



Asociación Peruana de Técnicos Textiles

A.P.T.T.

Hilos especiales con mayor valor agregado

Textiles de alta tecnología: Prendas inteligentes

Posibilidades actuales con tinturas envejecibles

Máquinas de teñido inteligentes



Ing. Ernesto Ychikawa Shimizu preside nueva directiva de la APTT



Sr. Gianangelo Nava recibe
MEDALLA DE HABICH de la
Universidad Nacional de Ingeniería

Contó con numerosa delegación peruana

XVIII Congreso de la Flaqt

Cita científica en Argentina tuvo
variada oferta de conferencias con
las últimas tendencias del quehacer
mundial textil



Textiles de alta tecnología

Prendas inteligentes

Prof. Dr. Javier Ramón Sánchez Martín

Catedrático de Ingeniería Textil. Universidad de Salamanca (España)



Dedicatoria

A los profesionales de la industria textil peruana, con quienes compartí horas inolvidables en las jornadas técnicas en las que participamos el profesor Josep Valldeperas y yo mismo durante nuestra estancia en Lima y Arequipa, en el mes de agosto de 2005.

Resumen

La sensación de que en la industria textil, todo o casi todo estaba inventado prevalecía hasta hace algunos años entre los profesionales de este sector básico en la economía de muchos países en el mundo. Hasta que llegó la avalancha de productos asiáticos, que hizo que competir en productos básicos, de bajo coste, resultara muy difícil, especialmente para las empresas de los países económicamente más desarrollados.

Pero si algo bueno tenemos los humanos es que somos capaces de aguzar el ingenio, y tanto más, cuanto mayor es el reto al que nos enfrentamos. Se demostró esto a raíz de la famosa crisis del petróleo de 1973, que propició un enorme progreso de las llamadas energías alternativas, y también en este momento, con los nuevos desarrollos tecnológicos que aparecen casi a diario en el sector textil, que están convirtiendo a esta industria en líder tecnológico mundial.

Se trata, en definitiva, de luchar para sobrevivir, y una de las soluciones para ello es fabricar textiles de alto valor añadido. Así es como han surgido las conocidas como "prendas inteligentes", que son capaces de proporcionar una cierta autonomía en su respuesta a determinados estímulos, como la

temperatura, la luz, la humedad u otros, tratando de satisfacer determinadas necesidades del cuerpo humano en cuanto a calor o frío, para aplicaciones lúdicas o de otro tipo.

Posiblemente estos productos no sean la panacea, pues muchos de ellos están aún en fase de experimentación, y un alto porcentaje de ellos ni siquiera llegarán a comercializarse. Pero sí ayudarán a ir un paso por delante de los países asiáticos en satisfacer la exigencias de las personas con cierto poder adquisitivo, relativamente numerosas en los países desarrollados.

1.- Introducción

Los profesionales de la industria textil han tenido que buscar nuevos productos ante la fuerte competencia de los países asiáticos, principalmente China, India y Paquistán. Esta competencia, que en una primera fase ha afectado a los países que gozan de un mejor estatus económico (principalmente parte de Europa y los Estados Unidos), tiende a extenderse a otros países de menor nivel de desarrollo, a los cuales puede hacer mucho daño en el sector textil.

Y entre los países que pueden resultar afectados en una segunda fase por la invasión de productos asiáticos de bajo coste están los sudamericanos, en la mayoría de los cuales la industria textil supone un importante generador de empleo, con una contribución significativa al PIB y al volumen de las exportaciones.

Perú, por ejemplo, exporta un porcentaje sustancial de su producción textil a los Estados Unidos y allí estos

productos compiten directamente con los asiáticos, a pesar de que Estados Unidos ha protegido en cierto modo su mercado..., por el momento. Además, la ropa china ha comenzado a entrar en Perú en cantidades importantes. Es evidente que no va a haber problemas con los productos derivados de la alpaca o vicuña, productos específicos de Perú, pero si puede haberlos con las prendas cuyo precio se encuentra en el sector medio-bajo, que son muchas.

He leído en el diario digital "Sur Noticias" que durante los primeros siete meses de 2006 Perú importó del mundo textiles y confecciones por US\$ 322.01 millones, reportando un ligero crecimiento del 3% respecto del similar período de 2005. Sin embargo, dice este medio de comunicación que las compras provenientes de China aumentaron en 73%, pasando de US\$ 62.51 millones a US\$ 107.91 millones; es decir, han supuesto un 33.51% del total de las importaciones textiles de Perú. Quizá relacionado con esto, en el primer semestre del año, se registró en Perú una caída en la producción de los rubros textiles y de confección, con tasas negativas del -3.2% y -5.3% respectivamente. Y, por otro lado, los niveles de empleo en el sector textil se han ido reduciendo, pasando de una tasa de crecimiento de 9% entre enero y junio de 2004 a un 4% en este año [1].

Es por ello que la industria textil peruana debe dar un salto cualitativo importante, ampliando y diversificando su oferta para mantener y acrecentar sus mercados. Se parte de una base sólida constituida por industrias modernas y técnicos bien formados y con experiencia. Lo pude comprobar durante mi es-

tancia en Perú. Y es que el capital humano disponible es el factor clave a la hora de encarar un futuro que augura dificultades en la lontananza.

Pero ahora hablemos de nuevos desarrollos.

