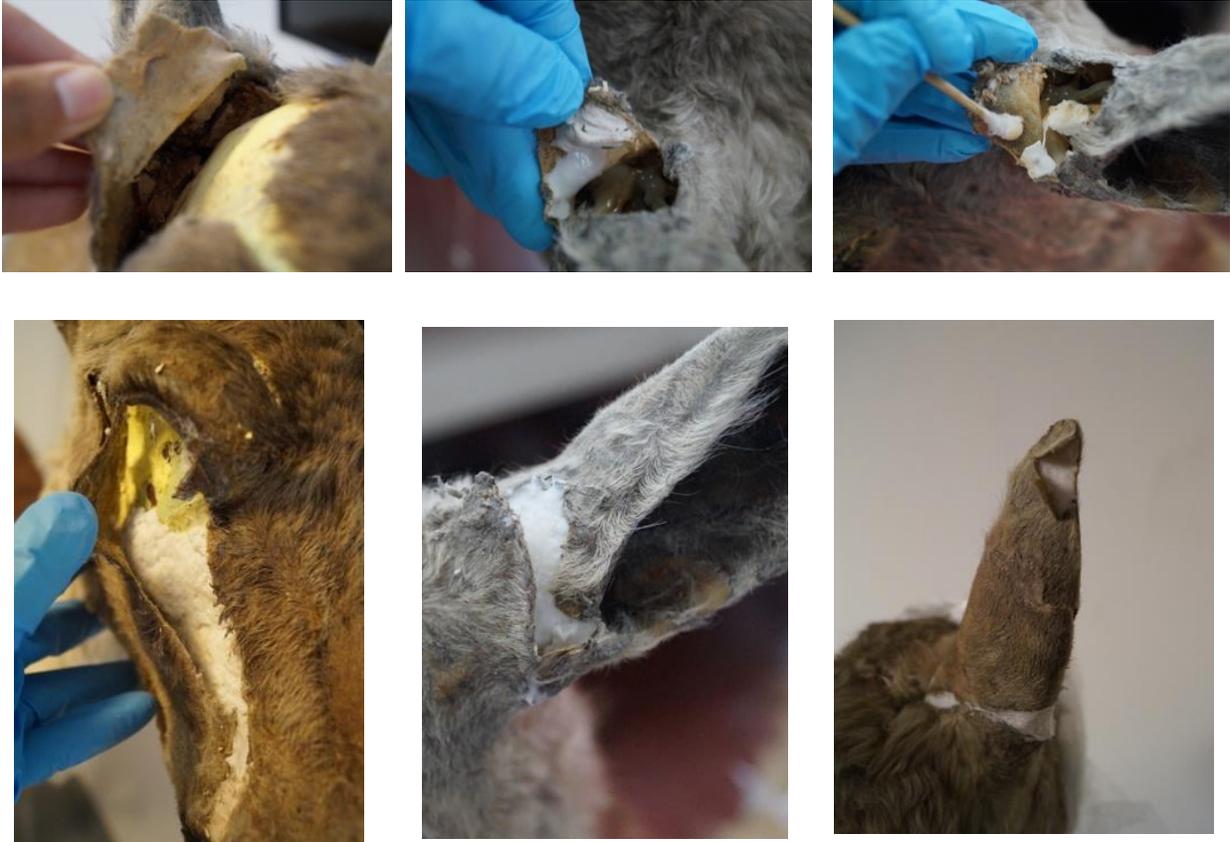


Figura 60.- Proceso de retiro del relleno defectuoso e implementación de uno nuevo. (Registro I. Muray).

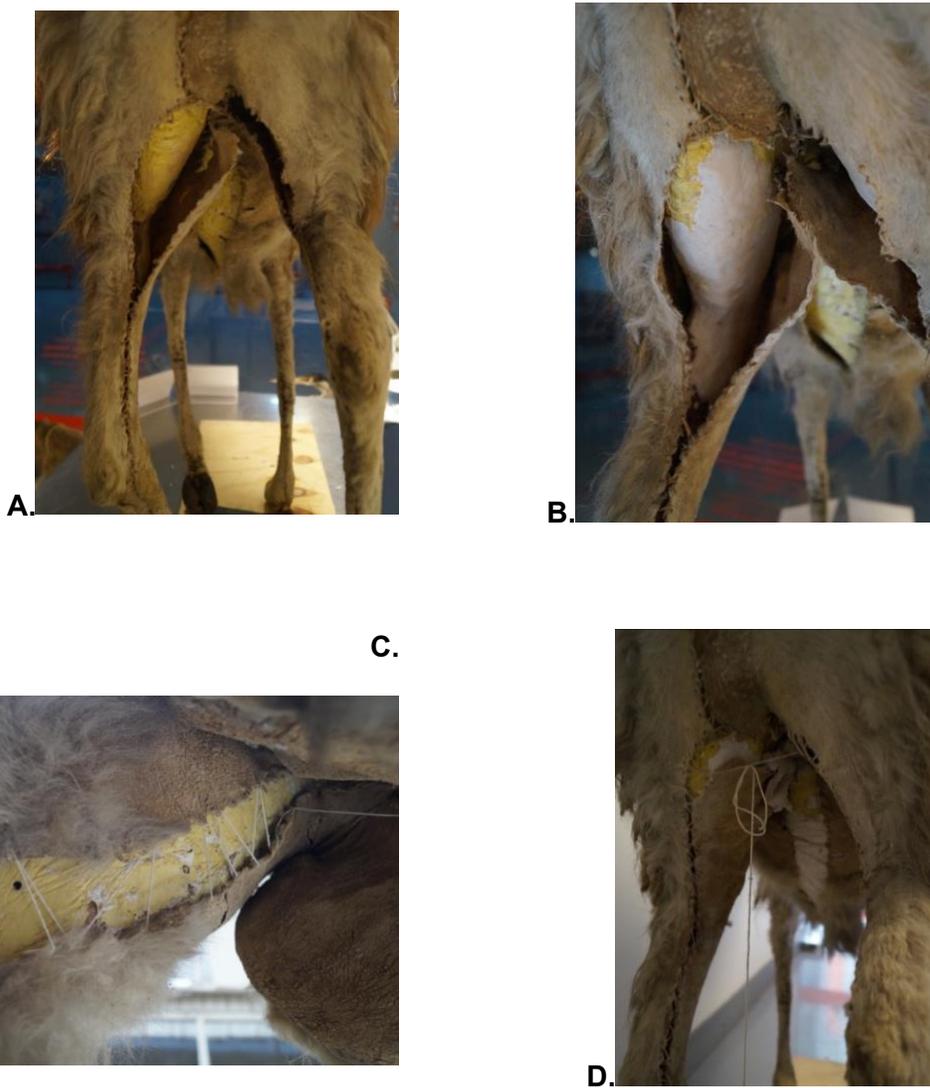


Figura 61.- A. Piel separada, costuras rotas, **B.**relleno con pasta de papel, **C** y **D.** suturas de vientre y patas traseras con hilado de algodón. (Registro I. Muray).

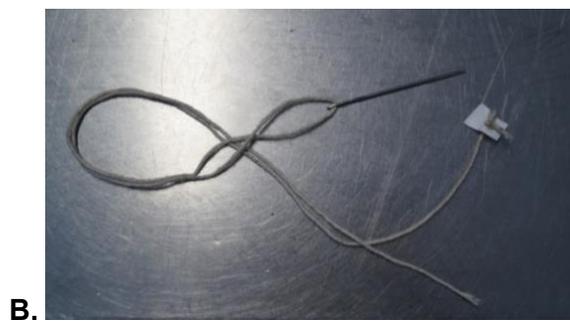
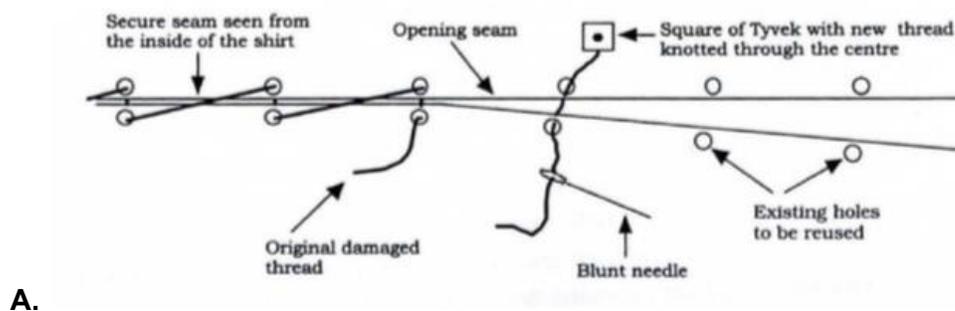


Figura 62.- A.Esquema que describe como suturar incorporando un nuevo hilo (Gil, 2015). B.

