



Una introducción a los textiles artificiales en las colecciones de indumentaria del siglo XX y su conservación

Alazne Porcel Ziarsolo y Enara Artetxe Sánchez

Resumen: Actualmente, la presencia de la Moda del siglo XX en los museos es un hecho asimilado y son muchas las instituciones que han creado en los últimos años departamentos y grupos dirigidos al estudio de colecciones de indumentaria. De este modo, se ha ido evidenciado la enorme diversidad de materiales presentes en estas colecciones y los diferentes tipos de deterioro que pueden afectarles.

Durante el siglo XX, gracias a los nuevos descubrimientos científicos y técnicos se produjeron avances revolucionarios en el desarrollo de nuevos tejidos. En el campo de los textiles, el plástico y sus derivados han ocupado un lugar importante. Desde que en el siglo XIX se dieran los primeros intentos para crear fibras de nitrocelulosa, la investigación en busca de nuevos tejidos y películas protectoras ha continuado imparable hasta la actualidad.

Con este trabajo pretendemos profundizar en el conocimiento y posibilidades que ofrece el campo de los textiles contemporáneos y materiales modernos, que en la actualidad plantean todo un reto para conservadores y restauradores.

Palabras clave: indumentaria, materiales, textiles, fibras artificiales, fibras sintéticas, conservación

An introduction to artificial textiles in the costume collections of the twentieth century costume and conservation

Abstract: Nowadays, the presence of Fashion of the 20th century in museums and galleries is a well-known fact. There are many institutions that have created departments and research groups dedicated to the study of costume collections. This way, we have become aware of the wide diversity of materials that can be found in these collections and the different degradations that can affect them.

During the 20th century, new textiles were developed thanks to the scientific and technical discoveries. In this field plastics and its derivatives place an important place. Since the first attempts to create nitrocellulose fibres in the 19th century, the research for new materials and protective films has continued until today.

The aim of this introduction is to in-depth in the knowledge of the contemporary textiles and modern materials and open the possibilities that this field has to offer, which nowadays, presents a big challenge for curators and conservators.

Key words: costume, materials, textiles, artificial fibres, synthetic fibres, conservation

Introdução aos têxteis artificiais nas colecções da indumentária do século XX e a sua conservação

Resumo: Atualmente a presença da moda do século XX nos museus é um facto assimilado e são muitas as instituições que criaram nos últimos anos departamentos e grupos dirigidos ao estudo das colecções de indumentária. Assim, tem-se vindo a evidenciar a grande variedade de materiais presentes nestas colecções e os diferentes graus de deterioração que os podem afetar.

Durante o século XX, graças às novas descobertas científicas e técnicas, alcançaram-se progressos revolucionários no desenvolvimento de novos tecidos. No campo dos têxteis, o plástico e os seus derivados têm ocupado um lugar de destaque. Desde que no século XX tiveram lugar as primeiras tentativas para criar fibras de nitrocelulose, que a investigação da procura de novos tecidos e películas protectoras tem continuado de forma imparable até à actualidade.

Este trabajo, pretende profundar o conocimiento e as posibilidades que o campo dos têxteis contemporâneos e dos materiais modernos ofrece, que hoje em dia representam todo um desafio para os conservadores e restauradores.

Palabras-clave: indumentaria, materiales, têxteis, fibras artificiales, fibras sintéticas, conservación

Introducción

Las difíciles circunstancias económicas derivadas de las grandes guerras, así como la búsqueda de nuevos materiales que suplieran la falta de materias primas como el caucho o la seda durante la Segunda Guerra Mundial (García Fernández-Villa 2010:251) aceleraron el desarrollo de materiales que se adaptaran a la nueva situación. Uno de los principales factores que contribuyó al abaratamiento de la ropa fue el uso cada vez mayor de tejidos sintéticos (Laver 1982: 244-245).

Además de racionar los materiales existentes, comenzaron a introducirse nuevos tejidos lavables y fáciles de cuidar como el tergal o el nailon. Anteriormente, las fibras manufacturadas habían desarrollado técnicas para imitar otras fibras naturales pero, tras la invención del nailon por DuPont en 1935, fueron apareciendo otras fibras artificiales para la confección. Imperial Chemical Industries (ICI) lanzó el poliéster al mercado en 1946, y DuPont creó el material elástico Lycra® en 1958. La producción de las fibras sintéticas alcanzó su punto álgido durante la década de los sesenta, introduciéndose entonces fibras con nuevas propiedades que se mezclaban con las naturales logrando nuevos y exitosos resultados para prendas.

Al principio las fibras artificiales había sido consideradas meros sustitutos baratos de los materiales naturales pero, a partir de mediados del siglo XX, los tejidos sintéticos empezaron a ser apreciados por sus características y exclusivas texturas (Fukai 2003: 501-502). El mundo de la moda fue paulatinamente asimilando las características y ventajas de estos materiales que hasta el momento habían sido sustitutos "poco nobles" de los tejidos naturales como la seda o la lana. De alguna manera su introducción fue convirtiéndose en símbolo de modernidad.

NUEVAS FIBRAS Y TEJIDOS POPULARIZADOS DURANTE EL SIGLO XX

El nacimiento de los textiles artificiales

En el desarrollo de los textiles, tanto la naturaleza como la intervención del hombre han jugado un importante



Figura 1.- Tejidos milagrosos, vestidos milagrosos. Anuncio publicitario alabando las cualidades de los nuevos tejidos introducidos en el mercado: Orlon, Acrilan y otros tejidos sintéticos. Sears & Roebuck, 1953.

papel. Desde que en 1664 el científico inglés Robert Hook, planteara en su libro *Micrografía* (1664) la posibilidad de imitar al gusano de seda para crear una fibra artificial, los intentos para su creación se irían sucediendo hasta que en 1855 el químico suizo George Audemars obtuvo una fibra que significó el comienzo de la industria del rayón moderno (Gordon Cook 1993: 5).

La nitrocelulosa

Hasta aquella fecha el problema había sido la imposibilidad de disolver la celulosa para separarla de sus impurezas (lignina, etc.) y poder pasarla o extruirla por pequeños orificios para convertirla en fibra. Pero en 1846, el científico Friedrich Schönbein descubrió que podía convertirse en otra sustancia, la nitrocelulosa, si se trataba con una mezcla de ácido nítrico y sulfúrico (García Fernández-Villa 2010: 221). Esta sustancia podía disolverse, por ejemplo, en una mezcla de éter y alcohol y de ahí obtener un filamento que secaba y endurecía al evaporarse los disolventes. Las fibras de nitrocelulosa eran suaves, fuertes y flexibles, pero también explosivas, lo que resultaba un importante inconveniente para su uso.

Fue treinta años después, en 1883, cuando Sir Joseph Swan investigaba cómo obtener filamentos para sus bombillas eléctricas cuando descubrió la forma de convertir la peligrosa nitrocelulosa en un material de mayor aplicación. En 1885 mostró algunos textiles de su "*seda artificial*", pero éste fue su único intento por darle una utilidad textil a su descubrimiento, ya que volvió a la búsqueda de filamentos para sus bombillas y lámparas.

La seda Chardonnet

Más o menos al mismo tiempo, hacia 1878, el Conde Hilaire de Chardonnet empezaba a experimentar en Francia. En 1860 la industria de la seda se había visto afectada por una enfermedad que atacaba a los gusanos de seda. Louis Pasteur y el Conde Chardonnet, preocupados por el inminente hundimiento de la industria, comenzaron a indagar en la opción de crear seda artificial. Chardonnet creó una granja de moreras en Besançon, para producir seda artificial del producto de los gusanos que se alimentaban de las hojas de este árbol.

