



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (ICADE)

El impacto de los tejidos inteligentes en la industria textil tradicional

Autor: Paula Prieto García

Director: Miguel Ángel López Gómez

MADRID | Junio 2023

Resumen

Los tejidos inteligentes han revolucionado el sector textil tradicional, ofreciendo nuevas funcionalidades y características a las prendas textiles que han formado parte de la vida diaria de los consumidores. En Europa, el sector textil ha tenido que afrontar numerosos retos frente a la dura competencia de los productores asiáticos y el fin de las regulaciones en los intercambios de mercancías. Los nuevos avances tecnológicos y la investigación aplicados a esta industria, así como el desarrollo de estos nuevos tejidos inteligentes suponen una oportunidad para los fabricantes europeos para redirigir el futuro del sector hacia un mayor crecimiento y una mayor competitividad.

Palabras claves: Industria textil; tejidos inteligentes; Europa; China; innovación.

Abstract

Smart textiles have revolutionized the traditional textile sector, offering new functionalities and characteristics to textile garments that have become part of consumers' daily lives. In Europe, the textile sector has faced many challenges due to the tough competition from Asian producers and the end of regulations on trade in goods. New technological advances and research applied to the industry, as well as the development of these new smart fabrics, present an opportunity for European manufacturers to redirect the future of the sector towards further growth and competitiveness.

Key words: Textile industry; smart textiles; Europe; China; innovation.

ÍNDICE

FINALIDAD Y MOTIVOS	6
ESTADO DE LA CUESTIÓN	7
OBJETIVOS	9
METODOLOGÍA	9
ESTRUCTURA DEL ESTUDIO	11
LA EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL HASTA NUESTROS DÍAS	12
La evolución de la regulación internacional de la industria textil hasta 2005	13
El mercado textil a partir de 2005 con la desaparición del Acuerdo sobre los textiles y el Vestido, y las consecuencias para la industria textil europea.	16
La crisis del Covid-19 y sus consecuencias para el sector textil.....	21
EL IMPACTO DE LOS TEJIDOS INTELIGENTES EN LA INDUSTRIA TEXTIL TRADICIONAL EUROPEA	24
¿Qué son los tejidos inteligentes?	24
Clasificación de tejidos inteligentes	27
El Impacto de los tejidos inteligentes en la industria textil europea.....	33
DESAFÍOS FUTUROS PARA LA INDUSTRIA	34
Situación macroeconómica en Europa.....	34
Nueva tendencia en el sector: transición ecológica y tecnológica.	35
Inversión en I+D frente a la competencia global.	36
CONCLUSIÓN	38
LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION	40
BIBLIOGRAFÍA	41

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AMF	Acuerdo Multifibras
DOUE	Diario Oficial de la Unión Europea
EURATEX	<i>European Apparel and Textile Industry</i>
EUROMED	Acuerdo Euromediterráneo
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
I+D	Innovación y Desarrollo
ILO	<i>International Labour Organization</i>
ISO	<i>International Standardization Organization</i>
OMC	Organización Mundial del Comercio
OST	Órgano de Supervisión Textil
PMC	<i>Phase Change Materials</i>
TUT	Tejidos de Uso Técnico
UE	Unión Europea

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico sobre el volumen de las exportaciones de productos textiles en 2005, en millones de dólares, por regiones y países.

Gráfico 2. Gráfico sobre el volumen de las exportaciones de productos textiles en 2021, en millones de dólares, por regiones y países.

Gráfico 3. Ratios de crecimiento (%) de la inversión en I+D, el empleo y las ventas netas en Europa, Estados Unidos y China.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tejidos Inteligentes.

Figura 2. Clasificación de los Textiles Inteligentes.

Figura 3. Esquema del funcionamiento de las cápsulas PCM.

Figura 4. Stop Cellulite Panty.

Figura 5. Las tres fases de integración de las microcápsulas y su funcionamiento.

FINALIDAD Y MOTIVOS

La industria textil es uno de los sectores productivos de mayor antigüedad. A lo largo de los últimos siglos, esta industria ha ido evolucionando y adaptándose, desarrollando nuevas herramientas y métodos de producción. A partir de la Revolución Industrial, la producción textil dio un gran salto transformacional pasando de una producción artesanal en pequeños talleres a una producción sistematizada a mayor escala y agrupada en las primeras fábricas. La máquina de hilar supuso un cambio en el sector tradicional textil conocido hasta el siglo XVIII y, desde entonces, su desarrollo fue exponencial al igual que lo fue para otros sectores de la economía, a medida que se iban introduciendo y automatizando las diferentes fases del proceso de producción. Este desarrollo generó una interrelación entre sectores donde, por ejemplo, con el desarrollo de la metalurgia se impulsó la creación de nuevas máquinas y fábricas de mayor tamaño (Parejo, 1986).

El aumento en la producción de tejidos y de prendas de vestir dio lugar a la creación de una industria, “entendida como un conjunto de organizaciones que se dedican a la fabricación de los mismos bienes o bienes similares” (Johnson et al., p. 62-64). Desde ese momento, en el que la producción textil pasó a ser una actividad industrial, “se convirtió en un componente de la cambiante economía global” (Alfaro et al., 2011, p. 42), que ha llegado hasta hoy en día siendo crucial para las cadenas de suministros.

En Europa la industria textil ha establecido un tejido empresarial que juega un papel fundamental en las economías de los países de la región. Este sector está formado fundamentalmente por empresas de pequeño y mediano tamaño, que representan el 90% de las compañías textiles, siendo los principales países productores: Italia, Francia, Alemania, España y Portugal (Comisión Europea⁴, s.f.). Sin embargo, durante los últimos años, las empresas textiles han tenido que enfrentarse a una dura competencia de las economías emergentes, así como a otros retos, entre ellos los escasos márgenes o la limitada mano de obra, así como las dificultades generadas después de la crisis sanitaria del Covid-19 y el actual conflicto de Ucrania.

