

# Materiales modernos en la colección textil del Museo Histórico Nacional

Fanny Espinoza Moraga  
Carolina Araya Monasterio

## RESUMEN

El Museo Histórico Nacional (MHN) resguarda una gran cantidad de accesorios de vestuario de fines del siglo XIX y principios del siglo XX, los que fueron elaborados en su mayoría con materiales artificiales y sintéticos, en reemplazo de los materiales naturales. Algunos de estos materiales modernos se degradan en condiciones desfavorables con mayor facilidad que los naturales, siendo un riesgo tanto para sí mismos como para los objetos a su alrededor. Para tratar de evitar este deterioro se debe identificar su origen mediante procedimientos científicos, y poner en práctica medidas de conservación preventiva, especialmente en lo que se refiere al embalaje y almacenaje de los objetos. El producto de esta investigación es la elaboración de una ficha técnica que contiene los análisis de reconocimiento y las medidas de preservación para este tipo de materiales.

**Palabras clave:** Accesorios de vestuario, conservación preventiva, FTIR, materiales artificiales, materiales sintéticos, análisis químicos.

## ABSTRACT

The Museo Histórico Nacional (MHN) safeguards a vast quantity of clothing accessories of the late 19<sup>th</sup> and early 20<sup>th</sup> Century. Most of them are made out of artificial or synthetic materials, in replacement of natural ones. Under unfavorable conditions, some of these modern materials deteriorate easier than natural fabrics. This thus pose a risk to themselves and to surrounding items. In an effort to avoid deterioration, scientific procedures are used to identify their origin and preventive conservation measures are implemented, particularly in terms of packing and storage. The outcome of this research study is the preparation of a technical data sheet that records the recognition analyses and suitable preservation measures.

**Key words:** Clothing accessories, preventive conservation, FTIR, synthetic materials, artificial materials, chemical analyses.

**Fanny Espinoza Moraga**, Conservadora textil, Museo Histórico Nacional.

**Carolina Araya Monasterio**, Químico, especialista en conservación.

## INTRODUCCIÓN

La colección textil del Museo Histórico Nacional contiene una gran cantidad de trajes y accesorios de fines del siglo XIX y de la primera mitad del siglo XX, que recorren la historia de la indumentaria y los momentos más relevantes en que se introduce la tecnología moderna en la fabricación de vestuario, incorporando diferentes materiales artificiales y sintéticos, especialmente en objetos usados como accesorios.

Para efectos de nuestra investigación, el término “materiales modernos” se refiere a aquellos materiales desarrollados industrialmente desde mediados del siglo XIX y que incluye tanto a aquellos de origen artificial como sintético<sup>1</sup>. La estructura de los materiales artificiales se basa en polímeros naturales modificados químicamente en laboratorios, mientras que los materiales sintéticos son fabricados exclusivamente por reactivos químicos<sup>2</sup>.

Estos materiales, innovadores en su época, no sólo están presentes como fibras textiles, sino que también se encuentran formando parte de accesorios o adornos de vestuario, en tan diversas formas como hebillas, varillas de abanicos, peinetas, botones, mostacillas, mangos de sombrillas, etc.

El trabajo de conservación preventiva que se realiza en la colección de accesorios de vestuario en el Departamento Textil del Museo contempla la investigación de estos materiales, en su gran mayoría polímeros artificiales de origen orgánico, más susceptibles de degradarse y menos estables en el tiempo que los materiales naturales.

El comportamiento particular que ellos presentan nos llevó a reflexionar acerca de las medidas de conservación hasta ahora aplicadas para toda la colección textil del Museo, cuestionándonos acerca de si estas medidas eran las adecuadas para resguardar estos materiales, insertos en la colección textil principalmente como objetos de accesorios de vestuario.

Lo anterior nos permitió plantear esta investigación desde una perspectiva interdisciplinaria, tomando en cuenta tanto los aspectos históricos como científicos que están involucrados en la elaboración, evolución, comportamiento y deterioro de este tipo de materiales. El problema central es la correcta identificación de los materiales, a través de la aplicación de diversos análisis científicos complementarios.

También es relevante para su reconocimiento la investigación de los aspectos históricos y estéticos de la evolución de los accesorios de vestuario a través del tiempo, confrontando la época de los objetos, con la creación de su materialidad.

Para nuestro estudio seleccionamos accesorios de vestuario representativos de la colección, abarcando el período entre 1880 y 1950, que coincide con el comienzo

---

1 En diversas publicaciones se mencionan además los términos “plásticos” y “materiales hechos por el hombre” como sinónimo de “materiales modernos”.

2 Mills, 2003.

del uso de estos materiales artificiales y sintéticos. Período en el cual se sustituyeron componentes naturales como el carey o el marfil, escasos y de alto costo, por materiales creados en los laboratorios en forma artificial o sintética tales como los polímeros artificiales basados en celulosa modificada, como celuloide y acetato; los polímeros sintéticos como nylon, baquelita y polimetilmetacrilato, etc.

Los resultados de este estudio fueron sistematizados a través de la elaboración de fichas técnicas de cada uno de los materiales analizados, las cuales incluyen fotografías de los objetos; una breve historia del material; su proceso de degradación; medidas de conservación preventiva; análisis microquímico de identificación y análisis de *espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR)*.

## INVESTIGACIÓN

Por la complejidad que presentan los materiales artificiales y sintéticos, en lo que se refiere a su identificación, el estudio se centró en el período de los años 1880 a 1950, época en que coexisten junto a los materiales naturales. La investigación se planteó haciendo uso de dos vías de estudio complementarias, que cubren tanto los aspectos históricos y científicos de los accesorios de vestuario y de los materiales modernos.