En 1884, Chardonnet producía sus primeras fibras artificiales de nitrocelulosa pasándolas a través de pequeños orificios, endureciéndolas después con aire caliente y tratándolas químicamente para transformarlas de nuevo en celulosa. En 1885 se patentaba¹ el primer resultado de fibra útil obtenida de la celulosa, siendo Chardonnet bautizado como el "*padre del rayón*".

Los textiles de seda Chardonnet se expusieron en la Exposición Universal de París en 1889 y, al año siguiente, comenzó por primera vez la producción de la fibra artificial para su comercialización. Pero, a pesar de seguir fabricándose esporádicamente hasta 1949, el proceso seguía siendo ciertamente peligroso debido a la aún alta inflamabilidad del material.

Otros tejidos y películas protectoras

Por otro lado, el químico escocés Charles Macintosh se encontraba creando los primeros tejidos impermeables con un recubrimiento de caucho disuelto en nafta. En 1823 inventó un tejido totalmente impermeable, inicialmente ideado para toldos, combinando algodón y caucho. Con su aplicación en abrigos nacía la gabardina Macintosh, también conocida como *Riding Mac* o *Mac*, que fue parte integrante del uniforme de la Armada Británica en la I y II Guerra Mundial. Seguramente, es una de las prendas de vestir que más revolucionaron el mundo de la moda por su gran utilidad.

En la publicación *The New Shell Book of Firsts* (Robertson 1974) se menciona que otras casas como *Bax & Company* o *Burberry* introdujeron otro tipo de materiales impermeables desde el siglo XIX. El modelo *Aquascutum* de 1851 realizado con lana tratada e impermeabilizada con caucho o goma o

los abrigos estilo gabardina de algodón creados hacia 1910 por Thomas Burberry lograron un gran éxito tras la Primera Guerra Mundial.

Ya durante el siglo XX, a partir de los años 20, se investigarían diferentes tratamientos y procesos para crear películas impermeables y resistentes en tejidos como algodón o seda utilizando aceites. Posteriormente la aplicación de goma se generalizó y a partir de los años 40 se fueron usando tejidos más ligeros para su confección, popularizándose el vinilo y las imitaciones de plástico de los años 50 en adelante.

Tras estos primeros intentos se siguió creando una amplia gama de fibras obtenidas, como se ha visto, mediante la modificación o regeneración de productos naturales que reciben son actualmente conocidas como *fibras modificadas, regeneradas* o *semi-sintéticas*.

Existen numerosas denominaciones para este tipo de fibras, desde los nombres comerciales hasta los términos técnicos normalmente relacionados con su composición química. Asimismo, dicha nomenclatura varía sustancialmente dependiendo de la localización geográfica² en la que sea utilizada. La estandarización de estos términos (sin duda necesaria, debido a la masiva introducción de diferentes fibras durante el siglo XX) fue realizada en 1973 por la *International Standardization Organization* (ISO) y por los documentos del *British Standards Institution* (BSI)³.

Además de las fibras regeneradas de celulosa, se han manufacturado algunas fibras basadas en proteínas⁴, principalmente en la caseína (*Merinova*, por ejemplo), pero aunque son importantes dentro del desarrollo de las fibras sintéticas, no han sido especialmente importantes en la historia de la moda.



Figura 2.- Rayón, el milagro del siglo XX. Anuncio publicitario de tejidos de rayón. Sears & Roebuck, 1925.

Las fibras basadas en la celulosa, sin embargo, son muy importantes, ya que todavía se siguen produciendo y se encuentran actualmente en muchos museos del mundo. Históricamente se ha venido utilizando genéricamente el término *rayón* para designarlas, aunque hay significativas variaciones dependiendo del procesado para su obtención o del grado de polimerización de la celulosa (The Textile Institute 1985: 25).

La *Federal Trade Commission* (FTC) define el rayón como una fibra manufacturada de celulosa regenerada en la cual los sustituyentes reemplazan no más del 15% de los hidrógenos de los grupos hidroxilos (Seymour y Carraher 2002: 191). Esta definición implica principalmente tres tipos de fibras regeneradas: el *rayón viscosa*, el *rayón cupramonio* y el *acetato de celulosa saponificado*⁵.

Rayón Viscosa

El primer rayón-viscosa comercial se introdujo en 1905 en Inglaterra (Courtlands) y en América en 1910 (*American Viscose Company*). DuPont Chemicals adquirió los derechos para su producción y el término rayón se oficializó y popularizó a partir de 1924 (Hencken Elsasser 2005: 64).

Para 1930 el rayón estaba disponible en los más diversos tejidos como satenes, crepes, terciopelos, tafetanes, shantung, chiffon, etc. pudiendo materializarse todo lo que anteriormente se hacía con fibras naturales. Era, también, muy habitual que se mezclase con otras fibras (Figura 3) para abaratar costes o lograr acabados concretos.

Se obtiene de la celulosa de pulpa de madera y al no ser soluble en su conformación original ha de alterarse químicamente y disolverse después en una solución de hidróxido de sodio. Se obtiene de esta manera un polímero en forma líquida, que mediante un proceso de extrusión húmeda (en una solución de ácido sulfúrico), produce el filamento que conocemos como *viscosa*. Se pueden obtener mediante este mismo procesado y con la adición de resinas y otros aditivos, diferentes tipos de viscosas con diferentes características (mayor resistencia, mayor capacidad de absorción, etc.).

Químicamente su estructura es similar a la del algodón y, por lo tanto, sus propiedades son muy parecidas. Es una fibra bastante absorbente y débil cuando se encuentra húmeda, pero que seca rápido, por lo que en caso de efectuar limpiezas en textiles de rayón viscosa, se ha de tener en cuenta su fragilidad y que tiende a encoger y a perder su forma (<http://www.hagley.org/sites/default/files/hagley-synthetics-brochure.pdf>. consulta: 29/07/2015).