Hilo utilizado en esta restauración (Registro I.Muray)



Figura 63.- Aplicación de pasta para relleno (Registro I.Muray)



Figura 64.- Aplicación de parches de papel japonés.

(Registro I.Muray)

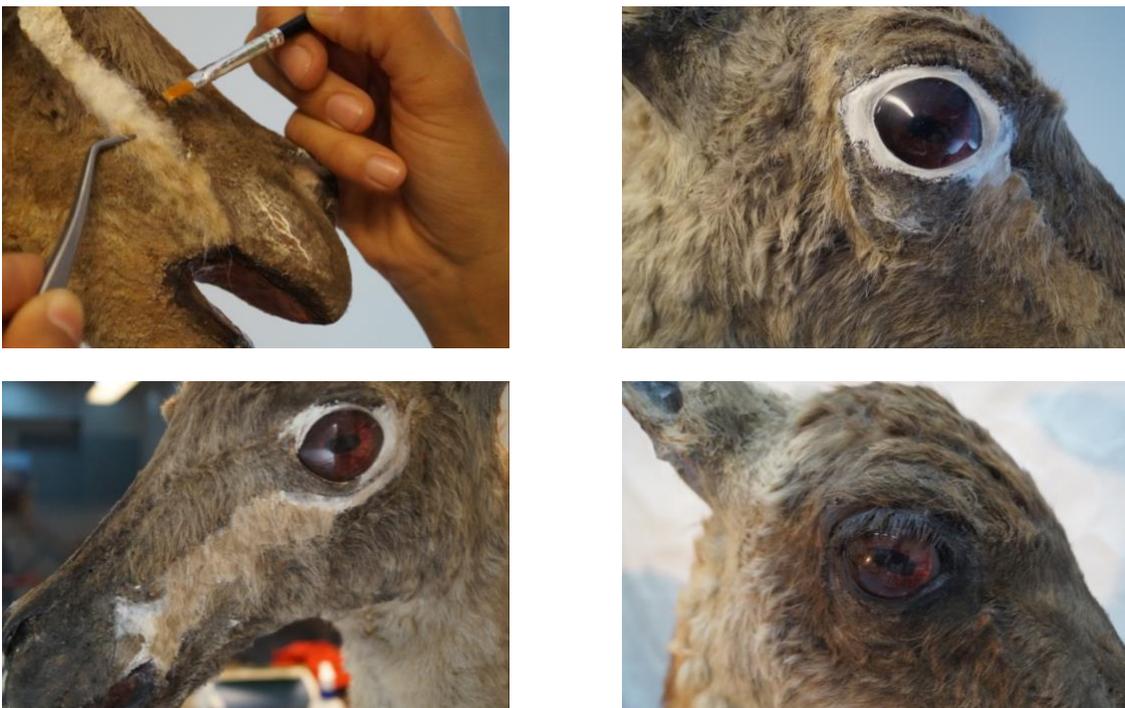


Figura 66.- injertos de pelo y pestañas. (Registro I.Muray)



Figura 67.- Reintegración cromática en resane, parche, y pelaje. (Registro I. Muray).

Recomendaciones de Conservación

Se recomienda seguir una serie de prácticas para la correcta exhibición y almacenaje de las taxidermias, estas practicas incluyen recomendaciones acerca de temperatura, humedad relativa y exposición a la luz y a la radiación.

Lo ideal es mantener estable la HR en porcentajes variables de entre un 45% a un 55% y evitar temperaturas sobre los 25°C (Institute, 2015).

Las pieles no deben ser expuestas a niveles de luz que superen los 50 lux con un contenido máximo de luz ultravioleta de 75 $\mu\text{W}/\text{lm}$ y de ser exhibido, el espécimen debe ser monitoreado y racionalizado su tiempo de exposicion a la luz. El deterioro que produce la luz es irreversible, por lo que la pieza no debiese estar expuesta las 24 hrs. al día (AMNH, 2013).

Inspecciones de rutina permiten tener un estado actualizado acerca del comportamiento de la pieza y sus restauraciones, asi como también permiten monitorear posibles infestaciones o plagas.

Registro Visual Final





Registro Visual Comparativo

Lado derecho

Antes



Después



Lado izquierdo

Antes



Después



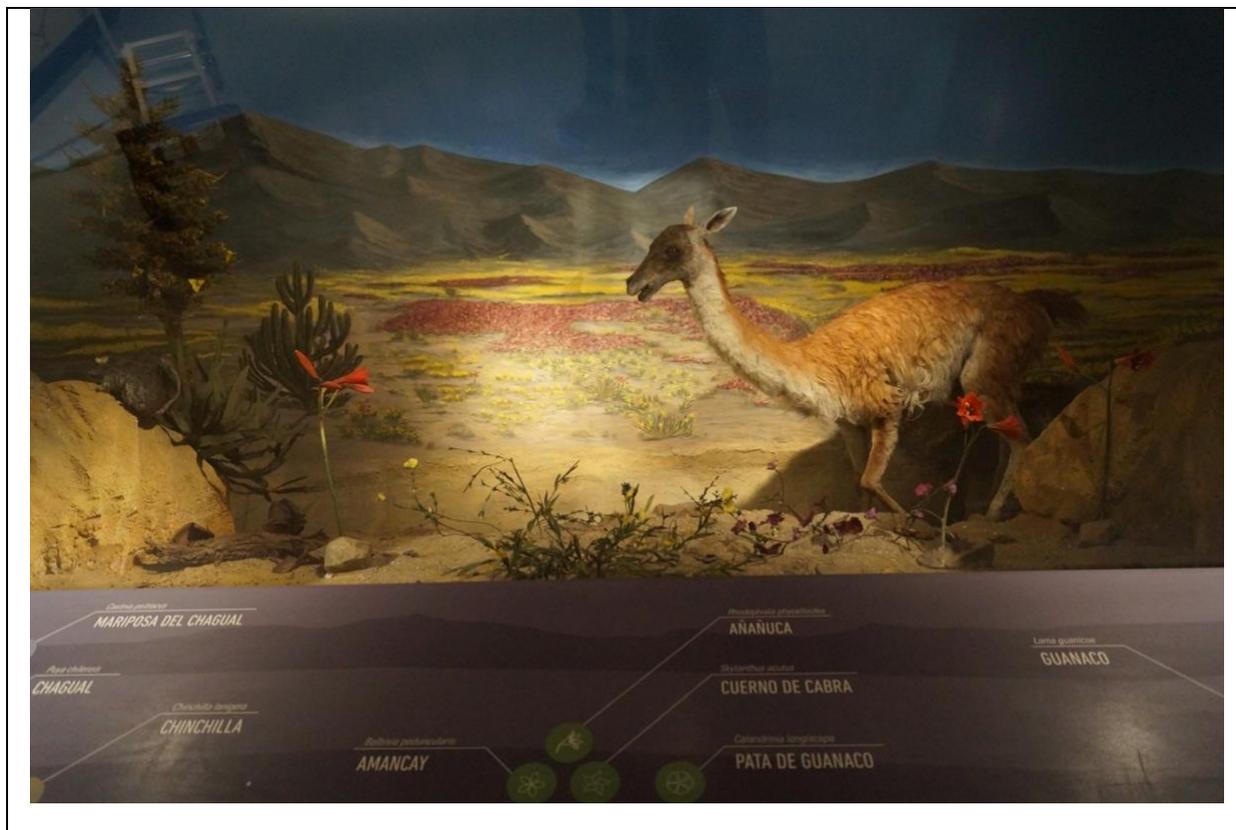


Figura 68.- Diorama del Desierto Florido en el Museo Nacional de Historia Natural

La importancia de las Colecciones Naturales

Este capítulo surge de la necesidad de poner en valor y quizás aclarar cierta ambigüedad que gira en torno a las colecciones de ciencias naturales en cuanto a su importancia y su calidad de patrimonio cultural. Existe una impresión generalizada de que este tipo de colecciones no posee el estatus o el valor necesario para ser considerado bien cultural u objeto patrimonial, o que su valor es ampliamente inferior a los objetos pertenecientes a colecciones de arte, historia, arquitectura, etc.

El origen de las colecciones biológicas y de antropología se asocia a colecciones de rarezas en gabinetes de curiosidades las que evolucionan a documentos de investigación

científica en museos, también su forma de colección ha cambiado, las recolecciones azarosas fueron reemplazadas por recolecciones sistemáticas con propósitos de investigación y el objeto individual es desplazado en importancia por el conjunto de objetos, en donde para llevar cabo a estudios se requieren series de ejemplares semejantes (Simmons & Muñoz-Saba, 2005).

