

Introducción

El diseño de indumentaria Argentino posee un gran protagonismo en la actualidad, perfeccionándose y evolucionando en pos de los requerimientos de los clientes, tanto nacionales como internacionales. Durante algunos años, estuvo en segundo plano dada la crisis reinante en 2001, la cual bogaba en contra tanto de los clientes como de los diseñadores al momento de permitir la adquisición de materiales y de prendas, afectando a la oferta y la demanda, perjudicando la alimentación y la continuidad del ciclo de mercado que con ello perdura.

En Argentina, el 60% de las empresas del sector textil incrementó sus ventas en 2011, más de 40% aumentó sus exportaciones y casi 40% aumento su dotación de personal, y en números, generó inversiones de 840 millones de pesos, exportó por más de 550 millones de dólares. Télam (2012).

Durante largos años, la idea de qué era moda y quiénes iban a la par de ella en la Argentina era solo adjudicado a la elite, personas de alto poder adquisitivo que eran capaces de comprar prendas en el exterior, principalmente de procedencia europea, y así fue por mucho tiempo. Pero dada la situación económica siempre cambiante en la Argentina, no fue posible que esta situación subsistiese mucho tiempo más. Ubicándose en un período mas cercano a la actualidad, es posible exponer que la moda se ha expandido nuevamente en Argentina y que ha sabido ganarse un espacio de auténtica relevancia, si bien esta vez, no se adjudica a las personas de clase alta, sino mas ocupando un rango y una función cultural, cultural porque eso es la moda en la actualidad, una forma de cultura que en muchas ramas de su diversidad ha adoptado un estilo que suele tener poco que ver con el dinero, y mas con la actitud, la imaginación, el carácter, el vanguardismo e indudablemente con lo que las masas dictan, valiéndose para ello en la modernidad de diversos medios que antes no existían, como las redes sociales, que masifican un estilo en períodos de tiempo muy reducidos.

En la década del 90, una nueva revolución comienza en el sector textil: Los textiles inteligentes fueron incorporados a la industria.

En base a la definición del ingeniero Sánchez (2007), un textil inteligente es un tejido que es creado o modificado mediante sofisticados mecanismos de ingeniería que le otorgan la capacidad de conferir beneficios adicionales a sus usuarios.

En vista de los veloces avances en la tecnología, se presentan novedosas soluciones, y gracias al lugar que el uso de prendas ocupa en la sociedad, se han podido implementar estos recursos en la ropa que la gente utiliza día a día. Los textiles inteligentes están tomando gran protagonismo en vista del abanico de posibilidades y la flexibilidad que representan al momento de aplicar herramientas para resolver problemas, así como también, para facilitar y ayudar de muchas maneras en las más variadas situaciones.

La categoría en la que se encuadra este Proyecto de Grado es Ensayo, debido a que contiene fragmentos de reflexiones personales relacionadas a una temática estrechamente vinculada al diseño de indumentaria, en este caso se encuadra dentro de la línea temática Nuevas Tecnologías. Es un trabajo en el cual existe una exploración minuciosa del tema en cuestión, así como el recorte de la misma y el desarrollo conceptual y argumentativo, delimitado y profundo de ideas, y la expresión adecuada de propuestas. Parte del conocimiento de la bibliografía, la documentación académico-profesional actual sobre esta temática, para avanzar en el desarrollo de su mirada, de sus aportes originales y opiniones significativas

El capítulo número uno examina al principio la evolución de los textiles inteligentes, desde los primeros que se asemejaron a estos yendo hacia los últimos avances en esta tecnología, más tarde introduce al lector a la noción de éstos últimos: “Son 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”, como define el ingeniero Sánchez (2007, p.39), y a continuación, analiza las necesidades de los diversos sectores,

basándose en distintos problemas e inconvenientes que afectan la calidad de vida de los mismos y proponiendo desde los textiles inteligentes una solución a ellos de manera óptima y también proyectando distintos usos para los mismos. También el capítulo aborda el tema del funcionamiento de éstos, explicando de modo sencillo los principios básicos de funcionamiento de esta tecnología. Luego se exhibe quiénes son los que producen los textiles inteligentes, la manera en que lo hacen, y las herramientas que provee la ciencia para hacer esto posible, así como los lugares en donde se producen y qué condiciones son necesarias para llevar a cabo dicho propósito. Y por último, se hace mención de ciertas características que estos poseen, las cuales les proporcionan a los textiles inteligentes notables ventajas frente a los textiles regulares.

El capítulo segundo trata la clasificación general de los textiles inteligentes, profundizando más tarde sobre los diferentes tipos que actualmente existen en el mercado, comenzando con los cosmetotextiles, los cuales pueden incorporar sustancias que ayuden a mantener la salud de quien los usa, o que, principalmente, contribuye a aumentar su bienestar, siguiendo con los textiles crómicos o camaleónicos, que, según el estímulo que reciben, cambian de color o de temperatura al ser expuestos a diferentes estímulos, también hace referencia a los textiles que conducen la electricidad, los cuales pueden ser aplicados para cualquier función que requiera alimentación eléctrica, funcionando íntegramente como circuito o proporcionando un medio para conducir la corriente y que ello posibilite la puesta en marcha de diferentes aparatos. También se nombra a los materiales que son capaces de deformarse por fuerzas mecánicas y que pueden luego volver hasta su forma original gracias a una manipulación de las sustancias que los componen. Posteriormente se ven distintos desarrollos que incorporan la electrónica y la informática a los textiles, partiendo de una propiedad indispensable para ello: la conductividad, y a partir de ello logra adaptar cualquier dispositivo electrónico a las prendas. Las prendas que incorporan materiales provenientes de la nanotecnología que son creados mediante la manipulación a escala nanométrica, confiriendo a ellos

propiedades totalmente novedosas y mejorando otras características propias de cada uno.

En el tercer capítulo, se analiza el mercado del sector textil, tanto a nivel mundial como a nivel nacional, haciendo una breve introducción a la situación del mismo, citando ciertos datos y números relevantes para ello, se analiza también la inserción de textiles inteligentes al mercado argentino, la situación del mismo y como se da su recepción, hecho que ocurre en los inicios de la década del 90, se tiene en cuenta también en qué ámbito se insertan, el estado de lo establecido como moda y el entorno económico, así como también el diseño argentino, recorriendo algunos conceptos, teniendo en cuenta la relación con los textiles inteligentes y como reacciona el mercado frente a esta nueva incorporación de tecnología. Por último se analizará la evolución luego de su inserción, y su proyección a futuro en pos de lo que significa para la humanidad y lo que significara según pase el tiempo.

En el capítulo cuatro, la autora introduce el tema central del trabajo, las microcápsulas, desde quiénes las crean, cómo funcionan, cómo se incorporan a los tejidos, y sus funciones, como por ejemplo; la contención de sustancias tales como perfumes, productos terapéuticos y cosméticos, productos hidratantes, ambientadores, tonificantes, bactericidas, repelentes, acaricidas, pigmentos cuyo color cambia con la temperatura, agentes *Fire Resistant*, agentes para la protección o las radiaciones ultravioletas, materiales PCM, entre otros. Puede ser definido como “una técnica con una fuerte implantación en diversos ámbitos, como el farmacéutico o alimentario, y una tecnología emergente en el sector textil, cuya total introducción en el futuro próximo supondrá la apertura de nuevos tejidos con amplias posibilidades funcionales” Aitex (2003, p.15), y por último, enseña cuales son los métodos más comunes para crear las microcápsulas.

Por último, en el capítulo cinco se diferencia a los clientes según lo que buscan en un textil con microcápsulas en cuanto a propiedades, como por ejemplo el ejército, que podría aprovechar los tejidos crómicos, o quienes trabajen en industrias con temperaturas

extremas que podrían hacer uso de tejidos con control térmico, o aquellos que estén expuestos a insectos que sean vectores de enfermedades potencialmente mortales que podrían explotar las ventajas de microcápsulas y repelentes, entre otros, y posteriormente se plantea para que podría ser utilizado un textil dada sus propiedades. También se trata la cuestión de quienes podrían generar este tipo de tejidos con tal tecnología en la Argentina.

Capítulo 1: Introducción a los textiles inteligentes

1.1 Evolución de los textiles inteligentes:

Durante aproximadamente medio siglo, la moda estuvo acotada a las fibras disponibles en ese momento, los colores, limitaciones que se presentaban según el uso, tendencias en la moda y necesidades de los nichos. Para la socióloga de la moda, Saulquin:

Antes, la ropa se usaba para mostrar status. Ahora se usa para mostrar calidad de vida. Y todo este cambio se basa en cuatro importantes pilares: los nuevos materiales creados por las empresas textiles, la funcionalidad de la ropa, la nueva mirada puesta en el cuerpo humano como algo dinámico que precisa confort, y el problema ecológico, de buscar fibras que sean reciclables y no tóxicas. (Saulquin 2006).

En vista de estas problemáticas, es que las fibras inteligentes han surgido, por la necesidad de solucionar diversos problemas y de brindar novedosas maneras de crear prendas que faciliten situaciones tanto en lo cotidiano como en distintas situaciones particulares. *Twistube®*, *Climacool®*, *Pyrosea®*, *Fire jacket*, *Flexwrap®*, *Reflectsleeve®*, *Aerogel®*, *Tacte®*, son algunas de las 2000 fibras que nacen cada año en la industria textil que busca tejer la moda del mañana con hilados revolucionarios. , (“*moda del futuro: la ropa inteligente*”,2006).

Muchos de los adelantos en materiales textiles que pueden apreciarse en la actualidad, surgieron hace casi dos décadas, cuando algunos de los más importantes laboratorios farmacéuticos japoneses fueron acoplados a empresas textiles para crear fibras de tecnología aplicada o *hi-tech*, expandiéndose años mas tarde por el mundo. En general, quienes más aportan para obtener resultados y nuevos materiales en esta búsqueda de adelantos tecnológicos son la industria militar, la nasa y la industria farmacéutica. “Lo que la nasa inventa para la conquista del espacio, muchas veces terminase aplicando para la conquista del guardarropa”, afirma Saulquin (2006). Un ejemplo de este tipo de ingeniería aplicada a la moda es la campera denominada *absolute zero*, confeccionada con aerogel, una sustancia que es utilizada en naves espaciales, la cual permite mantener el calor

corporal en ambientes que rondan los 50 grados bajo cero y que se derrite a 3000 grados.

Pero la idea de textiles inteligentes no fue espontánea, sino que hubo precursores de estos, que hoy en día siguen vigentes, que supieron brindar confort y también superar las prestaciones que otros textiles tenían en ese momento. Entre los más relevantes están las microfibras, que hacen posible la fabricación de tejidos de gran suavidad, transpirabilidad y ligereza, también las prendas sin costuras, que mejoran en gran medida la comodidad en ropa interior, prendas deportivas y prendas de baño, entre otras, así como los elásticos, que han permitido fabricar prendas ajustadas que se adaptan al cuerpo y que hacen más fácil su colocación al momento de vestirlos. También son citables las telas impermeables-transpirables, como el *Gore-Tex*®, que posee poros que dados su tamaño, permite la evacuación de la transpiración, pero no el ingreso de las gotas de agua, o las comercializadas como *clima-cool*® por *Adidas*® y *dri-fit*® por *Nike*®, que aplicadas al deporte, cumplen funciones como la de evaporar rápidamente el sudor, permitiendo un desempeño óptimo al momento de realizar un deporte.

Un gran número de las innovaciones que usamos en la vida cotidiana, como el Teflón, Gore-Tex e Internet, tuvieron sus bases en la tecnología militar.

Con fundamentos en lo escrito en "*Smart clothes and wearable technology*" del instituto textil de Inglaterra, se puede confluir en la noción de que los expertos en tecnología suelen coincidir en que Internet fue quien dio inicio a grandes avances en este campo. "Desde los años 80s, hasta inicio de los 90s, las computadoras adaptadas a la ropa fueron un hobby para mucha gente en unas pocas universidades e institutos", Malmivaara (2009), quien también define la noción de "computadora adaptada a la ropa" básicamente como un dispositivo montado de algún modo que permite usarlo o llevarlo en el cuerpo y que este siempre esté listo para cuando el usuario quiera utilizarlo en cualquier momento o lugar, pudiendo hacerlo en escenarios en los que incluso una laptop pueda resultar incómoda. También describe que la principal característica de una computadora

adaptada a la ropa es su habilidad para ser reprogramada o reconfigurada para realizar otro tipo de tarea, lo que puede incluir cambios de software o hardware. Esta tecnología fue la que sentó las bases para los denominados textiles inteligentes. En estos tiempos, se catalogaba a una prenda como inteligente cuando adicionaba algo que tradicionalmente no encaja con lo que se puede vestir a la prenda, sin quitar o comprometer ninguna de sus características originales, tales como la capacidad de lavado o de poder vestirlo.

Dentro de la comunidad de las computadoras “vestibles”, una computadora que predecía el resultado teórico que se obtendría en una ruleta de casino, creada por los matemáticos Thorp y Shannon en 1998 es considerada como la primera de este tipo. En 1961, estos dos matemáticos testearon una computadora portátil del tamaño de una caja de un paquete de cigarrillos que contenía doce transistores, un parlante y una perilla para su encendido o apagado. Esta requería de dos operadores para su utilización, uno que se encargase de cronometrar ciertos parámetros temporales y otro que actuase como un “apostador”.

Otro antecedente temprano de este tipo de textiles inteligentes primitivos tuvo lugar en 1980, momento en el que el fotógrafo Steve Mann construyó un sistema portátil con equipamiento fotográfico. Era un sistema de flashes, baterías y cámaras montado en una mochila y un casco, el cual fue modificando y logrando llevar cada vez a escalas más pequeñas durante casi 10 años.

Eventos como el simposio internacional para computadoras portátiles “vestibles”, promovido en 1996 fue otro antecedente que permitió la masificación y la posibilidad de conocer mas acerca de estas tecnologías, alimentando su expansión y su conocimiento publico, que llego a tal punto que las autoridades tuvieron que enfocarse en los temas relevantes a tratar debido al numero creciente de los mismos.

En cuanto a una fusión más notoria entre ropa y tecnología, es posible citar el producto que la empresa Neerlandesa Philips fabrico en conjunto con la norteamericana de los

jeans Levi Strauss. Mas que una pieza de tecnología, la "*Philips-Levi's ICD+ Jacket*" fue una pieza de vestimenta para la electrónica, la cual proporcionaba varios bolsillos para llevar dispositivos con sus respectivos cables, funcionando mas como una plataforma de soporte para los mismos, pero que, sin embargo, significo un movimiento pionero a nivel mundial en el cual dos de las mas grandes empresas en su rubro se unían para desarrollar conjuntamente con sus equipos algo completamente nuevo. (Malmivaara, 2009).

Cabe mencionar el desarrollo generado en el año 1996 por el Instituto de Tecnología de Georgia en conjunto con DARPA, el instituto de investigación del ejército de los Estados Unidos. El *Gatech* desarrollo un "*Motherboard* portátil", una remera con un circuito integrado conformado por fibras, que monitoreaba el cuerpo de quien la vestía, detectando e informando si un soldado era herido.

Otro antecedente fue el traje de supervivencia "*Reima Cyberia*", presentado, luego de años de trabajo, en el 2000, erigiéndose como uno de los primeros conceptos traídos a la realidad de textil inteligente. Esta prenda fue ideada con el propósito de estudiar su utilidad y en el proceso evaluar la unión entre ropa y electrónica, y no la de producirlo masivamente. El *Cyberia* fue una unión interdisciplinaria entre tres socios finlandeses: el fabricante de prendas Reima Ltd, la universidad de Lapland y la universidad tecnológica de Tampere, cada una aportando con su experiencia y sus herramientas en relación a la creación de este elemento tecnológico, y mas tarde se unieron al proyecto empresas como DuPont, Nokia, Polar Electro y Suunto, colaborando de igual manera con sus conocimientos en cada campo respectivo. El traje contaba tanto con elementos electrónicos como no electrónicos, entre los que se incluían dispositivos de monitoreo corporal, comunicación y sistemas de posicionamiento global. Un panel calentador a modo de herramienta de emergencia estaba incluido bajo la ropa interior. Esta prenda contaba con cuatro clases diferentes de sensores insertas en la misma, los que se encargaban de monitorear datos de frecuencia cardiaca, sensores de temperatura tanto

corporal como temperatura exterior, sensores de humedad que detectaban si el individuo que lo llevaba se encontraba sumergido en agua, y por último sensores de movimiento, para determinar posturas corporales, movimientos e impactos. (Malmivaara, 2009).

Hoy en día es posible encontrar desde prendas que regulan la temperatura corporal, hasta aquellas que cambian de color respondiendo a diversos estímulos externos. Otros ejemplos de textiles inteligentes que existen en la actualidad son los que incorporan microcápsulas que dosifican distintas sustancias, tales como repelentes o perfumes, otras que incorporan paneles solares que permiten el funcionamiento y la carga de dispositivos que funcionan a batería, prendas antibacteriana, textiles que conducen la electricidad, materiales con memoria de forma, y otros en vía de desarrollo que incorporan la electrónica y la informática a los textiles.

Lo que resulta evidente es que los avances en esta tecnología recién empiezan y que no es posible ver un horizonte en lo que a ella respecta hoy en día.

1.2 Necesidad de los diversos sectores en la industria textil:

Los textiles inteligentes han sido diseñados en gran parte con la intención de solventar dificultades de variada naturaleza. También han sido diseñados con un objetivo en particular y luego adaptados posteriormente para otro problema no tenido en cuenta. Los textiles inteligentes pueden desarrollar funciones complejas mediadas por mecanismos de igual clase, así como funciones sencillas llevadas a cabo por mecanismos simples, si bien existen excepciones.

A continuación, se citarán algunos ejemplos de cómo algunas clases de textiles inteligentes pueden ser aplicadas para solucionar diferentes problemáticas que afectan a los diversos sectores:

-La microencapsulación, como indica el ingeniero Lozano Berna (2009), consiste en la colocación de pequeños envases de dimensiones manométricas insertados entre las intrincadas fibras. Esta nueva tecnología permite, en su uso más frecuente y general, la

dosificación controlada de diversas sustancias contenidas en dichas cápsulas. Entonces, remitiéndose a su aplicación a un sector particular que puede valerse de este tipo de invención para solventar una dificultad, se citará a la población de Salvador Mazza, en la provincia argentina de Salta, quien en el año 2009 fue afectada por el dengue y por la fiebre amarilla, virus transmitido por un vector biológico, específicamente el mosquito hembra de la especie *Aedes Aegypti*, que habita en zonas tropicales. Hanupulos (2009). En este escenario, las telas con microcápsulas pueden ayudar con gran efectividad, debido a que pueden contener y dosificar con eficacia tanto insecticidas contra culícidos, como repelentes contra estos, previniendo la transmisión de la enfermedad a quien utilizase prendas con estas características al matar o repeler al insecto involucrado en cuestión, Lozano Berna (2009). Esto puede aplicarse para cualquier enfermedad transmitida por un insecto u organismo biológico que pueda ser eliminado por sustancias insecticidas.

-Textiles que conducen la electricidad: En este caso, es posible ubicarse en un escenario muy particular: un bombero en un ambiente potencialmente explosivo. Si las prendas que el bombero viste disipan las cargas, podemos considerar que se reduce drásticamente la posibilidad de que se produzca una chispa o algún fenómeno electrostático, provocado por el roce de las fibras que comúnmente conforman un traje de bombero, pudiendo ocasionar la combustión instantánea de una sustancia inflamable. También se puede mencionar una aplicación médica para este tipo de textiles, como es el control del ritmo cardíaco o de la respiración, mediado por impulsos eléctricos provenientes de prendas que transmitan los mismos.

-Textiles crómicos o Camaleónicos: Estos textiles son capaces de responder a estímulos externos alterando, por lo general, su color. De Socio Oka (2011). Un ejemplo de una aplicación para estos son aquellos que indican un cambio en la cantidad de radiación ultravioleta (UV) recibida en una prenda, que según la intensidad del color advierta de si se trata de una cantidad peligrosa o no. Otros podrían ser fines lúdicos, como generar

prendas con dibujos que se colorean de distintas maneras según los gráficos que tenga. Por último, se puede hacer alusión a un textil que responda con colores distintos dados por la concentración de humedad en el ambiente, utilizable en un baño por ejemplo.