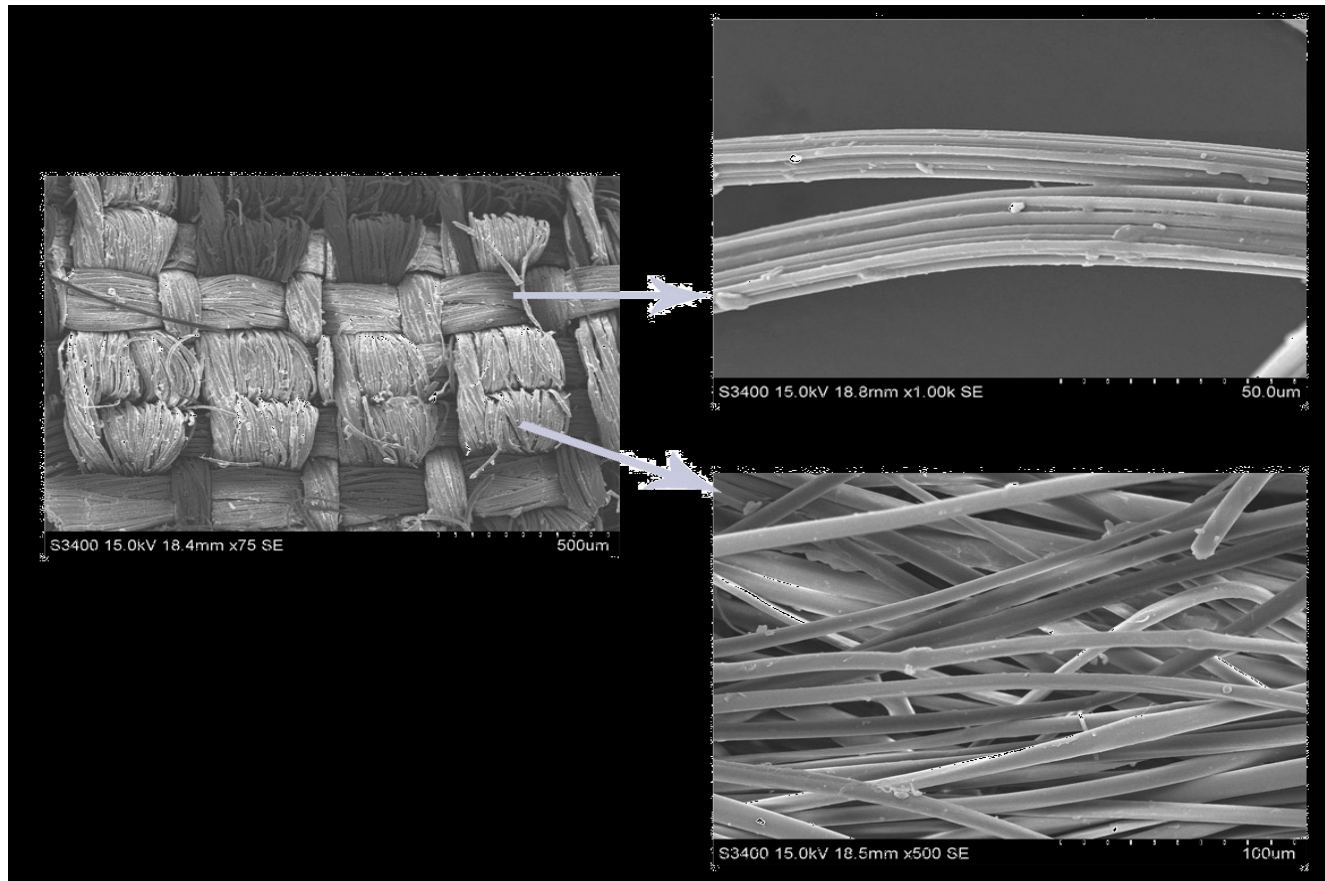


Figura 3.- Imágenes obtenidas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) de un vestido de terciopelo de los años 40. De izq. a dcha.: Ligamento del terciopelo (75x). Fibras de la trama-Rayón (1000x). Fibras de la urdimbre- seda (500x)

El rayón soporta bien la exposición continuada a la luz sin sufrir decoloración pero irá perdiendo resistencia progresivamente. Este deterioro se incrementa si la fibra contiene óxido de titanio (Gordon Cook 1993: 33), un material habitualmente utilizado como aditivo para disminuir el brillo artificial de estas fibras.

La acción tanto de ácidos como de álcalis tiene efectos similares que en el algodón; ácidos minerales en concentraciones altas y más diluidos pero calientes pueden atacar el rayón viscosa. Es más resistente a los álcalis aunque disoluciones muy fuertes pueden hinchar la fibra con su consecuente pérdida de fuerza. Tampoco es recomendable el uso de blanqueadores clorados ya que pueden dañarla.

El rayón muestra, en general, una alta resistencia ante el ataque de insectos aunque es susceptible de ser atacado por el pececillo de plata y por el moho creando pérdida de color y debilidad en las fibras (Gordon Cook 1993: 34). Se aconseja almacenarlo en ambientes secos y limpios.

Rayón de Cupramonio

Las fibras cuproamoniacales, también llamadas Cupro, tienen propiedades parecidas a la viscosa pero se fabrican mediante la extrusión de una solución de celulosa en hidróxido de cupramonio acuoso y tratándolo con un ácido. Posteriormente los filamentos obtenidos se tratan

con ácido sulfúrico diluido para retirar las sales de cobre.

El proceso era menos económico que el anterior y fue cayendo en desuso a finales de los 80. Aunque se suele denominar Cupro, la marca más conocida es *Bemberg*, que cesó su producción en 1975 (Hencken Elsasser 2005: 67). Se ha utilizado en confección para ropa de verano ligera y forros de buena calidad ya que, de entre todos los tejidos celulósicos y rayones, es la más parecida a la seda.

Tiene un envejecimiento similar al de la viscosa y se ve igualmente afectado por la luz y por la acción de ácidos y álcalis. Puede sufrir ataque de insectos y la fibra húmeda puede ser atacada por moho (Gordon Cook 1993: 73).

En el último grupo de derivadas de la celulosa, encontramos las fibras de acetato de celulosa que tienen como componente de origen un derivado químico de la celulosa, pero se procesan de modo diferente. Para obtener las fibras de acetato primero la celulosa se refina mediante un lavado y blanqueado y posteriormente se modifica utilizando soluciones acéticas.

El acetato de celulosa fue preparado por primera vez por Schutzeberger en 1865 calentando algodón con anhídrido acético a altas temperaturas (entre 130-140 °C). En 1894, Cross y Bevan, descubrieron un proceso más práctico donde la acetilación se llevaba a cabo a presión atmosférica utilizando ácido sulfúrico o cloruro de zinc como catalizadores.

Fibras de Acetato de Celulosa/Rayón Acetato

El acetato se desarrolló durante la Primera Guerra Mundial ante la necesidad de sustituir un material altamente explosivo como lo era el nitrato de celulosa. Las primeras investigaciones se realizaron al estudiar los acabados de las alas de las avionetas, pero su producción como fibra sería posterior. *Chromspun*, *Estron* o *Celanese* son algunas de sus marcas registradas.

Se considera una fibra bastante débil ya que sufre abrasión fácilmente, por lo que se encuentra en forros o ropa ligera como lencería. En otros casos suele mezclarse con rayón para crear tejidos satinados o con algodón para tejidos más fuertes. De esta manera se utilizó especialmente para satenes y tafetanes durante los años 50 cuando se necesitaban telas de más cuerpo para las creaciones acordes con la moda del *New Look* de Dior (<http://www.fashion-era.com/forums/index.php?showtopic=667> consulta: 29/05/2015).

Este tipo de fibra se ve también bastante afectado por la luz (pierde resistencia aunque no amarillea) y por agentes bióticos como el moho y el pececillo de plata, principalmente si se encuentra almidonado, resultando en daños superficiales y decoloración.

Respecto a su comportamiento ante los ácidos, si se



Figura 4.- *Ojo al forro!* Anuncio de los forros de alta gama realizados en rayón cupro de la marca *Bemberg*, 1960.

CELANESE
The Miracle
DRESS
FABRIC

CELANESE MOIRE
Does Not Water Spot

\$1.98
Celanese Moire is the only moire which does not lose its glowing rippled pattern in dampness or in pressing. In quality, this is as heavy and close textured as the best and most expensive moire you could buy. **4T6989**—Width, about 39 inches. Colors as illustrated. Also White, Navy blue or Marron glaze. State color. Postpaid.

The BRILLIANT Dress SATIN
Washable
\$1.48
Satin gleam made brighter by Celanese! Satin texture made stronger, glorious colors made washable by Celanese! **4T6917**—Width, about 39 inches. Colors as illustrated. Also White, Byrd blue, Sage green, Dawn gray, Sun star or Navy blue. State color. Postpaid.

CELANESE FLAT CREPE
Washable
\$1.98
The heavy, pliant "feel" of a luxury fabric. All the practical Celanese virtues to give "Beauty that endures." **4T6983**—Width, about 39 inches. Colors as illustrated. Also White or Bleu royale. State color. Postpaid.