En Chile según el Decreto Supremo N°192 se establece que todas las colecciones de los museos dependientes de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos¹⁰, son Monumentos Históricos y reciben protección oficial en el marco de la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales. Por lo tanto, las colecciones que posee el Museo Nacional de Historia Natural son Monumento Histórico y bienes patrimoniales.

El Centro de Documentación de Bienes Patrimoniales agrupa los objetos y colecciones, custodiados por museos, en dos categorías, los objetos de origen cultural que son elaborados por hombres y mujeres y los objetos de origen natural, estos últimos también son considerados objetos culturales, ya que han sido modificados y mantenidos en el tiempo de manera artificial, entre los cuales encontramos a las preparaciones osteológicas, los ejemplares conservados en líquidos y las taxidermias (Centro de Documentación de Bienes Patrimoniales, 2018).

El MNHN agrupa sus colecciones en 5 Áreas Curatoriales; Antropología, Botánica, Zoología, Entomología y Paleontología, estas a su vez se subdividen según su naturaleza y sus disciplinas relacionadas. En su Política de Colecciones el museo estipula que estas tienen como fin ser empleadas con fines de investigación y educación, para el primer caso las colecciones se concentran en científicas y de tipos, mientras que para el uso educativo se agrupan en colecciones de exhibición y didácticas¹¹.

¹⁰ Hoy Servicio Nacional del Patrimonio Cultural.

¹¹ Colecciones Científicas: corresponden a aquellas colecciones que por su valor científico o histórico son o podrían ser objeto de investigación. Están compuestas por objetos o ejemplares susceptibles de ser empleados en los estudios científicos

Colecciones Tipos: Son exclusivas de las colecciones de origen natural y sirven de referencia para la descripción taxonómica de nuevas especies. Son los ejemplares más preciados dentro de las colecciones científicas.

A nivel internacional, Natsca, la asociación de conservadores y restauradores de colecciones de historia natural del Reino Unido define cuatro utilidades importantes de estas colecciones; **1.-la comprensión de la biodiversidad**, como fuente de información directa del patrimonio natural, creando un inventario de datos biológicos, realizando comparaciones que permiten descubrir nuevas especies o subespecies, también son necesarias para realizar estudios de ADN, taxonómicos o custodiar ejemplares tipo (Gil, 2015). **2.-El apoyo a la conservación de la naturaleza**: hay una estimación de que en el planeta existen 10 a 100 millones de especies, de las cuales sólo 1,5 millones han sido descritas, la comparación de un espécimen supuestamente nuevo con alguno similar es la única forma de poder verificar tal descubrimiento y la velocidad con la que el ecosistema está siendo amenazado hoy en día amplía las posibilidades de extinción de especies aún siquiera descubiertas o descritas. Al albergar este tipo de colecciones los museos pueden colaborar en la recuperación de poblaciones con riesgo de desaparecer (Gil, 2015). **3.- El fomento de la educación**: la gran afluencia de público a los museos de ciencias, de todos los rangos etéreos, pero principalmente de niñas y niños en periodo de formación, permite la transmisión de conocimiento acerca del patrimonio natural y crea una conciencia de responsabilidad para el cuidado y la conservación de la naturaleza. **4.- El servicio a la comunidad**: servicio que puede ser aprovechado por profesionales del mismo campo de estudio o por personas provenientes de otros campos de interés, como la historia, la etnografía, el turismo, la economía local, educación, etc.

Considerando la actual crisis medioambiental y el riesgo que sufren las especies al ver amenazado su espacio vital, es de suma importancia el trabajo de conservación de las colecciones naturales que albergan variadas instituciones ligadas al quehacer científico y también a la educación. En el campo de la conservación es importante levantar proyectos e

Colecciones didácticas: son un tipo especial de colecciones, que facilitan pedagógicamente una mejor valoración del patrimonio natural y cultural (<https://www.mnhn.gob.cl/politica-de-colecciones-mnhn>)

investigaciones que preparen a los profesionales para enfrentar de manera correcta la salvaguardia de este patrimonio, variado en materialidades y con escasa literatura e investigación sobre su comportamiento en el tiempo, ya que son altas las probabilidades de que en algunos casos, estas colecciones se transformen en la única evidencia de un patrimonio natural, hoy en día amenazado.

Conclusiones

El trabajo de conservación y restauración de tres taxidermias del Museo Nacional de Historia Natural sin lugar a dudas presentó desafíos que no estaba contemplado enfrentar en el inicio de este trabajo.

El problema de la toxicidad presente en dos de las tres piezas escogidas redirigió los esfuerzos por llevar a cabo las restauraciones hacia el plano de los análisis científicos y la investigación, dando origen a un protocolo sobre la correcta manipulación de las piezas, no solo para uso del conservador o conservadora en el museo, si no que una pauta para la capacitación de todo el personal del museo que puede entrar en contacto con dicha colección.

La frustración por no poder ejecutar intervenciones en las piezas, fue paulatinamente reemplazada por la reflexión sobre los límites que como conservadoras del patrimonio debemos definir y respetar. En esta oportunidad el criterio de mínima intervención fue aplicado severamente ya que las consecuencias de realizar intervenciones en piezas contaminadas pueden presentar consecuencias dañinas tanto para la persona como para el medio ambiente. Las dos piezas en cuestión tampoco presentaban un deterioro grave y podían continuar estables por mas tiempo al poseer ahora las indicaciones sobre los cuidados en su manipulación.

En cuanto a los procedimientos de la restauración llevados a cabo en la pieza Guanaco debo mencionar que todos los materiales incorporados son mayormente reversibles y pueden ser retirados con agua destilada.

Las intervenciones realizadas y las decisiones tomadas siempre fueron apoyadas por documentación de restauraciones previas llevadas a cabo principalmente en Europa y Estados Unidos, las cuales se encuentran incluidas en la bibliografía, ellas son de carácter

experimental, al igual que la realizada en este proyecto, por esto, es necesario estar monitoreando el comportamiento de los materiales regularmente.

Es importante destacar que en particular con las colecciones de historia natural no se suelen emplear protocolos de conservación, como si se hace con los objetos artísticos, culturales o etnográficos. Por lo general los museos no destinan recursos en preservar este tipo de colecciones y en el caso del Área de Zoología de Vertebrados o de Exhibiciones que es de donde provienen las piezas aquí estudiadas, ninguna de las dos, cuenta con un conservador que dicte protocolos para su correcto cuidado.

Bibliografía

- Abt, J. (2011). The Origins of the Public Museum. En S. Macdonald, *A Companion To Museum studies* (págs. 115-134). Willey-Blackwell.
- Álvarez del Villar, J., Álvarez, T., & Álvarez-Castañeda, S. (2007). *Diccionario de Anatomía Comparada de Vertebrados*. Ciudad de México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Azócar, M. (2008). El Centro Nacional de Museología a cuarenta años de su fundación. *Museos*, 23-29.
- Barros Arana, D. (1875). Don Claudio Gay, su vida y sus obras. *Revista Chilena*.
- Boyer, L., Seifert, S., Odegaard, N., Pool, M., & Burroughs, G. (2005). Understanding the Hazards: Toxicity and Safety. En N. Odegaard , & A. Sadongei, *Old Poisons, New Problems* (págs. 73-84). Oxford: Altamira Press.
- Bragulla, H., Budras, K.-D., Mülling, C., Reese, S., & König, H. (2011). Tegumento Común. En H. König, & H.-G. Liebich, *Anatomía de los Animales Domésticos* (págs. 345-351). Editorial Medica Panamericana.
- Browne, M. (1884). *Practical Taxidermy: a manual of intruction to the amateur in collecting, preserving, and setting up natural history specimens of all kinds. To wich is added a chapter upon the pictorial arrangement of museums*. London: L. Upcott Gill.
- Canadian Conservation Institute. (4 de Mayo de 2016). Guidelines for CCI Staff Handling Contaminated Collections. Canadá.
- Concepción, M. d. (s.f.). *Historia*. Obtenido de Museo de Historia Natural Concepción: https://www.mhnconcepcion.gob.cl/640/w3-propertyvalue-42724.html?_noredirect=1
- Covington, T. (2009). *Tanning Chemistry: the Science of Leather*. Cambridge, Reino Unido: The Royal Society of Chemistry.
- Dickinson, J. (2006). Taxidermy. En M. Kite, & R. Thomson, *Conservation of Leather and Related Materials* (págs. 130-140). Oxford: Elsevier.