### Historia de los accesorios y materiales modernos

#### *Accesorios*

Los accesorios de vestuario tienen directa relación con la moda y se han utilizado para complementar y realzar la vestimenta. Cada vez que se crea una nueva moda, se crean o reaparecen nuevos accesorios, en muchos casos estos complementos pasan a ser símbolo de un período, como, por ejemplo, los grandes peinetones de carey de 1830, o las largas boquillas de las fumadoras de 1920.

Hacia fines del siglo XIX, las costumbres rígidas y convencionales fueron características de la sociedad; las señoras fueron juzgadas por su apariencia, por la elección y la manera correcta de usar los trajes y accesorios de vestuario. Estos últimos no son exclusividad femenina, también hay muchos accesorios para hombres, ellos también debían estar vestidos correctamente para cada ocasión, especialmente en el siglo XIX y principios del XX, en que la moda dictaba una estricta etiqueta.

Hasta el siglo XIX los accesorios fueron elaborados en materiales de origen natural como carey, marfil, cuero, seda, etc., pero la obtención de éstos se hizo cada vez más difícil. Con la revolución industrial, comienzan a aparecer sustitutos de estas materias primas, fabricados artificial y sintéticamente.

A continuación se hará una breve reseña histórica de los accesorios más representativos:

*Abanicos:* Hay dos grandes tipos de abanicos: rígido y plegable. El primero, de una sola pieza de madera o papel maché con adornos de nácar, decoración pintada o plumas, sujeto a una varilla central. En cambio, los abanicos plegables están fabricados de dos varillas principales y un número de varillas entremedio que se abren en un semicírculo y se sujetan con un pasador. La parte superior —llamada país— era generalmente de papel, tela o de cuero muy fino que iba pintado y/o bordado con lentejuelas.

El tamaño del abanico fue variando en los diferentes períodos, de acuerdo a los dictados de la moda, llegando a ser de grandes dimensiones a fines del siglo XIX, y por lo general el país del abanico era de encaje, el que luego, alrededor de 1920, fue de enormes y coloridas plumas de avestruz. Es en esta época en que las varillas empiezan a ser de materiales artificiales<sup>3</sup>.

*Guantes:* Durante el siglo XIX y principios del siglo XX los guantes fueron un importante accesorio de vestuario, siendo usados según la ocasión en diferentes largos. Cuero, seda y encaje eran los materiales más utilizados. Ya en el siglo XX los guantes son elaborados en materiales modernos como rayón, nylon e imitación de cuero.

*Carteras y monederos:* Hay una gran variedad de monederos y bolsos en todas las formas, estilos y tamaños. Algunos de los monederos fueron de bronce, nácar, carey y plata, decorados con mostacillas. Las primeras carteras de cuero aparecieron en 1880 y se hicieron muy populares. A principios del siglo XX se pusieron de moda las carteras de malla de plata tejida de pequeñas dimensiones. Es en este período que los bolsos y carteras de tela llevaban generalmente bordados en hilos metálicos y mostacillas; estas últimas comienzan a ser fabricadas de materiales artificiales. Posteriormente, los broches de las carteras también fueron elaborados con este tipo de plásticos<sup>4</sup>.

*Sombrillas:* Aunque las sombrillas se han hecho conocidas a través de la historia como protección contra el sol, fue durante el siglo XIX que estos accesorios



Foto 1. Cartera de mostacillas. Época: c. 1910, cat. 1978-147.

Foto 2. Sombrilla de cuero pintado. Época: c. 1925, cat. 1995-074.



3 Johnson, 1986.

4 Wilcox, 1997.

tuvieron una gran aceptación. Las primeras sombrillas fueron pequeñas, con cubiertas de telas como encajes o sedas, y adornadas con flecos. Los mangos de marfil, madera o carey terminaban en pequeños puños. Hacia fines del siglo XIX se pusieron de moda las sombrillas más largas, con mangos más elaborados, generalmente de madera con aplicaciones de piedras preciosas en la empuñadura. Alrededor de 1920 algunas cubiertas de sombrillas son elaboradas en materiales artificiales como rayón.

*Alfileres de sombrero:* Estos accesorios aparecieron finalizando el siglo XIX y continuaron usándose en el siglo XX, para sujetar en la cabeza los grandes sombreros. Los alfileres de sombrero llegaron a ser muy decorativos; variaban en tamaño, diseño y materiales. Estaban constituidos por la punta de metal (acero, plata, bronce) y la parte principal de porcelana, vidrio, marfil, carey, concheperla, esmalte, piedras semipreciosas y azabache. Los diseños fueron muy variados y coloridos y los materiales fueron cambiando con el avance de la industria. En 1920 ya se encuentran alfileres de celuloide o de acetato de celulosa<sup>5</sup>.

*Joyas:* Son el principal adorno femenino. En el siglo XIX la mayoría de los artistas, artesanos y fabricantes haciendo uso de nuevos desarrollos y adelantos tecnológicos incorporaron modernas máquinas y métodos en la producción de joyas; es así que las innovaciones en la joyería iban combinadas con las nuevas modas en el vestuario. No sólo se usaron oro, plata y piedras preciosas, sino también piedras semipreciosas, marfil, coral, porcelanas, esmaltes, perlas cultivadas, mosaicos y carey. Los aros variaron en tamaño y forma, y su diseño fue influenciado por el estilo del peinado. Anillos, medallones o guardapelos, prendedores, collares y brazaletes, todos cambiaron de estilo y variaron con el tiempo. Las joyas de luto como también los materiales negros de todo tipo, especialmente azabache y ónix, estuvieron de moda y los motivos de insectos como mariposas fueron muy apreciados. En el siglo XX las joyas empiezan a incorporar materiales modernos en su manufactura, ya sea en el total o en las aplicaciones<sup>6</sup>.