Ante la aparición de nuevos actores en el proceso de producción de las prendas, las compañías europeas han visto en los avances tecnológicos una oportunidad de diferenciación que marcará un nuevo ritmo en la industria en los próximos años. De acuerdo con la estrategia

de la Comisión Europea para la circularidad y sostenibilidad de los productos textiles (Comisión Europea¹, 2022), se buscará crear un nuevo modelo circular que permita crecer y fortalecer el sector, apostando por una mayor sostenibilidad de los procesos y los productos textiles, así como la gestión de los residuos.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

La tecnología en el mundo textil ha revolucionado el sector en los últimos años. La cadena de valor de la industria se ha visto afectada por la digitalización, que ha dado lugar a la aparición de innovadores procesos de fabricación y desarrollo de nuevos materiales (PWC, 2017). Los tejidos inteligentes son uno de los avances más significativos y se han convertido en una herramienta de diferenciación para las empresas. Se desarrollan combinando las funciones de los textiles tradicionales con los avances tecnológicos más recientes, permitiendo la confección de prendas con nuevas e innovadoras cualidades. Sus funciones van más allá de vestir a los usuarios, estas prendas buscan proporcionar beneficios adicionales a quienes las visten, es decir conseguir una “experiencia para el usuario” (PWC, 2017).

Cuando se habla de tecnología en el sector textil se hace referencia a un amplio abanico de posibilidades que los avances tecnológicos han introducido. Los tejidos inteligentes se enmarcan en la denominada industria 4.0 (PWC, 2017), esta nueva era va a suponer una transformación profunda de lo que hasta ahora conocemos como industria textil. La realidad de las prendas del futuro está aproximándose cada vez más, y las empresas deben de sumarse a las innovaciones tecnológicas si no quieren quedarse atrás frente a sus competidores. El mercado es cada vez más exigente, el cual tiene nuevas necesidades para el sector como la búsqueda de experiencias personalizadas o el cumplimiento de mayores requisitos (PWC, 2017), así como prendas que cumplan ciertos requisitos o características, como un mayor confort, protección frente a la radiación UV o prendas que sean aislantes del frío en invierno y que proporcionen frescor en verano. Por este motivo, las compañías textiles han visto la necesidad de innovar, no solo en los procesos de producción, sino en los propios productos y materias primas de sus catálogos, que garanticen una mayor calidad y valor añadido.

Las prendas no deben de ofrecer solo cualidades estéticas, sino que las compañías deben de explorar más allá de los tejidos convencionales, incorporando tecnología que mejore la experiencia del usuario. De esta manera, los tejidos inteligentes han permitido a los diseñadores

ampliar las fronteras en términos de funcionalidad, comodidad y diseño. En función de las necesidades específicas han surgido proyectos de investigación de la mano de los laboratorios textiles, que se han centrado en la investigación y desarrollo de nuevos materiales, técnicas y procesos punteros, y aunque su penetración en el sector es limitada por el alto costo, cada vez vemos más marcas que introducen en sus diseños algún tipo de tejido de esta clase. A continuación, se desarrollarán una serie de ejemplos con el fin de ilustrar las ideas mencionadas.

Uno de los sectores que ha comenzado con la incorporación de innovaciones tecnológicas en sus prendas es el de las prendas y calzado deportivo (Fernández, 2019). Los tejidos inteligentes han sido incorporados en el sector con diferentes utilidades, algunos ejemplos son: la mejora del rendimiento deportivo, es decir, las prendas cuentan con características que permiten regular la circulación de la sangre o regular la temperatura corporal; la monitorización de los datos biométricos, a través de sensores que transmiten a tiempo real la información percibida del cuerpo del deportista, como la frecuencia respiratoria, el ritmo cardíaco, etc.; también existen aplicaciones de tejidos inteligentes que aumentan el confort y la ergonomía de los deportistas, como por ejemplo unas zapatillas más ligeras o que se adapten mejor al pie y a la pisada maximizando la comodidad y la libertad de movimiento.

Otro de los sectores es el de la uniformidad laboral, la utilidad de los tejidos inteligentes va más allá del confort, siendo estos claves para proteger a los trabajadores de diferentes condiciones laborales. Algunas aplicaciones, por ejemplo, pueden ser tanto en entornos donde las condiciones térmicas sean extremas, como en trabajos en ambientes con temperaturas controladas pero que requieran una vestimenta adecuada. Los tejidos inteligentes pueden regular la temperatura corporal de los trabajadores, incorporando propiedades de termorregulación, evitando el sobrecalentamiento o la pérdida excesiva de calor y manteniendo una temperatura óptima. Asimismo, en industria química, donde los trabajadores están expuestos a riesgos físicos y sustancias corrosivas. Tejidos con propiedades ignífugas para proteger contra el fuego y el calor intenso en industrias como la petroquímica o la industria eléctrica. También se pueden incorporar sensores de ubicación para rastrear y garantizar la seguridad de los trabajadores en entornos peligrosos.

Las empresas de la industria textil pueden encontrar en los tejidos inteligentes una enorme oportunidad de diferenciación con respecto a sus competidores, captando en el mercado

nuevos consumidores al acceder a otros nichos y firmando alianzas estratégicas. Un gran número de emprendedores han visto oportunidades de negocio en el sector textil a través de la investigación y desarrollo de prendas compuestas por tejidos inteligentes. Sin embargo, el gran reto es hacer frente a el coste de la investigación y el desarrollo, así como competir con grandes marcas. Por este motivo, muchos de ellos han trazado alianzas estratégicas con grandes marcas (De las casas, 2019). Por otro lado, el nuevo plan de sostenibilidad de la Unión Europea elaborado en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas puede ser una oportunidad para las empresas para ser más competitivas.