- Gil, R. (2015). Tesis Doctoral, Protocolos de conservación y restauración aplicables a la colección de aves y mamíferos naturalizados del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Madrid.
- Haraway, D. (2015). *El Patriarcado del Osito Teddy*. Buenos Aires: Sans Soleil.
- Hawks, C. (2001). Historical Survey of the Sources of Contamination of Ethnographic Materials in Museum Collections. *Collection Forum*, 2-11.
- Keil, D., Berger-Ritchie, J., & McMillin, G. (2011). Testing for Toxic Element: A Focus on Arsenic, Cadmium, Lead, and Mercury. *Labmedicine*, 735-742.
- Kite, M. (2006). Furs and furriery: his techniques and conservation. En M. Kite, & R. Thomson, *Conservation of Leather and Related Materials* (págs. 141-169). Oxford: Elsevier.
- Marte, F., Péquignot, A., & Von Endt, D. (2006). Arsenic in Taxidermy Collections: History, Detection, and Management. *Collection Forum*, 143-150.
- Mülling, C. (2011). Tegumento Común. En H. König, & H.-G. Liebich, *Anatomía de los Animales Domésticos*. Editorial Médica Panamericana.
- Museo Nacional de Historia natural. (1977). Carlos Vergara Castro. *Noticiario Mensual* , 3.
- National Park Service. (2000). Arsenic Health and Safety Update. *Conserve O Gram*.
- Odegaard, N., & Sadongei, A. (2005). *Old Poisons, New problems*. Oxford: Altamira Press.
- Odegaard, N. (2019). Pesticide Contamination and Archaeological collections: Contextual Information for Preparing a Pesticide History. *Advances in Archaeological Practice*, 292-301.
- Patchett, M. (2010). Putting animals on display:geographies of taxidermy practice. *PhD thesis*. Glasgow.
- Péquignot, A. (February de 2006). The History of Taxidermy: Clues for Preservation. *Collections: A Journal for Museum and Archives Professionals, Volume 2, Number3*. AltaMira Press.

- Pérez, S. (11 de Enero de 2013). *Taxidermidades*. Obtenido de <https://www.taxidermidades.com/2013/01/reaumur-precursor-de-la-taxidermia.html>
- Pérez, S. (1 de Febrero de 2013). Obtenido de www.taxidermidades.com
- Pérez, S. (10 de Abril de 2015). Obtenido de www.taxidermidades.com
- Pérez, S. (28 de Febrero de 2020). Obtenido de www.taxidermidades.com
- Philippi, R. (1908). Historia del Museo Nacional de Chile. *Boletín Museo Nacional de Chile*, 3-31.
- Pool, M., Odegaard, N., & Huber, M. (2005). Identifying the pesticides: Pesticide Names, classification, and History of Use. En N. Odegaard, & A. Sadongei, *Old Poisons, New Problems, a Museum Resource for Managing Contaminated Cultural Materials* (págs. 5-32). Altamira Press.
- Rossol, M., & Jessup, W. (1996). No Magic Bullets: Safe and Ethical Pest Management Strategies. *Museum Managements and Curatorship*, 145-168.
- Sepúlveda, J. (2012). *Texto Atlas de Histología, Biología Celular y Tisular*. México D.F.: McGraw Hill Interamericana Editores.
- Sirois, P., Johnson, J., Shugar, A., Poulaine, J., & Madden, O. (2008). Pesticide contamination: Working Together to Find a common Solution. The Current State of Affairs. *Preserving Aboriginal heritage: Technical and Traditional Approaches*, 175-185.
- Stone, T., & Dignard, C. (2015). Care of Mounted Specimens and Pelts (CCI) Notes 8/3. Canada: Canadian Conservation Institute.
- The Conservation and Art Materials Encyclopedia Online*. (9 de Junio de 2020). Obtenido de Cameo: <http://cameo.mfa.org/wiki/Metal>
- Thiney, J. (2002). Le spécimen naturalisé et sa restauration. *La lettre de l'Ocim*, 97-101.
- Thomson, R. (2006). The Nature and Properties of Leather. En M. Kite, & R. Thomson , *Conservation of Leather and Related Materials* (págs. 1-4). Londres: Elsevier.

Urizar, G. (1 de Diciembre de 2016). Museo Nacional, Contruir, Representar, Educar y Divulgar las Ciencias Naturales en Chile (1813-1929). <http://hdl.handle.net/10803/666307>.

Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/666307>

Valenzuela, C. (2018). Una contribución científica desde la taxidermia. Jose Carpeneto (1892-1971) y su colección en el Museo de Historia Natural de Valparaíso. *Colecciones Digitales, Subdirección de Investigación, Servicio Nacional del patrimonio Cultural*.

Voon, C. (14 de Octubre de 2014). Obtenido de www.vice.com

Anexo

MINUTA

**DETECCIÓN DE ARSÉNICO Y OTROS ELEMENTOS EN
MUESTRAS DE TAXIDERMIA MUSEO NACIONAL DE
HISTORIA NATURAL**

Preparado por: Mauricio Montecinos¹ y Pablo Pastén²

Fecha: 04/02/22

¹ Ingeniero Civil de Industrias, Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

² Ingeniero Civil, PhD, Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile. Investigador Principal Centro de Desarrollo Urbano Sostenible CEDEUS. (email: ppasten@ing.puc.cl)

1. Introducción

Los métodos de taxidermia usan reactivos químicos para preservar los especímenes y prevenir la acción de hongos, roedores, insectos y otras plagas. Estos reactivos han incluido históricamente distintas formas de metales y metaloides (e.g., arsénico, mercurio), así como pesticidas orgánicos (Jason Dowling, 2013). El mecanismo de protección utiliza la toxicidad de estas sustancias, posibilitando que los museos exhiban especímenes preservados hace más de cien años.

Dado el número y diversidad de orígenes de los especímenes preservados a lo largo del tiempo, no se dispone de un registro sistemático de los reactivos empleados en cada caso. En muchos casos se desconoce qué compuestos tóxicos pueden estar presentes en cada espécimen, especialmente en las colecciones antiguas. La potencial presencia de arsénico y otras sustancias tóxicas en taxidermias representa un riesgo para quienes manipulan este tipo de colecciones, sean trabajadores del museo o visitantes. Esto ha llevado a distintos equipos a desarrollar estudios de riesgo entorno a la exposición a compuestos tóxicos presentes en taxidermias, material particulado, aire ambiental y polvo sedimentado en colecciones de historia natural (e.g., Deering et al., 2019; Mithander et al., 2017; Odegaard, 2019). Un primer paso para abordar este potencial problema es identificar especímenes que contengan arsénico y otros elementos tóxicos en colecciones que no tengan estos registros. Esta información se necesita para gestionar adecuadamente el manejo de las colecciones y condiciones de manipulación de especímenes, de modo que exista una preservación adecuada y se reduzca riesgos.

La detección y análisis de metales y metaloides en colecciones se ha realizado con distintas técnicas analíticas, tanto destructivas como no destructivas. La espectrometría de fluorescencia de rayos X ha sido empleada para identificar la presencia de metales y metaloides tóxicos por su naturaleza no destructiva y costo-efectividad (e.g., Marte et al., 2006; Péquignot, 2008). Estos análisis se han complementado con microscopía electrónica y técnicas destructivas como espectrometría de plasma inducido (ICP) o cromatografía para el caso de pesticidas orgánicos.

Esta minuta presenta los resultados de la detección exploratoria de arsénico y otros elementos en taxidermias pertenecientes al Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) de Chile. Esta actividad fue realizada a petición de los Sres. Richard Faúndez y Diego Jara del MNHN en conexión con el proyecto Restauración y Conservación del Patrimonio Cultural Mueble de Irina Muray. Considera análisis exploratorios no destructivos de espectrometría de fluorescencia de rayos X portátil (pXRF) realizados en 15 taxidermias de mamíferos y aves de distintos orígenes. Dentro de esas muestras se incluye una pieza que data de 1857 y piezas preservadas recientemente con técnicas y reactivos utilizados en la actualidad. También presenta resultados exploratorios de análisis de dos muestras entregadas por el MNHN por microscopía electrónica de barrido y microanálisis por espectrometría de fluorescencia de rayos X por energía dispersiva (SEM-EDX).

Los resultados de estos análisis exploratorios permitirán orientar la realización de análisis más comprensivos que permitan una gestión adecuada de la colección del MNHN.

2. Metodología

2.1. Fluorescencia de rayos X portátil (pXRF)

Se utilizó el equipo DS-6000, Innov-X System, USA (Figura 1). Las mediciones se realizaron en el laboratorio de taxidermia del MNHN el 10 de diciembre de 2020 bajo la supervisión del Sr. Diego Jara. La operación del equipo estuvo a cargo del Dr(c) Mauricio Montecinos, quien cuenta con entrenamiento de protección radiológica y autorización respectiva. Además, se siguieron los protocolos establecidos por la autoridad sanitaria y el MNHN en relación a la situación de pandemia. Además de la mascarilla empleada por condiciones de pandemia, se emplearon guantes y antiparras.