-Materiales con memoria de forma: son materiales que responden al calor y al frío, alterando reversiblemente su forma, siempre a una forma determinada previamente. Soul (2011). Por ejemplo, se pueden utilizar en camperas de abrigo, que según la temperatura corporal es capaz de controladamente abrir los poros en la tela para permitir la salida de calor o el cierre de ellos para conservar el mismo. También se pueden utilizar en auriculares, para adaptarse con comodidad a la forma de la oreja, o de igual manera en asientos para automóviles que se ajusten a la estructura del cuerpo mientras se este sentado sobre la tela, y que luego sea capaz de volver a su forma original, para adaptarse a otra persona si es necesario.

Textiles que incorporan la electrónica y la informática a las prendas: Este tipo de tecnología permite aplicar dispositivos ya conocidos a la ropa y así como también otros que no sean utilizados habitualmente para esta clase de funciones, pero que al ser posible integrarlos a distintas prendas sean capaces de adaptarse a ellas de manera útil y eficiente. Se puede utilizar por ejemplo una computadora para monitorear datos biológicos del individuo que lleve dicha prenda e informar en tiempo real a un recinto de salud el estado de un paciente que esta siendo controlado, o también pueden almacenar energía en una batería gracias a la incorporación de uno o varios paneles solares en la superficie de la misma, o incorporar simultáneamente estos dos (computadora y paneles solares) para alimentar el dispositivo con la radiación que es convertida en energía, o sino también integrar aparatos de iluminación como lo son leds (diodos emisores de luz) en la vestimenta de un ciclista, para que pueda ser divisado en lugares de poca o nula iluminación, o en el uniforme de trabajadores de aeropuertos para divisarlos por la noche con mayor eficiencia, o sino para fines didácticos o de entretenimiento. Se pueden citar infinidad de usos para este tipo de técnicas.

-Textiles antimicrobianos: Como su nombre indica, son textiles que eliminan microorganismos de su superficie o que impiden su crecimiento y proliferación en ella. Wagner de Paula, (2008). Gracias a estos es posible generar prendas que se encuentren limpias y que sean capaces de proveer a quien las utilice una limpieza óptima, para trabajar en lugares que requieran esta característica, como laboratorios o lugares que no puedan contaminarse con agentes patógenos. Esta capacidad podría deberse por ejemplo a hilos de plata, que es un metal con propiedades antibacterianas entre otras, o también hilos que de alguna manera eviten el crecimiento de estos microorganismos en su superficie, así como la aplicación de sustancias con iguales características.

Los textiles inteligentes han sabido integrarse eficientemente a la vida de quienes ya pueden disfrutar de estos, y en consecuencia al creciente mercado en relación a ellos, dado que es posible gracias a ellos resolver problemas provenientes de variadas fuentes. En un principio, como ya se ha dicho, los textiles inteligentes estaban notablemente limitados por las tecnologías existentes en aquel entonces, la cual sesgaba la capacidad de los mismos para transformarse, además de ser un elemento que protege a quien lo usa de los elementos, que aporta un estilo particular por otra parte, en un medio capaz de obrar benéficamente hacia el para facilitar alguna tarea o solucionar un problema, de manera activa o de manera pasiva. Pero eso ya es historia, porque la ingeniería, la ciencia y la tecnología han confluído para revocar el pasado y convertir a las prendas en algo más que un objeto social. Es importante considerar que esto es solo el comienzo de lo que será la próxima revolución, esto es el comienzo de la tecnología que cambiara el futuro de maneras que aun es imposible imaginar, pero que sin embargo ya tan prematuramente, ha logrado impactar solidamente en las bases de lo que una prenda es para la sociedad hoy. Estas innovaciones serán el vehiculo que llevara consigo el cambio radical de lo que significa hoy que es moda, que es tecnología y que es indumentaria.

1.3 ¿Qué es un textil inteligente?

Es posible definir de manera sencilla a un textil inteligente como aquel que, ya sea intrínsecamente dada su composición o mediante algún mecanismo o sistema especializado agregado a él, posee propiedades que le permiten llevar a cabo diversas funciones, por lo general destinadas a aumentar el bienestar de quien lo utiliza o actuar como una herramienta a favor de, e incluso funciones de tipo lúdicas.

El ingeniero Sánchez, nos da una definición mas precisa:

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. Quizá fuera 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.) (2007, p.39).

Están diseñados para llevar a cabo diversas funciones con la intención de beneficiar a su usuario o promover alguna situación beneficiosa para este, pero también existen aquellos que son creados con fines ajenos a esto, como lo son los de tipo estético, por ejemplo, los que contienen olores o perfumes. Como se menciona en la definición citada anteriormente, estos textiles suelen responder a diferentes estímulos externos para llevar a cabo su función, si bien muchos otros no necesitan de ningún estímulo externo para, de alguna manera, expresar su función, sino que están activos en todo momento.

Existen entre ellos una gran cantidad y realizan diversas funciones, desde incorporar microelectrónica o electrónica y con ello funcionar como computadoras integradas a la ropa, otros que cambian físicamente al recibir estímulos externos, por ejemplo calor o frío, algunos que llevan consigo sustancias químicas que pueden actuar como insecticidas o repelentes, otros que emiten luces, otros que son capaces de alterar reversiblemente su forma, y hasta algunos que dispensan olores de manera controlada. Citando nuevamente a Sánchez (2009. p.43), quien los clasifica en las siguientes categorías que son consideradas por él como las más habituales:

En primer lugar los pasivos, los cuales mantienen sus características independientemente del entorno exterior (sólo sienten los estímulos exteriores), en segundo lugar, los activos que actúan específicamente sobre un agente exterior (no sólo sienten el estímulo exterior sino que reaccionan ante él), y por último y en tercer lugar los muy activos, tipo de tejidos que adaptan automáticamente sus propiedades al percibir cambios o estímulos externos.

1.4 ¿Cómo funcionan?

Los textiles inteligentes están conformados por distintos materiales y variados mecanismos que emplean diferentes técnicas para lograr su funcionamiento y la alteración de las propiedades de la prenda. Esto se logra gracias a la investigación científica, y al desarrollo de nuevas tecnologías y materiales que dotan de novedosas propiedades a las prendas confeccionadas con ellos. La ingeniería química y la ingeniería de materiales esta íntimamente relacionada con estos desarrollos, ya que brindan elementos y herramientas que se erigen como pilares básicos al momento de idear, desarrollar y modificar materiales para luego componer las prendas inteligentes. Además de esto, los conocimientos que se han adquirido a lo largo de los años acerca del comportamiento y propiedades de diversos materiales, así como de sustancias químicas que modifican o confieren propiedades.

Entonces, dirigiéndose al funcionamiento de los textiles inteligentes más difundidos y desarrollados, que son los presentados en este trabajo, especificaremos un poco acerca de cómo funcionan:

Basándose en el trabajo elaborado por Capablanca (2008), las microcápsulas cumplen diversas funciones que siempre involucran sustancias en diferentes estados de agregación. Estas sustancias, que incluyen colorantes, enzimas, suavizantes, fragancias, aceites esenciales, parafina, bactericidas, retardantes de llama, repelentes de insectos, agentes microbianos y desodorantes, están contenidas en minúsculos recipientes, cápsulas de escala nanométrica dotadas básicamente de dos sectores, el primero, un núcleo activo que contiene el elemento activo, y el segundo, de una pared polimérica

cuyo grosor ronda entre uno y ciento cincuenta micrómetros, gracias a su estructura es capaz de funcionar como una barrera selectiva que permite el pasaje y la dosificación del sólido o líquido que transporta en su interior. Diferentes estímulos o fenómenos son los que activan su funcionamiento y desatan la ruptura total de la microcápsulas, la administración paulatina de la sustancia contenida o la modificación de la estructura química de la misma. Su funcionamiento generalmente se basa en unos pocos principios: uno puede ser la ruptura total o parcial de la microcápsulas, la cual libera la sustancia contenida al exterior, otra puede ser el traspaso a través de la membrana de dicha sustancia y otra puede ser la modificación de la estructura del principio activo, pero sin que se requiera la liberación del material al exterior. En el caso de la ruptura parcial o total de la microcápsulas, se da por motivos mecánicos, como puede ser por ejemplo la fricción, que logra corromper la estructura, alterarla o deformarla y así liberar el principio activo. En otros casos, se puede tomar como ejemplo la intervención de la luz solar sobre las microcápsulas, la cual ocasiona un cambio en la sustancia al actuar sobre su estructura química, modificando su estado energético o sus enlaces, que se evidencia por un cambio en la coloración o en las propiedades de la misma. Otra forma de liberación se da gracias a que esa modificación en la estructura química de la sustancia permite que la membrana sea permeable a la molécula modificada. En otros casos, la modificación permite que se almacene o libere energía en la molécula, como es el caso de los materiales de cambio de fase, que almacenan de forma parcial la energía corporal en el caso de que la temperatura del cuerpo sea alta y se precise disminuirla, y se vale de este principio para ello, o en un escenario en el que la temperatura sea baja, liberar la energía contenida en la molécula de los PCM (*Phase change material*).

En cuanto a los textiles que conducen la electricidad, esta propiedad está ligada a que los mismos están compuestos por hilos o fibras conductoras, los cuales funcionan como cables que proporcionan un medio óptimo para el pasaje de corriente eléctrica a través de ellas, pero sin dañar a su usuario. Estas fibras pueden estar formadas 100% por

materiales conductores, como la plata o el cobre, 100% por fibras que tienen aplicadas a su superficie partículas conductoras, por ejemplo *Protex Ag*, cuyo proceso de fabricación permite depositar plata de tal manera que su concentración permite la conducción tanto eléctrica como térmica, o también como *Resistat* de *BASF* o *P-140* de *DuPont*, la cual consiste en un núcleo de carbón negro y una funda protectora de poliamida que utiliza el conocido y elemental mecanismo de inducción para disipar las cargas. El sitio web de DuPont (2012, s/p.), especifica:

El núcleo de carbono actúa como un pararrayos, atrayendo las cargas sobre el material. Las cargas opuestas se inducen en el núcleo. Estas cargas inducidas ionizan el aire, y, por lo tanto, neutralizan las cargas del material y las de su núcleo. Así, la electricidad estática se disipa sin riesgos

El ingeniero explica en su artículo:

Existen además, las fibras que son híbridas entre las dos nombradas previamente y por último también existen aquellas que se denominan hilos metalizados, como *Rhodiastat*, perteneciente a la disuelta firma francesa *Rhône-Poulenc*, compuesta químicamente por cobre y azufre (Cu_2S), o también a la fibra creada por *Texmet*, del mismo nombre. (Sanchez, 2007).

En lo que respecta a los textiles crómicos o camaleónicos, éstos actúan respondiendo a diferentes estímulos o condiciones externas. Se los suele clasificar de acuerdo al fenómeno al que responden, entonces, se lo denomina con el prefijo foto si este responde a la luz, termo si responde al calor o al cambio de temperatura, electro si se modifican con estímulos eléctricos, piezo si en cambio reaccionan a una diferencia de presión y por último solvato si el fenómeno que los altera es químico. Sanchez (2007).

Los más difundidos son los textiles fotocromicos, es decir, aquellos que cambian de color o que modifican alguna de sus propiedades al incidir sobre ellos algún tipo de radiación, generalmente radiación de tipo solar, cuya luz esta conformada por variados tipos de radiación electromagnética, de las cuales, la UV o ultravioleta suele ser la más utilizada como fuente de energía para provocar cambios físicos y químicos en la sustancia crómica. También han tenido gran difusión los textiles y las sustancias termocromicas, que, como se dijo anteriormente, son aquellas que modifican su color respondiendo a estímulos de cambio de temperatura, alterando su color de manera reversible.

Los materiales con memoria de forma son materiales capaces de deformarse de manera reversible al ser sometidos a fuerzas mecánicas, tales como presión o también calor, si bien pueden verse modificados por interacciones magnéticas, al producir alteraciones en su estructura química de manera prefijada, pero que dada la naturaleza del material este es capaz de volver a su forma original. Sánchez (2007).

Los textiles inteligentes que incorporan informática o electrónica se valen del principio de conducción de electricidad que proporcionan ciertas fibras, mencionadas anteriormente, y que gracias a esto, posibilita que puedan integrarse diferentes componentes a los mismos para transformarse en un medio que signifique verdadera portabilidad de dispositivos para su usuario.

Por último, los textiles involucrados con la nanotecnología están siendo fuertemente investigados en el sector, con el fundamento de que las mismas representan un cambio sustancial en las propiedades de los materiales, las cuales se ven radicalmente modificadas cuando se las manipula a niveles nanométricos. Ésta tecnología está enfocada en la fabricación de tejidos con propiedades antibacterianas, retardantes de llama, antiolor y hasta absorbentes de rayos ultravioletas, y también existen otros que dada su estructura de carbono tienen una resistencia equivalente varias veces superior a la del acero.

1.6 Distintas funciones que cumplen

Los textiles inteligentes están diseñados para responder, como su nombre lo indica, de manera inteligente a diferentes situaciones o estímulos, y de este modo servir a un propósito para básicamente beneficiar a su usuario. Sus funciones varían de acuerdo al propósito para el cual fueron creados, y esto está dado por la estructura que conforma la prenda, la cual puede estar formada íntegramente por fibras inteligentes, o puede adaptarse a las mismas distintos dispositivos, como es el caso de la electrónica incorporada a las prendas. Entonces, los cosmetotextiles, cumplen una función estética al proveer a su usuario de una fuente de acceso a distintas sustancias que juegan a favor del bienestar

del mismo, y estas sustancias se encuentran contenidas en microcápsulas y pueden ser de naturaleza muy diversa, como por ejemplo químicos aromáticos, fragancias, reactivos químicos o bioquímicos, cristales líquidos y vitaminas. Estos textiles pueden cumplir una función tanto cosmética como de prevención para la salud, al contener sustancias que eliminan agentes patógenos que ocasionan infecciones y distintos problemas de salud.

En cuanto a los textiles crómicos o camaleónicos, las aplicaciones más usuales de esta tecnología tienen que ver con su uso en actividades lúdicas, como prendas para usar en espectáculos, la confección de disfraces o también, si se desea, para la producción de ropa regular. Es posible también incorporar esta tecnología para la creación de uniformes para soldados del ejército, que dadas las características que poseen este tipo de tejidos ofrecerían resultados considerablemente superiores que la tela con la que se confecciona habitualmente los uniformes, en lo que sería, por ejemplo, la capacidad de camuflarse con el entorno circundante a los mismos. (Aitex, 2003).

Los textiles que conducen electricidad pueden funcionar íntegramente como circuitos, permitiendo que no se requieran estructuras adicionales para desempeñar distintas tareas, sino que los componentes de un aparato electrónico estuviesen colocados directamente sobre el tejido. También pueden funcionar asociados parcialmente con dispositivos electrónicos, y llevar a cabo una acción de intermediario, como podría ser actuar como conductor para recargar una batería con energía proveniente a su vez de un panel solar ubicado en la parte externa de la prenda. Podrían actuar también como medio de seguridad o de protección, aislando a la persona de una cantidad de electricidad potencialmente dañina, conduciéndola en su superficie y desviándola hacia un lugar que ya no sea peligrosa para el individuo, como por ejemplo, el suelo. En síntesis, se puede concluir que estos textiles sirven para alimentar, mediar y manipular la electricidad, ya sea para alimentar dispositivos, proteger el cuerpo humano desviando descargas o actuar como un circuito para distintos fines, pensando siempre que pueden incorporarse a las prendas dispositivos electrónicos.

Los materiales con memoria de forma pueden ser utilizados por ejemplo en asientos para vehículos, sillones o sillas, que adoptarían la forma de quien se sienta sobre ellas para luego volver a su forma original y permitir que una persona con dimensiones diferentes u obesidad pueda lograr un apoyo confortable sobre su superficie.

En cuanto a los textiles que incorporan electrónica e informática, pueden llevar a cabo todas las funciones que dispositivos electrónicos pueden desempeñar e incluso más y de manera óptima. Las mismas abarcan desde el control de luz, de seguridad, de temperatura, monitorear en tiempo real la salud del individuo, el cual usa una remera que vigila tales datos, uniformes que envían información de un soldado en un campo de guerra, acerca de si está herido, su localización y la naturaleza de la herida, prendas luminiscentes que se fabrican con hilos conductores que terminan en *leds*, fibras ópticas o por adhesión de materiales luminiscentes al tejido, y se ha llegado al extremo de la posibilidad de incorporar una pantalla flexible sobre una prenda de vestir o también paneles solares que almacenan energía. (García, 2012).

La nanotecnología propone soluciones novedosas y eficientes para las más diversas problemáticas en diferentes escenarios, desde su aplicación a la vida cotidiana hasta su aplicación en la ciencia. Actualmente, se están comercializando varios usos para la nanotecnología, como la administración de fármacos, paneles que convierten la energía solar en energía eléctrica, producción de hidrógeno para ser utilizado como combustible, celdas que almacenan mayor cantidad de energía que las regulares, materiales que contienen nanotubos y nanopartículas en su estructura, aislantes térmicos y eléctricos, y hasta implantes que estimulan el desarrollo celular, Manrique Correa (2009). Diferentes componentes nanométricos otorgan propiedades totalmente nuevas a ciertos materiales, como impermeabilidad, mayor durabilidad y capacidad de repeler microorganismos como hongos. Estos componentes aportan un mayor valor agregado en aquellas prendas que los acoplan. Los nanotubos de carbono se aplican desde el uso en filtros de aire, ropa

para protección de distintos tipos dada su alta resistencia y durabilidad, su uso en el sector agrícola y en compuestos biodegradables.

1.7 Ventajas generales sobre los textiles ordinarios

Las ventajas generales sobre los textiles ordinarios radican en que los textiles inteligentes son capaces de realizar funciones totalmente nuevas, a las que las de los textiles ordinarios ni se acercan. Los textiles inteligentes pasan de ser elementos de la moda para constituirse como elementos que forman parte de un círculo integral de cuidado y atención de sus usuarios, así como un medio para expresar con mayor énfasis y evidencia lo que quien la usa quiere denotar.

Dadas las herramientas con las que estos se crean, los materiales, la manipulación a escala microscópica, los químicos y los conocimientos implicados en esta acción, los textiles inteligentes poseen propiedades que se posicionan por encima de los precedentes. Ellos prestan funciones tan novedosas y diferentes que ni siquiera existen prendas comunes que puedan considerarse de mecánica o funciones similares a las que desarrollan los primeros.

Los textiles inteligentes representan una nueva rama, que se acerca de manera directa a la tecnología, a la ciencia y a la química, las prendas realizadas con textiles inteligentes otorgan una mejora inmensamente superior a la función básica de las mismas, que es primariamente de ser una barrera entre el entorno y el individuo. Incluso existen prendas que son antimanchas, evitando que la misma deba ser lavada, algo considerado como elemental en las prendas que comúnmente se utilizan hoy en día. Se puede agregar que los textiles inteligentes no son solo superiores a los textiles regulares, sino que lo son también a variados y diferentes dispositivos o elementos. Por ejemplo, a un monitor cardíaco, a un esfigmomanómetro, a un GPS (*Global positioning system*), a un pulverizador de insecticida o repelente, a un medicamento que se aplica por vía oral, a un pulverizador de perfume, a una señal o señalizador lumínico, a una computadora portátil, entre otros varios, ya que estos textiles pueden desempeñar problema alguno todas

estas funciones, sin requerir de ningún elemento externo para medir o administrar parámetros o sustancias en quien lo lleva puesto.

Capítulo 2: Distintos tipos de textiles inteligentes

2.1 Cosmetotextiles

Apoyándose en lo que dice el ingeniero Sanchez (2007, p.40), esta técnica textil consiste en aplicar los envases microencapsulados lo cual se logra por acabado y en los que las materias activas utilizadas para este propósito son de naturaleza muy diversa: químicos aromáticos, reactivos bioquímicos o químicos, cristales líquidos y vitaminas.

Estos textiles pueden ayudar a la piel humana a evitar infecciones causadas por agentes patógenos, aunque también pueden desprender distintos aromas, es decir que pueden cumplir una función tanto cosmética como de prevención para salud.

Basándose nuevamente en el texto de Sanchez (2007), las cápsulas son capaces de romperse progresivamente, bien por presión, por fricción, o por biodegradación. Entre los usos más comunes de los cosmetotextiles están las medias hidratantes o refrescantes, o podemos citar también las prendas de vestir interiores o exteriores perfumadas. Éstas propiedades se deben a que las microcápsulas contienen en su interior aloe vera, y que a causa de la fricción con la piel se rompen liberando su contenido, lo que otorga una sensación de suavidad y frescura, propiedad que perdura en las prendas que las contienen hasta 20 lavados.