OBJETIVOS

A lo largo de este Trabajo de Fin de Grado se va a tratar el estudio de la evolución de la industria textil y el impacto de los tejidos inteligentes en la industria textil tradicional. Más en concreto, se llevará a cabo un análisis de la evolución histórica del sector en el marco de la regulación internacional, así como la evolución y el impacto de los tejidos inteligentes, con el fin de contextualizar la situación de la industria textil europea y poder establecer sus futuras líneas de desarrollo, así como los desafíos a los que se va a enfrentar.

Para ello, conocer los cambios que ha sufrido el sector desde la segunda mitad del siglo XX va a ser clave para poder entender la evolución de este en las últimas décadas y las estrategias de las empresas del sector textil europeo. Estas estrategias se han visto influenciadas por la aparición de las nuevas tecnologías y la inversión de las empresas en innovación, así como el incremento de una fuerte competencia fuera del continente. Por lo tanto, identificar los desafíos a los que se enfrenta la industria unido a las políticas establecidas por los organismos internacionales va a ser clave para poder comprender los marcos de acción futuros de las compañías del sector.

METODOLOGÍA

La metodología de análisis que se empleará en este trabajo de investigación es la metodología cualitativa, que permite al investigador llevar a cabo un análisis descriptivo haciendo hincapié en las palabras, a diferencia del análisis cuantitativo que se basa en la recopilación y análisis de datos (Bryman, 2012). Esta metodología según Bryman (2012, p. 714), es inductiva, constructivista e interpretativa, aunque no siempre se cumplen estrictamente

estas tres características. Se trata de un análisis contextualizado, que muestra la “vida real” (Miles, 2017, p. 30), así como la realidad social, por este motivo, los temas de investigación suelen ser amplios, aunque progresivamente se vayan acotando, de esta manera, la recopilación de datos suele variar a lo largo que el estudio va avanzando porque conseguimos profundizar más en tema de la investigación (Miles et al., 2017).

Cabe añadir que la transparencia y coherencia son elementos claves. La transparencia permite comprender al público los objetivos de la investigación y valorar la fiabilidad de los resultados, y se consigue a través de las descripciones y de la claridad en los procedimientos. Mientras que la coherencia de los hallazgos y la consistencia de los resultados de la investigación proporciona validez. Ambas características están ligadas intrínsecamente a la profundidad de la reflexión del investigador (Bryman, 2012).

Existen tres pasos que deben de cumplirse eficazmente dentro del análisis cualitativo (Miles et al., 2017). En primer lugar, la recopilación de las fuentes de información adecuadas a nuestra investigación. Debe de llevarse a cabo una condensación de fuentes de información que se adecúen a nuestro estudio. No se trata de reducir el número de fuentes, porque se podría estar perdiendo información, sino de seleccionar con criterio aquellas que mejor se adapten a nuestra línea de investigación (Miles et al., 2017). En segundo lugar, una vez recopiladas las fuentes, va a ser necesario procesar toda la documentación, es decir, analizar aquella información que realmente es valiosa para la investigación, cotejar las fuentes y organizar los contenidos (Miles et al., 2017). Finalmente, tras el desarrollo completo del análisis, se explicarán las conclusiones, que han podido ir apareciendo previamente a lo largo del documento. Sin embargo, es en las conclusiones donde se demuestra la veracidad del estudio, además de la relevancia y las limitaciones de este (Miles et al., 2017).

Para este Trabajo de Fin de Grado se utilizará, dentro de la metodología cualitativa, la revisión bibliográfica, es decir, un análisis cualitativo de contenidos (Bryman, 2012, p. 383) en el cuál se identificarán patrones comunes relevantes en la línea de la investigación principal. Para ello se recopilará literatura existente acerca de la industria textil europea, analizando recursos como libros, artículos académicos o informes institucionales. De esta manera se conseguirá contextualizar, por un lado, el sector textil, así como su evolución y desarrollo y desafíos; y, por otro lado, la aparición de los tejidos inteligentes dentro de esta industria, sus clasificaciones, ejemplificación e impacto en esta.

Entre la documentación empleada se encuentran una amplia variedad de reportes e informes finales provenientes de organismos y organizaciones internacionales como informes sobre el desarrollo del Banco Mundial; así como de las Naciones Unidas, La Organización Mundial del Comercio, Organización Internacionales del Trabajo (ILO, *International Labour Organization*), y la Organizaciones Internacional para la Estandarización (ISO, *International Stantandarization Orgazation*). Además, de informes elaborados por organismos europeos como Parlamento Europeo; así como comunicaciones, comunicados de prensa e informes de resultados anuales de la Comisión Europea. Por otro lado, se ha recopilado información de centros de investigación textil como Aitex, que es el centro de investigación e innovación textil y cosmética; así como reportes del Euratex, que es una Confederación Europea de 16 países de la región para representar los intereses de la industria textil. La finalidad es aportar consistencia y transparencia al estudio.

La técnica que se empleará para la recogida de datos es la técnica documental, como se ha indicado anteriormente consiste en recopilar la información a partir de bibliografía existente, que va a permitir profundizar en el tema de estudio. Un elemento importante dentro de este tipo de análisis es la codificación de la información (Cáceres, 2008), que permite identificar los temas relevantes dentro de los documentos y realizar una codificación para organizar los datos.

En conclusión, la metodología cualitativa es una herramienta que permite abordar investigaciones para comprender y explorar fenómenos complejos. A través de la técnica de análisis de contenido y el uso de técnicas documentales, se puede indagar en la subjetividad y la complejidad de los fenómenos estudiados. Además, proporciona un marco flexible que se adapta a la naturaleza del objeto de estudio permitiendo la incorporación de cambios y ajustes a medida que se avanza en la investigación. La metodología cualitativa requiere un enfoque riguroso y reflexivo que alcance conclusiones veraces.