*Botones y hebillas.* Los botones han sido usados a través de la historia para abrochar la ropa, pero sólo en el siglo XIX llegaron a ser por sí mismos un complemento de la moda femenina. La demanda de botones en este período creció, y la disponibilidad de nuevos materiales y procesos industriales hicieron posible producir una infinita variedad de botones decorativos<sup>7</sup>. Los botones con litografía fueron importantes, los que tienen un pequeño retrato u otro tema impreso en metal montado bajo vidrio o celuloide, a veces enmarcados en acero u orfebrería. También se pueden encontrar botones de porcelana pintada, de carey o marfil.

Las hebillas de zapatos y cinturones fueron elaboradas en una gran variedad en los siglos XIX y XX. Los diseños naturalistas *art nouveau* de fines del siglo XIX y principios del XX estuvieron muy de moda, con características similares a los de otros accesorios.



Foto 3. Collar. Época: c. 1930, cat. 2003-175.

5 Eckstein, 1992; Ettinger, 1990.

6 Mulvagh, 1988.

7 Johnson, 1986.

*Accesorios de tocador:* En el pasado, el tocador era lo más importante para toda mujer a la moda. Allí tenía su espejo de mano, cepillo para el pelo, peinetas, cepillo de ropa, también herramientas de manicure y calzadores. Estos objetos fueron a menudo de hueso o cuerno, pero también había de acero con mangos de plata decorada<sup>8</sup>.



Foto 4. Juego de peineta y horquillas.  
Época: c. 1910, cat. 1991-048.



Foto 5. Abrochador de metal y hueso.  
Época: c. 1900, cat. 1984-022.

*Peinetas:* En un comienzo fueron elaboradas en carey, luego se hicieron de metal decorado con calados. Hacia fines del siglo XIX estuvieron de moda las peinetas negras, hechas de azabache. A principios del siglo XX llegaron a ser muy populares algunas adornadas con piedras semipreciosas o con motivos naturalistas, siguiendo los diseños *Art nouveau*, iniciado por William Morris y sus seguidores; evidentemente algunas ya eran manufacturadas en celuloide o acetato de celulosa<sup>9</sup>.

*Abrochadores:* A fines del siglo XIX y principios del XX las mujeres los usaron para abotonar las botas, que llevaban un gran número de botones en el costado. También se utilizaron los abrochadores como accesorio para los corsets. Había de diferentes tamaños; los medianos podían ser empleados para abotonar zapatos, pero fueron principalmente usados para abrochar los numerosos botones de los vestidos. Los más pequeños se usaron para abotonar los guantes. Estaban hechos de una gran variedad de materiales, incluyendo plata, concheperla, azabache, marfil, piedras semipreciosas (ágata, coral o amatista), esmalte, hueso y madera<sup>10</sup>. La parte superior del abrochador es generalmente de acero, pero algunos tienen esta parte de plata.

## Materiales modernos

El desarrollo de los materiales plásticos comienza en la segunda mitad del siglo XIX, período en que se desarrolló la elaboración de materiales moldeados fabricados a partir de gomas, resinas y proteínas naturales como gutapercha, gomas vulcanizadas, ebonita, shellac y bois durci, con cargas de polvo o astillas de madera<sup>11</sup>.

El inglés Alexander Parkes en 1856 inventó el nitrato de celulosa y luego de desarrollar diversos métodos para su elaboración patentó su producto con el nombre de parkesina, presentándolo en la Gran Exhibición de Londres en 1862. Este material revolucionó el mercado y se posesionó como el primer producto termoplástico de origen artificial. En 1866 Parkes fundó la fábrica Parkesine Company que luego en 1869 en sociedad con Daniel Spill dieron origen a la fábrica Xylonite Company, la cual continuó la fabricación de nitrato de celulosa con el nombre de xylonite.

Paralelamente, en Estados Unidos John Wesley Hyatt en 1860, quien experimentaba con nitrato de celulosa, respondió al llamado de la fábrica Pelan and Collander la que convocaba a un concurso para encontrar un sustituto para las bolas de billar de marfil. Hyatt desarrolló entonces un tipo de nitrato de celulosa utilizando

8 Eckstein, 1987.

9 Ettinger, 1990.

10 Eckstein, 1987.

11 Quye, 1999.

alcanfor como plastificante. Aunque anecdóticamente Hyatt no ganó el concurso, patentó su producto en 1870 con el nombre de celuloide, el cual llegó a ser el primer plástico comercial en Estados Unidos.

El nitrato de celulosa fue uno de los plásticos ampliamente usados durante al menos 60 años. Se fabricaron objetos tan diversos como peinetas, bolas de billar, calzadores, cuellos para camisas. Principalmente eran objetos con aspecto parecido al marfil, ámbar y carey con diversa dureza, transparencia y en una gran variedad de colores y diseños.

Los alemanes W. Kirsche y A. Spitteler en 1897 patentaron la caseína formaldehído, un polímero artificial fabricado a partir de proteína de leche libre de grasa y formaldehído. Este producto fue comercializado con el nombre de *galalith*. Se fabricaron objetos simulando carey y jade como botones, lapiceras, mangos de navajas, varillas de abanico, etc., en una gran cantidad de colores brillantes.