POPULAR CELANESE DRESS FABRICS

- Washable Celanese Voile** **79¢**
Perspiration-proof, fade-proof stretch and shrink proof. **4T6934**—Width, about 36 in. Colors: White, Orchid, Roseate, Sun tan, Sun star, Roseraie, Sage green, Danger red, Sun tan, Rose beige, Marron glaze, Dawn gray, Bleu royale, Byrd blue, Navy or Black. State color. Postpaid.
- Washable Celanese Radium** **\$1.29**
Use it for your new frock, wear it often, wash it often and enjoy the wear-proof, washable quality of this new weave. **4T6936**—Width, about 39 inches. Colors: White, Sun star, Roseraie, Sun tan, Rose beige, Byrd blue, Navy blue or Black. State color.
- Washable Celanese Ninon Chiffon** **\$1.29**
The softness and silky sheerness of its double thread weave combine with all the astonishing practicality of Celanese. **4T6981**—Width, about 39 in. Colors: White, Sun star, Roseraie, Orchid, Sun tan, Rose beige, Byrd blue, Shell pink, Sage green, Navy blue or Black. State color.

Figura 5.- El rayón acetato comenzaría a producirse en masa hacia 1918 en la planta inglesa de Celanese y hacia 1924 en EE.UU (Hencken Elsasser, 2005:70). Anuncio publicitario de tejidos de Celanese, tejidos de rayón acetato. Sears & Roebuck, 1929.

encuentran muy diluidos no dañarán las fibras pero jamás debe ser tratado con acetona porque disuelve el acetato (Hencken Elsasser 2005: 71). También se disuelve en otras cetonas, metil acetato, etil acetato, dioxan, dicloroetileno, cresol, fenol, cloroformo, cloruro de metileno o cloruro de etileno (Timár-Balázsy y Eastop 1998: 58). Otros disolventes orgánicos, incluyendo el acético o el fórmico, pueden hinchar las fibras, mientras que la acción de álcalis puede causar la saponificación de éstas (Gordon Cook 1993: 95).

Diacetato de celulosa

El polímero de celulosa reacciona con agua y se disuelve en acetona. La disolución obtenida se somete a extrusión caliente y limpieza en seco. Cuando el disolvente evapora el polímero queda en su forma fibrosa. La fibra de rayón de acetato se teje para crear un tejido parecido a la seda. *Dicel* es uno de los nombres comerciales bajo el que se conoce este tipo de fibra junto con otros como *Arnel* o *Silene*.

Las fibras de diacetato son solubles en m-cresol y 90% fenol, y en soluciones al 70% de acetona y acido hidroclicórico (The Textile Institute 1985: 28-29).

Triacetato de celulosa

Las investigaciones para la obtención de fibras de acetato iniciadas durante principios de siglo XX, llevaron a la obtención de fibras de triacetato que se disolvían en el cloroformo para su procesado. Con el estallido de la Primera Guerra Mundial su producción se paró, retomándose irregularmente durante las siguientes décadas. *British Celanese Ttd.* fue la que introdujo las fibras de triacetato bajo el nombre de *Tricel* en 1954. *Rhonel* o *Arnel* son también nombres comerciales habituales.

Es similar a la anterior fibra pero se procesa con otros disolventes. En este caso se hace reaccionar el polímero con anhídrido acético en ácido acético y luego se disuelve en triclorometano⁶ antes de someterse a extrusión como el diacetato. Sería el producto de la acetilización completa de la α -celulosa (Gordon Cook 1993: 99). Este tipo de filamento no es absorbente, por lo que ni encoge ni se estrecha.

El triacetato de celulosa conforma fibras muy resistentes al envejecimiento y al efecto de la luz. Resiste bien los ácidos diluidos pero no en altas concentraciones. Son solubles en cloruro de metileno, cloroformo, ácido fórmico, ácido acético, m-cresol y fenol al 90% y 100% en acetona (no menos) (The Textile Institute 1985: 29). En concentraciones menores (70% aprox) la acetona hincha las fibras; también

YOU CAN RELAX... THIS IS

ARNEL †

TRIACETATE

Arnel, Celanese' remarkable new fiber, is big news in ease-of-care fabrics! This fine and handsome faille, woven with Arnel combined with rayon, holds its shape, can't "sit out," dry cleans or can be washed by hand, irons easily, resists glazing.

MAILED BY MALLINSON, 82% Celanese' Arnel, 18% rayon; red, navy, black, or brown DRESS BY NELLY DON, trimmed with velveteen, sizes 8 to 18; about \$26

AT THESE STORES: Emory Bird Thayer, Kansas City, Mo.; Frost Bros., San Antonio, Texas; Dayton's, Minneapolis and Rochester, Minn.; Carson Pittie Scott, Chicago, Ill.; Trencher's, White Plains, N. Y. For other stores write Celanese Corporation of America, New York 16, N. Y.

82% ARNEL 18% RAYON

Figura 6.- Anuncio publicitario de tejidos de triacetato Arnel de los años 50.

el dicloruro de etileno o el tricloroetileno hacen que la fibra se hinche (Timár-Balázs y Eastop 1998: 59). El efecto de los álcalis es menos dañino que en el acetato y solo se verá afectado por álcalis en altas concentraciones y calientes que producirían hidrólisis en las fibras.

Insectos y microorganismos habituales no atacan este tipo de fibras. Son más resistentes al moho que el acetato y también al pececillo de plata, polilla o escarabajo de las alfombras.

FIBRAS SINTÉTICAS

Las fibras sintéticas son polímeros orgánicos totalmente producidos químicamente, conocidas también como *fibras manufacturadas no celulósicas* o *fibras químicas*.

Hasta los años treinta las fibras sintéticas que se había ido obteniendo a partir de las investigaciones sobre los plásticos habían tenido poco éxito en el campo de los textiles. Tras la Primera Guerra Mundial se sintetizaron diferentes polímeros que podían disolverse en diferentes sustancias para ser luego sometidos a un procesado de hilado y obtener así las nuevas fibras (Gordon Cook, 1993: 193). Dependiendo de la boquilla utilizada se podían obtener las diferentes secciones transversales que sirven para identificarlas⁷ ya que habitualmente su sección longitudinal suele ser idéntico en todas ellas, liso y suave.

Estas fibras abarcan desde los nailones (poliamidas), poliésteres, poliolefinas, poliuretanos, poliacrilonitrilos a otros polímeros vinílicos y copolímeros. Todas ellas pueden encontrarse en colecciones textiles del siglo XX y suelen presentar grandes problemas de identificación⁸ y de conservación⁹, sobre todo los dos primeros grupos mencionados (Landi 1992: 9).

Poliámidas

Son los nailones¹⁰ producto de la polimerización por condensación de diaminas y diácidos¹¹, que están estrechamente relacionadas químicamente con las fibras proteicas naturales. La más importante es el Nylon 6.6 pero son numerosas las variantes y mezclas que se crean y se conocen con diferentes nombres comerciales: Nylon 6 (*Celon, Danamid, Kapron, Nivion Dederon, Enalon, Perlon*), Nylon 6.6 (*Blue C, ICI-Nylon, Perlon T, Ultron*), Nylon 6.10 (*Decalon, Perfilon, Riplon, Tecron*), Nylon 7 (*Enant, Onanth*), Nylon 11 (*Rilsan, Undekalon*), Nylon bicomponente (*Cancetrece*), etc. (The Textile Institute 1985: 35).

DuPont presentó el nailon en la Feria de Nueva York en 1939. Las primeras medias de nailon se introdujeron en el mercado en 1940 y fueron de inmediato un gran éxito comercial. Éstas se usaron hasta 1943, cuando desaparecieron del mercado debido a la necesidad de material durante la Segunda Guerra Mundial (para paracaídas, etc.).