2.2 Textiles crómicos o camaleónicos

Los textiles crómicos también son conocidos por el nombre de textiles camaleónicos, dado que pueden alterar su color respondiendo a condiciones externas.

Según el ingeniero Sánchez ,”la clasificación se realiza en función del estímulo al que responden: Luz: foto, calor: termo, electricidad: electro, presión: piezo, líquido: solvato.”(2007, p.41)

Cuando se habla de textiles fotocrómicos se hace alusión a aquellos que cambian de color cuando son alcanzados por distintas radiaciones. Una de las maneras de lograr esto es colocando en las fibras microcápsulas que estén rellenas con colorantes sensibles a la luz, la cual, dada su energía, es capaz de modificar la estructura química de dichas

sustancias colorantes de manera reversible. Otro modo es por medio de la aplicación directa, utilizando algún método de estampación, de tintas sensibles a la luz. Los más utilizados son componentes sensibles a las radiaciones ultravioletas (UV). Una aplicación para este tipo de prendas sería una que cambie de color para advertir de exposición peligrosa a los rayos ultravioletas, indebida temperatura o como también para servir como indicador de algún fenómeno particular.

Las aplicaciones más usuales de esta tecnología tienen que ver con su uso en actividades lúdicas, como prendas para usar en espectáculos, la confección de disfraces, o también si se desea, para la producción de ropa regular. Sería posible también incorporar esta tecnología para la creación de uniformes para soldados de ejército, que dadas las características que poseen este tipo de tejidos, ofrecerían resultados considerablemente superiores que la tela con la que se confecciona habitualmente los uniformes, para lo que sería por ejemplo la capacidad de camuflarse con el entorno circundante de los mismos.

Los textiles termocrómicos son aquellos en los cuales su color fluctúa a la par de la temperatura externa que experimenta el mismo, debido a que contienen sustancias similares a las fotocromicas, pero que en lugar de reaccionar ante ondas electromagnéticas, lo hacen frente a variaciones de temperatura. Sánchez enumera 2 clases de este tipo de textiles, aplicados en forma de microcápsulas como acabado textil:

“1. de cristal líquido (el termocromismo resulta de la reflexión selectiva de luz por el cristal líquido). 2. colorantes que sufren un reordenamiento molecular (leucocolorantes) como consecuencia de un cambio de temperatura, por ejemplo las espirolactonas.” (2007, p.41)

El inconveniente con estas sustancias surge en lo que podría llamarse tiempo de vida, el cual es de aproximadamente 3 meses, un lapso muy corto de tiempo que restringe fuertemente la funcionalidad de prendas generadas con esta técnica.

Por último, se nombraría a los textiles denominados solvatocromicos, que son los que cambian de color respondiendo a la concentración de humedad, y que se pueden utilizar

por ejemplo en prendas de baño. También es posible añadir un reactivo químico que permite su aplicación a pañales, por ejemplo, para indicar según un color particular si el mismo se encuentra.

2.3 Textiles que conducen la electricidad

El tipo de tejidos que conducen la electricidad son capaces de lograr este cometido gracias a que están conformados con fibras que tienen esta propiedad, la cual es conferida a toda la prenda dada su naturaleza. La conducción eléctrica es el movimiento de partículas eléctricamente cargadas, generalmente son electrones, a través de un medio transmisor (llamado conductor eléctrico, que en este caso sería el material que compone la prenda). La capacidad de transmitir electricidad varía dependiendo de la naturaleza del material en cuestión, y en general, los metales son los mejores conductores y los materiales más comunes, fáciles de obtener y de manipular para estos objetivos. Sánchez nombra algunas técnicas que permiten obtener este tipo de tejidos:

“1. Por utilización de fibras intrínsecamente conductoras: metálicas puras, aleaciones, de carbono. 2. Fibras con partículas conductoras aplicadas en su superficie: *Resistat (BASF)*, *P-140 (DuPont)*. 3. Hilos híbridos. 4. Hilos metalizados: *Rhodiastat (Rhône-Poulenc)*, *Texmet (Texmet)*.” (2007, p.42).

Estos tejidos son capaces de funcionar íntegramente como circuitos, permitiendo que no se requieran estructuras adicionales para desempeñar distintas tareas, sino que los componentes de un aparato electrónico estuviesen colocados directamente sobre el tejido. También pueden funcionar asociados parcialmente con dispositivos electrónicos, y llevar a cabo una acción de intermediario, como podría ser actuar como conductor para recargar una batería con energía proveniente a su vez de un panel solar ubicado en la parte externa de la prenda. También podrían actuar como medio de seguridad o de protección, aislando a la persona de una cantidad de electricidad potencialmente dañina, conduciéndola en su superficie y desviándola hacia un lugar que ya no sea peligroso para el individuo, como podría ser, el suelo. Por lo tanto, se puede resumir que, en general,

este tipo de tejidos sirve para alimentar, mediar, y manipular la electricidad ya sea para alimentar dispositivos, mediar entre el cuerpo humano y la misma como dispositivo de seguridad, o actuar como un circuito con distintos fines, considerando que los aparatos electrónicos que solemos usar día a día pueden ser incorporados a estas prendas de alguna forma.

2.4 Materiales con memoria de forma

Fundamentándose en lo que el ingeniero Sanchez (2007, p.42) define, los materiales son capaces de deformarse desde su forma original hasta otra antes fijada, en la mayoría de los casos por acción de calor, aunque también puede ser por cambios magnéticos y de otros tipos, como alteraciones morfológicas al exponerlo al agua. Esto ha permitido diversas aplicaciones, pues, además, es un proceso que puede repetirse varias veces de manera reversible.

En prendas de vestir se ha experimentado con delgadas películas de poliuretanos termoplásticos colocadas entre capas adyacentes de tejido. Cuando la temperatura desciende y estos componentes adquieren la temperatura de activación, la bolsa de aire que se encuentra encerrada en el intersticio entre las dos capas y que es lo que provee aislamiento térmico, aumenta su volumen y, en consecuencia, su capacidad de aislamiento y protección contra el frío. Si la temperatura externa fuese alta, el sentido de la deformación de las capas de poliuretano es inverso. Sánchez (2007)

También es posible encontrar materiales de permeabilidad variable que, al aumentar el calor desprendido por el cuerpo, incrementan el tamaño de los espacios entre capas y, consiguientemente, la cantidad de sudor que puede evaporarse a través de estos. Contrariamente, cuando el cuerpo se enfría, el tejido recobra su forma original lo que intensifica su capacidad de abrigo. Cuando se trata de prendas, las temperaturas necesarias para activar la memoria de forma deben ser cercanas a la temperatura corporal.

2.5 Desarrollos que incorporan electrónica e informática a los textiles.

Si tenemos en cuenta lo que Neuman (2012) dice y profundizando un poco más en el concepto, es posible expresar que cuando se hace referencia a los tejidos electrónicos se alude a la fusión de la microelectrónica y los textiles partiendo de la incorporación de una nueva propiedad a los mismos, la conductividad. Para la integración de dispositivos electrónicos a las prendas han sido de fundamental importancia el reemplazo de estructuras rígidas por otras flexibles y la miniaturización. De este modo, las prendas de vestir pueden llevar consigo, por ejemplo, diminutos sensores, o minúsculas fibras conductoras. El problema reside en que estos elementos se supone, no deberían afectar el estilo de la prenda ni su textura, y ser considerablemente fuertes para, en determinadas situaciones, resistir el lavado, la limpieza en seco o incluso los desgarros. La fuente de energía para que el dispositivo electrónico sea capaz de realizar su función puede proceder de pequeñas baterías adheridas al tejido, lo que podría significar algún problema de salud. Pero en el futuro es posible pronosticar que la energía provenga de la conversión del movimiento de quien lleva la prenda en el combustible que alimente a los dispositivos o inclusive, de la energía solar. Entre los diversos desarrollos y aplicaciones posibles, podemos citar al ingeniero Sánchez, quien enumera en uno de sus trabajos:

1. La incorporación de sensores a prendas de vestir, alfombras, paredes tapizadas, para controlar la luz, temperatura, seguridad, etc. Así, por ejemplo, Aitex y Unifam han desarrollado una alfombra inteligente de detección de personas, que puede ser utilizada como alarma de intrusión, como contador de entrada a hoteles, centros comerciales, etc.
2. La camisa Life-Shirt de Vivometrics 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.
3. 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.
4. Prendas luminiscentes. Pueden fabricarse de varias maneras, por ejemplo, utilizando hilos conductores que terminan en leds, fibras ópticas, o por adhesión de materiales luminiscentes al tejido, entre otras posibilidades.
5. 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.
6. Tejidos térmicos: Son hilos y tejidos con propiedades electotérmicas y que, por tanto, pueden generar calor conectándose a baterías de tamaño variable (preferiblemente pequeñas). The Re:Form Studio (Suecia) ha diseñado una cortina para ventanas que responde al ciclo diario de la luz solar. 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. (2007, p.43).

Sin embargo, el uso de la electrónica y la informática en la industria textil despierta cierta incertidumbre. Por ejemplo, se necesita en estos textiles sistemas aptos para conducir la electricidad y conectar los dispositivos electrónicos que la componen entre sí. En prendas de verano, las partes electrónicas se relacionan entre ellas mediante minúsculas descargas eléctricas que son transferidas por medio del cuerpo humano, que en estos casos actuaría como un cable. La cuestión reside en que si estas pequeñas descargas eléctricas transmitidas por medio del cuerpo humano serían capaces de provocar o aumentar el riesgo de sufrir algún daño o perjuicio en la persona que sirve a este objetivo al vestir las prendas.

2.6 Nanotecnología

La nanotecnología se define habitualmente como el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala, generando nuevas propiedades y capacidades a partir de ello, profundizando en la definición brindada por la CNEA, la comisión nacional de energía atómica, de procedencia Argentina (2012).

Así es que la nanotecnología propone soluciones novedosas y eficientes para las más diversas problemáticas en diferentes escenarios, desde su aplicación en la vida cotidiana hasta en la ciencia. Actualmente, se están comercializando variados usos para la nanotecnología como por ejemplo administración de fármacos, paneles que convierten la energía solar en energía eléctrica, producción de hidrógeno para ser utilizado como combustible, celdas que almacenan mayor cantidad de energía, materiales que contienen nanotubos y nanopartículas en su estructura, hasta implantes que estimulan el desarrollo celular, aislantes térmicos y eléctricos.

Junto a esta amplia cantidad de aplicaciones de la nanotecnología en manufactura y materiales se ubica su empleo en textiles (que una vez aplicados a estos se denominarían, nanotextiles), en los que se modifican las estructuras moleculares de las fibras, otorgándoles nuevas propiedades, tales como impermeabilidad, mayor durabilidad y capacidad de repeler microorganismos. El primer textil en el cual se aplicó nanotecnología fue un textil con acabado hidrófobo, que repelía el agua de la superficie de la prenda.

Entre las últimas tecnologías generadas para producción de textiles, se pueden encontrar aquellas en las que se utilizan polímeros intrínsecamente conductores (PIC); de igual forma, los nanotubos de carbono (CNT), así como una serie de materiales en formas de nanopartículas o nanofibras, aportando además un mayor valor agregado en aquellas prendas que los acoplan. En primer lugar, la tecnología que aplica polímeros intrínsecamente conductores (PCI), como son la polianilina, poliacetileno o también el politiofeno entre otros cuantos, se utilizaron en sensores químicos para revelar vapores que, al vincularse con los PCI, modifican su carga neta, cambio altamente útil para proteger a los individuos que usan estas prendas del envenenamiento por sustancias potencialmente riesgosas para la salud, Manrique Correa (2009). Además, la propiedad que permite la modificación del potencial eléctrico, los convierte en útiles para generar textiles inteligentes, que poseen utilidades tales como alterar su coloración al instante ante la presencia de un elemento químico específico, repeler diversas sustancias y microorganismos patógenos, entre muchas otras. Otra de las contribuciones de la nanotecnología que puede ser empleado en la creación de textiles son los nanotubos de carbono (CNT), estructura conformada por átomos de carbono en forma de cilindro, que poseen una resistencia a la tracción mecánica aproximadamente 50 veces superior a la del acero, con un diámetro de cercano a los 50-200 nanómetros. Su aplicación va desde el uso en filtros de aire, ropa para protección de distintos tipos, uso en el sector agrícola y

compuestos biodegradables (tienen la capacidad de absorber diversas sustancias y luego liberarlas de manera controlada), Manrique Correa (2009).

Las nanofibras tienen un diámetro menor a un nanómetro. Los métodos de hilatura de fibras comunes no pueden producir fibras de polímeros con diámetros en la escala del nanómetro; por este motivo, se generan procesos para elaborarlas, y normalmente el más empleado es el denominado electrohilado, que consiste en la aplicación de fuerzas electrostáticas sobre un filamento para llevarlo a tales dimensiones. La superficie de los tejidos confeccionados a partir de nanofibras, en conjunto con su alta porosidad y su minúsculo tamaño de poro, los hacen apropiados para su empleo como tejidos capaces de filtrar y separar distintas sustancias.

2.7 Textiles que incorporan microcápsulas

Las microcápsulas, como se ha mencionado anteriormente, son estructuras análogas a vesículas o recipientes, de dimensiones nanométricas, capaces de contener distintas sustancias y de liberarlas de manera progresiva o continua de acuerdo a distintos estímulos externos o también según el material que constituya dichos recipientes. En éstos son fácilmente distinguibles dos zonas, el núcleo activo, el cual contiene la materia que confiere sus propiedades a la microcápsulas, y la membrana o pared, formada por un delicado armazón polimérico que rodea al primero. El núcleo puede estar compuesto por sustancias tanto líquidas como sólidas. Dada la naturaleza de estas sustancias, en ciertas aplicaciones se requiere la liberación controlada y paulatina de las mismas, lo cual es posible gracias a que la membrana que conforma la microcápsulas así lo permite. Éstos agentes encapsulados, dotan a la microcápsulas con diferentes propiedades que conceden a las prendas que las incorporan la capacidad de emanar fragancias, administrar fármacos tales como medicamentos o vitaminas sintéticas, repelentes, acaricidas y otros químicos, mencionados anteriormente, Capablanca (2008), que combaten ciertos organismos que producen efectos nocivos en el cuerpo humano, camuflaje, señalización mediante colores o vestimenta lúdica gracias a los que son

capaces de modificar su aspecto, prendas que son resistentes al fuego y que pueden ser utilizadas por bomberos o en industrias en las que la temperatura del medio es alta y perjudicial para quienes allí se encuentran, prendas con protección a la radiación ultravioleta, capaz de producir serias alteraciones y daños en la piel, hasta cáncer, y prendas que al confeccionarse con sustancias de cambio de fase logran adaptarse al entorno y de este modo proporcionar al usuario que las utiliza la regulación y estabilización de su temperatura corporal, entre otros tantos cometidos que pueden lograrse con esta tecnología.

2.8 Otros desarrollos

Los textiles inteligentes expuestos en este proyecto de grado son los más difundidos e investigados en la actualidad, pero hay algunos otros pocos desarrollos que han de exponerse a continuación. Se ha avanzado notablemente en la creación de textiles antimicrobianos, los cuales tienen la capacidad de atacar y eliminar a estos organismos sin la necesidad de intervención por parte de sustancias químicas, asegurando la higiene de la prenda al prevenir olores como los que produce la transpiración por las bacterias contenidas en ella o la aparición de bacterias dañinas para la salud. Esto se logra gracias a iones de plata (Ag^+) que están inmersos en las fibras de los textiles, y son dichos iones los que atacan las membranas celulares de las bacterias, Sanchez (2007), causando daños irreversibles en las mismas y provocando así su muerte, evitando su proliferación.

También se están desarrollando prendas que, nuevamente, sin la intervención de químicos, brindan protección altamente efectiva contra la radiación ultravioleta. La empresa química *BASF* desarrolló una fibra que ya esta disponible en el mercado. Se trata de una fibra de *nylon* con partículas de titanio separadas por pequeños espacios, las cuales protegen activamente contra esta radiación, gracias a la absorción parcial de su energía hasta un nivel que no produce daños en la piel humana. USAL (2007).

Por otra parte, con diferentes materiales de nanopartículas integrados en estructuras tridimensionales se están desarrollando y fabricando sensores que pueden monitorear distintos parámetros en el cuerpo humano para asegurar el óptimo estado de salud del mismo.

En la Universidad *Rovira i Virgili*, (2012) se están creando estructuras con sensores y elementos conformados por nanotubos de carbono. Esto se logra gracias a que se tiñen los textiles regulares, por ejemplo de algodón, con soluciones que contienen nanotubos de carbono, los que proporcionan propiedades nuevas al algodón, como la capacidad de conducir la electricidad de manera mucho más eficiente y en cantidad superior al cobre. Además, de esta forma, el tejido es capaz de detectar las sustancias presentes en el sudor o la orina. Éstos desarrollos podrían aplicarse por ejemplo en pañales, para monitorear en tiempo real ciertos parámetros del bebe y determinar si éste presenta algún problema de salud, para poder asegurar su bienestar. El investigador Andrade, (2012), de dicha universidad, afirma que en los próximos años se podrá gracias a estos métodos detectar moléculas biológicas, lo que permitirá vigilar el estado de salud de un individuo a distancia, pero que estos avances no significan un reemplazo de los análisis clínicos convencionales, sino que son mas bien una herramienta que permite la detección temprana de ciertas alteraciones en la salud.

Por ultimo, es posible incluir dentro de esta categoría de nuevos desarrollos a aquellos que son creados gracias a la flexibilidad que ofrecen ciertos textiles que son capaces de conducir la electricidad. Para continuar, es importante destacar lo que la ingeniera, Marino (2006) explica sobre ésta característica, se puede agregar que la miniaturización de la electrónica ha dado como fruto la capacidad de integrar a las prendas diferentes dispositivos electrónicos que se entremezclan con las fibras que conforman las prendas. A continuación se citara a Marino, quien establece que de esta manera, los textiles pueden cumplir 2 funciones:

Integrarse como nuevo material flexible, liviano y de bajo volumen en equipos electrónicos tradicionales, como por ejemplo teclados de computadoras y de

instrumentos musicales, y formar parte de nuevas funciones a las prendas y otros textiles desde la microelectrónica. Por ejemplo, switch en prendas profesionales para manipular equipos o en prendas integradas con ambientes inteligentes del hogar u oficina (manejo de electrodomésticos, computadoras, confort ambiental, alarma de seguridad, etc.). También, en prendas deportivas con capacidad de registros de performance y ritmos, entre otros usos. (2006, s.p.).

Las posibilidades que ofrecen los textiles inteligentes actuales son prácticamente ilimitadas, ya que pueden reemplazar muchos dispositivos que hoy nos rodean al hacerlos portables y prácticos para brindar soluciones o herramientas que de otra manera requerirían métodos menos efectivos y útiles a este fin. Y en cuando a los que todavía están en vía de investigación o que todavía no se ha desarrollado, en los próximos años se avanzará enormemente en la creación de nuevos materiales y productos que representarán aparejos para hacer la vida mas sencilla con un mayor nivel de salud y confort.

Capítulo 3: Mercado consumidor de los textiles

3.1 Mercado nacional y mercado mundial

Enfocando la idea de mercado alejándose de lo estrictamente económico, es un hecho que moda es un producto fuertemente consumido, de gran importancia en muchos entornos. El mundo de la moda gira en torno a las tendencias generadas en los países de primer mundo, y el caso anterior es un claro ejemplo de ello, y parte de allí un gran motivo que hace que éste arte siga creciendo, mutando, evolucionando, sustentando el prestigio y despertando el interés de los expectantes. Es la sociedad quien otorga el lugar privilegiado que la moda, o al menos, el uso de prendas tiene en la actualidad.

Impulsada por el crecimiento de las economías asiáticas sumado a los acuerdos de liberalización comercial y a la disolución del ATV, la producción textil mundial ha registrado grandes y positivas fluctuaciones en los últimos 18 años, rebasando las 70 millones de toneladas de producción de fibras textiles en año 2007, llegando a duplicar lo que se fabricaba en los comienzos de los 90. Este contexto está relacionado parcialmente a los constantes procesos de reubicación que tuvieron lugar en esta industria en los últimos 50 años, en los cuales se produjeron tres importantes cambios. El primero acaeció en la última parte de la década del '50 y principios de los '60 y fue desde Norteamérica y Europa Occidental hacia Japón. El siguiente, en los '70 y comienzos de los '80, fue desde Japón hacia Taiwán, Corea y Hong Kong. El último, en los '90, desde estos últimos tres hacia otras economías en naciendo de Asia, principalmente a Indonesia, Tailandia, China y Filipinas y, en menor magnitud, hacia algunas naciones de Europa Oriental y Latinoamérica, basándose en lo que se encuentra en INET (2010).