La técnica pXRF permite identificar en forma no invasiva y determinar semicuantitativamente algunos elementos, incluyendo arsénico, cobre y cromo. La metodología y programa de estimación de concentraciones a partir del espectro de fluorescencia no considera matrices como taxidermias. Por lo tanto, estas determinaciones se califican como semicuantitativas y se tabulan de acuerdo al rango en que se encuentra la medición. Si se deseara contar con determinaciones cuantitativas usando pXRF, se necesitaría hacer una calibración por cada tipo de material (plumas, pelaje, etc.). Esta calibración requeriría el uso conjunto de técnicas destructivas, como espectrometría acoplado de plasma inducido (ICP) o absorción atómica (AA), para un subconjunto representativo de muestras. Considerando los fines exploratorios de esta actividad y para evitar realizar un número relevante de determinaciones destructivas, esta calibración no fue realizada.

Figura 1. Equipo portátil de fluorescencia de rayos x (PXRF).



La **Tabla 1** presenta un registro fotográfico de las 15 taxidermias analizadas, indicando la identificación de la muestra que se usará para resumir los resultados en la sección siguiente.

Tabla 1. Identificación y registro fotográfico de muestras analizadas por PXRf.

ID	Imagen
1	 A taxidermy specimen of a small, light-colored dog with a thick coat, standing on a wooden block. A yellow and black handheld PXRf device is visible to the right. A small white tag is attached to the dog's collar.
2	 A taxidermy specimen of a small, dark-colored dog with a thick coat, standing on a wooden block. A white tag is attached to the dog's collar. A red bin and a white container are visible in the background.

ID	Imagen
5	
6	

ID	Imagen
9	 <p>A photograph of a dark brown rodent specimen, likely a mouse or rat, shown from a dorsal perspective. The animal has a long, thin tail and is positioned horizontally. A yellow tag is attached to its tail with a thin white string. The tag contains handwritten text in Spanish: "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA".</p>
10	 <p>A photograph of a dark brown rodent specimen, likely a mouse or rat, shown from a ventral perspective. The animal has a long, thin tail and is positioned vertically. A yellow tag is attached to its tail with a thin white string. The tag contains handwritten text in Spanish: "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA", "MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA".</p>

ID	Imagen
11	 <p>MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL MAMALOGIA</p>
12	 <p>MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL MAMALOGIA <i>AKODON LONGIPILIS LONGIPILIS</i> Waterhouse ANGOSTURA-SANTIAGO VI 1857 Nº 12</p>

ID	Imagen
13	
14	

ID	Imagen
15	

2.2. Microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX)

Se analizaron dos muestras proporcionadas por Irina Muray con la identificación 17 y 23, correspondientes a secciones milimétricas de pelajes naturalizados.

La microscopía SEM-EDX permite observar la microestructura de la muestra y al mismo tiempo hacer una determinación de su composición elemental. Las muestras fueron liofilizadas y recubiertas con una capa de oro de 5 nm y analizadas en el microscopio electrónico de alta resolución Quanta FEG250. Las imágenes se adquirieron con detector de electrones secundarios con un voltaje de 200 kV en alto vacío para magnificaciones entre 100x a 20.000x. La determinación de porcentajes elementales omitió la determinación de oro por ser parte del recubrimiento agregado.

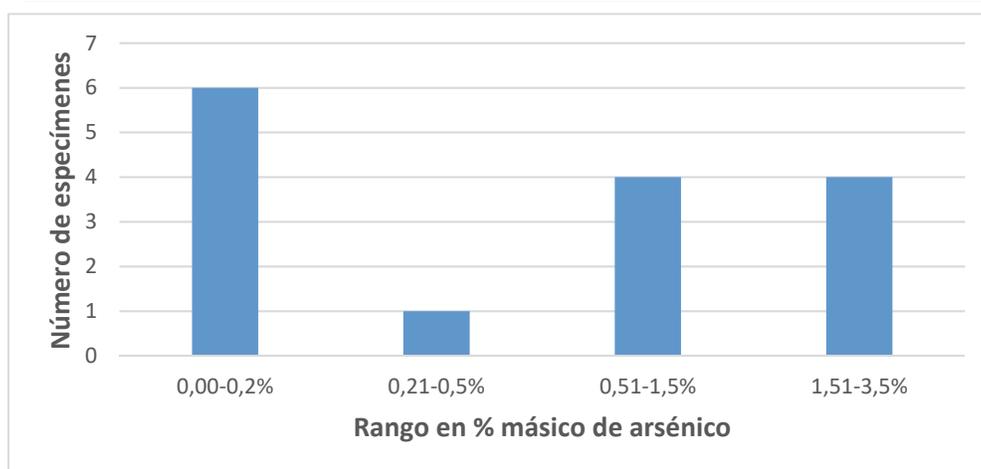
3. Resultados

3.1. Fluorescencia de rayos X portátil (pXRF)

La [Tabla 2](#) presenta los rangos de concentraciones porcentuales máscicas de arsénico (%As) para las muestras medidas con pXRF.

Tabla 2. Arsénico detectado en las muestras de taxidermia.

Rango de concentración porcentual máscica de arsénico (% máscico de As)	ID muestras
0,00-0,20	6,8,9,10,14,15
0,21-0,50	7
0,51-1,50	2,3,5,13
1,51-3,50	1,4,11,12



El rango observado para otros elementos se presenta en la [Tabla 3](#).

Tabla 3. Concentración porcentual máscica de otros elementos.

Elemento	Rango de concentración porcentual máscica (%)
Mn	0,01-0,05
Fe	0,04-1,50
Zn	0,01-0,17
Cu	1 muestra (#13) con concentración entre 1 y 2%. El resto tiene concentraciones entre 0,003 y 0,2%.
Cr	1 muestra (#13) con valor entre 2 y 4%. En el resto no se detecta.
Pb	0,001-0,0024

3.2. Microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX)

Las Figuras 1 y 2 muestran las micrografías SEM de las dos muestras de taxidermia. Se observa una sección del sistema tegumentario incluyendo pelos y dermis.

Figura 1. Micrografías SEM de muestra 17. Barra de escala en esquina inferior derecha.

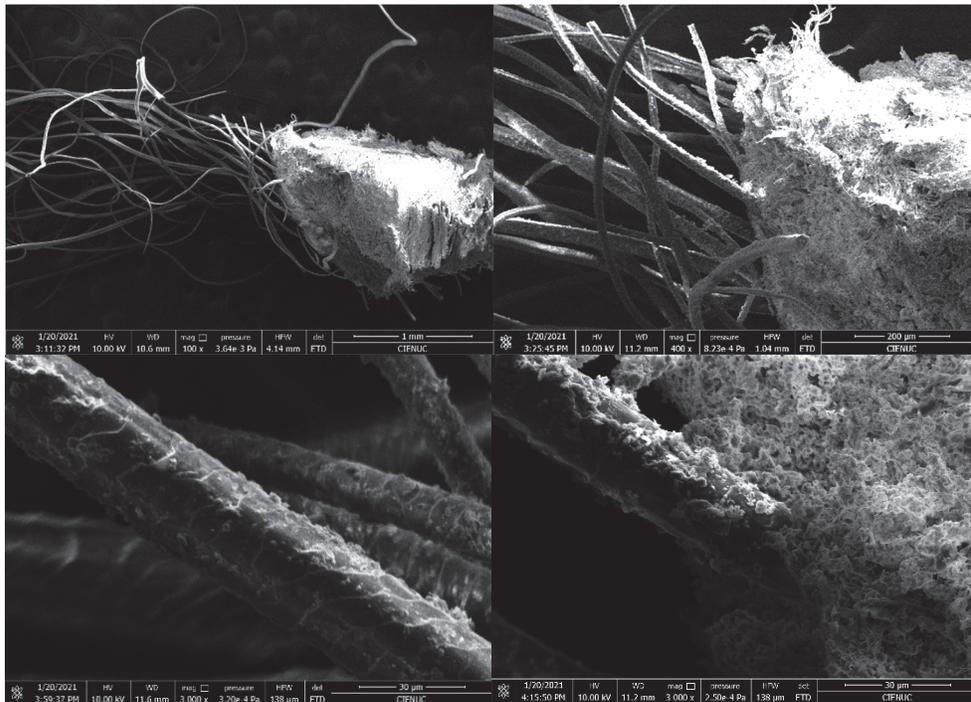
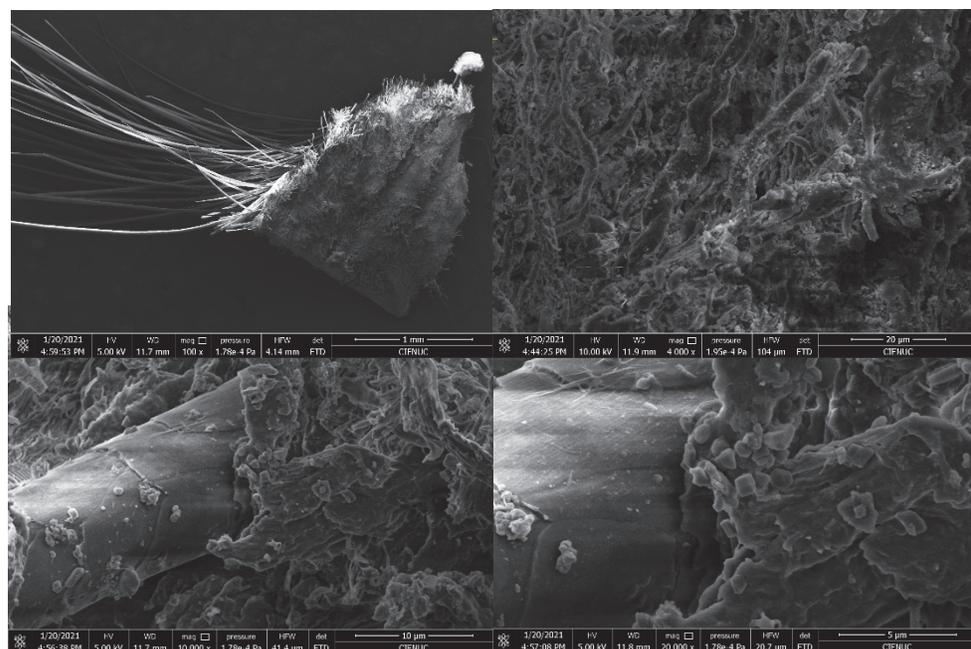