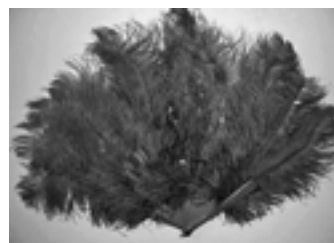
Por otra parte, los problemas de inflamabilidad que presentaba el nitrato de celulosa impulsaron el estudio de otros ésteres de celulosa. En 1894 los investigadores Cross y Bevan descubrieron el acetato de celulosa con una estructura similar al nitrato de celulosa, pero no inflamable. Así, en 1910 comenzó su producción industrial en Alemania. Al término de la Primera Guerra Mundial el acetato de celulosa fue usado para impermeabilizar telas usadas en el fuselaje de los primeros aeroplanos. Luego, en 1918, Henry y Camilla Dreyfus produjeron en Gran Bretaña el acetato de celulosa como fibra textil<sup>12</sup>. Arthur Eichengruen en 1920 produjo la primera máquina capaz de moldear este polímero, ayudado por el descubrimiento de los plastificantes para acetato de celulosa, lo que posibilitó la fabricación de objetos moldeados por inyección a presión en moldes. Fue utilizado en la elaboración de láminas transparentes para soportes de películas de cine y negativos fotográficos. Además se fabricaron objetos tan diversos como marcos para anteojos, peinetas, hebillas, collares, entre otros tipos de artículos en una amplia variedad de colores.

En 1909 el científico belga radicado en Estados Unidos Leo Hendrik Baekeland descubrió la resina fenólica, quien la patentó con el nombre de baquelita. Es el primer plástico termoestable completamente sintético, obtenido por la condensación de fenol y formaldehído en presencia de un catalizador. Baekeland primero desarrolló la resina líquida, la cual fue aplicada como una laca para el aislamiento de cables eléctricos y para impregnar telas, producto que generó gran interés en la emergente industria de la radio y telefonía. Luego se modificó el proceso fabricando una resina viscosa, la cual era vertida en moldes y sometida a altas temperaturas para terminar su proceso de polimerización. De esta manera se obtenía un plástico moldeado.

La última innovación en su proceso de fabricación fue adicionar material de carga como polvos de madera, mica o asbesto a la resina; esta mezcla era inyectada



**Foto 6.** Peines para bigotes de nitrato de celulosa. Época: c. 1910, cat. 1987-086.1.2.



**Foto 7.** Abanico de plumas con varillas de caseína. Época: c. 1925, cat. 1998-046.



**Foto 8.** Vanity (polvera) de acetato de celulosa. Época: c. 1927, cat. 1981-144.



**Foto 9.** Hebillas de baquelita. Época: c. 1935, cat. 2004-069.

12 Quye, 1999.

a altas temperaturas y presión en moldes de acero. Se fabricaron objetos simulando shellac y ebanita como carcasas de equipos electrónicos y artículos de escritorio y otros objetos tales como mangos de sombrillas y una gran variedad de objetos de uso doméstico.

Con la invención de la baquelita se abrió una nueva era en la industria de los plásticos. Partiendo en 1910 cuando Backeland creó en Gran Bretaña la fábrica General Bakelite Company, luego en 1925 la fábrica Catalin Corporation adquirió los derechos para su producción en Estados Unidos con el nombre de Herolita y en 1932 esta fábrica compró la patente de la resina viscosa y la patentó con el nombre de catalin, la cual llegó a ser sinónimo de la fabricación de baquelita de colores brillantes<sup>13</sup>.

Paralelamente, el checoslovaco Hans John sintetizó en 1920 la resina ureica comercializada a partir de 1924. Esta fue desarrollada debido a que las resinas fenólicas no resistían la acción del calor en el proceso de moldeo, provocando su oscurecimiento. En cambio la resina ureica, resistente a los tratamientos con altas temperaturas, permitió obtener un producto final transparente y de colores claros con similares propiedades y características a las resinas fenólicas. Es así como en Austria (Pollak & Ripper) y en Alemania (Goldschmidt & Neuss) trabajaron con este tipo de resinas. En Gran Bretaña la industria British Cyanides en 1928 introduce la resina de urea/tiourea formaldehído.

Otras resinas, las aminoformaldehído, fueron introducidas en 1926, fabricando una amplia variedad de artículos de uso doméstico como bandejas, vajilla y pantallas de lámparas. Estos objetos simulaban el alabastro y mármol. La industria Henckel en 1935 desarrolló las resinas melamínicas formaldehído con aún mejor resistencia a la temperatura.

En 1927 surgen las primeras patentes sucesivas para la producción industrial del polivinilcloruro (PVC) casi simultáneamente en Estados Unidos y Alemania. Se fabricaron objetos simulando cuero y caucho, y fue utilizado para el aislamiento de cables eléctricos, la fabricación de láminas y hojas flexibles como bolsas y envoltorios, además de una gran variedad de objetos moldeados.

La década de los años treinta se caracterizó por un gran desarrollo de nuevos materiales plásticos. El año 1933 en Gran Bretaña dos investigadores, E. W. Fawcett y R. O. Gibson, en el laboratorio Imperial Chemical Industries Research Laboratory (ICI) descubrieron el polietileno, cuya comercialización comenzó en el año 1935. En la misma industria, en 1934 se fabricó el polimetilmetacrilato, conocido comercialmente como perspex, plexiglas o acrílico. Luego en 1936 comenzó la fabricación del poliestireno también llamado ABS, descubierto por Simon, seguido en el año 1938 por el poliuretano desarrollado por Otto Bayer en la industria AG Farben Laboratories. El mismo año la fábrica Du Pont anunció la producción de la

---

13 Wasserstrom, 1997.



resina poliamida, la primera Nylon 66, desarrollada como la seda sintética; luego en Alemania W. Carothers produce el Nylon 6. Paralelamente, el mismo año el químico Roy Plunkett en la industria Du Pont descubre el teflón, que fue comercializado a partir del año 1948.