Esto, en resumen, permitió el mayor desarrollo y la expansión del mercado textil mundial, incrementando considerablemente la producción industrial de fibras respecto a referencias anteriores, y a su vez, promovió conjuntamente con estos sucesos el crecimiento de las economías de los países protagonistas de estos eventos.

Otra faceta importante dentro del cuadro mundial de producción textil refiere a la separación según tipo de fibra. Una visión a largo plazo marca una ascendente participación de las fibras sintéticas por sobre las naturales y las artificiales. Este comportamiento se da por la aparición y el desarrollo de nuevos materiales; y su incidencia en la tendencia y en los costos de la moda. En efecto, el comercio internacional de artículos del sector textil-indumentaria obtuvo en el año 2007 un total de 583 mil millones de dólares, lo que simboliza el 4,3% de total de mercadería y el 6,1% de los intercambios de productos manufacturados. De ese total, las prendas de vestir representan 345 mil millones, mientras que los productos textiles equivalen a los 238 mil millones restantes. INET (2010).

Los nuevos materiales encarnan la posibilidad de modificar los costos y permitir que los diseñadores generen innovación en la moda. Los altos ingresos generados son la prueba del importante lugar que la moda y todo lo enlazado a esta ocupan en la industria, así como también en la sociedad, quien es la que en última instancia permite que este rubro siga creciendo y progresando.

El salto más importante lo ha dado China, nación que por sí sola da cuenta de casi la tercera parte del aumento mundial de las exportaciones desde 1980. Su intervención en las ventas pasó de 4% - novena posición en el ranking mundial - a 33% en 2007, colocándose como el mayor proveedor global. Además de China, pero con una magnitud ampliamente menor de mercado, existen otras economías en crecimiento que han conseguido incrementar su rol en las exportaciones mundiales de confecciones y textiles como por ejemplo Pakistán, Rumania, Turquía, India, Bangladesh, Indonesia y México, entre otros. (INET ,2010 p. 28).

Entonces, se podría concluir que además del acelerado crecimiento industrial registrado en china, ha habido otros países en situación similar, dada la convergencia de diversos factores, especialmente el bajo costo, cantidad y calidad de materia prima existente, y el

escaso costo de la numerosa mano de obra disponible. A partir del análisis que hace el INTI de los datos recogidos por la ONU (2011), afirma en su artículo:

El comercio mundial tanto de textiles como de indumentaria viene perdiendo importancia relativa dentro del intercambio internacional, como sucede con todos los sectores tradicionales, sin embargo la participación de indumentaria no es menor, especialmente teniendo en cuenta que duplica la importancia del sector calzado.

Desde 1998 el sector indumentaria supera al textil, tendencia que va en aumento a medida que pasa el tiempo. Las importaciones de indumentaria se concentran en la Unión Europea y los Estados Unidos que absorben el 73,3% del total importado mundialmente. En dólares, el comercio mundial de algodón continúa siendo el más relevante, en el 2010 pasó del 39% al 48%. En contraste, se observa una disminución en las fibras sintéticas y artificiales que pasaron del 38% en el 2009 al 31% en el 2010. La demás fibras no tuvieron cambios significativos. INTI, (2011).

Al analizar los fragmentos anteriores, es evidente que el sector ha experimentado un veloz crecimiento, el cual ha sido posible debido a diversos factores que permitieron que el mercado se expandiera, teniendo como principal protagonista a China, quien se ha coronado como productora y proveedora mundial número uno. También se puede afirmar que en términos generales los países desarrollados son los principales demandantes de indumentaria en el mundo, así como que los productos de indumentaria manufacturados han sobrepasado comercialmente a los textiles.

Por su lado, en Argentina, el lugar que ocupa el rubro de indumentaria y del diseño de la misma ha sido testigo de una revalorización y ha adquirido una renovada trascendencia, dando crédito al talento de los diseñadores argentinos, muchos de los cuales además de triunfar localmente lo hacen a nivel mundial.

Como afirma Kacef :

El sector de la Indumentaria en Argentina tiene un peso preponderante dentro del Complejo Industrial Textil, ya que aporta el 51% de las unidades productivas, el

30% de los puestos de trabajo, el 27% del valor agregado y el 26% del valor de la producción del eslabonamiento sectorial. Al mismo tiempo, ocupa un rol de importancia en el entramado manufacturero argentino contribuyendo con el 5,6% de las unidades productivas, el 4% del empleo y con poco más del 2% del valor agregado industrial. (2003, p.1).

Como se puede inferir de los datos anteriores, el sector de la indumentaria en el país tiene gran trascendencia en la escala industrial, ya que abarca y representa un amplio sector de este rubro y comprende una considerable porción de los porcentajes resultantes del análisis de la sección previamente mencionada.

De las 22 ramas que conforman la industria manufacturera Argentina, el sector de la Indumentaria se ubica en la séptima posición en cuanto a importancia respecto al número de unidades productivas, el décimo lugar respecto de los puestos de trabajo ocupados y el 13º puesto en vista del valor agregado generado, IDITS, (2004), de lo que nuevamente podemos derivar que el sector sobresale en la industria nacional.

También, es conocido el hecho de que históricamente, la industria textil argentina se abastece con materia prima de origen nacional, demandando un gran porcentaje de los tejidos producidos, lo que supone lógicamente una retroalimentación y un crecimiento directamente proporcional entre el rubro de indumentaria manufacturada y el de aquellos que proveen dicha materia prima.

El sector textil ha seguido el camino de la industria manufacturera. A partir del año 2002, dada la transformación de precios relativos, la actividad comenzó a crecer en base a la sustitución de importaciones. Aunque, a lo largo de la historia la rama de productos textiles es la que más contribuye a sector en términos de valor agregado, es la sección de fabricación de prendas de vestir la más representativa en cantidad de locales. IDITS (2004)

El valor aproximado de la producción, en base a las estadísticas oficiales del sector textil/indumentaria, en 2008, rondo los 20 mil millones de pesos. Desglosando la cadena

de valor, el sector de prendas de vestir generó un valor de producción durante el año pasado en torno de los 8 mil millones de pesos. INET (2010).

Si bien estas cifras son irrisorias al compararla con los ingresos generados a nivel mundial en el sector, se puede considerar que en la categoría en la cual podría colocarse a la Argentina, como por ejemplo en Latinoamérica, o también como un país subdesarrollado, el número no es tan insignificante, y por el contrario, denota un crecimiento y una fuente de ingresos notable.

3.2 Diseño y moda argentina

La moda en Argentina se ha nutrido en sus comienzos exclusivamente de diseños extranjeros, es decir, que ha sabido ser una moda forastera, armada en base a tendencias e ideas ajenas a la colonia, colonia que posaba su mirada exclusivamente en Francia, Gran Bretaña y España. El diseño en nuestro país ha sabido sortear dificultades, en especial en la crisis económica que sobrevino en 2001, prevaleciendo ante todo, sabiendo incorporar estilos extranjeros, apropiándose de estos con éxito y dándole a los mismos en muchos casos una pizca de carácter autóctono.

Las revoluciones que tuvieron lugar en Europa, correspondientemente ocurridas en el S XVIII, fueron el antecedente que sentó las bases para que la producción industrial de textiles, especialmente algodón y lana en Francia, España e Inglaterra, pudiera aumentar su escala, y a partir de allí dichos países dar lugar al comercio de los mismos, específicamente su exportación, y gracias a esto, colaborar en demasía con la conformación de la cuasi-identidad, maneras y costumbres que se conocen como moda, en este caso Argentina, la cual llegó acoplada a estas negociaciones, y significó una marca indeleble de los tiempos corrientes en aquel entonces, no solo en este aspecto, sino en muchos más, marcados fuertemente por las tendencias cosmopolitas, ideales que por mucho tiempo se intentaron alcanzar.

Se puede afirmar, que la moda argentina se constituyó en sus inicios a partir de la adaptación, imitación y reproducción de los usos, modos y costumbres en boga en aquellos tiempos en el viejo continente. Saulquin (2010), “cree que lo que incentivó a nuestro país a estar informados acerca de lo que se usaba, en Europa especialmente, fue la lejanía de los países productores”. También declara que hasta 1860 las costumbres criollas eran muy sencillas. (Saulquin, 2010, s/p.).

A continuación Saulquin (2010) afirma: “A partir de entonces, con la inmigración y el accionar de la generación del ´80 hubo un fuerte desarrollo económico que influyó directamente en la forma de vestir. El lujo se instaló y fue en aumento hasta la crisis de 1929“, la autora agrega un dato curioso respecto de la diversificación de estilos. "En 1830 hacen su aparición los vestidos de tarde y paulatinamente, los modelos para distintas ocasiones. La diversificación de estilos se completó después de 1860”. (Saulquin, 2010, s/p.)

Llegado un momento, los países productores europeos presentes en la escena no solo exportaban prendas y materia prima, sino que también llegaban a la Argentina modistas y sastres, procedentes de Francia, Inglaterra y España, y también revistas del arte en cuestión, como la reconocida en aquel entonces con el término de La moda elegante, la cual contenía moldes detallados e indicaciones precisas para poder confeccionar diferentes tipos de prendas, bordados y manualidades.

Pero no todo fueron meras adquisiciones preelaboradas, sino que también hubo aportes originales a la moda, de gran importancia, como el que la museóloga Brizzi (2010), señala como el momento más significativo de la moda en nuestro país:

Podríamos remontarnos a la década de 1830, cuando Don Manuel Mateo Masculino instala locales de venta y fabricación de peinetas en Buenos Aires y Montevideo y comienza a hacer peinetones de gran tamaño (algunos llegaron a medir 1,20m en su desarrollo). Este es el gran aporte a la moda que se hace en estas costas, ya que esto no se vio en Europa. (Saulquin, 2010, s/p.)

Para no extender mucho la cuestión de los distintos tipos de moda que tuvieron lugar en el país, se puede decir que la moda fluctúa según la situación económica imperante, y también que supo adquirir un carácter propio, con reconocidos y notables diseñadores, como describe IDITS (2004, p. 25): “Entre ellos resalta la alta capacidad creativa para el desarrollo de diseños, el desarrollo heterogéneo de productos y marcas con reconocimiento nacional e internacional y el prestigio en Latinoamérica como país referente en moda y diseño”, pero que nunca deja de observar al mundo, su estilo y las tendencias que existen en los países reconocidos por generar vanguardia y por siempre estar un paso más allá además de ser creadores y poseedores de diseños con clase, carácter, distinción y originalidad.

En Argentina existe una vasta cantidad de diseñadores, pero solo un grupo reducido es dueño de reconocimiento internacional, y dentro de este selecto grupo, podemos ubicar a los siguientes exponentes: Martín Churba, Mariano Toledo, Verónica Ivaldi. Ellos son quienes representan y dan testimonio acerca de la positiva evolución que el diseño y la moda argentina ha experimentado.

3.3 Inserción de los textiles inteligentes al mercado argentino

Los textiles inteligentes ya arribaron hace tiempo y se instalaron exitosamente en Argentina. Un sencillo ejemplo de esto son algunas de las telas creadas por la compañía estadounidense *Nike*, como las telas *Dri-Fit*. Este tejido está conformado por microfibras de poliéster, fibra que absorbe la humedad y la esparce en un área amplia para que se evapore rápidamente, *Nike Website* (2012). También las telas *Clima-Cool* producidas por la marca alemana *Adidas*, de similar conformación y función que la mencionada anteriormente.

Por otra parte, diseñadores y emprendedores independientes, han incorporado a sus prendas distintos tipos de tecnologías que convierten dada su naturaleza a las prendas

en prendas inteligentes, así como también han sabido implementar tejidos inteligentes para crear prendas con funciones prácticas y útiles.

Por ejemplo, la diseñadora autodidacta Gayoso, pionera en producir prendas este tipo, se lanzó en esta rama de la industria textil con su marca "Indarra", y define sus pensamientos y creaciones de la siguiente manera:

Vivimos una era de intercambio digital, con tecnología apta para comunicarnos como nunca antes. Tiempos en los que la ciencia avanza velozmente, impactando en los textiles. Habitamos un planeta fascinante y luminoso, pero agredido y depredado, al que imperiosamente debemos cuidar. Trabajamos en línea con estas realidades. Desarrollamos prendas que integran tecnología y lo más avanzado en desarrollo textil, con materiales naturales, de fuentes renovables, biodegradables y/o reciclados. Tecnología y naturaleza en interacción, para multiplicar efectos y beneficios. Prendas que hacen cosas, que te conectan con el mundo, interactúan con el medio, cuidan tu piel, tu salud, tu calidad de vida. Prendas inteligentes más allá del diseño y del confort. (2012, s.p.).

De esta manera, con emprendedores y empresarios con proyectos similares, es como se vislumbran estas invenciones, y son estos actores quienes alientan y promueven la entrada a la cotidianeidad de estas nuevas tecnologías textiles, que dada sus cualidades se integran al mercado sin problemas, hecho demostrado, por su potencial capacidad para solventar, facilitar y representar interesantes e innovadores métodos y sistemas que permiten mejorar, a fin de cuentas, la calidad de vida de quienes las circunscriben a las suyas.

3.4 Recepción en el mercado

Los textiles inteligentes fueron ideados décadas antes de que los primeros tipos de estos aparecieran. Al ser tan novedosos y tecnológicamente avanzados, el mercado fue en un comienzo un escenario de escasa competencia comercial, pero que significó un gran aliado y un gran medio para fortalecer a esta nueva incorporación, en una asociación provechosa para ambos márgenes. Debido a su innovadora esencia, esta tecnología fue excepcionalmente bien recibida, ya que ofrecía a sus usuarios la posibilidad de mejorar fuertemente su calidad de vida, y muchas de las empresas más prestigiosas del rubro,

supieron distinguir las virtudes de estas para incorporarla a su línea de fabricación, así como también su potencial a futuro para promover la investigación y así producir nuevas generaciones de estos materiales y métodos. Fabricantes independientes comprendieron de igual forma estos hechos y, a su manera, fueron capaces de explotar esta rama del textil.

Los textiles inteligentes encarnan el futuro de la industria. Son las primeras ideas concretadas, que ya existen, que están entre todos, y son éstas las que representan lo que vendrá. Es absolutamente cierto que la ropa que en la actualidad se viste, tal cual la conceptualizan y conocen, será reemplazada no por algo que media entre el cuerpo del hombre y el exterior, para, en principio, protegerlo de los elementos, sino que pasará a ser un artilugio que además de resguardar pasivamente a quien la lleva, lo hará activamente, por ejemplo, monitoreando los datos vitales del usuario en tiempo real, permitiendo mejorar la calidad de vida de los mismos, lo que constituye una notable razón para que haya actores interesados en promover e insistir con este tipo de piezas en el mercado.

Inherentemente, los consumidores, que indiscutiblemente llevan a cabo el papel de alimentar, mover y promover el mercado, dieron pase libre a esta novedad textil, la cual supo instalarse favorablemente entre ellos, generando un marco propicio para proseguir y persistir en su evolución.

Estos factores mencionados y muchos mas, son los responsables del alentador inicio del que fue protagonista esta tecnología, y esto sienta las pautas para el prometedor futuro que tiene por delante, que indefectiblemente será exitoso, porque es necesario, porque es la punta del iceberg, que muestra el porvenir de la industria, y porque el destino de la humanidad es evolucionar, es mejorar, es incorporar practicas soluciones, en este caso a las prendas, pensando en que defiendan la calidad de vida, que protejan la salud, que otorguen practicidad y comodidad, que promuevan la diversión y el entretenimiento, que sean mas durables y resistentes, que sean una herramienta versátil, que representen a

quien la usa, que sean originales, que sean novedosas, que estén un paso más allá de lo conocido, es por ello que más allá de los costos, las puertas se abrieron de par en par, porque vale la pena dar pie para comenzar con lo mencionado, para a partir de ahí progresar.

3.5 Evolución pos-inserción

Luego de la exitosa inserción en el mercado de los primeros textiles inteligentes, los principales creadores de estos, profundizaron aún más en sus ideas y siguieron trabajando en este concepto, generando nuevos textiles con interesantes funciones, más complejos y orientados a fines que no apuntan exclusivamente a lo estético, sino más bien hacia lo funcional, fijándose, por ejemplo, en disciplinas como la salud, creando prendas que controlan los parámetros vitales, que brindan protección contra rayos UV, o que dosifican la administración de medicamentos. La evolución de esta tecnología está representada por los nuevos materiales, técnicas y usos que han surgido a lo largo de la última década, la investigación que busca el progreso, la persistencia en generar nuevas ideas y nuevos usos, tanto para brindar soluciones, como también para facilitar labores y actividades de la vida cotidiana. La moda, o al menos una parte de ella, sufrirá una metamorfosis y variará de la definición y del contenido que hoy en día conocemos. Saulquin, hace una predicción personal en su libro *la muerte de la moda*:

El sistema integrado de la moda tal como se desarrolla y se conoce en la actualidad está en los comienzos de su desarticulación. Los profundos cambios en la visión que el hombre tiene de sí mismo y del medio que lo rodea, impulsarán, en los próximos años, la superación de esta dialéctica que había triunfado en la modernidad. (1999, p.15).

Esta idea parece ser bastante plausible si se hace hincapié en las necesidades que podrían encontrar solución en estas nuevas tecnologías aplicadas a la industria textil, que sobrepasan los meros aspectos estéticos y profundizan en aspectos enfocados hacia otras metas, reformando la concepción actual de lo que es moda, así como también de lo que es morfológica y funcionalmente la ropa que hoy se conocen.

Capítulo 4: Microcápsulas

4.1 ¿Qué son las microcápsulas?

El término encapsular deriva del latín, “en” significa “dentro de” y “capsula” significa “caja pequeña”. Literalmente, encapsular significa poner algo en una caja. La palabra microencapsulación hace referencia literalmente a la encapsulación de partículas entre 1 y 999 micrómetros, sin embargo, en la práctica, el término es utilizado para partículas de dimensiones entre nanómetros y milímetros.

La razón para encapsular un material es cambiar la interacción directa entre el material encapsulado y el entorno. Este cambio usualmente tiene que ver con el tiempo en el que el material está en contacto directo con el exterior. La elección de los elementos con los que la capsula está hecha, la estructura de la misma y el material encapsulado da lugar a tres modos diferentes de interacción con el medio ambiente. Los materiales encapsulados pueden mantenerse separados directamente del entorno, conjuntamente, el contenido de la capsula puede ser liberado de una vez o el material en la capsula puede ser liberado lentamente en el tiempo.

A medida que el tamaño de la capsula disminuye, tanto la capacidad de distribuir y posicionar las capsulas, como su control sobre el material encapsulado, también disminuye.

La morfología de las microcápsulas depende principalmente del material que se encuentra en su interior y del proceso de creación de la capsula. Las microcápsulas pueden tener formas tanto regulares como irregulares, y basándose en su morfología, pueden clasificarse como mononucleadas, polinucleadas y de tipo matriz. La figura 1 muestra los diferentes tipos de microcápsulas:

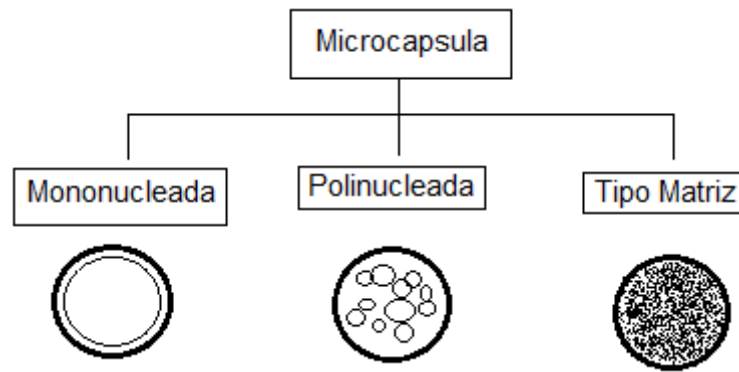


Figura 1: Morfología de las microcápsulas. Fuente: Kumar G. (2006). *Functional coatings by polymer microencapsulation*

En vista de la definición de Aitex (2009), podemos describir a las microcápsulas básicamente como una estructura análoga a una vesícula o recipiente, de dimensiones nanométricas, capaces de contener distintas sustancias y de liberarlas progresivamente de acuerdo a diferentes estímulos externos, o también en función del tipo de material que compone dicho envase.