Figura 2. Micrografías SEM de muestra 23. Barra de escala en esquina inferior derecha.



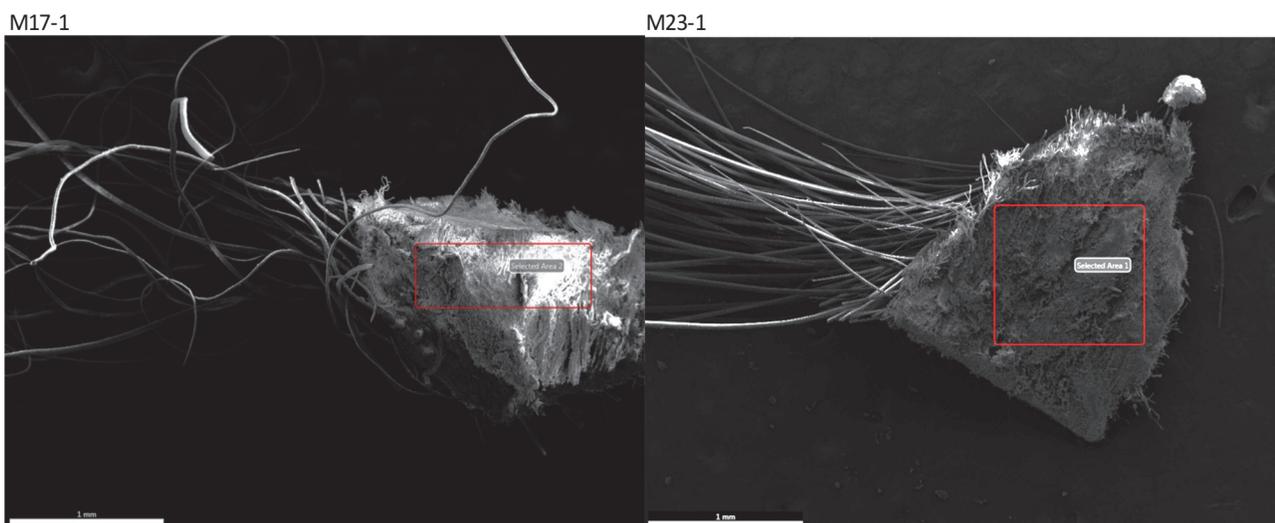
La **Tabla 4** presenta un resumen de los resultados de la espectrometría EDS de las muestras 17 (M17) y 23 (M23), asociadas a la **Figura 3**.

Tabla 4. Concentración másica (%) para distintos dominios espaciales de las muestras 17 y 23. Los códigos de muestra se refieren a los dominios espaciales identificados en la Figura 3.

Muestra	Concentración másica (%)	Error %
Barra escala: 1000 nanómetros (Fig. 3a)		
M17-1	7,2	8,0
M23-1	4,0	15,8
Barra escala: 200 nanómetros (Fig. 3b)		
M17-2	11,4	7,0
M17-3	40,6	6,2
M17-4	38,7	6,1
M17-5	41,9	4,8
M17-7	15,0	5,5
M17-8	10,1	7,0
Barra escala: 20 nanómetros (Fig. 3c)		
M17-9	1,8	22,3
M17-10	3,2	5,9
M17-11	58,7	8,5
M17-12	36,0	6,8

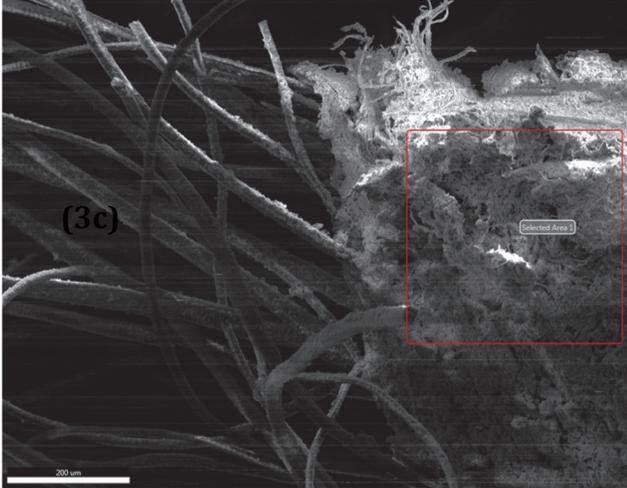
Figura 3. Dominios espaciales en las muestras 17 y 23 donde se estimó el % de As por EDS. Notar las barras de escala en la esquina inferior izquierda de cada micrografía. El área analizada se identifica con un rectángulo rojo.

(3a)

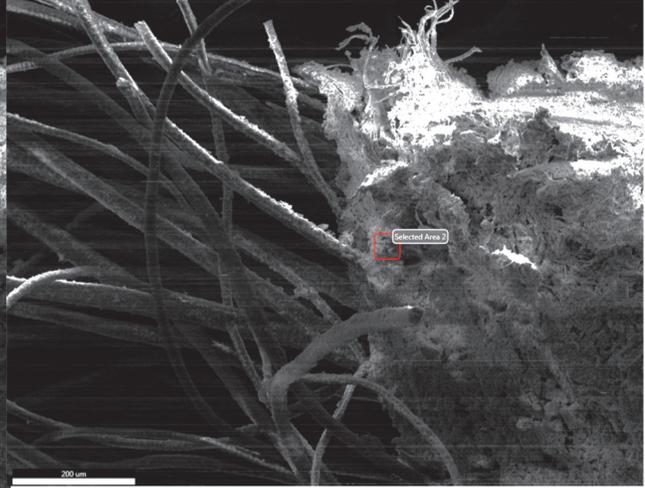


(3b)