## Degradación de los materiales modernos

Así como los materiales naturales se degradan, los materiales modernos también son susceptibles de deteriorarse; la acción de agentes ambientales interaccionan con los polímeros produciendo su transformación, que se traduce en deterioros de tipo físicos y químicos<sup>14</sup>.

El *nitrate de celulosa* fue el primer material plástico obtenido por modificación de un polímero natural; y es esencialmente inestable en especial bajo ciertas condiciones. Su estado de conservación es muy variable, dependiendo del método, tipos de plastificante y materiales de carga con que se elaboró.

La degradación del nitrato de celulosa es acelerada por el exceso de humedad, presencia de metales, exceso de luz y especialmente por radiación ultravioleta y aumento de la temperatura, en condiciones de poca ventilación.

Los primeros síntomas de degradación parten con la presencia de residuos sólidos de óxido de nitrógeno en la superficie, la acción de la humedad provoca su hidrólisis transformando estos óxidos en ácido nítrico, manifestándose como zonas pegajosas. La fotooxidación del polímero provocada por la radiación ultravioleta y exceso de luz genera decoloración y amarillamiento del material. En el caso del celuloide un estado avanzado de degradación produce la migración del plastificante a la superficie, en este caso se trata de migración de alcanfor, que provoca un debilitamiento del material, presentando craqueladuras y eventualmente fracturas<sup>15</sup>.

Los objetos de nitrato de celulosa opacos deberían teóricamente presentar mejores condiciones de conservación que los transparentes, debido a que en su fabricación se usaba óxido de zinc como material de carga, que actúa como estabilizante del polímero. La degradación de este material se reconoce con manchas de color blanco en la superficie de la pieza.

El signo más característico de la degradación del *acetato de celulosa* es provocado por cambios de humedad, su acción origina el llamado “síndrome del vinagre” que es la desacetilación del polímero con liberación de vapores de ácido acético que se detectan por su fuerte olor a vinagre. En su estado más avanzado, se desarrollan en la superficie zonas pegajosas e incluso la formación de gotas densas y oleosas que producen deformaciones y contracción del material. Estas gotas tienen características ácidas, que promueven la hidrólisis del acetato de celulosa,



*Foto 10. Craqueladuras en una peineta, producto de la degradación del nitrato de celulosa. Época: c. 1910, cat. 2004-241.*

14 Paulocik, 2002.

15 Grattan, 1993.

disminuyendo aún más sus propiedades físicas y químicas<sup>16</sup>. Además la migración de estos vapores ataca los componentes de los objetos vecinos tales como telas, metales y otro tipo de polímeros. Al igual que el nitrato de celulosa, la fotooxidación del acetato de celulosa produce decoloración y amarillamiento del material.

La *caseína* o *galalith* es un polímero semisintético higroscópico, cuyo principal plastificante es el agua, por lo tanto es especialmente sensible a cambios bruscos de humedad, los que provocan contracción y dilatación del material, que originan craqueladuras o fisuras superficiales. Su exposición a la luz provoca amarillamiento y aumenta la susceptibilidad de craquelamiento. Este polímero de origen proteico rara vez sufre degradación biológica, pero no es inmune al ataque de moho o insectos como larvas de polilla.

La *baquelita*, el primer polímero totalmente sintético, es un tipo de material estable y no es fácil su degradación bajo condiciones atmosféricas normales. Una exposición prolongada y excesiva a la luz en conjunto con cambios bruscos y extremos de humedad produce decoloración y pérdida de brillo a nivel superficial.

El *polimetilmetacrilato* es comúnmente conocido como acrílico y es muy transparente. Presenta una alta resistencia a la exposición a la luz y humedad, es un polímero muy estable en condiciones ambientales normales. Sin embargo, se deteriora bajo la acción de ciertos solventes como tolueno, acetona, etc.

## PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

De acuerdo con la recopilación de los antecedentes históricos de los accesorios de vestuario y los antecedentes científicos, de los materiales modernos, se escogieron 54 objetos de la colección de accesorios del Departamento Textil representativos de la época en estudio abarcando los años comprendidos entre 1880 a 1950; así se seleccionaron peinetas, abanicos, alfileres de sombrero, carteras, polveras, prendedores, broches de carteras, mangos de sombrillas, hebillas, mostacillas, botones, adornos, etc.

Una vez elegidos los objetos se sometieron a análisis químicos cualitativos e instrumentales para la identificación de los materiales modernos constituyentes. Algunos de estos objetos resultaron ser carey de origen natural, pero que presentaban algún tipo de deterioro, lo que nos hizo suponer inicialmente que eran plásticos.

### Análisis químicos

Se elaboraron los protocolos de análisis microquímicos según la bibliografía consultada. Posteriormente, se extrajo cuidadosamente y bajo los criterios de mínima



Foto II. Identificación de acetato de celulosa en el laboratorio.