Hasta hace unas décadas, eran las fibras disponibles las que determinaban las propiedades de las prendas textiles fabricadas con ellas. Primero fueron las fibras naturales, después las sintéticas, y sobre todo a partir de los años ochenta comenzaron a aparecer nuevas fibras y otros productos novedosos a velocidad sorprendente

Entre los productos más conocidos están los textiles de uso técnico (TUT), que fueron los que terminaron con la creencia generalizada de que los tejidos sólo servían para vestir a las personas y poco más. Hoy día, la penetración de los TUT en los mercados es cada vez mayor, creciendo mucho más deprisa que los tradicionales. Entre ellos están los "geotextiles", utilizados en ingeniería

civil (por ejemplo como separación y refuerzo en construcción de carreteras, vías férreas, canales, presas, etc.), en arquitectura y construcción, en transporte y automoción, en prendas para protección y seguridad para bomberos, fuerzas armadas, deportes...

Gracias a otros desarrollos tecnológicos, como las microfibras, se pudieron fabricar tejidos de excepcional suavidad, transpirabilidad y ligereza, principalmente destinados al sector de la vestimenta, entre otros. Siguiendo con esta enumeración, los elastanos (hilos elásticos) han permitido confeccionar prendas que moldean el cuerpo sin incomodar y hacen que especialmente las prendas ajustadas sean más fáciles de poner. Tenemos también las prendas sin costuras [2], que mejoran significativamente el confort de la ropa interior, prendas deportivas, ropa de baño, etc. Otro desarrollo importante vino de la mano de las membranas de PTFE expandido, como el GoreTex®, cuyos poros de tamaño medio 100 nm hace que

sean transpirables, es decir, expulsan la humedad (sudor) hacia fuera, manteniéndose a su vez impermeables al agua (lluvia, nieve,...) [3].



Figura 1.- Esquema de un tipo de prendas de GoreTex® [3].

Desde no hace mucho tiempo, han comenzado a hacerse un espacio en el mercado los llamados textiles inteligentes, integrantes del amplio grupo de los materiales de ese nombre, utilizados en numerosas disciplinas. Sus extensas a-

denim - driles - corduroy y otras telas



Nuevo Mundo

Somos una empresa con 56 años en el mercado. Nuestro compromiso es producir y satisfacer a nuestros clientes con una gran variedad de telas en tejido plano para el mercado nacional e internacional, utilizando las normas de calidad internacionales, renovación constante de tecnología y con eso mantener su confianza.

Producimos y comercializamos: **corduroy, denim, driles y otras telas.**



www.nuevomundosa.com

plicaciones harán sin duda que, en los próximos años, su uso en el textil se vaya generalizando cada vez más.

2.- Textiles inteligentes [4,5,6,7,8]

Se conocen con este nombre los textiles capaces de alterar su naturaleza en respuesta a la acción de diferentes estímulos externos, físicos o químicos, modificando alguna de sus propiedades, principalmente con el objetivo de conferir beneficios adicionales a sus usuarios. Algunos de estos materiales son conocidos desde hace años, pero la mayoría son de reciente aparición.

Hay que precisar que el adjetivo "inteligentes" puede que no sea muy afortunado y que quizá sería más apropiado denominarlos tejidos funcionales, tejidos activos o incluso, en algunos casos, tejidos interactivos. Pero lo cierto es que, tanto en la comunidad científica como en los sectores de la empresa y del comercio, se conocen ya popularmente como textiles inteligentes (en inglés: smart textiles, intelligent textiles...), por lo que es un apelativo ya asumido por la comunidad textil y por la red comercial.

Otro factor a considerar sería qué tipo de productos podrían integrarse dentro del grupo de los textiles inteligentes. Esto ha generado mucha discusión, y lo cierto es que aquí, en vez de ser restrictivos, se ha dado cabida a casi todo. La razón, muy sencilla: todo lo que lleve el apelido "inteligente" vende. Es una simple cuestión de marketing empresarial.

Algunos autores clasifican los textiles inteligentes en tres categorías:

a) Pasivos: mantienen sus características independientemente del entorno exterior (sólo "sienten" los estímulos exteriores).

b) Activos: actúan específicamente sobre un agente exterior (no sólo "sienten" el estímulo exterior sino que reaccionan ante él).

c) Muy activos: este tipo de tejidos adaptan automáticamente sus propiedades al percibir cambios o estímulos externos.

Los textiles inteligentes pueden obtenerse empleando directamente en la fabricación del tejido las llamadas fi-

bras inteligentes, que son aquellas que pueden reaccionar ante la variación de estímulos tales como la luz, el calor, el sudor, etc. Por ejemplo, una fibra inteligente sería aquella que, al percibir una variación de temperatura cambiara de color, o que la humedad alterase su forma, o que contuviese microcápsulas capaces de regular el flujo de calor en uno u otro sentido, etc.

Pero también pueden obtenerse textiles inteligentes mediante la aplicación de determinados acabados a un tejido, que produzcan los mismos o diferentes efectos que los logrados con las fibras citadas.

La tecnología de estos textiles puede solaparse con otras importantes tecnologías, como la microelectrónica, la informática, las nanotecnologías y los biomateriales.

Quizá sea interesante precisar que los textiles inteligentes están aún en el comienzo de su desarrollo, aunque están evolucionando rápidamente y es más que posible que en un plazo no muy dilatado puedan jugar un papel relevante incluso en nuestra vida diaria.

3.- Clases de textiles inteligentes

3.1.- Textiles que incorporan microcápsulas PCM [8,9,10,11,12,13,14,15,16,17]

El microencapsulado es una técnica mediante la cual mínimas porciones de un principio activo (gas, líquido o sólido) son recubiertas por un envolvente de un segundo material (membrana), para proteger dicho principio activo del entorno que lo rodea.