Figura 7.- Arriba: Cartel publicitario de DuPont (EE.UU) de 1948 anunciando la marca *Nylon*. Dupont/Hagley Digital Archives Abajo: Imagen advirtiendo sobre el deterioro de las medias de nylon frente a la acidez del sudor. Anuncio the Ivory Snow Detergent, 1942 para fundas y detergentes para preservar en mejor estado las medias

El nailon es una fibra muy elástica. Posee una resistencia moderada al envejecimiento: prácticamente no se decolora con el tiempo, aunque sí va perdiendo resistencia si se expone durante largos periodos a la luz. Puede amarillear si se expone a calor o si sufre reacciones químicas en sus grupos amino.

Los ácidos deterioran el nailon (incluyendo el ácido oxálico en bajas proporciones, 3.0%) (Tímar Bálazsy y Eastop 1998: 60) causando debilidad y amarilleamiento en las fibras. La exposición a álcalis durante largos periodos también causa daños similares a los de la hidrólisis ácida. El ácido fórmico concentrado, fenoles, cresoles, xileno, fenoles clorados, o disoluciones calientes de ácido acético glacial o etilenglicol (a 27°C) disuelven el nailon.

En principio el nailon no se ve muy afectado por el ataque de hongos (aunque puede verse dañado por moho y bacterias) o insectos por lo que su almacenamiento es menos complicado que con otros polímeros.

Las *Aramid*as son poliamidas aromáticas que hasta 1974 eran catalogadas como nailones en las que al menos un 85% de los grupos amida van unidos a dos anillos aromáticos. De esta manera se obtienen fibras que resisten altas temperaturas como el *Kevlar*, *Nomex* o *Conex*.

Poliésteres

En abril de 1930 un asistente de los laboratorios Carothers que se encontraba trabajando con ésteres, compuestos por un ácido y un alcohol fenol en reacción con agua, descubrió un potente polímero que se podía convertir en fibra. Mientras que esta fibra era perfeccionada, se vio eclipsada por el desarrollo del nailon, aunque paulatinamente se fue convirtiendo en la más popular de las fibras sintéticas. De hecho, los poliésteres son, tras los rayones, las fibras más presentes en las colecciones del siglo XX.

Las fibras de poliéster están basadas en Tereftalato de Polietileno¹² (PET) y se producen de manera similar al nailon. En el Reino Unido se les llama *Terylene*, en EE.UU. *Dacron*¹³ y en Francia *Tergal* (Landi 1985: 5-6), entre otros nombres como *Crimplene*, *Diolen*, *Fortrel*, *Terital*, *Tetoron*, *Terlenka* o *Trevira*.

Son fibras termoplásticas por lo que se deforman con el calor (pero a temperaturas muy altas). Las fibras de poliéster son bastante resistentes en general: tienen una buena recuperación ante las tensiones, no absorben demasiada humedad (aunque en condiciones de humedad y temperatura alta pueden llegar a producirse la hidrólisis de los enlaces ester de la molécula y degradar las fibras) y sus propiedades mecánicas se mantienen básicamente inalterables.



Figura 8.- Anuncio publicitario de tejidos de poliéster *Terylene*, 1955 y *Dacron*, 1953.

Tienen mejor resistencia a los estiramientos que los tejidos de nailon y se deforman poco en tratamientos húmedos. Las fibras de PET tienen una alta resistencia química; reaccionan bien ante los ácidos, aunque algunos pueden causar su hidrólisis (<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/39405.pdf> consulta: 30/07/2015).

Los microorganismos e insectos no atacan la fibra en sí pero pueden colonizar sus acabados y revestimientos. Largas exposiciones a la luz acabarían degradando el polímero pero en general, tiene un envejecimiento relativamente bueno (Tímar Bálaszy y Eastop 1998: 60-61).

Polivinílicas y derivadas

Las fibras polivinílicas o clorofibras (The Textile Institute 1985: 33) se obtienen por polimerización del vinilo. Son fibras hechas de cloruro de polivinilo y otros derivados por lo que poseen cloro en un 53-70%, definiendo así los diferentes términos bajo los que se comercializan: los obtenidos del cloruro de polivinilo (PVC) se conocen como *Fibravyl*, *Rhovyl*, *Thermovyl* o *Leavil*, los obtenidos del cloruro de polivinilo clorado como *PeCe* o *Piviacid* y otros copolímeros obtenidos de cloruro de polivinilideno (PVD) se conocen como *Saran*¹⁴, *Velan*, *Vynion* o *Kohjin Cordelan* son otras de las fibras que contienen cloro.

Son fibras resistentes al agua fría, ácidos y álcalis pero se hinchan e incluso disuelven en muchos hidrocarburos y disolventes aromáticos. Son muy suaves y se utilizan para prendas de bebé. El PVC en su forma de plástico se ha utilizado también para realizar imitaciones de piel.

Fibras Acrílicas

El desarrollo de la fibra acrílica surgió del trabajo de investigación del rayón. En 1941 un científico de DuPont que buscaba mejorar el rayón descubrió un medio para procesar el polímero acrílico. Inicialmente, el material se presentó como un buen sustituto de la lana cuando en 1950 la casa DuPont la presentaba bajo la marca *Orlon* (<http://www.hagley.org/sites/default/files/hagley-synthetics-brochure.pdf> consulta: 29/07/2015). En 1952 le seguiría *Acrilan* y en 1958 *Creslan* de la American Cyanamid. *Sayelle*, *Crylor*, *Dralon*, o *Courtelle* son otros de los nombres comerciales que recibe (The Textile Institute 1985: 31-32).

Las fibras acrílicas fueron introducidas al mercado por primera vez hacia 1946. Se obtienen del amoniaco, propileno y oxígeno que se disuelven y se someten a extrusión seca. En todo caso, el 85% del polímero debe estar compuesto por unidades acrilonitrilo, existiendo diferentes tipos de fibras acrílicas comercializadas en forma de fibras suaves y cálidas con características similares a la lana, por lo que es su principal sustituto sintético.

Se trata de fibras con una resistencia bastante buena en

todos los aspectos. Es resistente a la acción de todos los ácidos y álcalis, exceptuando el ácido nítrico o el hidróxido de sodio respectivamente.

Modacrílicas

Se conocen como fibras modacrílicas a las fibras que contienen menos de un 85% pero más de un 35% de acrilonitrilos. Normalmente son copolímeros que contienen cloro. Fueron producidas por primera vez hacia 1949 por la *Union Carbide Company* y a partir de 1960 se clasificaron diferenciadas del grupo de fibras acrílicas en las que se había incluido hasta entonces. *Crylor*, *Dynel*, *Kanecaron*, *SEF Modacrylic*, *Teklan* o *Verel* son algunos de los nombres bajo los que se conocen este tipo de fibras que son muy estables ante los agentes de deterioro convencionales.

Acrílicos modificados como el *Dynel* o el *Teklan* se usaron en un principio para hacer pelajes y pelo de peluca en los 60 (<http://www.fashion-era.com> consulta: 29/05/2015).

Las fibras acrílicas y modacrílicas muestran una gran variedad de propiedades y comportamientos debido a los múltiples copolímeros que pueden crearse dependiendo de su composición (por ejemplo, para copolimerizar el acrilonitrilo se usa vinilpiridina obteniendo la fibra conocida como *Acrilan*, o con cloruro de vinilo se obtiene *Dynel*).



Figura 9.- Anuncio publicitario de tejidos acrílicos *Creslan*, de 1958.

Les afecta mucho el calor aunque el resto de factores como la luz, la humedad, agentes químicos o disolventes no tienen gran incidencia (en algunos casos la acetona puede disolver o desintegrar algunas fibras acrílicas (Tímar Balázs y Eastop 1998: 62) y la butirolactona puede disolver además las modacrílicas completamente (The Textile Institute 1985: 34). Algunos álcalis podrían causar saponificación en superficie y la limpieza de tejidos acrílicos con surfactantes alcalinos puede causar amarilleamiento.