---

16 Grattan, 1993.

intervención una micromuestra de alrededor de 0,3 a 0,5 mg de cada uno de los objetos en estudio, las cuales fueron sometidas por separado a los microanálisis de difenilamina<sup>17</sup> y  $\alpha$ -naftol<sup>18</sup> para la detección de nitrato y acetato de celulosa respectivamente. Estos análisis se llevaron a cabo en el laboratorio científico del Departamento Textil.

Además de los 54 objetos en estudio, por motivos presupuestarios se seleccionaron 21, para ser identificados a través del análisis instrumental de espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier. Paralelamente, se sometieron a análisis de FTIR muestras patrones de carey, concheperla, nitrato de celulosa, acetato de celulosa, nylon 6, poliéster y galalith. Estos espectros fueron utilizados como referencias, además de aquellos citados en la bibliografía consultada<sup>19</sup>.

Cada uno de los 21 espectros fue analizado reconociendo las bandas características comparándolos con los de referencia, de este modo se logró su identificación.

## RESULTADOS

El 38,89% de los objetos analizados resultó ser de acetato de celulosa, entre los que se encontraron polveras, peinetas, botones, prendedores, horquillas, hebillas, collares, alfileres para pelo y sombreros pertenecientes al período 1920 a 1940; un 24,07% de nitrato de celulosa, en que observamos peinetas, vanities, mangos de sombrillas, botones, horquillas, pinche de pelo, hebillas, alfileres de sombrero y calzador de 1880 a 1940; un 16,67% de caseína (galalith), correspondiente a varillas de abanico, hebillas, cinturones y botones del período 1910 a 1950; un 7,41% de resina fenólica (baquelita), encontrada en prendedor, hebillas, botones de 1910 a 1950; un 7,41% de carey, un 1,85% de polimetilmetacrilato en un broche de una cartera de 1945; un 1,85% de concheperla y un 1,85% de cuarzo.

Los espectros FTIR del carey y galalith se muestran en la foto 14, en ellos se observan las bandas a 3424  $\text{cm}^{-1}$  de tensión O-H; 3333  $\text{cm}^{-1}$  de tensión N-H; 2956  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C-H; 1655  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C=O; 1543  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C-N y flexión N-H; 1450  $\text{cm}^{-1}$  y 1415  $\text{cm}^{-1}$  de flexión C-H. Estos dos polímeros están constituidos por proteínas de diferente origen, queratina en el carey y caseína de leche en la galalith, por lo tanto, ambas estructuras, aunque son proteínas, se diferencian en su estructura primaria, es decir, en su proporción y secuencia aminoacídica. Estas diferencias se aprecian en la región del espectro llamada “huella digital” entre los 1300  $\text{cm}^{-1}$  a 600  $\text{cm}^{-1}$ , donde aparecen distintas bandas de absorción para cada material. La galalith presenta una banda a 1100  $\text{cm}^{-1}$  ausente en el carey. Para ratificar la identificación de galalith fue necesario realizar un microanálisis de pirólisis<sup>20</sup>; la detección de un

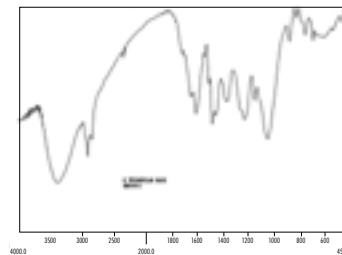


Foto 12. FTIR de baquelita.

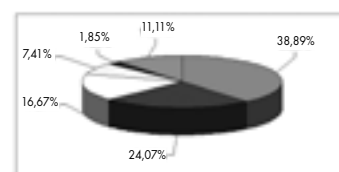


Foto 13. Distribución porcentual de materiales modernos analizados.

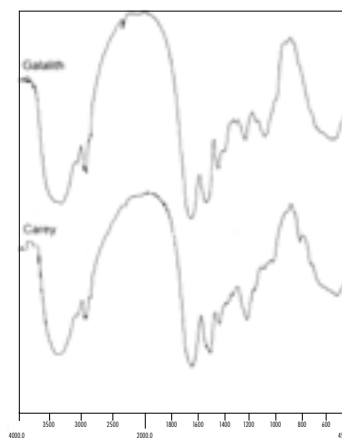


Foto 14. Comparación FTIR de galalith (caseína) y carey.

17 Odegaard, 2000; Williams, 1994.

18 Braun, 1999.

19 Derrick, 1999; Braun, 1999.

20 Morgan, 1991; Williams, 1998.

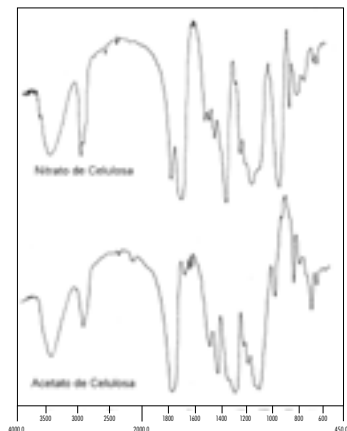


Foto 15. Comparación FTIR de nitrato y acetato de celulosa.

fuerte olor a leche quemada producto de la pirólisis permitió aseverar la presencia de este polímero.