La membrana suele ser muy fina, del orden de 1 nm de grosor, mientras que el diámetro habitual de las microcápsulas puede variar desde unas pocas micras hasta unos 150 nm, aunque puede haber tamaños mayores.

Un caso particular son las prendas que incorporan microcápsulas PCM (Phase Change Material), las cuales contribuyen a lograr un cierto aislamiento de su portador frente al calor o el frío. Su actuación se basa en la gran cantidad de calor que, sin variar de temperatura, se absorbe o se cede cuando una sustancia cambia de fase, es decir, el de-

nominado calor latente.

Así, y en función de las condiciones ambientales, las microcápsulas incorporadas al textil son capaces de absorber, almacenar y liberar el calor corporal. Por ejemplo, cuando el cuerpo siente calor, la energía que éste desprende se utiliza para aportar el calor latente necesario para que la sustancia encerrada en las microcápsulas cambie de fase sólida a líquida, almacenando dicha energía. Cuando cambian las condiciones ambientales y el cuerpo siente frío, la energía previamente almacenada en las microcápsulas es liberada, pasando la misma sustancia del estado líquido al sólido y proporcionando así el calor necesario para que el cuerpo no se enfríe.

Mientras los PCMs de la ropa están absorbiendo o desprendiendo calor, el flujo de éste entre la persona y el exterior a través de esa prenda queda interrumpido.

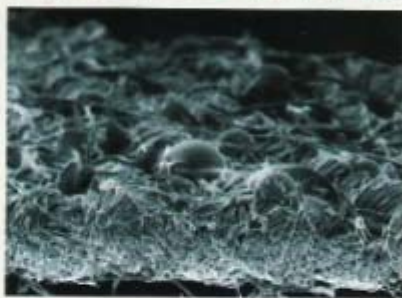


Figura 2.- Microcápsulas PCM incorporadas directamente a la fibra (izquierda) [9,10], y aplicadas al tejido como un acabado (derecha) [18].

Las microcápsulas se pueden incorporar directamente a las fibras sintéticas en el proceso de hilatura por extrusión, teniendo en cuenta que si el número fuera excesivo, afectaría a la resistencia a la tracción. Pero también pueden añadirse durante el acabado (en ese caso habrá que tener cuidado con el tacto, re-

sistencia a la abrasión, al lavado, lavado en seco). En la **figura 2** se observan los dos casos citados:

El factor clave para seleccionar los PCMs a incorporarlos al tejido, es la temperatura de cambio de fase de la sustancia encerrada en las microcápsulas, que debe ser próxima a la temperatura de las distintas partes del cuerpo. Es por ello que se utilizan determinadas parafinas (octadecano, nonadecano, eicosano...). También hay que tener en cuenta factores como el coste, la toxicidad o la disponibilidad.

Hay varias marcas comerciales que utilizan PCMs, tales como Outlast, Thermabsorb, ConforTemp, Interactive...

3.2.- Cosmetotextiles [10,19,20]

Se usan para tratar de aumentar la sensación de bienestar de la persona. Los hay que pueden ayudar a la piel humana a prevenir infecciones de agentes externos, aunque otros lo que hacen es desprender aromas frescos.

Son productos microencapsulados que se aplican por acabado y en los que las materias activas utilizadas son de naturaleza muy diversa (**figura 3**): aromas, productos hidratantes, reactivos químicos o bioquímicos, vitaminas, cristales líquidos, etc.

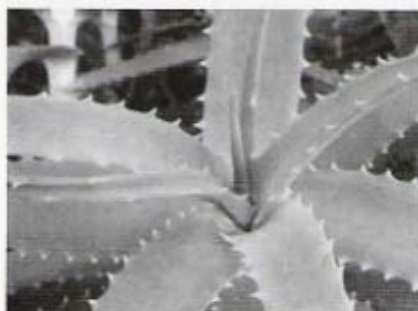


Figura 3.- El aloe vera (izquierda) se utiliza como aroma, crema hidratante, etc. El sándalo (derecha) se utiliza como aroma.

Las cápsulas pueden romperse progresivamente bien por presión, por fricción, por biodegradación,... (**Figura 4**).

Entre las aplicaciones más conocidas de los cosmetotextiles están las medias hidratantes y refrescantes, la ropa interior o exterior perfumadas, etc. Así, las microcápsulas que contienen aloe vera, y que se rompen a causa de la fric-

ción con la piel, proporcionan sensación de frescura y suavidad, pudiendo aguantar hasta 20 lavados en las prendas que las contienen.

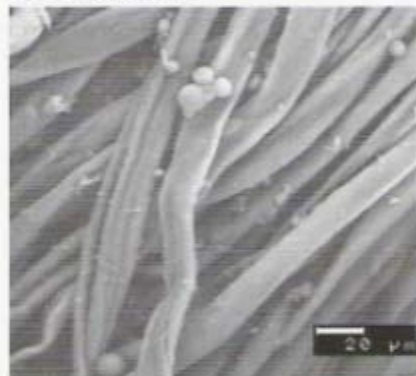


Figura 4.- En la foto del microscopio electrónico (x500) se ven fibras pertenecientes a un tejido que contiene microcápsulas con aroma de lavanda. En la parte superior de la imagen se ven algunas rotas, que han soltado ya su contenido [21].