ESTRUCTURA DEL ESTUDIO

Este estudio se va a dividir en tres partes para comprender el sector textil, y más en concreto la industria textil europea y el impacto de los tejidos inteligentes en el sector textil tradicional.

En primer capítulo, se explicará la evolución de la industria textil, es decir, cómo ha cambiado el sector a lo largo de los últimos años. Sobre todo, en el marco de las relaciones comerciales que se han visto afectadas por los acuerdos internacionales en referencia a las exportaciones e importaciones entre países, que ha tenido un impacto determinante en el intercambio de productos textiles.

En segundo capítulo, se llevará a cabo la explicación teórica, una clasificación y ejemplificación de qué son los tejidos inteligentes. Así como cuál ha sido su el impacto de los tejidos en la industria textil tradicional europea en los últimos años y en qué medida las nuevas tendencias de producción textil están afectando a las empresas textiles en Europa.

Y, finalmente, se desarrollarán los desafíos futuros para la industria. El contexto en el que se encuentra actualmente Europa, nada favorable para el tejido industrial en general. Así como otros desafíos para el sector.

De esta manera se podrá explicar de manera estructurada el tema propuesto, desde el contexto histórico y las relaciones comerciales, pasando por la explicación teórica de los tejidos inteligentes y su impacto en la industria textil tradicional, hasta llegar a los desafíos futuros que enfrenta el sector. Esta secuencia proporciona una visión completa y coherente de la temática y permite a los lectores profundizar en el contexto, el impacto y las perspectivas de la industria textil europea en relación con los tejidos inteligentes.

LA EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL HASTA NUESTROS DÍAS

Después de la Segunda Guerra Mundial, los países occidentales impulsaron el modelo económico basado en esta liberalización del comercio que permitiría la apertura de los mercados y la eliminación de barreras arancelarias. Esta estrategia económica, conocida como neoliberalismo (Muñoz, 2008), tuvo como objetivo potenciar las relaciones comerciales y reducir la intervención estatal en la economía. En la década de los 90, el fin de la Guerra Fría y la caída del bloque comunista fue el punto de partida para la reorganización del comercio que se ha desarrollado hasta nuestros días, las empresas occidentales expandieron sus negocios y aumentaron los beneficios (Muñoz, 2008).

En este contexto apareció el fenómeno de la globalización, que tuvo un fuerte impacto en la industria textil, y trajo consigo la reorganización de la producción textil a nivel mundial. Además, ha cambiado las relaciones internacionales a lo largo de las últimas décadas. Se trata de un fenómeno económico, político y social que ha acelerado el desarrollo de las naciones incrementando la interconexión e interdependencia mundial, conducido por los avances tecnológicos (Puig et al., 2008). En términos económicos ha permitido la integración de los mercados globales, lo que ha generado que se desarrolle una progresiva liberalización del comercio, aumentando la eficiencia de los intercambios comerciales entre países a través de las exportaciones e importaciones y la expansión de las cadenas de suministro globales.

La globalización de los mercados y liberalización del comercio afectó a la industria textil, al igual que al resto de empresas de otras industrias. Existen dos factores claves que se estudiarán a continuación, ya que han modificaron el comercio de mercancías en la segunda mitad del siglo XX (United Nations, 2005). Por un lado, el sistema de cuotas y las alianzas comerciales, que regularon las exportaciones e importaciones de productos textiles hasta 2005 (United Nations, 2005). Y, por otro lado, los costes de producción, que dieron lugar a una deslocalización de los procesos productivos hacia países en vías de desarrollo, destacando los países asiáticos que se convirtieron en la “fábrica del mundo”, especialmente China como el principal productor y exportador de materias primas para el continente europeo (Muñoz, 2008).

La evolución de la regulación internacional de la industria textil hasta 2005

El cambio en la regulación de las relaciones comerciales ha determinado la transformación de la industria textil, por este motivo es importante comprender las políticas comerciales y las medidas regulatorias adoptadas por las potencias en los últimos años hasta la liberalización total de la industria textil en 2005.

En el marco de los acuerdos sobre el comercio de productos textiles, los primeros pactos se empezaron a negociar en la década de los años 60. En 1974 se firmó el Acuerdo Multifibras (AMF), una alianza comercial internacional que regulaba las importaciones de productos textiles, estableciendo cuotas en dichos intercambios de productos entre los países de la Unión Europea y Estados Unidos con otras economías en desarrollo, con el objetivo de proteger las industrias nacionales y garantizar así la estabilidad del flujo de materias primas (Eckhardt, 2009). Sin embargo, el AMF no tuvo el éxito esperado debido a que contradecía algunas de las

medidas impuestas por el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, General Agreement on Tariffs and Trade) de 1947 (OMC¹, s.f.). El AMF establecía cuotas que se pactaron en acuerdos bilaterales, pero dichos acuerdos no se aplicaban sobre todos los productos por igual, ni tampoco sobre todos los países (United Nations, 2005). Algunas de las razones por las que el AMF no funcionó fueron (Riber, 2005):

- En primer lugar, las cuotas impuestas no consiguieron cumplir el objetivo fundamental del acuerdo. El objetivo del AMF se basaba en mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda y proteger las industrias nacionales frente al gran volumen de importaciones provenientes de otros países en el exterior (principalmente de los países en desarrollo) (Riber, 2005);
- Por otro lado, los países exportadores de materias primas consideraban que las cuotas limitaban su capacidad para exportar productos textiles e incumplían el principio de no discriminación impuesto por el GATT (Riber, 2005);
- Y, por último, se produjo un deterioro en las relaciones comerciales debido a la falta de flexibilidad y a la limitación de los países en su adaptación a los cambios de las tendencias comerciales a nivel global. Por lo que las industrias de los países productores vieron ralentizada su modernización (United Nations, 2005).