Los espectros FTIR del nitrato y acetato de celulosa se muestran en la foto 15. Para el nitrato de celulosa se observan las bandas 3500  $\text{cm}^{-1}$  de tensión O-H; 2970  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C-H; 1748  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C=O correspondiente a la molécula de alcanfor utilizada como plastificante en nitratos de celulosa conocidos comercialmente con el nombre de celuloide; 1667  $\text{cm}^{-1}$  de tensión N-O; 1319  $\text{cm}^{-1}$  de flexión C-H; 1163  $\text{cm}^{-1}$  y 1044  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C-O; 1119  $\text{cm}^{-1}$  de flexión C-O; 889  $\text{cm}^{-1}$  de flexión N-O. Para el acetato de celulosa se observan las bandas 3500  $\text{cm}^{-1}$  de tensión O-H; 2970  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C-H; 1756  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C=O; 1319  $\text{cm}^{-1}$  de flexión C-H; 1244  $\text{cm}^{-1}$  y 1044  $\text{cm}^{-1}$  de tensión C-O; 1126  $\text{cm}^{-1}$  de flexión C-O. Ambos plásticos poseen una cadena carbonada idéntica, ya que son polímeros artificiales derivados de la celulosa. Las diferencias de sus estructuras están dadas por los grupos funcionales que reemplazan en parte los grupos hidroxilos de las moléculas de  $\beta$ -glucosa de la celulosa original. De esta manera se puede observar que ambos espectros tienen ciertas similitudes y coinciden en las bandas correspondientes a la tensión O-H, tensión y flexión C-O, tensión y flexión C-H, con ciertos desplazamientos en las longitudes de onda donde aparecen. La diferencia se observa claramente en las bandas correspondientes a la tensión y flexión de N-O, sólo presente en las moléculas de nitrato de celulosa.

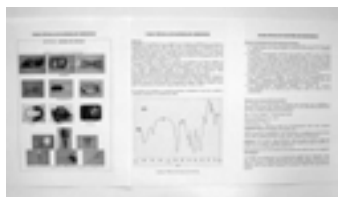


Foto 16. Ficha técnica del acetato de celulosa.

Finalmente, los datos recopilados para cada tipo de material, su origen, procesos de degradación, medidas de conservación preventiva y su respectivos espectros FTIR y análisis microquímicos de identificación fueron compilados en las *Fichas Técnicas de Materiales Modernos* donde además se muestran ejemplos en fotografías de los diferentes accesorios de vestuario.

## CONCLUSIONES

La identificación de los materiales modernos y especialmente aquellos derivados de celulosa fabricados a fines del siglo XIX y principios del siglo XX es relevante para determinar sus condiciones de conservación y almacenaje, minimizando los factores que aceleran su degradación y preservar así la estabilidad del material.

Es difícil determinar a simple vista cuál es la composición de los polímeros, ya que su apariencia es muy similar y es común confundirlos incluso con materiales naturales como ámbar, carey, marfil, hueso, etc. El reconocimiento de los materiales modernos sólo se logra indudablemente a través de la aplicación de microanálisis químicos y análisis instrumentales como la FTIR. En ambos casos se requieren micromuestras (0,3 a 0,5 mg).

Todos los objetos identificados como nitrato de celulosa corresponden a celuloide, debido a la presencia en su espectro FTIR de la banda correspondiente a la molécula de alcanfor, con intensidad similar a la del espectro de referencia, lo que nos permite concluir que estos objetos no han sufrido un deterioro químico avanzado.

Es importante destacar que todos estos materiales al ser de origen orgánico se deterioran fácilmente y en general para todos ellos el principal factor de deterioro es la luz, especialmente la radiación ultravioleta y la humedad que desencadena procesos de fotooxidación e hidrólisis que son los mecanismos químicos más destructivos.

Finalmente esta investigación deja abierto el camino para seguir profundizando en un tema tan interesante, que representa un nuevo desafío a la práctica de la conservación.

## Recomendaciones de conservación preventiva

Las medidas de conservación preventiva más efectivas son estabilizar y regular los factores que inician el deterioro en los materiales poliméricos, tales como luz visible (50 lux); radiación ultravioleta (75  $\mu$ W/lumen), cuyos efectos fotooxidativo son acumulativos; temperatura (20 °C o menor); humedad relativa (30 a 50 %), no superior a 40% HR para el nitrato de celulosa y otros materiales que son susceptibles de hidrolizar, en cambio, materiales tales como caseína y algunos poliésteres son materiales higroscópicos y requieren niveles de humedad más altos (60% HR.); ambientes libres de contaminantes ambientales (vapores orgánicos, esporas de moho y polvo); evitar ciertos tipos de materiales inapropiados para almacenamiento y exhibición<sup>21</sup>.

Para la manipulación de los objetos plásticos es recomendable el uso de guantes no fibrosos y de materiales inertes como nitrilo, látex o guantes de algodón, de tal manera de minimizar la transferencia de los residuos de degradación de un objeto a otro y evitar los depósitos de grasa dejadas por la manipulación manual.

Los residuos de contaminación sólidos en la superficie del objeto deben ser eliminados a través de un proceso de limpieza de tipo mecánico, usando cepillos suaves o aspiradora para objetos de museos.

El uso de limpiezas acuosas así como de detergentes acelera la degradación de ciertos polímeros, sobre todo aquellos objetos porosos o que tienen partes de metal, el cual puede comenzar un proceso de corrosión. También es peligroso aplicar limpieza acuosa en aquellos objetos pintados y con decoraciones en su superficie. Los objetos de nitrato y acetato de celulosa quebrados o con craqueladuras en contacto con agua pueden acelerar su proceso de degradación, por lo tanto no es recomendable este tipo de tratamiento para su limpieza.

---

21 Morgan, 1991.

La utilización de solventes es altamente riesgoso cuando no se tiene una exacta identificación del material, puesto que pueden dañar el brillo superficial y eventualmente remover acabados superficiales, o bien pueden producir alteraciones en su forma al actuar directamente sobre el polímero disolviéndolo.