3.3.- Textiles crómicos o camaleónicos [4,9,10,22,23,24]

Se les denomina también textiles camaleónicos, porque pueden cambiar su color en consonancia con las condiciones externas. La clasificación se realiza en función del estímulo al que responden, y así son fotocromicos los que son sensibles a la luz, termocromicos al calor, solvatocromicos a los líquidos, electrocromicos a la electricidad, piezocromicos a la presión, etc.

Una de las formas de obtener los *textiles fotocromicos* es aplicando microcápsulas que contengan agregados de colorantes sensibles a la acción de la luz, lo que permite aumentar la velocidad de las reacciones fotoquímicas que se encuentran en fase líquida en el interior de la cápsula. Otra forma es mediante la aplicación directa, por alguno de los procedimientos de estampación, de ciertos tintes sensibles a la luz.

Los más utilizados son los sensibles

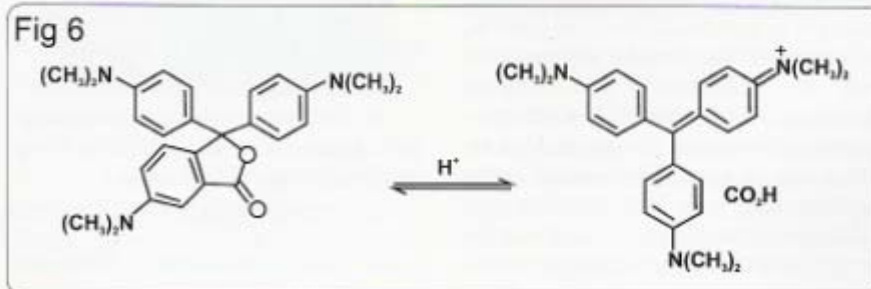
a las radiaciones UV. Por ejemplo, prendas de vestir que cambian de color cuando se pasa del interior al exterior de un edificio, debido al componente ultravioleta que tiene de la radiación solar (**figura 5**).

Las principales aplicaciones de los textiles fabricados con estos tejidos son en actividades lúdicas, como espectáculos, disfraces, para vestidos de noche, etc.



Figura 5.- Camiseta de algodón con colorantes sensibles a la luz (DelSol). A la sombra (izquierda) y al sol (derecha). [25].

Los *textiles termocromicos* son aquellos cuya coloración cambia al modificarse la temperatura exterior. Se ob-



tienen mediante determinados pigmentos que son indicadores reversibles de temperatura.

Los hay de dos tipos, ambos aplicados en forma de microcápsulas como acabado textil:

- De cristal líquido (el termocromismo resulta de la reflexión selectiva de luz por el cristal líquido),
- Colorantes que sufren un reordenamiento molecular (leucocolorantes) como consecuencia de un cambio de temperatura, por ejemplo, las espirolactonas (figura 6).

Precursor (sin color) Compuesto de color violeta

Figura 6.- Espirolactonas, que aportan propiedades termocrómicas a los textiles [4].

El problema es que el plazo de envejecimiento de estas moléculas es aún demasiado corto, alrededor de tres meses.

También se puede hablar de "textiles solvatocrómicos", que son los que cambian de color por efecto de la humedad, y que se pueden utilizar por ejemplo en bañadores. A veces se añade un reactivo químico que permite su aplicación a pañales, etc.

3.4.- Textiles que conducen la electricidad [14,26,27]

La electricidad estática es el exceso de carga eléctrica que acumulan determinados materiales, normalmente por frotamiento. Las fibras textiles, por su constitución, no conducen la corriente eléctrica, por lo que las cargas electrostáticas generadas por roce no se disipan y tienden a acumularse en las fibras hasta que se eliminan por medio de una pequeña (y a veces no tan pequeña) descarga.

Repasemos una curiosa noticia sucedida en Sydney (Australia) y difundida por la agencia Reuters. Al parecer, una persona que llevaba superpuestas una camisa de lana y una chaqueta sintética de nylon, generó inconscientemente una descarga de electricidad estática con su ropa mientras caminaba, dejando a su paso una alfombra quemada y plástico derretido. La causa fue la carga eléctrica generada por sus ropas

cuando se rozaban que, midiendo los bomberos en un contador de electricidad estática, reflejó 40.000 voltios, es decir, a un paso de la combustión espontánea, en la que su ropa se hubiera autoincendiado [26]. En fin, en mi opinión, parece un poco exagerado ese voltaje, pero si la prensa lo dice...

Independientemente de estas anécdotas, es conocido el hecho de que los tejidos de fibras sintéticas son más propensos a acumular electricidad estática que las fibras naturales. Afortunadamente, la carga total de la electricidad estática acumulable no supera límites relativamente bajos en relación a nuestra potencial percepción. Aparte de la posibilidad de descargas eléctricas, los tejidos cargados atraen más fácilmente las partículas de suciedad y producen adherencia entre prendas que pueden provocar incomodidad (por ejemplo, es típico el caso de adherencia por esta causa entre la falda y las medias que usan las mujeres).

Es por esto que se ha generado una cierta demanda de fibras conductoras de la electricidad. Aunque actualmente sólo se utilizan en aplicaciones muy específicas, como en salas limpias (clean rooms), para algunos trajes de bomberos, etc., en el futuro puede generalizarse su uso incluso a la vestimenta normal, debido a la incidencia que tiene sobre el confort la disipación de cargas eléctricas generadas, por ejemplo, por el roce entre determinados tipos de fibras. Algunos hablan incluso de que los hilos conductores hacen que las prendas fabricadas con ellos tengan propiedades antiestrés, debido precisamente a que no acumulan electricidad estática sino que la descargan, lo que, según dicen, interviene en el estrés.