Agentes contaminantes como el dióxido de nitrógeno, ozono y dióxido de azufre pueden afectar a las propiedades físicas y mecánicas de las fibras acrílicas pero no alteran a las modacrílicas.

Elastanos/Fibras elastoméricas

Se puede diferenciar también al grupo de los Elastanos¹⁴, fibras elásticas derivadas del poliuretano con una capacidad de elongación de entre un 400 y un 800 % y una alta recuperación que se utilizan para prendas elásticas como trajes de baño aunque habitualmente se mezclan con otras fibras para aportar elasticidad al tejido. Se conocen bajo nombres comerciales como *Vyrene*, *Spandex*, *Spanzelle* o el más popular *Lycra*[®].

Las fibras de poliuretano son en principio hidrofóbicas. Pueden amarillear si se exponen durante largos periodos a la luz y radiación UV. Resisten bien la acción tanto de ácidos como de álcalis aunque la exposición prolongada a algunos tipos de hidrocarburos insaturados (tipos de *White Spirit*) puede acabar deteriorando las fibras.

El *Spandex* o goma sintética fue introducida por DuPont hacia 1959 y tiene una estructura química bastante parecida a la del caucho natural. Es más fuerte y resistente que la goma aunque tienen una menor capacidad de recuperación de las tensiones.

El *Spandex* se puede teñir, es termoplástico y no es susceptible de ser atacado por insectos y demás agentes biológicos. Algunas clases de *spandex* pueden amarillear si se exponen durante largos periodos a la luz solar. Se conocen bajo otros nombres comerciales como *Dorlastan*, *Lastex*, o *Wonderlastic* (Tímar-Balázs y Eastop 1998: 62).

Fluorofibras

Las fluorofibras son básicamente politetrafluoroetileno (PTFE) y se conocen como *Teflón*[®] en sus diversas variantes. Estas fibras son las utilizadas para realizar los tejidos de *Gore-Tex*[®] y otros tejidos de protección por lo que no son habituales en colecciones de moda.

Poliolefinas

Los textiles de poliolefina se basan tanto en el polietileno como en el polipropileno. Durante la Segunda Guerra

Mundial el auge del polietileno como plástico llevó a la búsqueda de fibras o monofilamentos que pudieran ser tejidos, aunque sin grandes resultados. En la década de los cincuenta se realizaron algunas mejoras pero su uso continuó siendo bastante restringido. *Courlene X3* o *Drylene* eran los nombres comerciales de estas fibras de polietileno.

Fue en la década de los 60, gracias al desarrollo de las fibras de polipropileno, cuando las poliolefinas alcanzaron un estatus parecido al de las poliamidas, poliésteres o fibras acrílicas en el campo de los textiles. Se conocieron bajo nombres como *Aberclare*, *Deltafil*, *Fibrte*, *Gymlene*, *Herculon*, *Merakllon*, *Neofil*, *Polycrest*, *Pylen Type N-15 y P-10*, *Reevon*, *Spunstron* o *Tritor*.

Tanto las fibras de polietileno como las de polipropileno tienen propiedades similares por lo que actúan de forma parecida ante los diversos agentes de deterioro: se ven atacadas por el oxígeno, reacción que se ve acelerada por la presencia de luz UV. En su forma fibrosa se ve especialmente vulnerable aunque se han ido desarrollado aditivos estabilizadores para evitar este tipo de deterioro.

Respecto a los agentes químicos son bastante resistentes tanto a ácidos (les afecta el ácido nítrico) como álcalis, aunque se pueden ver afectados ante agentes oxidantes. No son solubles en la mayoría de disolventes orgánicos a temperatura ambiente pero se hinchan y pueden llegar a disolverse en algunos hidrocarburos clorados y disolventes aromáticos como el benceno, tolueno o xileno (Gordon Cook 1993: 554). Tampoco se ven generalmente afectados por los insectos y microorganismos.

Hilos metálicos (Lúrex[®])

La presencia de hilos metálicos en colecciones de moda del siglo XX es remarcable en tejidos de lamé, *Lúrex*[®], bordados y brocados, etc. aunque a mediados de siglo, se fue haciendo más frecuente la utilización de fibras artificiales para su realización (Tímar-Balázs & Eastop 1998: 128). En la actualidad, básicamente el único metal utilizado para crear hilos metalizados es el aluminio (The Textile Institute 1985: 45).

Lúrex es el nombre dado a los hilos metálicos desde su introducción a principios de los años 40 y posterior popularización en los 60. Los principales tipos de hilos metálicos (fibras forradas con hoja de metal o con acabado metálico) que se agrupan bajo este término comercial están realizadas en poliéster con diferentes acabados (<http://www.lurex.com/> consulta: 29/05/2015).

Todas estas fibras pueden aparecer puras o mezcladas con otras dependiendo de las características que se pretendan proporcionar al hilo y posterior tejido. Asimismo, básicamente todas ellas suelen presentar algún tipo de tratamiento o acabado (deslustradores para disminuir el brillo artificial, p.ej. dióxido de titanio, retardadores de llama, impermeabilizantes, aditivos o tratamientos

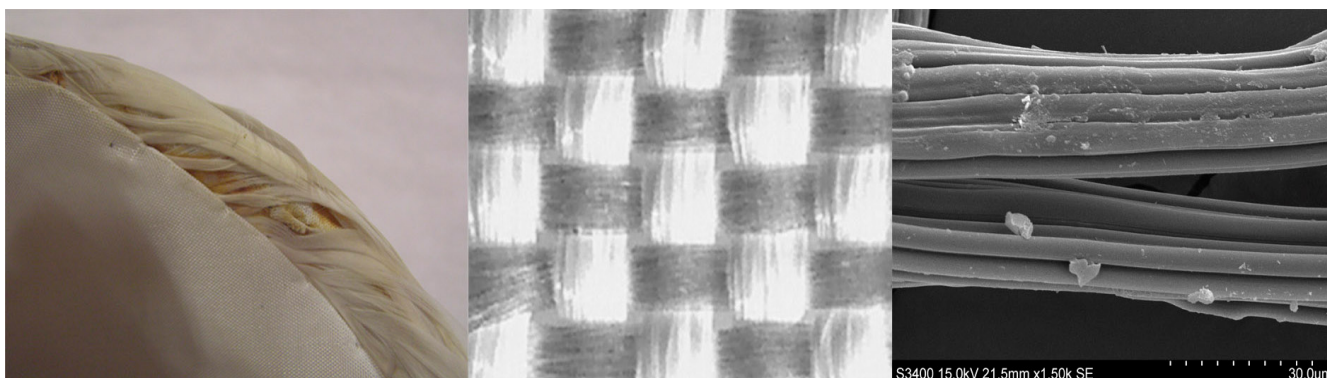


Figura 10.- De izq. a dcha: Detalle de un sombrero de los años 50 con el interior forrado de rayón y el exterior cubierto de plumas (se aprecia el adhesivo amarillado empleado). Ligamento tafetán del rayón. Fibras de la trama-Rayón/Acetato¹⁷ (1500x)

para mejorar la absorción de tintes, etc.) por lo que su identificación puede resultar muy complicada.

Existen múltiples técnicas analíticas, como la microscopía electrónica de barrido (Figura 10) o la espectroscopía Raman¹⁵, entre otras, que permiten, además de realizar una identificación química bastante exacta de este tipo de fibras, detectar otros componentes como tintes o aditivos e incluso establecer deterioros (<http://www.powerhousemuseum.com/insidethecollection/2015/02/the-need-for-speed-saving-the-speedo-collection/> consulta: 30/05/2015).