La aplicación de adhesivos en la restauración de materiales plásticos es generalmente un proceso irreversible, por lo tanto la elección del adhesivo se debe realizar con el máximo de precaución, tomando en cuenta la composición del polímero, la del adhesivo y el solvente vehículo del adhesivo, verificando sus compatibilidades. Similares solubilidades entre el polímero y el solvente y similares polaridades entre el polímero y el adhesivo pueden ayudar a seleccionar el material de restauración.

Para almacenar los objetos de materiales modernos se sugiere utilizar papel y cajas de cartón libre de ácido y materiales inertes como espuma de polietileno, tyvek, cartones neutros con zeolitas.

Es indispensable guardar o almacenar los objetos del mismo material juntos, ya que algunos polímeros son incompatibles, debido a que responden en diversa forma a las mismas condiciones ambientales y sus productos de degradación no sólo suelen ser dañinos químicamente a sí mismos, sino que pueden migrar hacia otros objetos iniciando o acelerando sus deterioros.

La degradación del nitrato de celulosa se puede minimizar manteniéndolo en condiciones adecuadas, de tal manera de disminuir los residuos ácidos en su superficie y evitar el escape de los vapores ácidos que aceleran su hidrólisis y sin duda atacan los componentes de los objetos vecinos tales como telas, metales y otro tipo de polímeros. Es recomendable además mantener los objetos de nitrato de celulosa en contenedores bien ventilados para prevenir la concentración de vapores ácidos, así se evita la formación de microclima ácido, también se sugiere mantenerlo a temperaturas bajas.

Al contrario que el nitrato de celulosa, las condiciones más aptas para almacenar objetos de acetato de celulosa es bajo condiciones de poca ventilación, de tal manera de disminuir la migración y pérdida de los plastificantes, de esta forma se evitan sus deformaciones.

El almacenamiento de los objetos de caseína es incompatible con objetos de nitrato de celulosa. El polímero de caseína absorbe humedad; mantener niveles de humedad constante alrededor de un 60% HR es muy importante para este tipo de polímero. Los objetos de nitrato de celulosa en cambio se degradan; bajo estas condiciones de humedad despiden ácido nítrico gaseoso, el cual ataca al polímero de caseína desencadenando su hidrólisis.

La medida más importante es la inspección regular de la colección, cada seis meses es un tiempo adecuado para detectar algún cambio en los objetos. Cuando se encuentre una pieza con evidentes signos de deterioro, aunque sea en sus fases iniciales, es necesario aislarla del resto de los objetos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRAUN, D. *Simple Methods for Identification of Plastics*. Fourth Edition, München: Carl Hansen Verlag, 1999. 137 p.
- DERRICK, M.; STULIK, D. & LANDRY, J. *Infrared Spectroscopy in Conservation Science. Scientific Tools for Conservation*. Los Angeles, USA: The Getty Conservation Institute, 1999. 235 p.
- ECKSTEIN, E.; FIRKINS, J. *Gentlemen's Dress Accessories*. UK: Shire Album 205, Shire Publ. Ltd., 1987. 32 p.
- ECKSTEIN, E.; FIRKINS, J. *Hat Pins*. UK: Shire Album 286, Shire Publications Ltd., 1992. 32 p.
- ETTINGER, R. *Popular Jewelry 1840-1940*. Atglen PA, USA: Schiffer Publishing Ltd., 1990. 193 p.
- GRATTAN, D.W. (Editor). *Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials*. Ottawa, Canada: Canadian Conservation Institute, 1993. 440 p.
- JOHNSON, E. *Fashion Accessories*. UK: Shire Album 58, Shire Publications Ltd., 1986. 32 p.
- MILLS, J.S.; WHITE, R. *The Organic Chemistry of Museum Objects*. 2<sup>nd</sup>. Ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2003. 206 p.
- MORGAN, J. *Conservation of Plastics*. London, UK: Plastics Historical Society and The Conservation Unit of the Museums & Galleries Commission, 1991. 56 p.
- MULVAGH, J. *Costume Jewelry in Vogue*. London, UK: Thames and Hudson, 1988. 192 p.
- ODEGAARD, N.; CARROL, S. AND ZIMMT, W. S. *Material Characterization Test for Objects of Art and Archaeology*. London, UK: Archetype Publications, 2000. 230 p.
- PAULOCIK, C. & WILLIAMS, R. S. Modern Materials in Costume Collections: A Collaboration between Scientist and Conservator. In: *Strengthening the Bond: Science & Textiles*. USA: North American Textile Conservation Conference 2002 (NATCC), 2002. pp. 77-89.
- QUYE, A.; WILLIAMSON C. *Plastics Collecting and Conserving*. Edinburgh, England: NMS Publishing Limited, Royal Museum, 1999. 152 p.
- WASSERSTROM, D.; PIÑA L. *Bakelite Jewelry*. Atglen, USA: Schiffer Publishing Ltd., 1997.
- WILCOX, C. *A Century of Bags*. New Jersey, USA: Chartwell Books, Inc., 1997. 160 p.

WILLIAMS, R. S. *The diphenylamine spot test for Cellulose Nitrate in Museum Objects*. Ottawa, Canada: Canadian Conservation Institute, 1994. (CCI Notes 17/2)

WILLIAMS, R. S. ET AL. *Guide to the Identification of Common Clear Plastics Films*. Society for the Preservation of Natural History Collections, 1998. (Technical Publication Series, SPNHC Leaflets N° 3).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa colaboración del Dr. Ernesto Clavijo, del Laboratorio de Espectroscopia Vibracional de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.