Pero, ¿cómo se obtienen los tejidos conductores de la electricidad? Hay varios métodos:

- Por utilización de fibras intrínsecamente conductoras: metálicas, de carbono.
- Fibras con partículas conductoras aplicadas en su superficie: Resistat (BASF), P-140 (DuPont),...
- Hilos híbridos.
- Hilos metalizados: Rhodiastat

(Rhône-Poulenc), Texmet (Texmet),...

En la figura 7 se observa el hilo Protex Ag, cuyo proceso de fabricación permite depositar plata pura con la concentración adecuada sobre fibras, hilos o tejidos. Este sistema hace que adquiera conductividad eléctrica y térmica, además de un incremento del poder antimicrobiano, en definitiva, el tejido adquiere muchos de los beneficios que proporciona la plata.

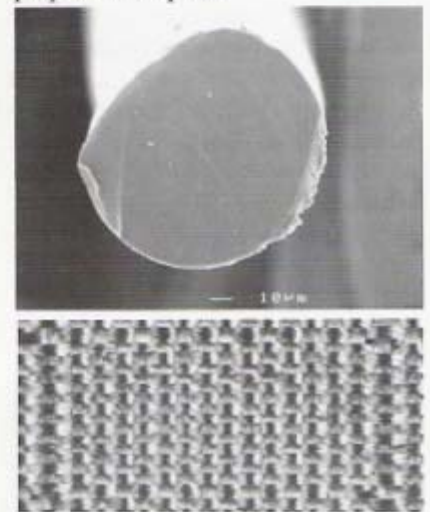


Figura 7.- Hilo Protex Ag (Carolina Silver Technologies), y tejido formado con este tipo de hilos [27].

3.5.- Materiales con memoria de forma [4,8,14,22,28,29]

Estos materiales son capaces de deformarse desde su forma permanente hasta otra temporal, generalmente por acción del calor, aunque también puede ser por campos magnéticos y de otras clases. Esto ha permitido diversas aplicaciones prácticas pues, además, es un proceso que puede ser repetido las veces que sea necesario.

En prendas de vestir se ha experimentado con películas de poliuretanos (PU) termoplásticos incorporadas entre capas adyacentes de tejido. Cuando baja la temperatura y estos materiales alcanzan la temperatura de activación, la bolsa de aire (que es la responsable del aislamiento térmico) encerrada entre esas dos capas muy próximas incrementa su volumen y, por tanto, su capacidad de aislamiento y protección contra el frío. Si hace calor, el sentido de la deformación de las capas de PU es inverso.

Existen también materiales textiles de permeabilidad variable que, al aumentar el calor desprendido por el cuerpo, incrementan por distintos procedimientos el tamaño de los intersticios (figura 8) y, por tanto, la capacidad de evaporación del sudor a su través. Por el contrario, cuando el cuerpo se enfría, el material textil recupera su forma inicial aumentando su capacidad de abrigo.

En la vestimenta, las temperaturas necesarias para activar la memoria de forma deben ser próximas a la temperatura del cuerpo.

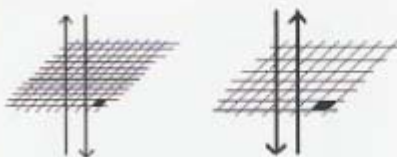


Figura 8.- Esquema de un tejido con memoria de forma, cuya estructura se abre con el calor (derecha) y se cierra con el frío (izquierda).

Diaplex afirma que ha fabricado un "material inteligente" que reacciona a una temperatura de transición, provocando vibraciones térmicas en la estructura de las moléculas de una membrana (figura 9). Esto provoca la creación de microporos y hace que varíe automáticamente la permeabilidad del material, permitiendo el paso del vapor de agua y del calor y adaptándose a las variaciones en el ambiente interior y exterior, aumentando en definitiva el confort de la ropa.



Figura 9.- Membrana del material Diaplex por debajo de la temperatura de activación (izquierda) y por encima de ésta (derecha) [29].

3.6.- Desarrollos que incorporan la electrónica y la informática a los textiles [8, 14, 22, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39]

Los tejidos electrónicos, que dan lugar a la llamada "electrónica del vestir", surgen de la adaptación a la ropa de dispositivos propios de la microelectrónica, partiendo de la incorporación a los polímeros textiles de una propiedad que no poseen de forma natural, la conductividad. Ello permite la integración de

funciones electrónicas en las prendas.

La flexibilidad obtenida para los recientes dispositivos electrónicos, así como su miniaturización han sido claves para que pudieran incorporarse a la vestimenta humana.

Así, las prendas de vestir pueden integrar, por ejemplo, pequeños sensores, o diminutas fibras conductoras. Para hacernos una idea hay ya microsensores de 1 mm^2 (y con tendencia a disminuir de tamaño), que a la vez son flexibles, adaptables por soldadura, e incluso lavables. El problema es que estos elementos no deben afectar al estilo de la prenda ni a su tacto, y ser suficientemente robustos para, en determinados casos, resistir el lavado, la limpieza en seco o incluso los desgarros.

Otro inconveniente es que la energía necesaria para que el dispositivo electrónico funcione suele proceder de pequeñas baterías cosidas al tejido, lo cual puede ocasionar algún problema de salud. Aunque se prevé que pronto la energía la producirá el movimiento del portador de la prenda o incluso procederá de la energía solar (al final de este trabajo se comentan algunos progresos actuales en este sentido).