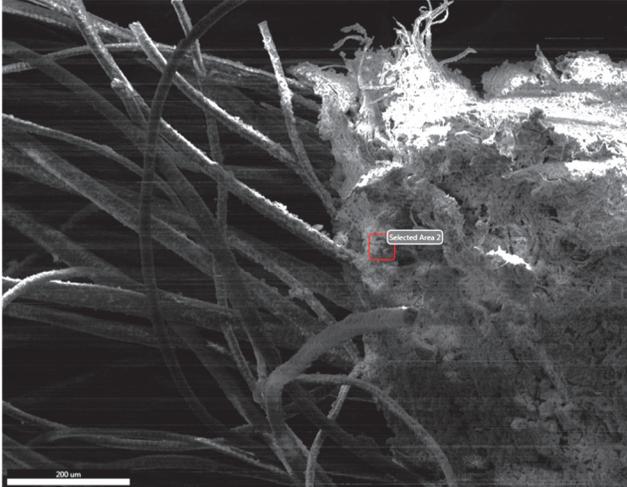
M17-2



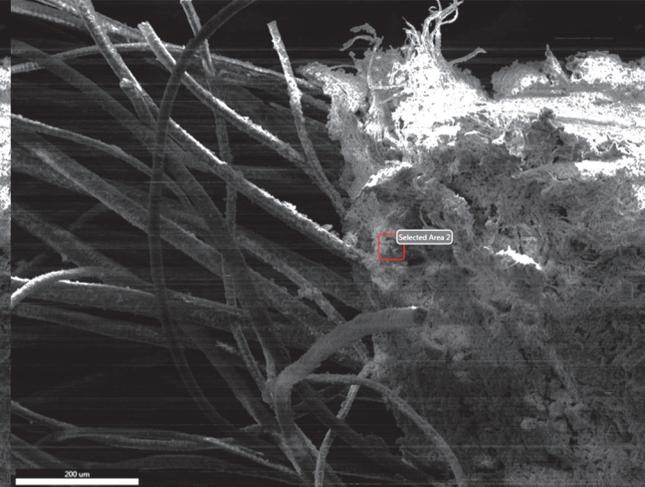
M17-3



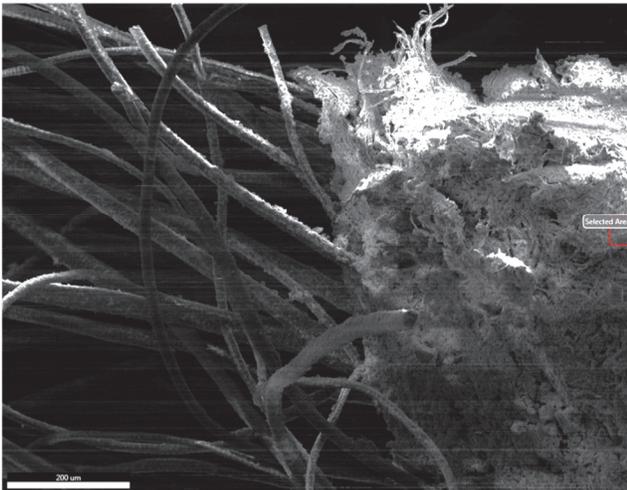
M17-5



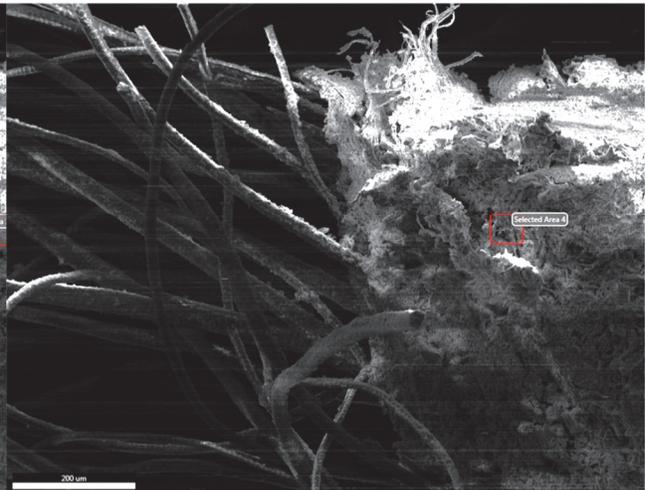
M17-4



M17-7

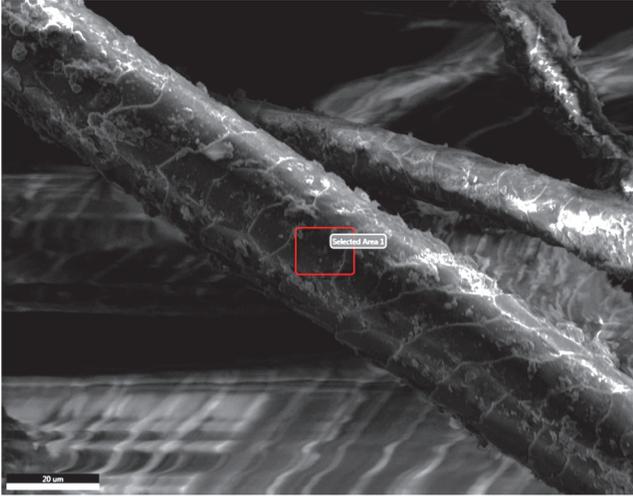


M17-8

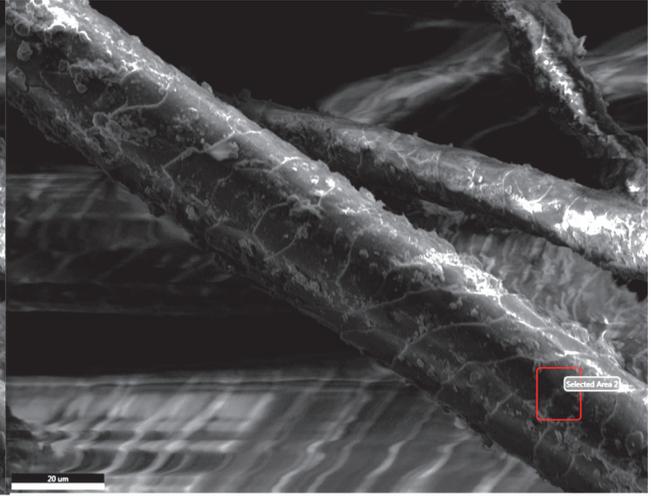


(3c)

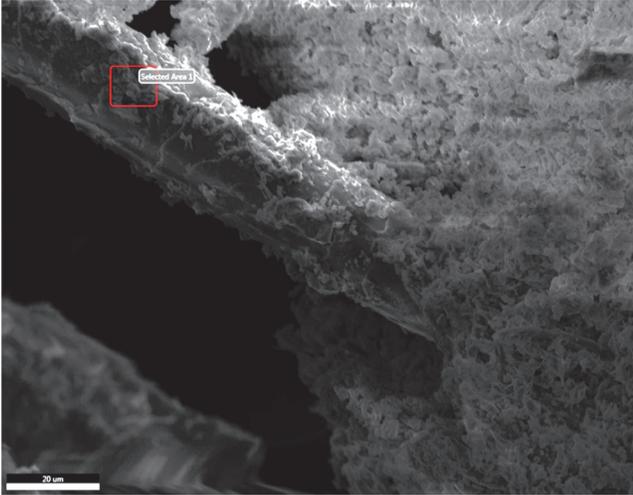
M17-9



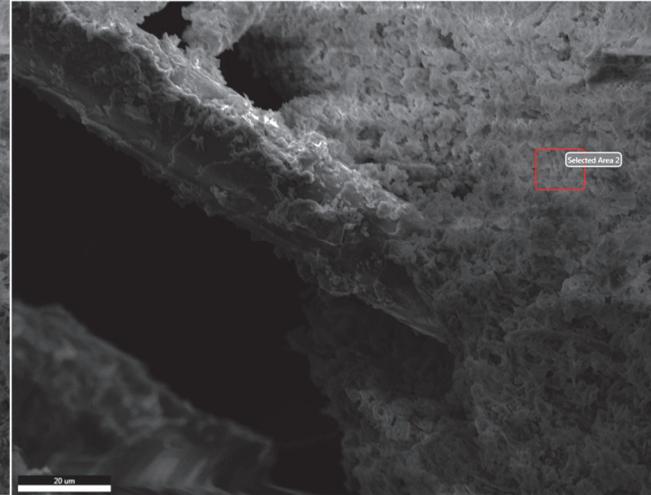
M17-10



M17-11



M17-12



4. Análisis de resultados

Los resultados macroscópicos de espectrometría de fluorescencia portátil de rayos X (pXRF) sugieren que más de un 50% de los especímenes analizados tienen concentraciones máxicas de arsénico entre 0,5 y 3,5%, incluyendo mamíferos y aves. Una concentración máxica de 3,5% de arsénico corresponde a 35.000 partes por millón o 35 gramos de arsénico por kilogramo de muestra.

Los resultados microscópicos de SEM-EDX para las dos muestras entregadas confirman la presencia de arsénico con concentraciones máxicas locales que varían entre 2 y >50%. Por la naturaleza microscópica de las áreas analizadas, es natural encontrar variabilidad de la medición cuando se comparan distintas magnificaciones y distintos dominios de la matriz analizada. Estos dominios pueden reflejar composiciones de la matriz con distintas afinidades y acumulaciones del analito (por ejemplo, células de la epidermis vs. pelos). Los valores más representativos a nivel macroscópico corresponderían a los que utilizan menor magnificación (M17-1 y M23-1), que se encuentran en un rango de 4 a 7% máxico de arsénico, comparable con el límite superior de valores obtenidos con pXRF (3,5%). A la fecha de esta minuta, se desconoce si alguna de estas dos muestras analizadas por SEM corresponde a alguna de las muestras analizadas con pXRF.