Frente a esta situación, en 1986 comenzó la Ronda de Uruguay (Riber, 2005), iniciándose así el 8º ciclo de negociaciones del GATT. Estas conversaciones multilaterales incluían a los miembros de la OMC y abarcaban temas relacionados con el establecimiento de las normas internacionales sobre el comercio mundial y la liberalización por sectores, incluyendo como novedad el sector textil. Una de las ventajas de las negociaciones de la Ronda de Uruguay era que las decisiones se alcanzaban por las votaciones de los países agrupados por bloques. En lo que se refiere a las negociaciones acerca del comercio textil, gracias a este sistema de votación los países exportadores (principalmente, países en desarrollo) pudieron ejercer una mayor presión frente a los países desarrollados y demandaron la necesaria liberalización del comercio y el fin del insostenible Acuerdo Multifibras. Por otro lado, la dificultad de las decisiones tomadas por los grupos negociadores era acordar los plazos adecuados y las condiciones técnicas para la transición hacia una liberalización e integración dentro del régimen general del GATT (Riber, 2005).

Más adelante, finalizada la Ronda de Uruguay y tras la última prórroga del AMF, se ratificó el Acuerdo sobre los Textiles y el Vestido en 1995 (OMC², s.f) cuyo objetivo era unificar la normativa vigente en materia textil. Este acuerdo supuso una evolución progresiva, durante los diez años posteriores a la firma, de las nuevas alianzas en materia textil y la liberación del comercio de estos productos en el marco de regulación de la OMC. Para llevar a cabo este proceso de cambio se creó el Órgano de Supervisión Textil (OST) y la integración se realizó a lo largo de tres fases, dándose por concluida en 2005. En cada fase el número de materias primas que se atenían al AMF era menor, es decir, a través de un calendario de eliminación de las restricciones y cuotas gradualmente (Riber, 2005).

Este proceso se divide en tres fases según Eckhardt (2009), que abarcan desde los años previos al establecimiento del sistema de cuotas hasta el 2005:

La primera fase, comprende desde finales de los años 70 hasta 1994, previo a la firma del Acuerdo sobre los Textiles y el Vestido de 1995. A finales de los 70 la competitividad de los países asiáticos y el crecimiento de las importaciones hizo que los países de esta región, especialmente China se convirtiesen en los mayores exportadores textiles en el mundo. Frente a esta situación, en el contexto de modernización europea, las industrias nacionales veían en la dependencia sobre los países asiáticos una amenaza para sus cadenas productivas. Por este motivo, algunas compañías optaron por trasladar parte proceso productivo a países de Europa del Este y el Magreb e incluso a algunos países de las regiones asiáticas, de manera aumentarán el control sobre el proceso de fabricación. Sin embargo, las empresas nacionales de los países asiáticos seguían siendo líderes en costes de producción. En Europa se abrió un debate acerca de las medidas comerciales, que enfrentaba a aquellos que defendían las prácticas proteccionistas del AMF en el comercio exterior, y los que, por el contrario, apoyaban una mayor liberalización del comercio (Eckhardt, 2009).

En la segunda fase, que dio comienzo con la entrada en vigor del Acuerdo sobre los Textiles y el Vestido en 1995, se produce una liberalización del comercio, las empresas europeas se enfrentarían a una mayor competencia. Además, se conseguirá una eliminación de al menos un tercio de las cuotas (United Nations, 2005). Este echo supuso que en Europa la balanza comercial del sector textil continuase en negativo y “el total de las exportaciones provenientes de China ascendería al 61% entre 1995 y 2001” (Eckhardt, 2009, p. 13).

Entre el 1 de enero de 2002 y hasta el 31 de diciembre de 2004 (United Nations, 2005), tuvo lugar la tercera fase en la que la regulación del comercio por cuotas llegó a su fin. Las importaciones de materiales provenientes del país asiático se incrementaron hasta en un 500% (Eckhardt, 2009) en muchos de los productos, consiguiendo así la caída de las exportaciones intracomunitarias y el dominio de una gran cuota de mercado.

Podemos concluir que, la UE llevó a cabo políticas proteccionistas con respecto al repunte en las importaciones provenientes de China. En un primer momento, China no era considerado como un competidor al nivel de las potencias europeas, pero con el paso del tiempo y debido al riesgo que esto suponía para la balanza de pagos de las economías nacionales, las políticas se endurecieron cada vez más. Sin embargo, como veremos más adelante, la modificación del marco legal tuvo diferentes implicaciones en el sector (Eckhardt, 2009). Además, cabe añadir que, ante la entrada de China en la OCM en 2001, se produjo un cambio en la organización del comercio internacional. Una parte de las economías occidentales lo vieron una oportunidad comercial, mientras que otras como una amenaza debido al potencial de la nación asiática.

[El mercado textil a partir de 2005 con la desaparición del Acuerdo sobre los textiles y el Vestido, y las consecuencias para la industria textil europea.](#)

El Acuerdo sobre los Textiles y el Vestido se dio por concluido en enero de 2005, desde Europa se llevaron a cabo algunas reuniones por parte de los Estados Miembros en la Comisión Europea con el fin de establecer políticas comerciales que favorecieran la apertura y protegieran al mismo tiempo a las compañías nacionales europeas. “El 13 de diciembre de 2004 entró en vigor “el *Reglamento (CE) n° 2200/2004 del Consejo*, por lo que respecta al régimen común aplicable a las importaciones de los productos textiles originarios de terceros países” (DOUE, 22 de diciembre de 2014). Este reglamento sería modificado en los años posteriores.

En las últimas décadas del siglo XX, la evolución de la economía en occidente se movía hacia un modelo donde los procesos productivos dejaron de ser competitivos frente a los nuevos países productores de materias primas. Por este motivo, algunas economías en desarrollo fueron ganando ventaja frente a Europa y el volumen de las importaciones provenientes de dichas economías sufrió un aumento significativo después de 2005.