Citaremos algunos de entre los numerosos desarrollos en electrónica del vestir:



Figura 10.- Camisa Life-Shirt de Vivometrics [31].

○ La camisa Life-Shirt de Vivometrics (figura 10) monitoriza 30 funciones vitales en continuo mediante un sistema de sensores integrados en el

textil. Según sus fabricantes soporta más de 100 lavados sin alteración.

○ La "smart T-shirt", con aplicaciones en medicina militar, consta de una red de fibras ópticas y conductoras que puede enviar datos de un soldado herido de bala, acerca de la localización y la naturaleza de la herida, que son recibidos en una central en la que el médico puede evaluar la herida y aconsejar el tratamiento. Esto podría tener también aplicaciones para bomberos, policías, etc.

○ Prendas luminiscentes. Pueden fabricarse de varias maneras, por ejemplo, utilizando hilos conductores que terminan en LEDs, o utilizando fibras ópticas, o por adhesión de materiales luminiscentes al tejido, entre otras posibilidades. En la figuras 11 y 12 pueden verse tejidos luminiscentes de diferentes tipos.



Figura 11.- Tejido luminiscente de Luminex® [32].



Figura 12.- Tejido con LEDs integrados, de Phillips [33]

○ France Télécom R&D ha diseñado un prototipo de pantalla flexible de fibras ópticas tejidas, capaz de recibir información y de mostrar gráficos o elementos animados sobre una prenda de vestir (figura 13).



Figura 13.- Prototipo de pantalla flexible de fibras ópticas tejida (France Télécom R&D) [34].



Figura 14.- Prenda térmica [35].

○ Tejidos térmicos: Son hilos y tejidos con propiedades electrotérmicas y que, por tanto, pueden generar calor conectándose a baterías de tamaño variable (preferiblemente pequeñas), tal y como se observa en el esquema de la figura 14.

○Phillips ha desarrollado la tecnología "Lumalive" [36] (figura 15), capaz de transformar la ropa y los tejidos en pantallas, aunque todavía con resolución baja. Para ello, en el interior de la prenda textil se dispone una película flexible de 20x20 cm, fabricada con LEDs, diodos emisores de luz capaces de generar una infinidad de colores sobre la superficie de la tela con un consumo muy bajo de energía. Junto a ella se sitúan las baterías y el circuito que controla los diodos, que permiten el funcionamiento durante días sin recarga. El peso total de los componentes no llega a los 100 gramos y no están del todo inte-

grados para poder separarlos de la prenda antes de lavarla. Conseguir que todo el conjunto sea flexible, cómodo y resistente ha supuesto un gran esfuerzo para los ingenieros. Phillips está buscando partners textiles interesados en añadir esta tecnología a sus productos.



Figura 15.- Prendas de vestir conteniendo tejidos con la tecnología "Phi-lips Lumalive". Pueden servir de pantalla para anuncios, gráficos, incluso con cambios superficiales de color [36].

○ The Re:Form Studio (Suecia) ha diseñado una cortina para ventanas que responde al ciclo diario de la luz solar (figura 16). Una cara de esta cortina almacena la luz del sol durante el día (contiene colectores solares), y la otra cara la emite durante la noche (contiene materiales emisores de luz), por lo que se ahorraría energía.

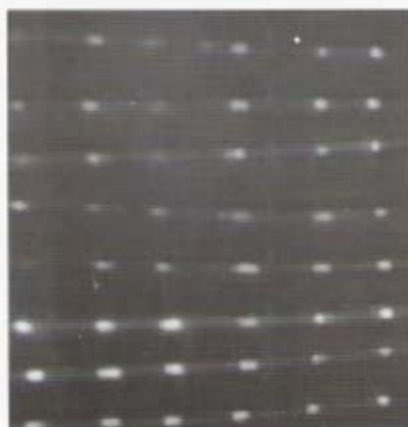


Figura 16.- "The energy curtain" (The RE:FORM Studio, Suecia). Foto: M. Jacobs, Interactive Institute [37].

○ Dentro del denominado "Proyecto Skin", de Phillips, se ha creado un traje (figura 17) que se ilumina según las emociones de la persona que lo viste. El traje está inspirado en la forma en que la piel humana reacciona espontáneamente a los estímulos externos e internos: posee sensores que monitorizan los cambios fisiológicos asociados a diversas emociones, para luego enviar una señal a las luces de la capa exterior de la tela. Sentirnos deprimidos, solos o alegres, aparece reflejado así en nuestra vestimenta, a través de señales lumínicas. Para ello dispone de una constelación de diminutos LEDs [38].



Figura 17.- Traje creado por Phillips, que se ilumina según las emociones [38].

○La evolución de los materiales permite, hoy en día, obtener placas solares o células fotovoltaicas flexibles, ligeras y ultrafinas (<1mm). Estas propiedades han permitido la introducción de tales dispositivos fotovoltaicos en la ropa textil y, particularmente, en los textiles inteligentes. En Alemania incluso se están desarrollando las primeras fibras fotovoltaicas; fibras que permitirán la confección de textiles capaces de generar su propia electricidad a partir de un tisaje convencional. De momento, la integración de las placas solares, el almacenamiento de la energía y su posterior utilización en dispositivos electrónicos integrados en textiles, son los primeros pasos para la obtención de textiles inteligentes autónomos (figura 18) [39].