Conclusiones

Tras las investigaciones realizadas en museos e instituciones relacionados con la conservación de patrimonio textil e indumentaria durante los últimos años, es patente la amplia presencia de los materiales revisados en el presente trabajo y la emergente problemática derivada de éstos.

Las fibras artificiales son, en general, más resistentes a los factores climáticos o los ataques biológicos que las fibras tradicionales (celulósicas y proteicas) aunque presentan algunas características y problemas derivados principalmente de su naturaleza química que las hace especialmente frágiles ante algunos disolventes y tratamientos habitualmente usados en restauración.

La conservación y restauración de obra sobre y propiamente textil se ha realizado de modo sistemático mediante criterios y procedimientos genéricos, pero algunos de estos materiales sintéticos popularizados durante el siglo XX son tan recientes que su comportamiento y mecanismos de deterioro no son tan conocidos, creando algunos de los mayores problemas que se plantean en las colecciones actuales.

La mayoría de las prendas y complementos presentes en dichas colecciones no está compuesta únicamente de un tipo de fibra, si no que suele presentar mezclas de diferentes fibras. La presencia de fibras artificiales o

sintéticas, ya individualmente ya en combinación con otras fibras naturales¹⁶, práctica habitual para abaratar costes o conseguir acabados concretos, ha de tenerse en cuenta a la hora de establecer medidas de conservación o realizar intervenciones de restauración que pueden afectar de manera diferente a las fibras.

Por ejemplo, una prenda 100% poliéster puede ser totalmente resistente al ataque de polilla pero una mezcla 65/35 poliéster-algodón puede no serlo. Del mismo modo, no se podría intervenir con acetona una prenda de seda mezclada con acetato para intentar retirar etiquetas o adhesivos envejecidos utilizados en aplicaciones y decoraciones, por verse la última fibra atacada por ese disolvente.

También las medidas de conservación, de manipulación y embalaje pueden individualizarse para una mejor preservación de las prendas. Por ejemplo, conviene proporcionar para los tejidos de rayón temperaturas bajas y embalajes sobre tubos acolchados que ayudan a reducir pliegues, ya que pueden llegar a desintegrarse en temperaturas altas y tienden a arrugarse mucho.

La identificación material resulta, por tanto, fundamental para la correcta catalogación de la pieza que, además, puede servirnos para determinar o datar la pieza en un contexto cronológico determinado y comprender y diagnosticar su estado real de conservación. Al igual que sucede con los materiales plásticos empleados en objetos de diseño o complementos de indumentaria en museos y colecciones, los tejidos sintéticos frecuentemente aparecen identificados bajo términos genéricos e imprecisos (los forros suelen denominarse rayones, cualquier tejido sintético poliéster, etc.)

Antes de intentar establecer cualquier tratamiento o procedimiento de intervención sobre cualquier prenda debemos tener sus componentes perfectamente identificados. Solo una vez conocido el material seremos capaces de evaluar su estado y establecer metodologías para su intervención, ya sea de cara a su preservación y conservación, ya de cara a un tratamiento de restauración en caso de ser requerido.

Notas

[1] El término Rayón lo establece la *Federal Trade Commission* en la *Textile Fiber Products Identification Act* en 1924 (Hencken Elsasser 2005:64). Existe una gran confusión debido a las diferentes atribuciones sobre la creación de la llamada seda artificial y el rayón. Las diversas fuentes, especialmente dependiendo de su pertenencia nacional, indican diferentes creadores de la "seda artificial". El químico suizo Georges Audemars es considerado como el inventor del Rayón por fuentes inglesas (h.1855) mientras que Chardonnet (conocido paradójicamente como "padre del rayón") sería realmente el primero en patentarla y presentar la seda artificial o seda Chardonnet en 1889 (rebautizada *Rhodia* tras su compra en 1954). Por otro lado, la patente del proceso se atribuye también al inglés Charles Cross junto con Edward Bevan y Clayton Beadle en 1894. El método alternativo utilizando acetona sería desarrollado por los hermanos suizos Camille y Henry Dreyfus 1905.

[2] Ej. EE.UU difiere de la terminología inglesa, p.ej. *elastane* vs *spandex*, viscosa vs rayón. El BIFSA, *Bureau International pour la Standardisation des Fibres Artificielles* (creado en 1928) es el organismo o institución que establece la normativa sobre la terminología a utilizar (Bisfa 2009).

[3] ISO *International Standardization Organization*, ISO R/2076. *British Standards Institution* BS 4815. En la actualidad la norma vigente en España UNE 40449:1982 que regula el origen de las fibras dependiendo de su origen mantiene la clasificación realizada por el organismo británico e Internacional.

[4] Los intentos para generar fibras artificiales proteínicas no han respondido a las expectativas. Su fabricación consiste en la hilatura a partir de una masa que se obtiene de la disolución de proteínas. La *Fibrolana* o *Lanitel* se fabrica a partir de la caseína de la leche disuelta en sosa cáustica. La *Picara* o *Vicara* sería la fibra que se obtiene de las proteínas del maíz disuelto en sosa cáustica o por ejemplo el *Rayón alginato* es otro tipo a partir de las proteínas de algas marinas disueltas en sosa cáustica. De la soja se obtiene el *Aralac* y el *Ardil* de los cacahuetes (Seymour y Carraher 2002: 548).

[5] El rayón tiene algunas otras variantes que se obtienen por modificaciones en su procesado, HT rayón y HWM rayón. *Lyocecell* es la última de las fibras de rayón creadas en 1996 que anteriormente se conocía como *Tencel*.

[6] Triclorometano, Cloruro de metilo o Cloroformo son el mismo disolvente: CHCl_3 .

[7] Originalmente, muchas de las fibras sintéticas tenían, efectivamente, secciones transversales características que podían servir para su identificación, pero para la década de los setenta se podían obtener diferentes formas de un mismo polímero por lo que esta sección transversal dejó de ser específica de cada fibra (The Textile Institute 1985:31).

[8] Señalamos aquí la importancia de las fechas de introducción y nombres comerciales atribuidos a estas fibras poliméricas

como fuente para su identificación. Además de las imágenes obtenidas por diferentes técnicas microscópicas (microscopía electrónica de barrido) también las formulas químicas de los polímeros mencionados pueden servir como medio para la interpretación de los resultados de los análisis de tipo instrumental (espectroscopía Raman, FTIR-ATR, etc.) con los que se viene realizando la identificación de fibras textiles en la actualidad.

[9] Los plásticos y, en este caso, las fibras sufren en muchos casos deterioros de carácter irreversible, aunque por otro lado también tienen sus ventajas, como el ser más resistentes ante los ataques biológicos, por ejemplo.

[10] Según se indica en su propia página web, DuPont™ nunca llegó a registrar el "nylon", ya que la empresa deseaba que se convirtiera en un término genérico que el público americano pudiera asimilar como sinónimo de medias. <http://www.dupont.com/corporate-functions/our-company/dupont-history.html> [consulta: 30/05/2015]. Tanto Nailon como Nilón están aceptados por la R.A.E.

[11] Diaminas y diácidos policondensados $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_m\text{NH}_2 + \text{HOOC}(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ con variantes dependiendo del tipo de nailon.

[12] El poliéster ($\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4$) es una categoría de polímeros que contiene el grupo funcional éster en su cadena principal. Aunque hay diferentes tipos de poliésteres los más habituales en textil son los PET, de modo que cuando se habla de poliéster, generalmente se refiere a este tipo de polímero (Gordon Cook, 1993: 328-330). Los científicos Whinfield y Dickson desarrollando esta investigación terminarían por patentar el Polietileno tereftalato o PET en 1941. ICI, en el Reino Unido continuando la investigación terminó por patentarla bajo el nombre comercial de *Terylene*. En 1945 DuPont™ compraba los derechos para seguir investigando, y en 1950 empezaron experimentalmente a producirlo bajo el nombre *Dacron*, una fibra de poliéster con tecnología modificada del nailon.