La eliminación de las cuotas trajo consigo un importante impacto en las economías occidentales. En primer lugar, debido a que la mano de obra de los países en desarrollo era mucho más barata que en el continente europeo, los costes laborales eran mucho menores. Por lo que las empresas europeas podrían importar las materias primas a un precio más bajo, ampliando así los márgenes de beneficio con respecto a la fabricación en Europa. Los principales países de los que provenían las importaciones formaban parte del continente asiático, destacando China, seguido de Bangladesh, Vietnam y Camboya (El Achkar Hilal, 2022), y en menor medida algunos países de Europa del Este y el Magreb. Además, estas economías tenían las infraestructuras y la capacidad para producir grandes volúmenes de materias primas, por lo que eran capaces de alcanzar economías de escala. Un gran número de multinacionales trasladaron sus fábricas a estas regiones (United Nations, 2005).

En segundo lugar, el potencial de las regiones, especialmente China, fue otra característica clave para su expansión económica, más allá de la mano de obra. Y es que, contaba con acceso a materias primas de alta calidad, como el algodón, el lino o la seda, así como la capacidad para producir una amplia variedad de productos textiles (United Nations, 2005, p. 22-23). Y, por último, las condiciones económicas de la región caracterizadas por los tipos de cambio fijo del yuan, frente al dólar americano, que han dado una gran flexibilidad a la moneda asiática; y que la economía de la región asiática esta ampliamente controlada por el Estado, por lo que las empresas chinas podían recibir ayudas financieras provenientes de las autoridades con bajos tipos de interés, lo que no favorece la competitividad de los mercados (Parlamento Europeo, 2005).

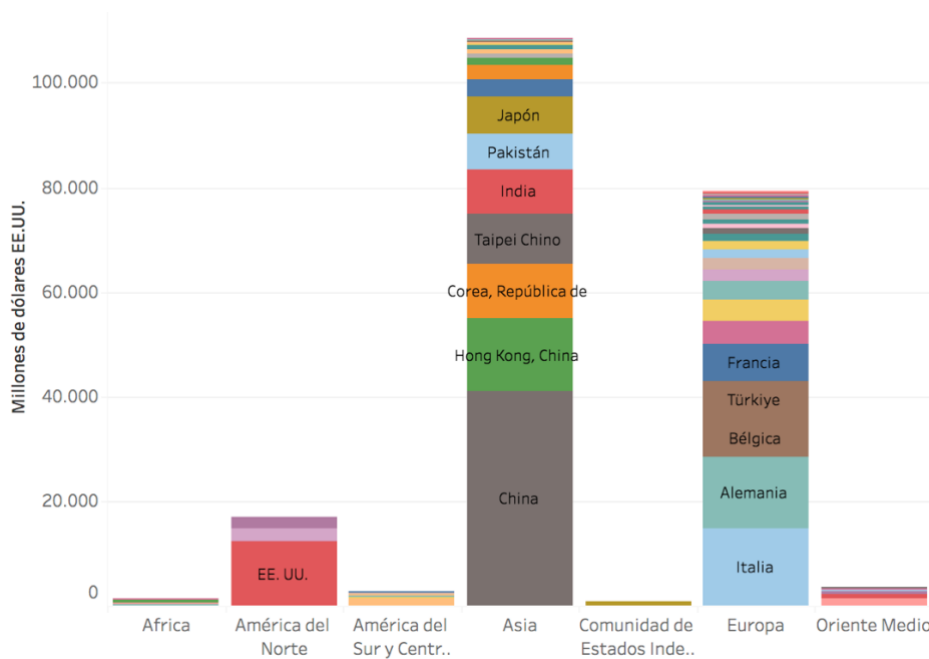
A pesar de que las compañías europeas se podrían estar beneficiando de estos intercambios comerciales, el proceso de deslocalización de la producción trajo consigo graves consecuencias para el tejido industrial europeo. El incremento de la competencia dentro del sector desencadenó el cierre de fábricas textiles a lo largo de todo el continente, como consecuencia se produjo una reducción significativa del número de empleos en el sector textil (Pla et al., 2007). Las empresas europeas no podían competir en costes con las compañías de los países en desarrollo, especialmente China, donde los costes de la mano de obra eran mucho más baratos. El sector textil fue uno de los más afectados después de la liberalización del comercio en 2005 (Pla et al., 2007).

Europa debía de mantener las políticas comerciales de intercambio con el resto del mundo, adoptando medidas defensivas, como el incremento de los aranceles (siempre dentro de los márgenes legales establecido por la OMC), y reforzando los derechos de propiedad intelectual (Parlamento Europeo, 2005). En Europa también se establecieron acuerdos con otras regiones del mundo: como el Acuerdo de Asociación Euromediterránea o Euromed, que permitiría a los países miembros contar con acuerdos preferenciales, recudiendo los costes y aprovechando las ventajas de la calidad y cercanía (Parlamento Europeo, 2005); o el acuerdo de la UE con los países de África, el Caribe y el Pacífico (ACP), con los que se busca, entre otras cosas un apoyo y desarrollo común en términos económicos y comerciales, favoreciendo así los intercambios (United Nations, 2005).

Una de las grandes ventajas competitivas que diferenciaba a la industria textil europea con respecto a terceros países y por la que se colocaba como las primeras economías del mundo, era la innovación en los procesos y tejidos. Europa se ha caracterizado por la utilización de tecnologías punteras, así como por la inversión en I+ D de sus empresas y creación de tejidos técnicos (Parlamento Europeo, 2005).