El uso comercial de la encapsulación y microencapsulación en como revestimientos y laminados puede trazarse hasta los trabajos realizados en el “*National Cash Register Company*” en los años 30. Dichos trabajos estaban dirigidos hacia el papel de copia carbónico. En 1806, un inglés, Ralph Wedgwood, recibió una patente por su escritora estilográfica, la cual usaba papel carbonado. Desde este momento, las copias podían ser realizadas mediante el uso de capas intercaladas de papeles que transferían carbón como material de copia. Mientras la tecnología progresaba, se hizo posible hacer copias simplemente colocando por encima de la hoja en la que se quería copiar, una hoja de papel de carbón o algún material similar. Sin embargo, se esperaban mejoras en esta tecnología debido a que las hojas de carbón utilizadas para copiar manchaban y ensuciaban las hojas que se ubicaban por debajo y las manos de quien efectuaba las copias. Por otra parte, desde que los materiales usados como revestimiento eran de apariencia oscura, las hojas preparadas con estos parecían no ser atractivas. Estos defectos fueron dirigidos hacia el desarrollo de películas de transferencia capaces de

romperse, los cuales contenían gotas aceitosas de fluido para marcar, si bien estas películas no estaban compuestas por capsulas. Estas películas de transferencia consistían en un recubrimiento continuo a modo de un gel coloidal hidrofílico con gotas de aceite dispersas sobre las mismas. Mientras que estas películas aliviaron algunas de las dificultades mencionadas anteriormente, las gotas de fluido en el recubrimiento continuo escapaban mediante grietas en la película, dada su similitud con la textura de una esponja y el gel coloidal rodeando los vacíos donde estaba el aceite. Rupturas en la película continua podrían haber sido causadas por plegar el material o por manipularlo de manera tosca e inadecuada, o incluso por condiciones ambientales inusuales. A fin de eliminar estas dificultades, las películas de transferencia de hidrocoloides microencapsulados fueron desarrolladas. En estos films microencapsulados, las grietas formadas en el mismo no continuaban sobre las capsulas, sino alrededor de las mismas, y gracias a ello, el aceite no era liberado por grietas al azar producidas en la película.

Es posible concluir entonces que el primer gran uso de la microencapsulación en un producto comercial fue para hacer papel de copiar sin carbón o papel de copia mediante transferencia. En el texto "*Functional coatings: by polymer microencapsulation*", Ghosh se enumeran las ventajas y beneficios que la microencapsulación significa:

- Protección de materiales inestables o sensibles del medio ambiente antes de su uso.
- Mejor procesamiento (mejora la solubilidad, dispersabilidad o la fluidez)
- Aumento de la vida útil mediante la prevención de reacciones de degradación (oxidación, deshidratación).
- Liberación controlada, sostenida o temporizada.
- Manejo seguro y conveniente de sustancias toxicas.
- Enmascara olores o sabores.
- Inmovilización de enzimas y microorganismos.
- Administración controlada y dirigida de fármacos.
- Manejo de líquidos y sólidos. (2006, p. 14)

4.2 Principios de funcionamiento

Una microcápsula consiste en una estructura que posee básicamente una escasa complejidad, compuesta por dos zonas fácilmente distinguibles, el núcleo que contiene la sustancia y un delicado armazón polimérico que rodea al primero, como se puede apreciar en la figura que se mostrará a continuación, en la cual se observa en primer plano una microcápsula ya vacía, y de fondo otras con su estructura todavía intacta. En contraste a esto, el proceso de desarrollo de las mismas es un método complejo mediante el cual ciertas sustancias activas, son colocadas en lo que se denomina matriz de la microcápsula, lo que posible dadas las propiedades del polímero, y también si se requiere, se puede lograr una liberación progresiva de estos agentes activos en función de las necesidades específicas del sustrato en el que se depositen las microcápsulas, Lozano Berna (2009).

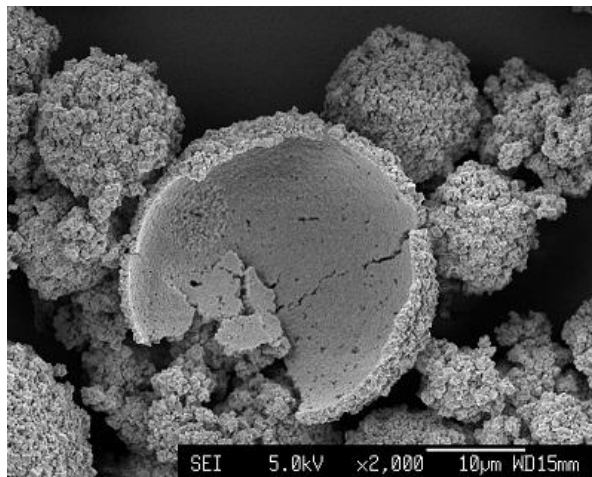


Figura 2: Microcápsulas vistas al microscopio. Fuente: UDEA. (2009). Argentina.

El núcleo puede estar compuesto por sustancias tanto líquidas como sólidas. En el caso de sustancias líquidas, se trata de diminutas gotas que contienen un agente activo que es soluble. Si en caso contrario, el agente activo no es soluble, el núcleo está formado por

una suspensión, trátase de una emulsión de la dispersión del mismo en el líquido que lo contiene. Esta suspensión puede cambiarse o generarse en función del destino para el que vaya a ser utilizada.

En cuanto al revestimiento del núcleo, el polímero usado para la conformación del armazón puede ser de procedencia natural o sintética. Para la creación de las microcápsulas hay distintas técnicas tanto físicas como químicas, pero con frecuencia, el resultado es una suspensión de microcápsulas con tamaños que varían entre 1 y más de 100 micrómetros.

La técnica de microencapsulación depende de distintos elementos y, aunque existen diversos métodos, el proceso se fundamenta básicamente en la separación por etapas del material de revestimiento por encima del agente a ser encapsulado.

En una primera etapa, el componente de recubrimiento se encuentra en fase líquida debido a que fue disuelto en un solvente.

Por su lado, el elemento a encapsular aparece en este tramo en forma de minúsculas partículas (en el caso de agentes de tipo sólidos) o gotas (en caso de que sea de naturaleza líquida) en el medio adecuado, que puede presentarse en forma líquida o gaseosa, dependiendo de las propiedades de la sustancia a encapsular.

En una etapa ulterior, y por múltiples métodos, el revestimiento se deposita encima de la sustancia a envasar y finalmente tiene lugar la solidificación del material de recubrimiento. Lozano Berna (2009)

Se puede enumerar una gran cantidad de técnicas para microencapsular, con modos muy diferentes entre ellos. Normalmente estos métodos pueden ser asociados, de acuerdo a su naturaleza. Aitex reúne en 3 tipos, enunciando las técnicas más representativas de cada uno:

“Procesos físicos: Secado por aspersión/Extrusión/Recubrimiento por aspersión.

Procesos químicos: Coacervación simple/Coacervación compleja/Atrapamiento en liposomas. Procesos fisicoquímicos: Polimerización interfacial/Inclusión molecular” (2003, p.14).

La elección de utilizar la tecnología de microencapsulación ha estado expandiéndose de acuerdo a la cantidad de compañías que la han seleccionado y las aplicaciones para las que las han seleccionado. Adicionalmente, las ventajas de esta tecnología la están introduciendo en variadas industrias. Aunque hay beneficios específicos para cada aplicación en particular, hay beneficios generales en esta tecnología. Estos beneficios generales pueden obtenerse examinando cosas en común que surgen a través de diversas aplicaciones, tales como pesticidas, agroquímicos y administración de fármacos, así como en el rubro alimenticio, textil y en aditivos de la industria del papel. Según la publicación del autor Meirowitz del instituto textil inglés, los beneficios son los siguientes:

- a) Liberación continua, predecible y controlada:
 - Mejor desempeño.
 - Costos mas bajos dada la menor cantidad de material necesario.
- b) Protección de la sustancia contenida de la degradación o evaporación
 - Aumento de la vida útil.
- c) Liberación dirigida a una región particular.
- d) Liberación producida por:
 - Tiempo
 - Temperatura
 - Presión
- e) Control de fragancia o sabor:
 - Liberación
 - Absorción
- f) Capacidad de producción mejorada o más rápida de acuerdo a la facilidad de manejo.
- g) Conversión de líquidos a sólidos de libre flujo.
- h) Protección de materiales peligrosos:
 - Seguridad para el usuario.
 - Protección del medio ambiente. (2010, p.127).

Como se ha mencionado anteriormente, la encapsulación de un material cambia la interacción directa entre el mismo y su entorno. La fase interna es aislada del contacto directo con el medio por un periodo determinado de tiempo. La elección del material del que la pared de la capsula esta hecha, la estructura de esta, la sustancia encapsulada, y el proceso utilizado para su preparación son factores que afectan el comportamiento de

liberación de la microcápsula. El elemento que se halla en el interior de esta puede ser liberado por completo de una vez, o lentamente en el tiempo.

Microcápsulas con variados métodos de liberación están disponibles comercialmente.

Meirowitz, cita en "*Smart textile coatings and laminates*" los siguientes productos que poseen distintos mecanismos de liberación que se encuentran en el mercado:

- "-Aislación (sin liberación).
- Ruptura mecánica.
- Liberación por temperatura.
- Permeabilidad.
- Disolución.
- Liberación prolongada y dirigida.
- Liberación por pH y por ósmosis.
- Liberación fotolítica.
- Biodegradación.
- Liberación activa." (2010, p. 132).

En ciertas aplicaciones, se espera que el material de núcleo encapsulado no se libere, difunda, o fugue de la microcápsula debido a que de ello depende su vida útil. Los materiales de cambio de fase (PCM, sus siglas en inglés) requieren absorber calor y liberarlo una y otra vez. Los PCM microencapsulados deben mantenerse dentro de la capsula mientras el producto dure, para asegurar la funcionalidad de este. Las paredes de la capsula necesitan ser totalmente impermeables, durables y resistentes al estrés mecánico y térmico con el que esta se encontrara dados los múltiples usos a los que serán sometidos los productos. La tabla 1 expone a continuación algunas características de los materiales de cambio de fase:

PCM	Ventajas	Desventajas
Orgánico	<ul style="list-style-type: none"> Simple de usar No corrosivos No se sobreenfrian Sin agente de nucleación 	<ul style="list-style-type: none"> Generalmente mas caros Calor latente mas bajo/ menor densidad Generalmente con un mayor rango de fusión Pueden ser inflamables Menor cantidad de calor transmitido dada la baja conductividad térmica
Basados en sales	<ul style="list-style-type: none"> Económicos Buenos valores de calor latente y densidad Buena Transferencia de calor de acuerdo a la alta conductividad térmica Temperaturas de fase bien definidas Inflamable 	<ul style="list-style-type: none"> Necesitan de una preparación cuidadosa Precisa de aditivos para su estabilización para uso a largo plazo Propenso a sobreenfriarse Puede ser corrosivo para algunos metales

Tabla 1: Características de los materiales de cambio de fase. Fuente: Kumar G. (2006): *Functional coatings by polymer microencapsulation*.

Existe un gran numero de aplicaciones que requieren la liberación del material de núcleo cuando la capsula es sometida a un estrés de activación. Para estas aplicaciones, el elemento del que se compone la pared de la capsula tiene que ser sensible a diferentes tipos de estrés causantes de la liberación del producto encapsulado (presión mecánica, presión osmótica, cambios de temperatura, degradación enzimática, etc.), y a su vez, el producto microencapsulado suele ser un liquido de gran volatilidad.

Hay análisis que se encargan de estudiar el modo en el que las sustancias son liberadas de las capsulas, y es posible categorizarlas de acuerdo a complejas ecuaciones matemáticas que describen esta propiedad, con tal exactitud que las mismas son leyes físicas de tal parámetro.

4.3 ¿Cómo se incorporan a los textiles?

El éxito del uso de la microencapsulación en relación a los materiales textiles requiere que las microcápsulas sobrevivan los múltiples ciclos de lavado y secado para los que están destinados. El proceso de microencapsulación no puede tener un efecto negativo

muy notorio o adverso en cuanto a las propiedades y características al tacto de la prenda, es decir, el confort y la docilidad de la prenda deben estar en un nivel aceptable. Las microcápsulas también deben desempeñar su función durante un periodo suficientemente extenso en relación a la vida útil del producto, para que el usuario que adquiere la prenda este satisfecho con la misma. Ghosh, (2006).

Las microcápsulas pueden ser aplicadas sobre cualquier tela (tejidas, no tejidas, de punto o diferentes prendas). El sustrato puede ser algodón, seda, lana, lino, o fibras sintéticas como poliamidas, poliéster o mezclas. La mayoría de las microcápsulas pueden ser aplicadas usando técnicas comunes de terminación sin alterar la textura o el color de prendas teñidas o diseños estampados. Las microcápsulas pueden también ser adheridas durante el ciclo de enjuague en el lavado.

No solo la eficacia sino también la durabilidad deben ser cuestiones de principal consideración. El mayor desafío es la durabilidad de las microcápsulas en relación a su efectividad. En algunos usos, las microcápsulas deben sobrevivir al menos 20 ciclos de lavado, planchado y otros procesos de alta temperatura, como el secado estando colgada la prenda sin afectar las propiedades de liberación de las microcápsulas.

Durante el lavado, la acción química de productos alcalinicos, la acción mecánica y la temperatura puede alterar las microcápsulas. Sin embargo, las mejoras en cuanto a vida útil de las microcápsulas pueden lograrse usando un aglutinante específico o un sistema de recubrimiento particular para cada tipo de tela.

La mejor manera de obtener los mayores beneficios de textiles tratados con microcápsulas es, por supuesto, lavarlos a mano. Esto minimiza la perdida de agentes activos durante el lavado y maximiza su efecto en la piel cuando la prenda es utilizada.

Finalmente, se debe tener en cuenta que en el caso de capsulas de liberación controlada el efecto sigue siendo limitado: una vez que todas las capsulas se encuentren vacías, no podrán ser rellenadas. (Ghosh, 2006).

En el mercado textil, los productos microencapsulados se ofrecen completamente terminados por proveedores de sustancias químicas que se presentan secas (como polvos) o líquidas (como una solución acuosa con alrededor de un 40 % de masa sólida), y es por ello que su aplicación es inmediata en el tratamiento que tiene lugar sobre el textil y se lleva a cabo sin modificar su textura o su color. Se puede realizar por medio de diversos métodos, por ejemplo por procesos de recubrimiento o laminado, lo que requiere del uso de ligantes, que normalmente son resinas acrílicas, poliuretanos, siliconas o almidones, con el objetivo de adherir las cápsulas sobre el tejido y evitar su desprendimiento prematuro a lo largo de su vida útil. La sujeción del envase sobre el textil se erige en la formación enlaces químicos entre la fibra y la microcápsula, lo suficientemente fuertes como para asegurar su resistencia al uso. Los materiales sobre los que se puede aplicar esta tecnología son muy extensos, comprendiendo desde fibras naturales celulósicas, proteicas y también fibras sintéticas, obedeciendo la forma de aplicación tanto a la clase de fibras como también al tipo de microcápsula y la manera de dispensar su contenido.

Las técnicas de microencapsulación constan normalmente de 3 etapas:

1-Formación de la capsula: Obtención del material que conformara la pared exterior de la misma para envolver el material que será encapsulado (separación de fases, rociado, dispersión, etc.).2- Endurecimiento de la pared de la capsula: Cambiando las propiedades físicas de la pared de la capsula, la cual se transformara en una estructura mas permanente, la cual es mas fácil de manejar de este modo ("*cross-linking*", cambio de temperatura, remoción del solvente, etc.).3-Aislamiento de las capsulas: Remoción del producto capsula del sistema y post procesamiento. (Meiowitz, 2010).

Luego de la administración de este proceso, el producto textil es expuesto a exámenes de calidad, con el objetivo de asegurar la resistencia y durabilidad frente a la acción de diversos agentes y de diversas situaciones que la prenda puede enfrentar en su vida útil,

así como también a pruebas de eficacia, en las que se evalúan experimentalmente la eficiencia en cuanto a liberación de los agentes activos.

4.4 Distintas funciones que cumplen

La aplicabilidad de los productos microencapsulados en el sector textil es realmente alta, pudiéndose obtener tejidos ampliamente funcionales, con características hasta ahora impensables en los mismos, características derivadas de la naturaleza de los agentes contenidos en el núcleo de las microcápsulas. La tabla 2 trata sobre este punto.

Materiales			
Ácidos	Inhibidores de Corrosión	Indicadores	Pigmentos
Carbón activado	Ingredientes Cosméticos	Tintas	Pigmentos dispersos en aceites
Metal activo	Aceites cosméticos	Sales inorgánicas	Proteínas
Adhesivos	Agentes curativos	Resinas de intercambio de iones	Conservantes
Alcoholes	Desodorantes	Hidrocarburos líquidos	Propelentes
Aldehídos	Suplementos dietarios	Aditivos lubricantes	Pelitre
Aminas	Colorantes	Aceites lubricantes	Radioprotectores
Aminoácidos	Soluciones Colorantes	Monómeros	Químicos reactivos
Ingredientes alimenticios para animales	Sustancias Energéticas	Óxidos y polvos metálicos	Productos reflectantes
Antibióticos	Enzimas	Aceites humectantes	Resinas curativas
Anticuerpos	Retardantes de Fuego	Aceites	Retinoides
Antisépticos	Aceites saborizantes	Compuestos organometálicos	Sales orgánicas
Soluciones acuosas	Saborizantes	Oxidantes	Selladores
Agroquímicos	Aceites con Fragancia	Pinturas	Solventes
Antioxidantes	Ingredientes Alimenticios	Péptidos	Esterilizantes
Bacterias	Combustibles	Perfumes	Esteroides
Sustancias alcalinas	Fumigantes	Peróxidos orgánicos e inorgánicos	Endulzantes
Biocelulas	Hongos	Pesticidas	Ayudantes vacunos

Biocidas	Funguicidas	Fármacos	Virus
Blanqueadores	Herbicidas	Materiales de cambio de fase	Vitaminas
Catalizadores	Materiales altamente Reactivos	Fenoles	Vitaminas en aceites
Materiales Quimioluminiscentes	Hidrocarburos	Feromonas	Agua
Solventes	Químicos industriales	Agentes fotográficos	Ceras

Tabla 2: Materiales de núcleo/fase interna disponibles comercialmente. Fuente: Meirowitz (2010). *Smart textile coatings and laminates*.

En determinadas aplicaciones, se precisa la liberación progresiva y controlada de los agentes microencapsulados, para conseguir la emisión de olores o cosméticos, lo cual se logra porque la naturaleza del polímero recubriente lo permite. Mención aparte merecen los PCM (materiales de cambio de fase), con un buen desarrollo textil actual y que son capaces de almacenar en la microcápsula el calor emanado por el cuerpo y liberarlo en función de la temperatura exterior y gracias a sus posibilidades de cambio de fase de sólido a líquido y viceversa, que concretamente cuando cambian de sólido a líquido absorben calor, el cual liberan por su paso de líquido a sólido. Las variadas posibilidades que surgen por la aplicación de microcápsulas en el ámbito textil han promovido la aparición del término, textiles inteligentes, dada la capacidad de dotar a los mismos con novedosas propiedades. Mediante esta técnica se pueden lograr características de nunca vistas y de todo tipo, desde funciones terapéuticas, también cosméticas, y hasta liberación de perfumes y protección, pero siempre sujeto a las propiedades del agente encapsulado, y es indispensable tener consideración de las sustancias contenidas en las microcápsulas y su toxicidad, ya que están en estrecho contacto con la piel. (Aitex, 2003).

4.5 Análisis de casos

4.5.1 Por coacervación compleja

Existen actualmente múltiples métodos o técnicas que permiten la construcción de las microcápsulas. En el presente capítulo se abordarán algunas de estas técnicas.

Según Aguilar (2009), bajo el nombre de coacervación, o separación de fases, se enumeran una serie de métodos de microencapsulación que se basan en producir mediante algún procedimiento la desolvatación (proceso contrario a la solvatación o disolución, que consiste en hacer insoluble un elemento) del polímero que, luego de esto, se deposita en forma de pequeñas gotas de coacervado alrededor de la sustancia que se va a microencapsular.