[13] El *Dacron 64* y el *Kodel* son fibras de poliéster modificadas, por lo que tienen propiedades diferentes en lo que respecta a la absorción de tintes o solubilidad (The Textile Institute 1985: 38).

[14] Elastano es el nombre genérico dado al grupo de fibras elastoméricas de poliuretano, que están compuestas de al menos un 85 % de poliuretano (The Textile Institute 1985: 40).

[15] Las autoras han publicado algunos resultados sobre identificación de materiales sintéticos en colecciones de indumentaria mediante la utilización de técnicas analíticas como las mencionadas (Ver. Porcel Ziarso & Artetxe Sánchez 2012; Porcel Ziarso & Artetxe Sánchez 2015)

[16] Además de la presencia de diferentes fibras en un ligamento, puede darse la presencia de diferentes fibras en un mismo hilo. Por ejemplo, la marca Tricelón está compuesta por Tricel y nailon (The Textile Institute 1985: 181), lo que dificulta tanto su identificación como su conservación.

[17] Las fibras obtenidas mediante la microscopía SEM guardan grandes similitudes tanto con fibras de viscosa como con fibras de diacetato y triacetato de celulosa.

Bibliografía

BISFA. (2009). *Terminology of Man-Made Fabrics*. The International Booklets of the Bureau for the Standardisation of Man-Made Fibres. <http://www.bisfa.org/Portals/BISFA/Terminology/BISFA%20Terminology2009%20%28final%20version%29.pdf> [consulta: 12/07/2015].

FUKAI, A. (editor) (2003). *MODA. Una Historia desde el siglo XVIII al siglo XX*. Vol.II. Kyoto Costume Institute. Köln: Taschen.

GARCÍA FERNÁNDEZ-VILLA, S. (2010). *Los plásticos en el Arte y el diseño hasta 1945: Historia, Tecnología, Conservación e Identificación*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

GORDON COOK, J. (1993). *Handbook of Textile Fibres*. Vol II. *Man-Made Fibres*. Durham: Merrow Publishing Co Ltd.

HAGLEY MUSEUM and LIBRARY- *Preserving Your Memories: How to Preserve Your Synthetic Clothing*. <http://www.hagley.org/sites/default/files/hagley-synthetics-brochure.pdf>. [consulta: 29/07/2015]

HENCKEN ELSASSER, V. (2005). *Textiles, Concepts and Principles*. New York: Fairchild Publications.

HOOK, R. (1664). *Micrografía or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries thereupon*. London: Royal Society of London.

LANDI, S. (1985). *The Textile Conservator's Manual*. London: Butterworths-Heinemann.

LANDI, S. (1992). *The Textile Conservator's Manual*. 2nd edition. London: Butterworths-Heinemann. (Ed. by Butterworths & Co. 1st ed: 1985.)

LAVIER, J. (1982). *Breve historia del traje y la moda*. Ensayos Arte. Madrid: Editorial Cátedra.

PORCEL ZIARSOLO, A & ARTETXE SANCHEZ, E. (2012). "Estudio de materiales de la colección de moda del diseñador Cristóbal Balenciaga". En *13ª jornada de Conservación de Arte Contemporáneo*. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, 103-116.

PORCEL ZIARSOLO, A & ARTETXE SANCHEZ, E. (2015). "Cristóbal Balenciaga Museoko bildumaren ikerketa. XX. mendeko jantzi bildumetako materialen identifikazioa eta kontserbazioa". *Ekaia* -Euskal Herriko Unibertsitateko zientzi eta teknologi aldizkaria, 28: 125-138

ROBERTSON, P. (1974). *The Shell Book of Firsts*. London: Ebury Press.

SEYMOUR, R.B & CARRAHER, C.E. (2002). *Introducción a la química de los polímeros*. Bogotá: Editorial Reverté S.A.

THE TEXTILE INSTITUTE. (1985). *Identification of Textile Materials*. (1ra ed. 1951. 7ma ed.1975) Manchester: The Textile Institute.

TIMÁR-BALÁZSY, A. & EASTOP, D. (1998). *Chemical Principles of Textile Conservation*. London: Butterworth-Heinemann.

Recursos electrónicos:

DUPONT. 1935 Nylon. <http://www.dupont.com/corporate-functions/our-company/dupont-history.html> [consulta: 30/05/2015].

FASHION ERA. *The 1960s Mini Skirt* <http://www.fashion-era.com/forums/index.php?showtopic=667> [consulta: 29/05/2015].

LUREX. *The Lurex Limited Company* <http://www.lurex.com/> [consulta: 30/05/2015].

Imágenes online:

Prendas de Orlon®:

HAGLEY MUSEUM and LIBRARY- *Preserving Your Memories: How to Preserve Your Synthetic Clothing*. <http://www.hagley.org/sites/default/files/hagley-synthetics-brochure.pdf>. [consulta: 29/07/2015]

Restauración de vestido New Look de acetato de celulosa:

HARTOG, F (2008). "Costume cleaning conundrums". *Conservation Journal Victoria & Albert Museum*, 56: 5-7. <http://www.vam.ac.uk/content/journals/conservation-journal/issue-56/costume-cleaning-conundrums/> [consulta 12/05/2015].

Fibras de Lycra® deterioradas:

JONES, G. *The need for speed: saving the Speedo collection*. Inside de collection-Powerhouse Museum. Imágenes: <http://www.powerhousemuseum.com/insidethecollection/2015/02/the-need-for-speed-saving-the-speedo-collection/> [consulta: 30/05/2015].

Efecto de limpiezas sobre fibras de PET:

VENKATACHALAM, S, SHILPA G. NAYAK, JAYPRAKASH V. LABDE et al. (2012). "Degradation and Recyclability of Poly (Ethylene Terephthalate)" En: *Polyester*. Saleh, H.M. (ed). Intech Open Access. 75-98. <http://www.intechopen.com/books/polyester> [consulta: 30/07/2015].

**Alazne Porcel Ziarsolo**

Facultad de Bellas Artes, Universidad del País Vasco, Leioa (Bizkaia)
alazne.porcel@ehu.eus

Alazne Porcel Ziarsolo, Doctora en Bellas Artes por la UPV/EHU (2012) con la tesis titulada: *Estudio y evaluación de tratamientos de conservación y restauración aplicados a los complementos de la colección de Cristóbal Balenciaga*. Junto con la otra autora, Enara Artetxe, ha participado en el proyecto de investigación: *Estudio de la colección Cristóbal Balenciaga. Identificación de materiales, conservación y restauración*. EHU 10/26) con la colaboración de la Fundación-Museo Cristóbal Balenciaga. Actualmente es profesora en conservación y restauración de obras de arte en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

**Enara Artetxe Sánchez**

Facultad de Bellas Artes, Universidad del País Vasco, Leioa (Bizkaia)
enara.artetxe@ehu.eus

Enara Artetxe Sánchez, Doctora en Bellas Artes por la UPV/EHU(2009). Ha participado y dirigido el proyecto de investigación titulado: *Estudio de la colección Cristóbal Balenciaga. Identificación de materiales, conservación y restauración* EHU 10/26 y ha participado, asimismo, en varios proyectos de investigación relacionados con la conservación del patrimonio cultural y artístico. Actualmente es profesora en conservación y restauración de obras de arte en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

Artículo enviado el 24/02/2015

Artículo aceptado el 14/12/2015