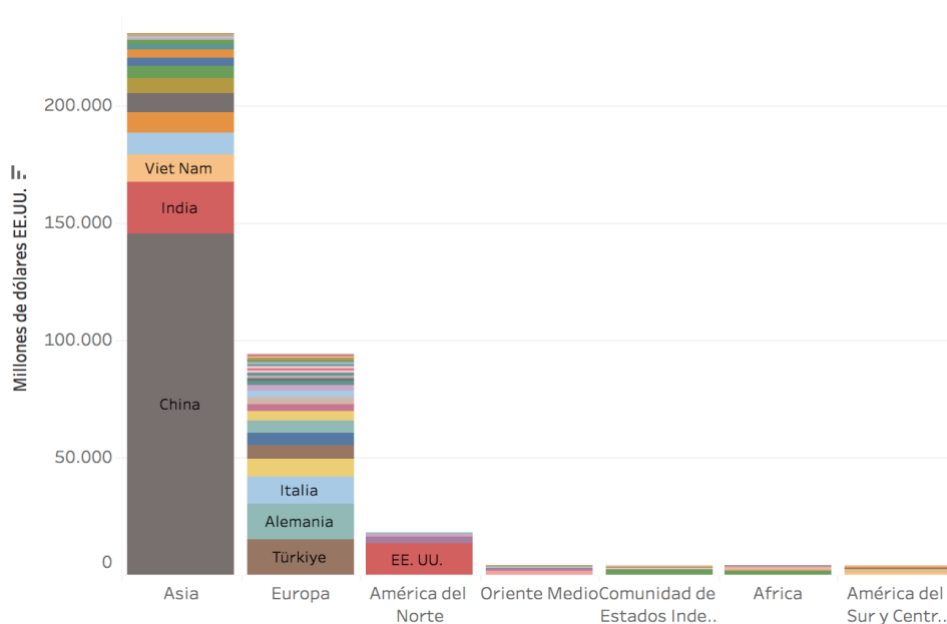
Según Puig et al. (2008, p.63), *“las opciones estratégicas corporativas en el sector textil son: empresa, producto y geográfico”*. A estas tres ideas, habría que añadirles el desarrollo de las tecnologías en el marco de las estrategias de las compañías textiles. Los planes de acción de las empresas del sector se han enfocado en los últimos años en la mejora y el avance de las fases comerciales y logísticas en el mercado, llevando a cabo innovaciones en la distribución y diseño de sus productos, más orientado hacia los clientes finales (Muñoz, 2008). En Europa las empresas se centraron en implementar sus procesos, más orientados hacia el consumidor, así como la estrategia corporativa (Muñoz, 2008). Si querían competir dentro de un mercado global donde, a pesar de que la demanda era muy alta, la oferta era cada vez mayor. Las grandes compañías trataban de conseguir una diferenciación con respecto a las otras marcas, centrándose en el servicio ofrecido a sus clientes dentro de las tiendas y en el diseño de las prendas. Además, debían de centrarse en productos más estratégicos como textiles técnicos, moda de lujo o moda sostenible. Por esta razón, la inversión en tecnología era clave, no solo en la implementación de los procesos productivos, sino en toda la cadena productiva en su conjunto.

Gráfico 1. Gráfico sobre el volumen de las exportaciones de productos textiles en 2005, en millones de dólares, por regiones y países.



Fuente: Organización Mundial del Comercio (2005).

Gráfico 2. Gráfico sobre el volumen de las exportaciones de productos textiles en 2021, en millones de dólares, por regiones y países.



Fuente: Organización Mundial del Comercio (2021).

Ambos gráficos representan el volumen de las exportaciones de productos textiles agrupados por regiones en millones de dólares en los años 2005 y 2021 respectivamente. Es importante destacar que según los gráficos que se ven más arriba se ha producido un importante cambio en el volumen de las exportaciones a partir de 2005, fecha en la que finaliza definitivamente la regulación de los intercambios de mercancías por cuotas. Como se observa lo más significativo del gráfico es como han variado las exportaciones en las regiones de Asia y Europa de los periodos de 2005 y 2021.

En primer lugar, en el Gráfico 1 aparecen las exportaciones totales de la región de Asia en 2005 sumaban un volumen de 108 mil millones de dólares, mientras que en Europa el volumen era de 79 mil millones. A pesar de que la región asiática contaba con una cantidad total de exportaciones superior a la de Europa, China tan solo alcanzaba la mitad de las exportaciones totales de la región europea (41 mil millones de dólares). Sin embargo, si se observa el Gráfico 2, relativo al año 2021, el volumen de las exportaciones de China (141 mil millones de dólares), casi duplica el valor de la suma total de exportaciones en Europa (94 mil millones de dólares).

Por otro lado, se puede observar que, mientras en Europa algunas economías han incrementado el total de sus exportaciones como Alemania (de 13 mil millones en 2005 a 15 mil millones de dólares en 2021), o Turquía (de 7 a 15 mil millones de dólares), muchas otras han visto una caída como Italia, Francia o Bélgica. Sin embargo, el incremento de las exportaciones de las potencias de la región asiática ha sido significativamente mayor que cualquier variación en lo que respecta a las exportaciones de las potencias europeas. Por ejemplo, la ya mencionada China, además de India, que incrementó sus exportaciones de 8 mil millones de dólares a 22 mil millones de dólares entre los periodos de 2005 y 2021 respectivamente; o Vietnam que incrementó sus exportaciones de 725 millones de dólares a 11 mil millones de dólares en sus exportaciones totales en 2021 (OMC, 2005 y OMC, 2021).

En el caso de otras regiones del mundo, como América del Norte, el volumen total de exportaciones ha variado de 17 mil millones a 18 mil millones de dólares entre los años 2005 y 2021, habiendo un incremento en el volumen de las exportaciones de Estados Unidos de 12 a 13 mil millones de dólares en ese periodo (OMC, 2005 y OMC, 2021).

La crisis del Covid-19 y sus consecuencias para el sector textil.