El farmacéutico Aguilar, afirma:

El término coacervación fue introducido en la química de los coloides por Bungenberg de Jong y Kruyt en 1929 para describir el fenómeno de agregación macromolecular o separación de fases líquidas que tenía lugar en el seno de un sistema coloidal. (2009, s.p.).

Se obtienen en total dos fases líquidas, una rica en coloides, denominada coacervado y otra pobre en coloides llamada sobrenadante. La coacervación es una etapa situada entre una disolución y un precipitado. En cuanto a los factores que inducen la coacervación, se pueden enumerar un cambio en la temperatura, variación del pH y la adición de una sal o un polímero que provocan este fenómeno, (Aguilar,2009).

El proceso de microencapsulación por coacervación consta de las siguientes etapas:

1. Dispersión mediante agitación adecuada del compuesto que se va a encapsular (líquido o partículas sólidas) en una solución del polímero/s formador/es de cubierta.
2. Inducción de la coacervación por alguno de los procedimientos señalados. Se observa que el sistema sufre una opalescencia y, al microscopio óptico, las gotículas de coacervado presentan una apariencia semejante a la de una emulsión.
3. Deposición (adsorción) de las gotículas de coacervado alrededor de los núcleos que va a encapsular.

El sobrenadante, en principio turbio, se va clarificando a medida que transcurre el

proceso de coacervación. La deposición continuada de la cubierta es promovida por una reducción de la energía libre interfacial del sistema, debido a una disminución del área superficial durante la coalescencia de las gotículas líquidas poliméricas. 4. Coalescencia de las gotículas de coacervado para formar una cubierta continua alrededor de los núcleos. 5. endurecimiento de la cubierta de coacervado, sometiendo al sistema a un enfriamiento y añadiendo (de manera opcional) un agente reticulante. Finalmente, las microcápsulas (estructura de tipo reservorio) obtenidas son aisladas por centrifugación o filtración. (Aguilar,2009).

Específicamente, la coacervación compleja es el proceso de separación de fases que tiene lugar de forma espontánea cuando en un medio acuoso se mezclan dos o más soluciones que presentan carga eléctrica opuesta, lo que produce su división según cargas. En los métodos de microencapsulación por coacervación compleja se suelen usar generalmente combinaciones entre una proteína y un polisacárido, habitualmente gelatina y goma arábiga. La gelatina es una proteína anfotérica (lo que implica que puede actuar con carga positiva o negativa, dependiendo del pH) que deriva del colágeno y resulta muy adecuada para la coacervación. La goma arábiga posee carga negativa en todo el rango de pH. Entonces, cuando la gelatina actúa con carga positiva, interactúa con las moléculas de goma arábiga, y en consecuencia, se produce una neutralización de cargas y una desolvatación de la mezcla, lo que deriva en una separación de una fase líquida o coacervado complejo, (Lozano Berna, 2009).

En este proceso se debe tener especial cuidado con el pH, ya que su control determina las cargas de los elementos involucrados en el mismo y la proporción relativa en la que éstos se mezclan y la concentración total del producto final.

A continuación, una figura descriptiva del proceso global.

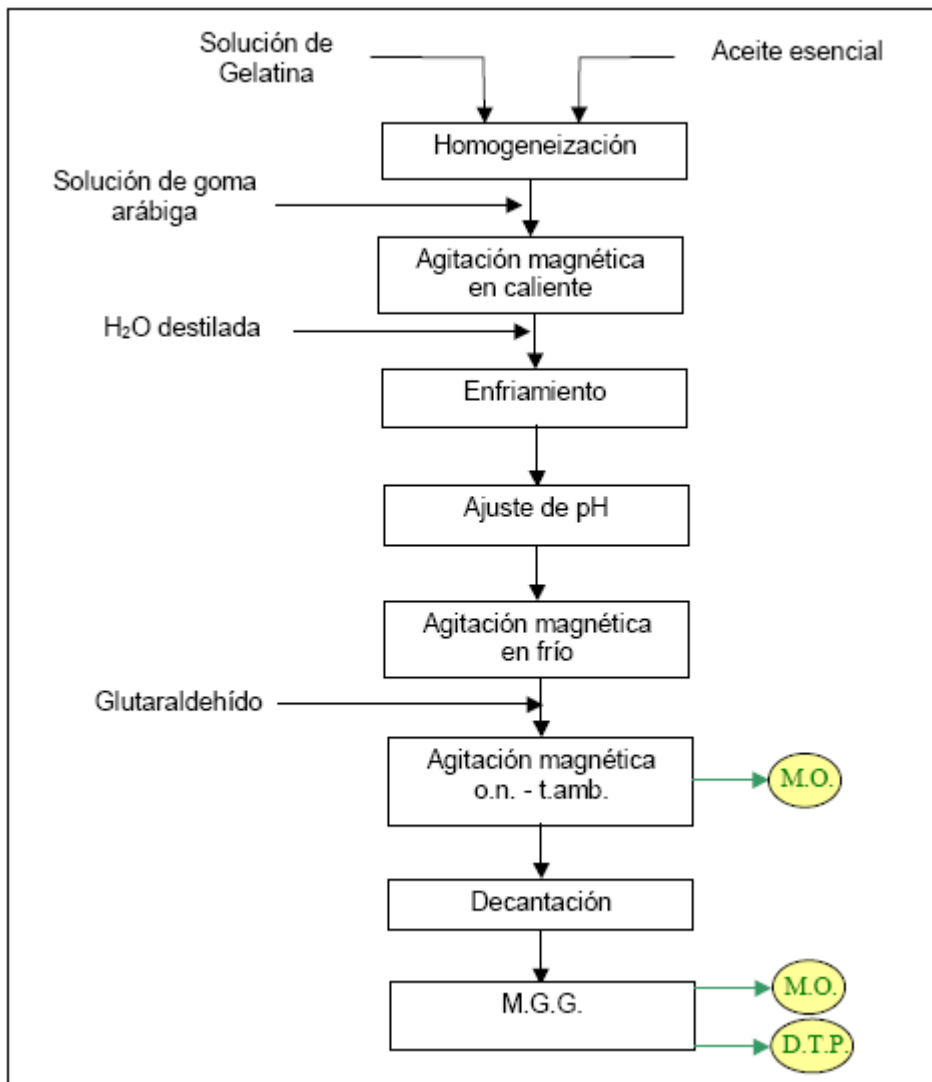


Figura 3: Diagrama de preparación de microcápsulas por coacervación compleja. Fuente: INTI. Miró Specos, et. al. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados. Buenos Aires, Argentina*

4.5.2 Con levaduras

Para éste método de microencapsulación se utiliza levadura prensada comercial y levadura en polvo comercial como material de pared. Para lograr este cometido, primero se inactivan las levaduras utilizando temperatura, es decir, se las mata, y luego se utiliza su estructura como material para construir la membrana que recubre al agente activo. En las pruebas de laboratorio, se suelen encapsular aceites esenciales, como la de limón o la de menta. A continuación, se expone una figura que explica claramente el método de manera resumida, Specos et.al (2009).

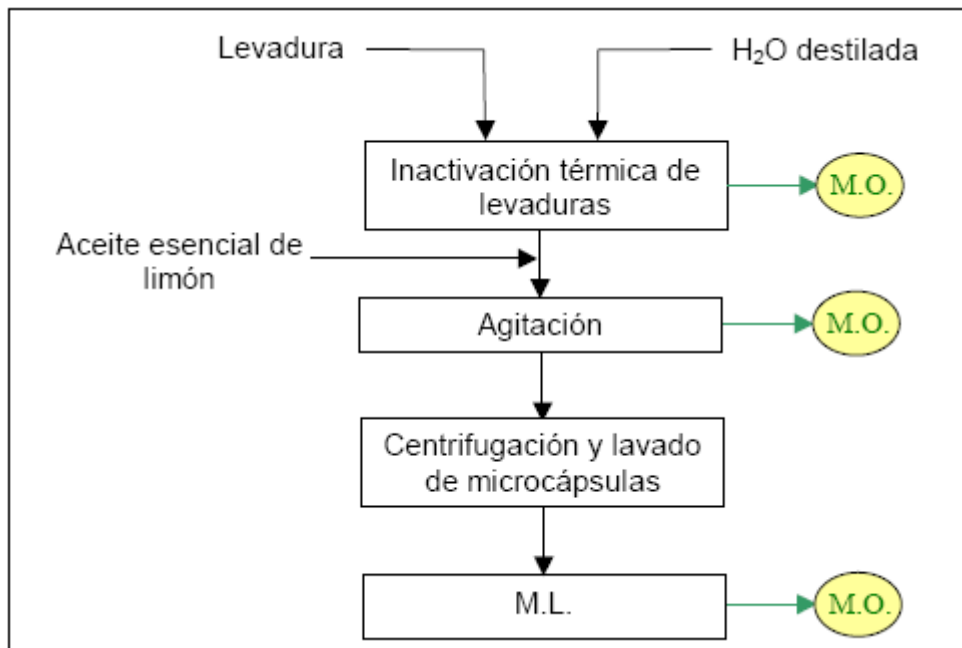


Figura 4: Diagrama de preparación de microcápsulas con levaduras. Fuente: INTI. Miró Specos, et. al. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados*. Buenos Aires, Argentina

4.5.3 Mantenimiento

Las microcápsulas no requieren de mantenimiento, su único deterioro esta dado por factores mecánicos como el roce o el lavado. A continuación se expondrá una serie testeos de resistencia al lavado de prendas con microcápsulas realizado en el INTI,

Specos et al. :

Para evaluar la solidez al lavado, los tejidos aplicados con M.G.G (microcápsulas de gelatina y goma arábica) fueron lavados una vez. Los tejidos impregnados en los cuales por M.E.B (microscopia electrónica de barrido) se observó la presencia de M.G.G. mantuvieron aún su aroma luego del lavado, aunque en menor intensidad que los mismos tejidos sin lavar. Los tejidos impregnados con M.G.G. endurecidas con formaldehído o con glutaraldehido con relación G/P (glutaraldehido/polimero) menor a 0.052:1 perdieron su aroma luego del lavado. Se evaluó el uso de ligantes y de productos auxiliares como isocianato y melamina - formaldehído para aumentar la solidez al lavado de las microcápsulas. Ésta última no pudo mejorarse en ningún caso con el uso de los productos antes mencionados. Como ejemplo de la influencia de los mismos en la permanencia del aroma se detallan en la tabla 1.7 diferentes aplicaciones con M.G.G.(A). Se observa que con el uso de ligante, el tejido pierde su aroma luego del lavado. Con el uso de isocianato y melamina – formaldehído no se observaron diferencias en la intensidad del aroma con respecto a los tejidos impregnados sólo con la suspensión de M.G.G (A). (2009, p.13):

Formulación	Temperatura y tiempo de secado	Permanencia del aroma luego del lavado
M.G.G. (A)	100° C - 3'	++
M.G.G. (A) + isocianato	100° C - 3'	++
M.G.G. (A) + melamina - formaldehído	100° C - 3'	++
M.G.G. (A) + ligantes	100° C - 3' + 130° C - 35"	-
M.G.G. (A) + ligantes + isocianato	100° C - 3' + 130° C - 35"	-
M.G.G. (A) + ligantes + melamina - formaldehído	100° C - 3' + 130° C - 35"	-

Tabla 2: Ejemplos de aplicación con microcápsulas de gelatina - goma arábica con relación aceite/polímero 1,7:1, con aceite de limón encapsulado, endurecidas a pH levemente alcalino con relación glutaraldehído/polímero 0.052:1

Figura 5: Ejemplos de aplicación con microcápsulas de gelatina. Fuente: INTI. Specos et al. (2009).

Las microfotografías por microscopio electrónico de barrido muestran la presencia de las microcápsulas antes y después del lavado en los tejidos impregnados con M.G.G.(B) y M.G.G.(F), sin el agregado de ligantes. Specos et al. (2009)



Figura 6: Microcápsulas antes del lavado en los tejidos impregnados con M.G.G. Fuente: INTI. Miró Specos, et. al. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados*. Buenos Aires, Argentina



Figura 7: Microcápsulas después del lavado en los tejidos impregnados con M.G.G. Fuente: INTI. Miró Specos, et. al. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados*. Buenos Aires, Argentina



Figura 8: Microcápsulas antes del lavado en los tejidos impregnados con M.G.G, sin el agregado de ligantes. Fuente: INTI. Miró Specos, et. al. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados*. Buenos Aires, Argentina.



Figura 9: Microcápsulas después del lavado en los tejidos impregnados con M.G.G, sin el agregado de ligantes. Fuente: INTI. Miró Specos, et. al. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados*. Buenos Aires, Argentina

En cuanto al lavado los tejidos aplicados con microcápsulas de levadura, los cuales fueron lavados una vez. Se observó luego de esto que todos los textiles perdieron su aroma. Sin embargo, las microfotografías por M.E.B. de dichos tejidos procesados, muestran que las M.L. permanecen aún sobre las fibras. La baja intensidad del aroma en los tejidos aplicados con M.L. y su pérdida luego del lavado se puede atribuir al bajo porcentaje de encapsulación obtenido y a la alta permeabilidad de la pared de las microcápsulas de levadura. (Specos et al. ,2009).



Figura 10: Microfotografía M.E.B. de un tejido lavado, impregnado con microcápsulas de levadura con aceite esencial de limón encapsulado. Fuente: INTI. Miró Specos, et. al. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados*. Buenos Aires, Argentina.

Como conclusión se puede establecer que los tejidos que incorporan microcápsulas, pueden resistir con muy poca pérdida de microcápsulas, siempre y cuando se utilicen los métodos correctos de adhesión a las fibras, siendo de mayor durabilidad las microcápsulas de gelatina y goma arábica adheridas con diferentes gigantes.

4.5.4 Fabricación

La fabricación de las microcápsulas abarca variados métodos, técnicas y conocimientos, tanto de la física como de la química, también de diferentes tipos de ingeniería, para lograr capsulas adecuadas de acuerdo al uso que las mismas van a desempeñar. Es de vital importancia conocer las características que las mismas adquirirán según el modo en

el que sean ensambladas, ya que las diferentes técnicas dotan a estos envases microscópicos con propiedades radicalmente diferentes unas de otras.

La tabla 3, extraída de una publicación del instituto textil inglés, expone las principales técnicas químicas y físicas de microencapsulación:

Tabla

Métodos Químicos		Métodos Físicos	
Técnica	Rango de Tamaño(μm)	Técnica	Rango de Tamaño (μm)
Polimerización por dispersión. Evaporación del solvente. Extracción del solvente.	1-500	Secado por pulverización	20-150
Separación de la fase acuosa.	1-500	Enfriamiento por pulverización	5-1000
Separación de la fase orgánica	1-500	Disco rotativo-disco giratorio	5-1000
Coacervación simple	1-500	Recubrimiento en lecho fluido	5-10000
Coacervación compleja	1-500	Coextrusión por boquilla estacionaria	1000-6000
Polimerización interfacial	1-500	Coextrusión por cabeza centrífuga	125-3000
Polimerización por suspensión	100-500	Coextrusión por boquilla sumergida	700-8000
Polimerización por emulsión	0.1-1	Baño en batea	>500
Encapsulación "Sol-gel".	0.1-1	Encapsulación electrostática	>500
Ensamble capa por capa. (LBL)	1-500	Encapsulación al vacío	>500
Polimerización "in situ"	1-500	Recubrimiento de materiales fusibles	>500
		Asistido por CO ₂ supercrítico	>500
		Pulverización por múltiples boquillas	>500
		Dispersión fundible	>500
		Deposición de vapor	>500

3.

Técnicas de microencapsulación: Métodos físicos y químicos. Fuente: Meiorowitz. *Smart textile coatings and laminates. (2010).*

También deben considerarse las ventajas y desventajas que los diferentes métodos de producción de microcápsulas conllevan para los fabricantes, ya que pueden requerir por ejemplo maquinaria de alta tecnología y altos costos de compra y mantenimiento de estas, desperdicio de materia prima, peligros varios para la salud de los operadores, temperaturas elevadas en el lugar de trabajo, entre otras mas. La tabla 4 a continuación explicita algunas de las ventajas y desventajas que algunas técnicas de producción presentan:

Técnica	Ventajas	Desventajas
Revestimiento PAN	Equipamiento de bajo costo	Difícil de manejar, requiere capacitación de alto nivel
Pulverización-Secado	Equipamiento y conocimientos accesibles, versatilidad	Altos costos de equipamiento y operación, altas temperaturas, utiliza solventes orgánicos
Pulverización-Enfriamiento	Libre de solventes	Producción de bajo volumen
Pulverización-Revestimiento	Bajo costo, producción de gran volumen	Difícil de manejar
Presionar-Moler	Fácil de manejar	Alta temperatura, se desperdicia material
Conservación	Versatilidad	Solventes orgánicos, aldehídos como solidificadores
Emulsificación	Bien establecido	Solventes orgánicos
Extrusión	Adecuado para Bioencapsulación	Alta temperatura
Policondensación interfacial	Fácil de manipular	Materiales de transporte no biocompatibles, solventes orgánicos
Liposomas	Permite el paso del producto a través de la membrana celular	Fosfolípidos costosos, solventes orgánicos
Ciclodextrinas	Bien establecido, preparación sencilla	Ciclodextrinas relacionados con asuntos de salud
Fluidos supercríticos	Reemplazo de solventes orgánicos	Sigue bajo investigación

Tabla 4: Relevancia de algunas técnicas de producción. Fuente: *Functional coatings by polymer microencapsulation*, Kumar G. (2006).

Los costos de producción de las microcápsulas suelen ser muy elevados de por si, precio al cual debe adicionarse la manufactura y el posterior procesamiento de las prendas a las

que se colocaran las microcápsulas. “El costo de producción estimado promedio de microcápsulas es de 60 euros por kilogramo de microcápsulas producidas, en una escala de 200 Kg. por lote” (Kumar G., 2006, p. 243).

Capítulo 5: El futuro del mercado: microcápsulas en Argentina.

5.1 Diferenciación de usuarios

Los usuarios podrán ser diferenciados de acuerdo al uso que den según las propiedades del textil y lo que esperen obtener del mismo, estará dado por el lugar donde se utilicen, para que, como se usen y por que razón, como puede ser el entorno, una industria con riesgo de intoxicación, altas temperaturas, exposición a radiación , o también la persona que lo utiliza, es decir, un bombero, una persona que lo utiliza con fines estéticos, como la dosificación de una fragancia o crema para la piel , una persona que lo utiliza con un fin terapéutico o abocado a un tratamiento medico, otra que aprovecha las propiedades termocromicas o fotocromicas para un fin didáctico, en fin, existen tantas pautas para diferenciar a un usuario de otro como sustancias puedan contenerse en las

microcápsulas, entornos donde se usen, características que el usuario busque, dinero que se pueda o se este dispuesto a pagar para adquirir las prendas, expansión de esta tecnología, disponibilidad regional y existencias de las mismas, necesidades que se requieran satisfacer, diferencias étnicas y fisiológicas, entre muchas otras mas . Es posible también establecer usuarios que además de vislumbrar los textiles por su funcionamiento y su potencialidad como herramienta para intervenir favorablemente en la resolución de distintas problemáticas, esperen estar a la vanguardia y por delante de las prendas convencionales, ya que, al fin y al cabo, este tipo de vestimenta puede ser catalogada como una tecnología que se encuentra en la misma línea que un aparato electrónico, como una computadora portátil, y es conocido el hecho de que existen individuos que se caracterizan por actuar de acuerdo a conductas guiadas por estos factores, movilizándose principalmente por el deseo de tener lo ultimo, siguiendo lo que en muchos casos se establece como algo “trendy”, independientemente, en gran parte, de lo que esta tecnología tenga para ofrecerles.

En cuanto a edades, es plausible considerar un sesgo que abarque como se use la prenda y que tipo de conocimientos y habilidades requiera para su buen uso y funcionamiento, es decir, que su selección por parte del comprador va a depender de cómo se opere el dispositivo en cuestión, por ejemplo, una prenda que requiere una intervención activa para su utilización va a estar vinculada directamente con el conocimiento del operador y con la complejidad del aparato y de su manejo, de donde derivara su compra o su rechazo en caso de resultar muy engorroso su empleo. En este escenario entonces, se puede generalizar que las prendas con sistemas mas complicados o de requerimientos mas accesibles para que desempeñe su función, van a ser adquiridos por usuarios jóvenes, quienes están mas familiarizados y capacitados para manejar estos dispositivos comúnmente, y aquellos mas sencillos y con menos necesidades para su uso, serán demandados por personas mayores y/o menos habituadas al uso de aparatos electrónicos como computadoras o tecnologías nuevas o emergentes.