Estos resultados exploratorios son consistentes en orden de magnitud con algunas mediciones en especímenes de aves reportados por Strekopytov et al. (2017) (ver Tabla 4), que reporta del orden de 1,5% en un espécimen de martín pescador, empleando ICP.

Cabe notar que ninguna de las muestras analizadas alcanza las concentraciones de plomo reportadas en la Tabla 4. Tampoco se detectó mercurio, aunque el límite de detección para ese elemento está en el rango de las concentraciones menores de mercurio reportadas en la Tabla 4.

Tabla 4. Concentraciones de arsénico, mercurio, y plomo en plumas de especímenes

Table 2
Bulk concentrations of As, Hg and Pb in feathers of tested specimens and amount of these elements collected from the specimen surface (ca. 100 cm²) by wet swabs.

Specimen name	Taxonomic name	Type of taxidermy	Date	Mass of feather used, mg	As		Hg		Pb	
					feather, µg g ⁻¹	swab, µg	feather, µg g ⁻¹	swab, µg	feather, µg g ⁻¹	swab, µg
Kingfisher	<i>Alcedo atthis</i>	Mounted specimen	?	1.232	15,162	10.85	<2	<0.0035	59.8	1.10
				1.863	15,183	<2		41.1		
				2.537	11,138	<2		54.1		
				0.664	14,207	<2		171		
Magpie 1	<i>Pica pica</i>	Two specimens on the same mount	?	5.838	10.0	0.0448	<1	0.000166	101	1.59
Magpie 2	<i>Pica pica</i>			3.032	8.38	0.0522	<3	0.000224	124	1.56
Green woodpecker	<i>Picus viridis</i>	Mounted specimen	?	6.907	2.54	0.0278	<1.9	0.000153	30.1	1.35
Buzzard	<i>Buteo buteo</i>	Mounted specimen		10.983	1.51	0.0172	7.1	0.000147	37.6	0.0799
Kestrel	<i>Falco tinnunculus</i>	Wing	1872–1954	5.208	2812	0.602	26,960	0.0184	1783	0.288
				4.597	828		4409		142	
				5.933	1506		12,206		393	
				5.909	856		4501		665	
Mallard	<i>Anas platyrhynchos</i>	Wing	?	4.317	159	0.259	<4.2	0.000456	93.4	1.76
Pheasant	<i>Phasianus colchicus</i>	Wing	1975	11.455	3.92	0.116	<0.85	0.000491	1.67	0.0881
Woodcock	<i>Scolopax rusticola</i>	Wing	1976	5.116	1.13	0.00939	<1.2	0.00018	10.5	0.0656
Jay	<i>Garrulus glandarius</i>	Wing	?	1.896	2.63	0.0163	<4.5	0.000217	9.52	0.036
Jay	<i>Garrulus glandarius</i>	Study skin	?	5.207	535	1.10	31.7	0.00123	446	2.05
				Blank swab		0.00073		<0.00005		0.006

Note: Analytical results for swabs are expressed as an amount of metal (in µg) leached out from a single cotton swab with 0.25 M HCl after testing.

5. Conclusiones y perspectivas

Se usó espectrometría de fluorescencia de rayos X portátil y microscopía electrónica para evaluar a nivel exploratorio la presencia de arsénico en taxidermias del MNHN. Se encontró que 8 de las 15 muestras analizadas presentaron concentraciones máxicas entre 0,5 y 3,5% de arsénico. Estos resultados fueron comparables con otros estudios de taxidermias en el hemisferio norte. Asimismo, se detectó una muestra con concentraciones elevadas de cromo, cobre y arsénico. A nivel microscópico, la presencia de arsénico fue confirmada en dos especímenes utilizando SEM/EDX, mostrando heterogeneidad de la distribución del metaloide a distintas escalas.

La presencia de metales y metaloides es un desafío para la manipulación y almacenamiento de colecciones de taxidermia, especialmente aquellas más antiguas. Se recomienda ampliar el screening a colecciones cuyo origen no permita descartar la presencia de metales y metaloides tóxicos. Aquí se analizaron a modo exploratorio sólo 15 especímenes.

Una vez identificados los especímenes o colecciones con concentraciones elevadas de metales y/o metaloides tóxicos, se debería considerar medidas para minimizar los mecanismos de exposición de personas a estas sustancias tóxicas. Esto podría incluir para las taxidermias con altas concentraciones: (i) etiquetado que avise de la presencia de sustancias tóxicas a quienes puedan manipularlas; (ii) uso requerido de elementos de protección personal; y (iii) definir condiciones especiales de almacenamiento y exposición a público. Asimismo, se debería realizar una evaluación de la matriz polvo en los recintos o bodegas de almacenamiento de estas colecciones, así como en las cajas o depósitos. La inhalación y contacto dérmico son dos rutas de exposición potenciales a metales y metaloides.

Finalmente, se recomienda realizar un screening para otros potenciales contaminantes, como mercurio y pesticidas orgánicos, que han sido reportados en otras colecciones en el mundo.

6. Referencias

- Deering, K., Spiegel, E., Quaisser, C., Nowak, D., Schierl, R., Bose-O'Reilly, S., and Garí, M., 2019, Monitoring of arsenic, mercury and organic pesticides in particulate matter, ambient air and settled dust in natural history collections taking the example of the Museum für Naturkunde, Berlin: *Environ Monit Assess*, v. 191, no. 6, p. 375-317.
- Jason Dowling, C., 2013, Arsenic and old animals a lethal mix: TAXIDERMY - 'In the past, chemicals containing arsenic have been widely used', *The Age*: Melbourne, Vic., p. 4.
- Marte, F., Pequignot, A., and von Endt, D. W., 2006, Arsenic in Taxidermy Collections: History, Detection, and Management: *Collection Forum*, v. 21, no. 1-2, p. 143-150.
- Mithander, A., Göen, T., Felding, G., and Jacobsen, P., 2017, Assessment of museum staff exposure to arsenic while handling contaminated exhibits by urinalysis of arsenic species: *J Occup Med Toxicol*, v. 12, no. 1, p. 26-26.

- Odegaard, N., 2019, Pesticide Contamination and Archaeological Collections: Contextual Information for Preparing a Pesticide History: *Advances in archaeological practice : a journal of the Society of American archeology*, v. 7, no. 3, p. 292-301.
- Péquignot, A., 2008, Évaluation de la toxicité des spécimens naturalisés: *La Lettre de l'OCIM*, no. 116, p. 4-9.
- Strekopytov, S., Brownscombe, W., Lapinee, C., Sykes, D., Spratt, J., Jeffries, T. E., and Jones, C. G., 2017, Arsenic and mercury in bird feathers: Identification and quantification of inorganic pesticide residues in natural history collections using multiple analytical and imaging techniques: *Microchemical Journal*, v. 130, p. 301-309.

7. Agradecimientos

Agradecemos a Irina Muray y a Diego Jara y Richard Faúndez del MNHN. También agradecemos a los proyectos ANID-Fondecyt 1200984 y ANID-Fondap 15110020. El uso del microscopio electrónico fue posible gracias al Proyecto Fondecyt EQM150101.

Solicitud de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X

Santiago 09 de diciembre 2020

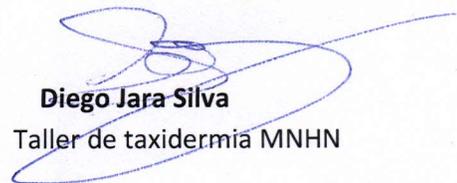
Estimado Dr. Pastén:

A través de este medio quiero solicitar y agradecer su apoyo en la detección de metales y metaloides en especímenes naturalizados seleccionados de nuestro museo. Esta actividad se encuentra autorizada dentro del estudio de las piezas que está llevando a cabo Irina Muray para la realización de su proyecto de tesis de Restauración y Conservación del patrimonio Cultural Mueble. Estos análisis no comprometen daño a las piezas y se realizarán con la supervisión de Diego Jara, encargado del taller de Taxidermia.

Agradecemos su disposición y contamos con la autorización para su visita para este jueves 10 de Diciembre.


Richard Faúndez Fariña
Jefe Área de Exhibiciones




Diego Jara Silva
Taller de taxidermia MNHN

Distribución:

- Sr. Pablo Pastén
- Área de Exhibiciones MNHN