No obstante, la utilización de la electrónica y la informática en la indus-

tria textil suscita algunas dudas. Por ejemplo, se requiere en los tejidos sistemas capaces de conducir la electricidad para comunicar sus componentes electrónicos entre sí. E incluso, en prendas de verano, los componentes electrónicos se comunican entre ellos mediante pequeñas descargas eléctricas que se transmiten a través del cuerpo humano, que actuaría como "cable". Estas emisiones a través del cuerpo humano, ¿podrían provocar o aumentar el riesgo de sufrir determinadas enfermedades por los usuarios?



Figura 18.- Integración de placas solares para obtención de energía fotovoltaica en una chaqueta [39]

3.7.- Nanotecnologías [40,41,42, 43,44,45]

El fundamento de las nanotecnologías es el cambio sustancial que se produce en las propiedades de las sustancias cuando su tamaño se reduce a niveles nanométricos.

Para aplicar estas técnicas pueden utilizarse microscopios de fuerza atómica y de efecto túnel que permiten no sólo ver, sino también manipular las estructuras moleculares y sus átomos a escala nanométrica ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

Estas tecnologías pueden emplearse para la fabricación de nanofibras de polímeros (entre 50 y 500 nm), para aplicar nanoacabados a materiales textiles, para obtener capas de tejidos con nanopartículas, etc.

Las nanotecnologías están siendo orientadas en la industria textil a la fabricación de tejidos con propiedades antimanchas, antibacterias, antiviral, antiolor, retardantes de llama, absorbentes de rayos UV, con propiedades antiestáticas,...

Por ejemplo, aunque los acabados frescos se pueden obtener con productos antimicrobianos microencapsula-

dos, su efecto no es duradero a los lavados y por ello podría emplearse la nanoencapsulación a fin de obtener una resistencia al lavado con detergentes.

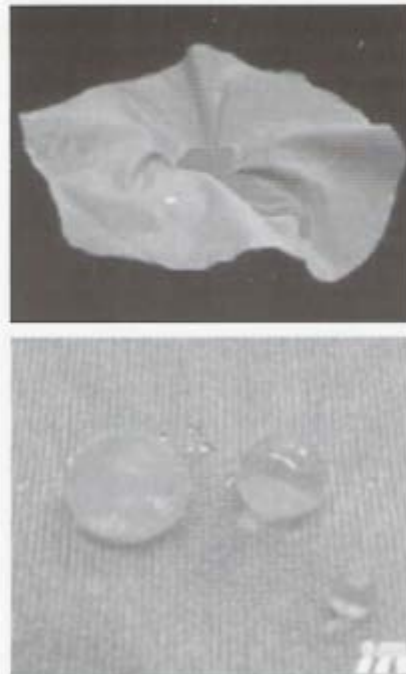


Figura 19.- Las propiedades autolimpiadoras e hidrófobas de los textiles fabricados por el procedimiento nanotecnológico denominado Effet-Lotus® (© V.v.Armim-ITV Denkendorf) [45].

Nanotex (USA) y Schoeller (CH) han creado tejidos a partir de nanomateriales que repelen las manchas. Estos materiales, a pesar de su apariencia pulida, tienen una nanosuperficie muy rugosa que hace que las sustancias no penetren y evita así la suciedad.

También se ha reproducido por procedimientos nanotecnológicos, en la superficie de materiales tejidos, el efecto autolimpiador que tienen ciertas plantas (como la de Loto) y las alas de algunos insectos, que les permite mantenerse limpias de polvo y agua. Es la aplicación que se conoce como Effet-Lotus® (figura 19).

Los tratamientos con plasma permiten cambiar las características superficiales de fibras y tejidos, modificando principalmente las propiedades vinculadas a la higroscopicidad de los materiales, transformando su nanoestructura, como puede verse en la figura 20.

Se ha conseguido tejer una camisa

que utiliza nanotubos de carbono de forma conjunta con las fibras tradicionales. Es ultraligera, resistente, transpirable, antimanchas, prácticamente no requiere de planchado, pero es todavía demasiado cara como para poder difundirse en el mercado.

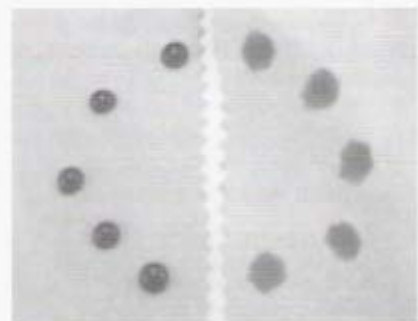


Figura 20.- En la foto de la izquierda, tejido sometido a un proceso de plasmopolimerización para conferir al tejido un nanoacabado superficial hidrófobo, y en la de la derecha el mismo tejido sin dicho tratamiento. (Cortesía del Instituto Tecnológico Textil AITEX, de Alcoy, España).

No obstante, y a pesar de las supuestas bondades de las nanotecnologías, hay voces críticas que alertan de las desconocidas consecuencias que pueden tener para la salud humana estas ultrapequeñas partículas que pueden penetrar fácilmente a través de la piel en el torrente sanguíneo [46]. ¿Con qué efectos?. Es necesario realizar un estudio detenido de esta cuestión.