Otro sector podría estar delimitado por un grupo étnico o sectorial, que tenga necesidades particulares o especiales dada su condición racial o espacial, la que pueda propiciar diferencias con la población media de la republica Argentina. Por ejemplo, aquellos habitantes que se encuentren en el noroeste del país, el cual presenta un clima árido y caluroso, promotor de la aparición de piel seca, irritada o enrojecida, peculiares de dicha demografía, y por ello las personas afectadas buscar una prenda con microcápsulas que suministren una crema hidratante para combatir este problema.

La división mas evidente, profunda, probablemente las mas perjudicial y restrictiva para su adquisición, quizá sea la que este dada por el aspecto económico, básicamente se escinde en dos sectores: quienes puedan adquirir un textil inteligente y aquellas personas a cuyo alcance y posibilidades escapen. Como es de suponerse, la elaboración y manufactura de estos suele ser altamente costosa, partiendo desde la materia prima, elaborada en empresas con eslabones de producción especializados, habiendo en la cadena de producción elementos complejos, tales como laboratorios, investigación aplicada, materiales químicos costosos, pruebas y procesos de elaboración propios de estas tecnologías, entre otros factores que aumentan prematuramente el costo de producción de las prendas inteligentes.

De igual manera pueden existir usuarios con un alto grado de interés dirigido hacia los textiles inteligentes, que resultaría en compradores asiduos de ser asequible económicamente para los mismos, y por otro lado aquellos que no presenten demasiado interés hacia estos textiles, pero que de alguna manera deseen adquirirlos.

5.2 Usos según las propiedades del textil

Llegado este capítulo, resulta coherente la idea del mercado Argentino como un escenario muy propicio para la utilización y la proliferación de esta tecnología textil, dado que el país ofrece diversos ambientes en los cuales los textiles inteligentes pueden servir de gran ayuda para modificar y colaborar activamente en la optimización de las actividades que realizan los agentes que intervienen en los mismos.

Las distintas funciones que las microcápsulas pueden llevar a cabo son quienes permiten la integración de las mismas en múltiples entornos, y en la Argentina esto no es la excepción.

Un potencial cliente de un textil inteligente con microcápsulas, o un representante de alguna industria o sector particular, podría preguntarse o cuestionar la razón o el motivo por el cual adquirir esta tecnología, es decir, por que usar microcápsulas o productos que incorporen a las mismas. Una respuesta parcial a esta cuestión puede radicar en tres propiedades fundamentales de las microcápsulas: 1-Liberación controlada. 2-Protección .3-Compatibilidad. 1- Liberación controlada: la liberación controlada o dirigida suele ser la aplicación más común de las microcápsulas. La microencapsulación es una herramienta

ideal para efectuar y lograr un retraso en la liberación de la sustancia activa hasta que tenga lugar el estímulo indicado para ello. La mayoría de las microcápsulas son extraordinariamente estables y muestran una excelente capacidad retardante para contener los materiales encapsulados. Perfumes, aromas, fármacos, enzimas, cosméticos e incluso formulaciones farmacéuticas como vitaminas son encapsuladas para su distribución y administración desde los textiles durante un periodo o situación determinada. Las sustancias encapsuladas pueden también ser liberados de una sola vez, por ejemplo, si la presión aplicada a la capsula o el material que la conforma es disuelto, o también sin estímulos directos como los anteriores, liberándolas poco a poco, un efecto especialmente beneficioso si se tiene en cuenta aplicaciones a largo plazo como la administración de un fármaco antialérgico. 2-Protección: las microcápsulas son utilizadas para almacenar sustancias volátiles o inestables de manera temporal. Los agentes activos en esas capsulas usualmente no son adecuados para su uso directo, dada una variedad de razones que incluyen baja solubilidad, reactividad (que puede ser muy alta o muy baja), y baja estabilidad. Por otra parte, puede resultar ventajoso para optimizar las propiedades de los agentes activos, por ejemplo usando una liberación controlada o sostenida.

La microencapsulación con fines de protección es igual de importante que la que se usa con fines de liberación controlada, dado que este puede prevenir la pérdida prematura de un ingrediente activo, lo que derivaría en una pérdida y disminución en la actividad de esta.

La microencapsulación es un método efectivo y durable de proteger sustancias o productos reactivos de las influencias del medio exterior, como la oxidación, alcalinidad, acidez, calor, gases de polución, humedad y evaporación, y es por ello que pueden ser utilizadas para incrementar la vida útil de un producto. La microencapsulación también previene interacciones no deseadas entre ingredientes activos y otros componentes en un sistema o en fibras, así como aumenta la durabilidad frente a los lavados. Por ejemplo,

la encapsulación de una fragancia involucra rodear a las moléculas activas con una capa de material que prevenga su liberación, también retrasando la misma al medio circundante hasta el momento deseado. La meta es mantener la sustancia en condiciones perfectas hasta que el producto se libere y subsecuentemente su usuario pueda disfrutar de ello. La microencapsulación también puede ser utilizada en un rol de enmascarado de sabores u olores no deseados.

Productos solubles pueden mantenerse como insolubles de manera temporal gracias a la microencapsulación, lo que significa a fin de cuentas una mejor durabilidad al lavado. La microencapsulación también esta involucrada en asuntos de salud, ya que, por ejemplo en el proceso de elaboración de textiles con microcápsulas, protege a quienes los producen de la exposición a sustancias toxicas o peligrosas. 3-Compatibilidad: por ultimo, los productos activos están permanentemente encapsulados de modo que sustancias que son inmiscibles, es decir, que no se pueden mezclar, logren estarlo de manera estable. Compatibilidad y protección son dos cosas que en términos de microcápsulas se encuentra relacionado, y por una variada cantidad de funciones esto será así. Ejemplos habituales pueden ser los materiales de cambio de fase (PCM en ingles, por Phase Change Materials), los cuales están atrapados en las capsulas de manera permanente, lo que deriva en que el efecto y la propiedad que ofrecen no se ve afectado de manera negativa a lo largo del tiempo. Otras funciones interesantes de compatibilidad incluyen la conversión de dos líquidos a polvo con el objetivo de prevenir la aglutinación y mejorar la capacidad de mezclarlos y formar compuestos, o también la mejora en la manipulación de especies activas de forma previa a su procesamiento, o por ultimo, problemas relacionados al considerar la protección de trabajadores o consumidores finales frente a la exposición a sustancias peligrosas o toxicas. Ghosh (2006).

A continuación, se nombrarán algunas funciones de las microcápsulas y se las relacionarán con potenciales clientes de las mismas.

Por ejemplo, se puede relacionar el mercado textil con la industria de la cosmética, específicamente con los perfumes, para lograr una prenda que mediante la aplicación de microcápsulas en su estructura, pueda progresiva y controladamente dotar la misma con una fragancia, lo que da como resultado, que en lugar de rociar perfume sobre las prendas como se hace hoy en día, las mismas se impregnen de fragancia por si sola. Dicha aplicación esta dirigida sencillamente a aquellas personas que usen o acostumbren a usar perfume. También es posible que las microcápsulas contengan productos activos para la protección de la piel, de tal manera que remeras, ropa interior o medias estén dotadas de microcápsulas con estos ingredientes que pueden ser suministrados a la piel durante todo el día, suponiendo una protección considerable que se mantiene en el tiempo. Estas sustancias pueden ser desde aloe vera, cafeína, Kelp (una especie de alga marrón que contiene elementos que estimulan de manera positiva la glándula hipófisis), vitamina E, aceites esenciales, entre otras, lo que puede ser aprovechado tanto médicamente para tratar personas que hayan sufrido quemaduras y requieran un constante aporte de sustancias hidratantes para sanar la piel del quemado, dermatológicamente para quien requiera tratamiento por problemas dérmicos o estéticamente para quien no padezca ningún problema en particular, pero desee verse y sentirse mejor.

Textiles con efectos refrescantes pueden ser utilizados tanto por motivos de comodidad y placer, o también por individuos que requieran tal sensación para llevar a cabo de mejor manera algún tipo de tarea, como podría ser un bombero que se encuentre en un incendio, y este estímulo provocar de manera positiva una sensación de frescura que ayude al mismo psicológicamente al menos a sentirse algo mejor. Esta propiedad esta dada por sustancias químicas tales como el "Myrtilol®" y el mentol. Ghosh, (2006).

De la misma manera que las microcápsulas son capaces de contener perfumes, a su vez, pueden contener repelentes. Su utilidad yace en la capacidad de repeler a los insectos a los que la sustancia contenida en la microcápsulas este dirigida. Ésta aplicación podría

ser utilizada como se dijo previamente en este proyecto, en lugares donde los insectos sean vectores de enfermedades que sean mortales o que representen un riesgo, daño o deterioro en la vida o en la calidad de vida de un individuo, como en comunidades que se vean afectadas por enfermedades de transmisión mediante insectos como lo son el mal de Chagas-Mazza, o también aquellas que transmite el mosquito hembra de la especie *Aedes aegypti*, ya conocidas, como la fiebre amarilla y el dengue.

En cuanto a la contención de bactericidas, sería un principio similar al de los repelentes, solo que en lugar de exterminar insectos, elimina mediante sustancias con agentes activos, bacterias. Se podría utilizar en ambientes en los que la contaminación representa tanto un riesgo de vida de un individuo o dependiendo del escenario de unos cuantos o también en lugares en los que este tipo de organismos representen riesgo en la continuidad o en la línea de una investigación, tomándose como claro ejemplo, un laboratorio, y cuando se hace referencia a riesgo contra la vida humana se puede ejemplificar la utilización de microcápsulas con bactericidas como medio de prevención en hospitales, los cuales constantemente se encuentran en contacto con bacterias y organismos similares que pueden suprimirse con sustancias adecuadas, y que pueden conllevar y ser un peligro para la salud de quienes allí se encuentren. También podría aplicarse en casos como atentados biológicos, en donde las personas encargadas de verificar dicho hecho utilizan trajes especiales que median entre el entorno y el sujeto como barrera física para prevenir un contacto con el agente patógeno, y justamente en esos trajes colocar microcápsulas con sustancias indicadas contra estos, optimizando así la función de la prenda.

En el caso de los materiales de cambio de fase (PCM, *phase change material*), pueden ser empleados en prendas que sean utilizadas en entornos con temperaturas extremas, como lo son lugares de baja temperatura, entornos con nieve por ejemplo, en los que se pierde grandes cantidades de calor corporal, o en el caso contrario, industrias de ambientes con altas temperaturas, como lo es una fabrica de hierro, en donde las

temperaturas del sector puede alcanzar en promedio los 80°C. También esta tecnología podría ser utilizada por bomberos, lo que representaría una gran ayuda y una ventaja vital en un escenario de incendio, proporcionando un mejor traje preparado para permitir a la persona graduar su temperatura corporal, evitando el agotamiento físico, retrasando la deshidratación, protegiendo de temperaturas inadecuadas, entre otras ventajas mas.

Por su lado, los textiles fotocromáticos y termocromáticos, que son prendas que cambian su color respondiendo a estímulos externos (los fotocromáticos a la luz y los termocromáticos a la temperatura). Los mismos podrían ser utilizados como indicadores de diversos fenómenos, como lo es una temperatura perjudicial alcanzada en el exterior de la persona que lo lleva, exposición indebida a los rayos ultravioletas (UV) o al calor extremo, también para fines didácticos utilizando el cambio de color como atractivo. Otra opción sería la utilización de esta propiedad en uniformes de ejército, ya que representan una ventaja significativa al adaptarse al entorno que rodea al soldado, proporcionándole un camuflaje óptimo de acuerdo al escenario circundante.

Otra posibilidad de utilización es la administración de fármacos y medicamentos mediante la dosificación mediada por microcápsulas, de acuerdo a estructuras permeables, respirables y con capacidad absorbente. “El aspecto mas importante de un sistema de distribución de fármacos es la biocompatibilidad (la habilidad de un material para desempeñar con un paciente adecuado una respuesta en una aplicación específica) y la controlabilidad (evitando el riesgo de sobredosis)” .Gosh, (2006, p 249).

La aromaterapia es otro aspecto que abarcan las microcápsulas, utilizando para ello sustancias tanto naturales como sintéticas que tienen efectos energizantes y relajantes sobre el sujeto que utilice los textiles con dicha función. Proveen sensaciones de frescura, liberando progresiva y lentamente la sustancia en cuestión, relajando cuerpo y mente, y es de esto que la empresa *Skintex®* se encarga, testeando mecánica y dermatológicamente estas microcápsulas y desarrollando sustancias como aceites resinosos o extractos de lavanda volátiles para este fin. También se utilizan sustancias

para combatir el insomnio y diversos trastornos del sueño de manera natural. Los usuarios para esta tecnología serian aquellos que deseen beneficiarse con este tipo de prácticas, sin ningún requisito o restricción en absoluto.

Por ultimo, y de enorme importancia en la Argentina, es citable la tecnología anti falsificación que las microcápsulas pueden desempeñar. En prendas de alto valor agregado o de éxito comercial masivo es donde surgen pequeñas empresas que se dedican a crear copias falsas de estas mismas, poniendo bajo presión a las grandes marcas para proteger de la copia ilegal sus productos, y es allí donde las microcápsulas entran en juego y pueden marcar una notable diferencia. “*NoCopi®*” ha patentado *Covert Ink Solutions*. La tinta *CopyMark* es totalmente invisible bajo cualquier luz, tanto UV como otras, hasta que se activa con una lapicera química especial, lo que permite observar a simple vista datos importantes que el fabricante de la prenda quiere transmitir para confirmar la autenticidad de la prenda, Ghosh (2006).

Las tecnologías de este tipo son vitales para generar nuevas soluciones a diversos problemas, ya sea mejorando la calidad de vida de las personas, respondiendo activamente para garantizar su integridad física, también de manera pasiva, pero siempre brindando una herramienta para solventar distintos inconvenientes. Esto se hace posible gracias a que las microcápsulas son capaces de contener una cantidad considerable de sustancias diferentes, las cuales poseen diversas propiedades que permiten desempeñar funciones que sirven para este fin. En el vasto terreno que ocupa la superficie argentina, teniendo en cuenta las numerosísimas variables que pueden considerarse al momento de determinar las diferencias que existen de un lugar a otro, como el clima, el tipo de superficie, las etnias de las personas que viven en el país, los diferentes organismos que ocupan distintos hábitats, que en muchos casos son los generadores de problemas que los textiles con microcápsulas deben encargarse de solucionar, las distintas industrias en las cuales es posible también introducir los tejidos en cuestión para también colaborar en muchas formas en estos entornos, las

posibilidades económicas del país, tanto de empresas multinacionales radicadas en el, o de organismos del gobierno de carácter científico que se encarguen de llevar adelante este tipo de investigaciones, específicamente, si el gobierno no esta en situación de invertir ingresos para generar nuevo conocimiento en este tipo de tecnologías, entre otras numerosísimas variables que influyen a la hora de colocar las prendas con microcápsulas en un lugar determinado, en este caso, Argentina.

La microencapsulacion puede utilizarse para cambiar algunas de las propiedades físicas con el fin de proteger y hacer compatible de algún componente de la formulación, también para proteger o proporcionar una cubierta a sustancias que son fácilmente alterables (facilitar la estabilidad), para programar la aplicación del principio activo, modificar propiedades del medicamento, mas concretamente, para la fabricación de microcápsulas, monocpas o liposomas de acción sostenida, administración de medicamentos controlada, aumento de la estabilidad, proteger de radiaciones, humedad (vitaminas y diversas sustancias), preparar compuestos con sustancias incompatibles entre si ,enmascarar malos olores, estabilizar sustancias volátiles (aceites esenciales), Almengor (2009).

Además, la microencapsulacion es una técnica con una fuerte implantación en diversos ámbitos como el farmacéutico o alimentario, y una tecnología emergente en el sector textil cuya total introducción en el futuro próximo supondrá la apertura de nuevas oportunidades para la obtención de nuevos tejidos con amplias posibilidades funcionales, ya que en la Argentina, un país históricamente agroexportador, con una intima relación en la cosecha y producción de alimentos, puede insertarse en este ámbito también, dada su capacidad de aplicar sustancias químicas controladamente, propiedad que puede ser utilizada tanto para aplicar sobre vegetales, como para administrársela a distintos

animales para eliminar agentes patógenos y garantizar su salud y la de quienes los consumen como alimento.

5.3 Posibles generadores de esta tecnología

Este tipo de tecnologías resulta de la confluencia entre varias ramas de conocimiento, y que antes de encontrarse cara a cara una con otra debido a la naturaleza de estas creaciones, es posible considerar que en muchos casos, poco tenían que ver entre si.

Estas ramas o disciplinas que dan lugar a los textiles inteligentes por regla general, suelen ser las mismas para el desarrollo muchos tipos de ellos, y habitualmente incluye a la ingeniería (ingeniería química o de procesos, ingeniería eléctrica, ingeniería en electrónica, ingeniería de sistemas, ingeniería en materiales, etc.), química aplicada, involucra conocimientos relacionados con el comportamiento de los materiales a escalas microscópicas, interviene de igual manera la física, la fisicoquímica, la computación, también juega un papel de vital importancia, la robótica, conocimientos de biología son igual de necesarios dadas las aplicaciones donde estas prendas serán utilizadas, y, en resumen, es posible argumentar que es la ciencia y el conocimiento que se obtiene a raíz de las investigaciones científicas la base para que este tipo de prendas puedan ser creadas y seguir evolucionando.

Los clientes y/o fabricantes también pueden considerar diversos factores influyentes al momento de seleccionar un método determinado de microencapsulación, entre estos puede encontrarse, según Kumar Ghosh considera:

- El costo de las microcápsulas, grandes volúmenes de estas.
- El costo de procesamiento en o sobre el producto final.
- El aspecto de un proceso de microencapsulación amigable con el ambiente.
- La funcionalidad a adquirir por las microcápsulas.
- La compatibilidad entre las microcápsulas y la matriz a ser incorporada.
- La concentración óptima de los agentes activos en la capsula.
- La facilidad relacionada con los métodos de aplicación sin infringir daño a las capsulas, también evitando la liberación temprana del contenido capsular.
- El mecanismo de liberación y la capacidad de dirigir el producto encapsulado en un momento específico, radio determinado o lugar en función de la aplicación y el uso que el material textil tiene como fin.
- El perfil de continuidad de liberación requerido.
- El tamaño de la partícula, propiedades como la densidad y estabilidad u otras requeridas para el elemento activo. (2006, p.224).

Dadas sus características, los textiles con microcápsulas o las microcápsulas pueden ser utilizados en variados escenarios, y de acuerdo a ello la tabla 5, extraído de “*Smart textile coatings and laminates*”, Meirowitz expone las industrias que utilizan y promueven actualmente la microencapsulación:

Industria		
Adhesivos	Saborizantes	Nutricional
Agrícola	Aditivos alimenticios	Pinturas
Automotriz	Suplementos alimenticios	Papeleras
Biomédica	Cuidado del hogar	Cuidado personal
Productos de consumo	Mejoras del hogar	Productos farmacéuticos
Cosméticos	Químicos industriales	Impresiones
Compuestos	Lubricantes	Recreación
Dental	Medica	Selladores
Farmacéutica	Militar	Seguridad
Esencias	Nuevas industrias	Textiles

Tabla 5: Industrias que utilizan la microencapsulación. Fuente: Meirowitz. *Smart textile coatings and laminates*. (2010).

Por los motivos mencionados anteriormente, es lógico considerar entonces que los desarrollos de textiles inteligentes no pueden llevarse a cabo en los lugares donde normalmente se confeccionan prendas regulares, ya que involucra herramientas, técnicas y conocimientos especializados para su creación. En la republica Argentina existen algunos organismos pertenecientes al estado que están capacitados para desempeñar estas tareas, desde los primeros pasos, que son la investigación, que incluye la creación de nuevos materiales, la preconcepción de cómo llegar a obtener otros, como ensamblar elementos químicos para conseguir novedosas propiedades que resulten útiles a estos propósitos y la disposición de herramientas adecuadas para producir esta tecnología, conocimientos de las necesidades de la población y por consiguiente capacidad de predecir donde será posible ubicar los textiles inteligentes de acuerdo a ello. Siguiendo con esta línea, las empresas multinacionales o de origen extranjero instaladas en el país cuentan, como es de suponer, con todos estos elementos para también llevar a cabo esta tarea.

A continuación se exponen las principales empresas que desarrollan microcápsulas o productos microencapsulados en todo el mundo, muchas de las cuales tienen presencia en la república argentina, y proveen herramientas y materia prima para que el desarrollo de este tipo de tecnología pueda llevarse a cabo en el país. Estas empresas son:

3M	Otras empresas	Encapsulados Balchem
BASF	Bayer	Bio Dar
Brace	Brookstone Chemicals	Capsulis
CavisCelessence/Devan	Cerexagri	Ciba Specialty Chemicals
Cognis	Coletica	Euracli
Drückfarben	Frisby Technologies	Follmann
Glatt	Hallcrest	Haarmar and Reimer
Kappa-Biotech	Karmat	Kobo
Kwizda	Lallemand	Lipo Technologies
Lipotec	LJ Specialities	Makhteshim-Agan
Mane	Microtek	OmniTechnik
Orlandi	Outlast Technologies	Particle Dynamic
Raps	Ronald. T Dodge	Comp.Rotta
Sederma	Sekisui	Sipcam South West Research Inst.
Syngenta	Tagra Biotechnologie	TasteTech
TEAP	Thies Technology	Vertis
Watson Foods		

Tabla 6: Compañías actualmente activas en tecnología de microencapsulación. Fuente Kumar, G. *Functional coatings by polymer microencapsulation. (2006)*.

Conclusiones

Luego de la realización del trabajo es posible inducir ciertas opiniones o conclusiones; partiendo tanto de la requisita de información, investigación acerca del tema y del procesamiento y análisis de la misma, tanto en lo expresado en el presente trabajo, como de la información que fue leída pero omitida por no considerarse de suma relevancia para la confección del mismo pero que ayudo en la construcción y en el asentamiento de la base de conocimiento del autor acerca de todos los temas relacionados estrechamente

con el trabajo, si existe y es razonable a los términos significativos vinculados, la posibilidad de que los textiles con microcápsulas se incorporen con éxito al mercado local y también que se vean envueltos en un escenario con un futuro prospero y no sean solo un producto efímero en el país, y que, a pesar de sus altos costos de fabricación (por encima de los 60 euros por kilo de microcápsulas), sumados a la manufactura de los productos, sigue significando una gran tecnología que representa ventajas tan útiles y de tal importancia hasta el punto en el que es considerable pagar cada centavo de su precio. Entonces, dirigiéndonos a las conclusiones, se puede comenzar considerando que tomando los indicadores de crecimiento económico, que alentarían a empresas extranjeras o multinacionales a instalarse en la Argentina, del estímulo y el impulso a la industria nacional y también de las pequeñas empresas, que servirían al propósito de confeccionar estos textiles, conformando en su totalidad herramientas para la formación de un mercado próspero para que esta tecnología pueda ser desarrollada en el país, y también debido a otros muchos factores que funcionan como catalizadores para que así sea, tales como los elevados índices registrados en cuanto a consumo de bienes por persona en la argentina, especialmente en lo que respecta a vestimenta. También es de suma importancia la localización del país, la cual es responsable de los mas diversos ambientes, que brindan inherentemente elementos propicios para la incorporación de los textiles inteligentes, por ejemplo los ya mencionados pueblos aquejados por el dengue, en los que las prendas que incorporan microcápsulas con insecticidas y repelentes serian de vital importancia para combatir esta enfermedad, significando para quienes lo usen un cambio drástico en su calidad de vida, tan drástico en algunos casos como la diferencia entre la vida y la muerte.

La Argentina a su vez es un mercado propicio básicamente porque son tecnologías necesarias. Es necesario brindar soluciones novedosas, creativas, prácticas y eficientes

en un sector donde ello puede significar un cambio dramático en la calidad de vida de quienes lleguen a ellas.

La dificultad más grande subyace en la problemática que representa el costo de estos textiles. Eso va a depender elementalmente del lugar en el que se produzcan y de cuán difundida y avanzada esté la tecnología para cuando salga a la venta, ya que, como es obvio y se observa habitualmente, si una tecnología alcanza un grado alto de desarrollo y difusión, se abarata su producción, debido también en parte a que se convierte en algo más común o normal en el mercado la presencia de la misma. Además, dada la urgencia que algunas enfermedades representan en ciertos sectores, el mercado podría verse alimentado por parte del gobierno o de organizaciones especializadas que se dediquen a ayudar y a combatir estos factores que son un enemigo real y potencial para la vida de los individuos que las padecen. Entonces, se vería gracias a esto grandes volúmenes de compras o subsidios por parte del estado para adquirir las prendas a un costo mucho menor que el costo regular. Posiblemente esta tecnología se va a masificar y no estará dirigida solo a un público acotado, ya que al ser utilizada y resolver problemáticas va a ser necesaria para gran parte del territorio Argentino. Por lo tanto, no será un objeto que solo las clases más altas podrán adquirir, sino que estos son concebidos como un elemento que no es meramente estético, sino que es un bien que representa un serio y sólido avance por sobre lo que es la ropa hoy, para convertirse en un elemento que, básicamente, brinda confort, seguridad, protección y una barrera activa contra distintos elementos que ponen en riesgo la integridad de quien lo usa, entre muchas características más y propiedades sin precedentes.

En Argentina, además, esta tecnología y su difusión podría erigirse en un principio sobre empresas que confeccionen prendas deportivas, como por ejemplo *Adidas* o *Nike*, que fueron pioneras en incorporar los primeros textiles inteligentes (*Climacool* en *Adidas* y *Dri-Fit* en *Nike*) a sus líneas de indumentaria. Pero también puede que empresas o laboratorios enfocados hacia una visión de salud, protección y bienestar para estas

tecnologías sean quienes enarboles la bandera de ser los difusores de esta tecnología para proveer a los usuarios soluciones que permitan su supervivencia o la mejora de su calidad de vida.

Es poco probable que en Argentina suceda como en la mayoría de los países que el desarrollo de esta tecnología este movilizada principalmente por motivos militares o relacionados a la investigación espacial, ya que en este país, una porción muy pequeña de los ingresos generados por la nación es destinada al sector de las fuerzas armadas, y mucho menos al de investigación espacial, que esta mas bien abocado a empresas privadas que llevan a cabo dichas investigaciones.

A su vez cabe destacar que las microcápsulas no solo aportan soluciones y beneficios en el mercado textil, sino que las mismas pueden extenderse a otros sectores, como por ejemplo: con respecto a automóviles, donde la utilización de las microcápsulas que producen el cambio de forma pueden ser destinadas a la fabricación de sus asientos, los cuales adopten la forma del cuerpo de la persona, así como también utilizarse en otro ámbito que no sea exclusivamente solo para el diseño de prendas, como por ejemplo, almohadones, almohadas, manteles, sábanas, entre otros, e incluso hasta sillones. Otras microcápsulas que podrían encontrar función fuera del mercado textil son las que mantienen una temperatura determinada, las cuales pueden ser utilizadas en ropas de cama, para mantener y de manera inteligente controlar la temperatura dentro de ella. Otro tipo de microcápsulas que puede intervenir por fuera son las que contienen pigmentos que cambian de color, pudiendo encontrarse en cortinas de una habitación, que al dar el sol modifiquen su color, de esta manera aportar dinamismo en cuanto al diseño de ese sector de la casa, así como también las mismas microcápsulas aplicadas a cortinas de baño, en donde, a diferencia, cambie el color cuando ésta se moje o cuando el agua cambie la temperatura de la misma, genere una atracción para niños a la hora del baño.

Por lo tanto, se puede concluir diciendo que básicamente, las microcápsulas, pueden utilizarse en la fabricación de cualquier elemento que admita a estos materiales en su confección, desde el mercado automotriz hasta el mercado del entretenimiento.

Lista de Referencias Bibliográficas

Aguilar, J. (2009). *La microencapsulación*. Buenos Aires Disponible en: <http://farmaciaaguilar.blogspot.com.ar/2009/02/la-microencapsulacion.html>

Almengor, L. (2009). *Nanotecnología en la industria alimentaria*. Guatemala: Universidad Rafael Landivar, revista electrónica número 13. Disponible en: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_13_QUI01.pdf

- Análisis de competitividad de las cadenas productivas en la ciudad de Mendoza: primer informe sectorial de la industria textil.* (2004). Mendoza: IDITS. Disponible en: http://www.idits.org.ar/Nuevo/Servicios/Publicaciones/SectorTextil/Inf_sectorial_textil_Mza-IDITS.pdf
- Aplicaciones nucleares: Nanotecnología.* (2012). Buenos Aires: CNEA. Disponible en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/nanotecnologia.php
- Balbás García, J. (2012). *Nuevos materiales para la fabricación de dispositivos electrónicos.* Cantabria: Revista Técnica Industrial. Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-4198-Nuevos-materiales-fabricacion-dispositivos-electronicos.aspx>
- Capablanca Francés, L. (2008). *Evaluación de la adhesión y permanencia de microcápsulas sobre tejidos de algodón.* Valencia: Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12176/TesisMaster_Capablanca.pdf?sequence=1
- De Socio Oka, R. (2011). *Prendas terapéuticas: Diseño de indumentaria para Neonatos.* Buenos Aires. Universidad de Palermo. Disponible en: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/archivos/390.pdf
- Diario digital de la agencia de noticias Telám: *Economía* (2012, 09 de Enero). Argentina. Disponible en: <http://www.telam.com.ar/nota/12467/>
- DuPont (2012). *Protección antiestática.* Estados Unidos. Disponible en: <http://www.dpp-europe.com/-Proteccion-antiestatica-.html?lang=es#>
- El sector indumentaria en Argentina.* (2010). Argentina: Buenos Aires. INET. Manuscrito no publicado.
- Gayoso, J. (2012). *La Tierra. Siglo XXI.* Buenos Aires: Indarra. Disponible en: <http://www.indarradtx.com/quienes-somos/index.htm>
- Guerrero, T. (2012, 03 de Mayo). *Nanotecnología: Ropa inteligente para vigilar el estado de salud.* Barcelona: Diario El Mundo. Disponible en: <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/05/03/nanotecnologia/1336065302.html>
- Kacef O. (2003) *Estudios Sectoriales: Componente: Estudio de la confección y el diseño.* Argentina: Unlam. Disponible en: <http://economicas2.unlam.edu.ar/unlam100/biblioteca/cepal/LIN22.pdf>
- Kim, K.; Horrocks, R.; Meirowitz, R. (2010). *Smart textile coatings and laminates.* Cambridge. Woodhead Publishing Limited.
- Kumar Ghosh, S. (2006). *Functional coatings by polymer microencapsulation.* Weinheim: Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Lozano Berna, M. (2009). *Obtención de microencapsulados funcionales de zumo de opuntia stricta mediante secado por atomización.* Cartagena. Universidad Politécnica

- de Cartagena. Disponible en:
<http://repositorio.bib.upct.es:8080/dspace/bitstream/10317/954/1/pfc3022.pdf>
- Malmivaara, M.; Hurford, D., (2009). *Smart Clothes and wearable technology*. Cambridge, Woodhead Publishing Limited.
- Manrique Correa, H. (2009). *Aplicación de nanotecnología en la industria textil Colombiana*. Colombia: Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Revista en línea. Disponible en: http://www.revistavirtualpro.com/files/TI01_200908.pdf
- Marino, P. (2005). *Textiles inteligentes: investigación y desarrollo en materiales textiles*. Buenos Aires: INTI. Disponible en: <http://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc33/inti4.php>
- Microencapsulacion: *Nuevas capacidades para los tejidos tradicionales* (2003) Alicante: AITEX. Disponible en: <http://textil.org/extranet/inf/revista9/pag14.pdf>
- Miró Specos, M. M.; Puggia, C.; Hermina, L.; P.; Zunino, C.; Escobar, G.; Defain Tesoriero, M V. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados*. Buenos Aires. Argentina: INTI-química; INTI-textiles. Disponible en: http://www.inti.gob.ar/quimica/pdf/microencapsulacion_textiles.pdf
- Neuman, G. (2012). *Los E-textiles: ropa inteligente que incorpora elementos tecnológicos*. México: Bi2Green. Disponible en: <http://www.bi2green.com/los-e-textiles-ropa-inteligente-que-incorpora-elementos-tecnologicos>
- Nike (2012). *Dri Fit*. Estados Unidos. Disponible en: http://help-en-us.nike.com/app/answers/detail/article/product-technology-drifit/a_id/204/p/3897
- Revista First. (2006). *Moda del futuro: La ropa inteligente*. Disponible en: <http://lujosyplaceres.blogspot.com.ar/2008/09/moda-del-futuro-la-ropa-inteligente.html>
- Saulquin, S (2010). *La muerte de la moda, el día después*. Buenos Aires: Paidós
- Sanchez Martin, J.R. (2007). *Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil*. Salamanca: Fundación técnica industrial. Disponible en: <http://tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numerosos/28/36/a36.pdf>
- Vestir (con) ciencia: Información económica internacional*. (2011) Argentina: INTI. Disponible en: http://www.inti.gob.ar/textiles/indumentaria/info_economica_int.htm
- Wagner de Paula, L. (2008). *Tratamiento antimicrobiano basado en la tecnología de la plata*. Chile: Santiago. XIX Congreso Latinoamericano de química y textil. Disponible en: <http://www.detextiles.com/files/TRATAMIENTO%20ANTIMICROBIANO.pdf>

Bibliografía

- Aguilar, J. (2009). *La microencapsulación*. Buenos Aires Disponible en: <http://farmaciaaguilar.blogspot.com.ar/2009/02/la-microencapsulacion.html>
- Almengor, L. (2009). *Nanotecnología en la industria alimentaria*. Guatemala: Universidad Rafael Landivar, revista electrónica número 13. Disponible en: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_13_QUI01.pdf
- Análisis de competitividad de las cadenas productivas en la ciudad de Mendoza: primer informe sectorial de la industria textil*. (2004). Mendoza: IDITS. Disponible en: http://www.idits.org.ar/Nuevo/Servicios/Publicaciones/SectorTextil/Inf_sectorial_textil_Mza-IDITS.pdf
- Aplicaciones nucleares: Nanotecnología*. (2012). Buenos Aires: CNEA. Disponible en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/nanotecnologia.php
- Balbás García, J. (2012). *Nuevos materiales para la fabricación de dispositivos electrónicos*. Cantabria: Revista Técnica Industrial. Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-4198-Nuevos-materiales-fabricacion-dispositivos-electronicos.aspx>
- Capablanca Francés, L. (2008). *Evaluación de la adhesión y permanencia de microcápsulas sobre tejidos de algodón*. Valencia: Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12176/TesisMaster_Capablanca.pdf?sequence=1
- De Socio Oka, R. (2011). *Prendas terapéuticas: Diseño de indumentaria para Neonatos*. Buenos Aires. Universidad de Palermo. Disponible en: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectorgraduacion/archivos/390.pdf
- Diario digital de la agencia de noticias Telám: *Economía* (2012, 09 de Enero). Argentina. Disponible en: <http://www.telam.com.ar/nota/12467/>
- DuPont (2012). *Protección antiestática*. Estados Unidos. Disponible en: <http://www.dpp-europe.com/-Proteccion-antiestatica-.html?lang=es#>
- El sector indumentaria en Argentina*. (2010). Argentina: Buenos Aires. INET. Manuscrito no publicado.
- Fukai, A (2003). *Moda, Una historia desde el siglo XVII al siglo XX*. Kyoto: Taschen Jenkyn
- Gayoso, J. (2012). *La Tierra. Siglo XXI*. Buenos Aires: Indarra. Disponible en: <http://www.indarradtx.com/quienes-somos/index.htm>
- Guerrero, T. (2012, 03 de Mayo). *Nanotecnología: Ropa inteligente para vigilar el estado de salud*. Barcelona: Diario El Mundo. Disponible en: <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/05/03/nanotecnologia/1336065302.html>
- Gutcho M.H., (1979). *Microcapsules and other capsules*. New Jersey.

- Hollen, n.; Saddler, J.Langford, A. L. (1997). *Introducción a los textiles*. México: Limusa
- Kacef O. (2003) *Estudios Sectoriales: Componente: Estudio de la confección y el diseño*. Argentina: Unlam. Disponible en: <http://economicas2.unlam.edu.ar/unlam100/biblioteca/cepal/LIN22.pdf>
- Kim, K.; Horrocks, R.; Meirowitz, R. (2010). *Smart textile coatings and laminates*. Cambridge. Woodhead Publishing Limited.
- Kumar Ghosh, S. (2006). *Functional coatings by polymer microencapsulation*. Wenheim: Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Lozano Berna, M. (2009). *Obtención de microencapsulados funcionales de zumo de opuntia stricta mediante secado por atomización*. Cartagena. Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en: <http://repositorio.bib.upct.es:8080/dspace/bitstream/10317/954/1/pfc3022.pdf>
- Malmivaara, M.; Hurford, D., (2009). *Smart Clothes and wearable technology*. Cambridge, Woodhead Publishing Limited.
- Manrique Correa, H. (2009). *Aplicación de nanotecnología en la industria textil Colombiana*. Colombia: Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Revista en línea. Disponible en: http://www.revistavirtualpro.com/files/TI01_200908.pdf
- Marino, P. (2005). *Textiles inteligentes: investigación y desarrollo en materiales textiles*. Buenos Aires: INTI. Disponible en: <http://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc33/inti4.php>
- Microencapsulacion: *Nuevas capacidades para los tejidos tradicionales* (2003) Alicante: AITEX. Disponible en: <http://textil.org/extranet/inf/revista9/pag14.pdf>
- Miró Specos, M. M.; Puggia, C.; Hermina, L.; P.; Zunino, C.; Escobar, G.; Defain Tesoriero, M V. (2009). *Obtención de textiles con acabados a base de productos microencapsulados*. Buenos Aires. Argentina: INTI-química; INTI-textiles. Disponible en: http://www.inti.gob.ar/quimica/pdf/microencapsulacion_textiles.pdf
- Neuman, G. (2012). *Los E-textiles: ropa inteligente que incorpora elementos tecnológicos*. México: Bi2Green. Disponible en: <http://www.bi2green.com/los-e-textiles-ropa-inteligente-que-incorpora-elementos-tecnologicos>
- Nike (2012). *Dri Fit*. Estados Unidos. Disponible en: http://help-en-us.nike.com/app/answers/detail/article/product-technology-drifit/a_id/204/p/3897
- Pannell, Nahida, A.(1994). *Encapsulation of material in microbiology cells*.
- Revista First. (2006). *Moda del futuro: La ropa inteligente*. Disponible en: <http://lujosyplaceres.blogspot.com.ar/2008/09/moda-del-futuro-la-ropa-inteligente.html>
- Saulquin, S. (2006) *Historia de la moda en la Argentina. Del miriñaque al diseño de autor*. Buenos Aires: Emecé
- Saulquin, S (2010). *La muerte de la moda, el día después*. Buenos Aires: Paidós

Sanchez Martin, J.R. (2007). *Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnologico de la industria textil*. Salamanca: Fundación técnica industrial. Disponible en: <http://tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numerosos/28/36/a36.pdf>

Udale, J. (2008). *Diseño textil: Tejidos y técnicas*. España: Gustavo Gilli.

Vestir (con) ciencia: Información económica internacional. (2011) Argentina: INTI. Disponible en: http://www.inti.gob.ar/textiles/indumentaria/info_economica_int.htm

Wagner de Paula, L. (2008). *Tratamiento antimicrobiano basado en la tecnología de la plata*. Chile: Santiago. XIX Congreso Latinoamericano de química y textil. Disponible en: <http://www.detextiles.com/files/TRATAMIENTO%20ANTIMICROBIANO.pdf>

W. Kirch, A. Landrock , C. Schindler , J. Siegert and F. Wienforth. (2007). *Materias textiles elegantes: un Nuevo sistema de envío de la droga para el tratamiento sintomático de un frío común*. Journal of Clinical Pharmacology. Disponible en: http://go.galegroup.com/ps/translatepopup.do?sort=DA-SORT&docLevel=&tabID=T002&prodId=GPS&searchId=R1&resultListType=RELATED_DOCUMENT&searchType=BasicSearchForm¤tPosition=6&retrieveFormat=&userGroupName=up_web&inPS=true&docId=GALE|A162621877&contentSet=GALE A162621877&transLang=es