3.8.- Otros desarrollos

Se han comentado algunos de los desarrollos más significativos en el campo de los llamados textiles inteligentes. Sin embargo, hay otros muchos que van cobrando importancia, entre los que se pueden citar:

- Los textiles antimicrobianos, para evitar la aparición de las bacterias que causan olor a transpiración o evitar que se desarrollen. Por ejemplo, los iones Ag^+ contenidos en la fibra de Trevira bioactiva actúan sobre la membrana celular de las bacterias, impidiendo su proliferación

- Los que protegen de las radiaciones ultravioleta. Los especialistas están alertando continuamente del peligro para la piel de exposiciones prolongadas al sol, aconsejando la utilización de cremas de alta protección. Hoy día es

posible la utilización de tejidos que preservan de la radiación solar. Así, por ejemplo, con este fin BASF ha puesto en el mercado una fibra de nylon 6 con partículas de titanio finamente divididas que protegen contra la radiación UV.

▪ También podrían citarse determinados textiles con aplicaciones en medicina, como los que incorporan microcápsulas que dosifican medicamentos, o las ropas que pueden incluso regular la medicación de un usuario diabético, a partir del análisis del sudor, etc.

4.- Conclusiones

Hace unos años parecía que todo estaba inventado en el campo del textil. Hoy día nos vemos sorprendidos casi a diario con nuevos descubrimientos que están situando a la industria textil entre las pioneras en desarrollos tecnológicos.

El sector textil, que fue motor de la revolución industrial está a punto de provocar otra revolución capaz de sacudir los cimientos de la sociedad y de la economía.

5.- Bibliografía

1. <http://www.surnoticias.com/modulos.php?name=News&file=article&sid=1748>
2. T. Caniato, Historia de la tecnología sin costura. *Internacional Textile Bulletin*, 4/2004, (2004), 7-12.
3. Gore-Tex fabrics. *Retailer's Manual*, Prendas 2003.
4. R.R. Mather, *Intelligent textiles*. *Rev. Prog. Col.*, 31 (2001), 36-41.
5. M. Bonet, Bioencapsulados biomateriales, *Revista de la Industria Textil*. N° 404, Enero (2003), 44-52.
6. S. Burley, citado por B. Ariyatun et al.: The future design and direction of smart clothing, *Journal of the Textile Institute*, Vol. 96, n° 4, (2005), 199-212.
7. Zhang and Tao, Smart textiles (1): Passive Smart, *Textile Asia*, 32 (6), (2001) 45-49.
8. J. Cegarra, Textiles inteligentes. *Revista de la Industria Textil*, N° 432, Noviembre (2005), 52-63.

“Es por ello que la industria textil peruana debe dar un salto cualitativo importante, ampliando y diversificando su oferta para mantener y acrecentar sus mercados. Se parte de una base sólida constituida por industrias modernas y técnicos bien formados y con experiencia. Lo pude comprobar durante mi estancia en Perú. Y es que el capital humano disponible es el factor clave a la hora de encarar un futuro que augura dificultades en la lejanía.”

9. G. Nelson, Microencapsulation in textile finishing, *Review of Progress in Coloration*, 31 (2001), 57-64.
10. G. Nelson, Application of microencapsulation in textiles, *International Journal of Pharmaceutics*, 242 (2002), 55-62.
11. Ian Holme, Microencapsulation: The changing face of finishing. *Textiles Magazine*, N° 4 (2004), 7-10.
12. E. Delaye, La microencapsulation appliquée aux textiles. *L'Industrie Textile* N° 1340, Avril (2002), 54-56.
13. E. Delaye, Microencapsulation, nouveaux progrès. *L'Industrie Textile* N° 1363, Juillet-Août (2004), 60-61.
14. J. Mumbrú, Textiles inteligentes, *Revista de la Industria Textil*. N° 412, Noviembre (2003), 78-96.
15. J.E. McIntyre (Ed.), *Synthetic fibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin*; Woodhead Publ. Ltd.,

Cambridge, England (2005), 219-222.

16. J. Rupp, Tejidos activos que regulan la temperatura corporal, *ITB International Textile Bulletin*, 1 (1999), 58-59.
17. H. Shim, E.A. McCullough and W. Jones, Using Phase Change Materials in clothing, *Textile Research Journal*, 71(6), (2001), 495-502.
18. J.F. Rodríguez, J.R. Sánchez, S. Sacristán et al, Proyecto conjunto sobre PCMs entre las Universidades de Castilla la Mancha y de Salamanca, y el Centro Tecnológico ASINTEC (inédito).
19. M. Renner, Séminaire Euroforum: Les cosméto-textiles, *Technical Usage Textiles (TUT)*, n° 45(3), (2002), 90-92.
20. E. Lempa, Ways of odor inhibition on home textiles, *Melliand English*, 6 (2005), E102-E103.
21. J.R. Sánchez, J. Ovejero, A. Ramírez, Trabajo sobre microencapsulación (inédito). Foto: Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Salamanca.
22. C.A. Norstebo, *Intelligent textiles, soft products*, (2004), 6.
(<http://design.ntnu.no/fag/PD9/2003/artikkel/Norstebo.pdf>)
23. R.M. Christie and D. Bryant, An evaluation of thermochromic print based on microencapsulated liquid crystals using variable temperature colour measurement, *Coloration Technology*, 121 (2005), 187-192.
24. www.colorchange.com
25. www.delsol.com
26. <http://axxon.com.ar/not/154/c-1540167.htm>
27. J. Perry, C. Aguilar, Ventajas de la aplicación textil de la plata, *Actas del III Congreso Internacional de Aplicaciones Técnicas de los Materiales Textiles (Aplimatec'06)*, Valencia (2006), Foro 7, 5ª conferencia.
28. X. Tao (Ed.), *Smart fibres, fabrics and clothing*. The Textile Institute and Woodhead Pub. Ltd, Cambridge, England. 1st Ed. (2001), reprinted (2005), 280-81.