Como se ha estudiado a lo largo de este trabajo de investigación, la industria textil ha sido la impulsora de la industrialización y el desarrollo de las economías mundiales, y sigue siendo la puerta de entrada estratégica para los países en desarrollo en los mercados internacionales (Bárcia de Mattos, et al., 2021). Durante las últimas décadas, han sucedido una serie de fenómenos que han dado lugar a la modificación de las tendencias que hasta ahora conocíamos en el sector. La crisis del Covid-19 ha repercutido sobre las cadenas de suministro globales y sus efectos han supuesto un cambio en el mercado textil internacional, acelerando los procesos de automatización o relocalización de la producción.

Por un lado, los efectos económicos de la crisis sanitaria fueron devastadores y afectaron a todas las economías alrededor del mundo, sobre todo a las economías emergentes (Banco Mundial, 2022). La ralentización y reducción de los volúmenes de producción, así como la alteración en la oferta y la demanda de las economías, y por consiguiente las exportaciones e importaciones, desencadenaron graves consecuencias financieras. Los gobiernos llevaron a cabo medidas, con el objetivo de paliar los efectos de la crisis sanitaria y de facilitar la recuperación económica. A corto plazo, establecieron políticas y programas para ayudar a los gobiernos, a las empresas y a los hogares, y consiguieron mitigar las consecuencias más graves (Banco Mundial, 2020).

Por otro lado, la pandemia paralizó el comercio mundial y alteró las cadenas de suministro globales. La dependencia en la producción asiática hizo que muchas empresas, que importaban materias primas de esta región, como China, sufrieran una rotura de sus stocks (Gandoy y Díaz-Mora, 2020). El bloqueo en el acceso a las materias primas dio lugar a que las compañías tuvieran que buscar otras fuentes de recursos e importar las materias primas de otros países más cercanos. La pandemia del Covid-19 aceleró esta idea de la cada vez más necesaria de relocalización de la producción y el desarrollo de las estrategias de las empresas frente a una excesiva deslocalización y la búsqueda de una globalización más equilibrada (Gandoy y Díaz-Mora, 2020).

Asimismo, la subida de los precios en los transportes, tanto marítimos como aéreos y terrestres alcanzaron máximos históricos. Por ejemplo, en el caso del transporte marítimo, las inusuales condiciones de la oferta y la demanda alteraron las tarifas del transporte marítimo o

fletes. Teniendo en cuenta que, según Jan Hoffmann (jefe del departamento de comercio y logística de la UNCTAD) “el 80% de los productos que consumimos llegan por transporte marítimo” (Hoffmann, 2021, p.1), este repunte en los precios tendría un enorme impacto sobre los costes de las materias primas y los productos terminados. Una de las causas de lo anterior es que, a pesar de la desaceleración inicial, la posterior recuperación de la demanda no se pudo atender de manera próspera debido a los retrasos en los puertos y las malas conexiones por la escasez de personal y la falta de gestión al principio de la crisis (UNCTAD, 2021).

En lo que respecta a la producción textil,

“los países en desarrollo centrados en la producción de prendas de vestir podrían verse muy afectados por el avance de la automatización, que permitiría invertir esta tendencia a la deslocalización en un proceso de repatriación –o relocalización cercana– de la producción y, por consiguiente, también de los puestos de trabajo, hacia los grandes mercados de prendas de vestir de la UE y los Estados Unidos” (Bárcia de Mattos, et al., 2021, p. 570).

La automatización de una parte de la producción textil de prendas y de calzado, es una práctica cada vez más habitual. Aunque todavía existe una gran cantidad de trabajo manual (Bárcia de Mattos, et al., 2021), la nueva tendencia manufacturera tiende hacia una automatización de, al menos, una parte de esta producción. La amplia demanda mundial de prendas de vestir ha generado un gran número de puestos de trabajo e ingresos de exportación para los países que dependen de esta industria, pero en los próximos años, se prevé que estos puestos de trabajo se vean comprometidos por la aparición de maquinaria. Aunque, es cierto que según indican algunos autores, existen algunos procesos que por la precisión que requieren son difícilmente automatizables (Bárcia de Mattos, et al., 2021). Las empresas principales de la cadena de valor mundial en el sector textil y de confección que producen en países en desarrollo se concentran en la Unión Europea y en Estados Unidos (United Nations, 2005).

Por otro lado, respecto a la relocalización de la producción, algunos autores utilizan el término *reshoring* o relocalización (Raza et al., 2021, p. 4), para referirse a este nuevo fenómeno de reversión de la globalización que lleva sucediendo desde 2008, con el fin de la época dorada de la globalización. La crisis financiera de las suprime agitó el mercado mundial, alterando la oferta y la demanda, y desacelerando el proceso globalizador que, incluso los años

previos a la pandemia del Covid no había logrado recuperarse (Gandoy y Díaz-Mora, 2020). Durante esta década muchas empresas del continente europeo se plantearon volver a traer sus producciones cerca, motivadas por los costes, los tiempos y la sostenibilidad de la producción. La mano de obra de los países en desarrollo dejó de ser tan barata como lo había sido hasta entonces, los salarios aumentaron y los costes laborales eran menos atractivos (International Labour Organization, 2022).

Dentro del fenómeno de *reshoring* los autores han distinguido entre dos tipos de relocalización de la producción: el *backshoring* y el *nearshoring* (Raza, 2021). El *backshoring*, podría definirse como el proceso que implica retornar la producción al país de origen, por otro lado, el *nearshoring* consiste en reubicar la producción en un país vecino, con costes más bajos que el propio, o que ofrece otras ventajas (Raza, 2021). Entre 2015 y 2019, China perdió un 3% de la cuota de mercado con respecto a sus exportaciones, y según indican organismos internacionales como la Organización Internacional del Trabajo (2022), esta cuota fue absorbida por la industria europea.

A pesar de que, tanto el *reshoring* como sus tipologías pueden tener numerosos beneficios para las empresas, también presenta algunos desafíos importantes que se deben considerar y que no han facilitado que estos procesos sean sencillos, imposibilitando su ejecución para muchas compañías.

- Los costes productivos se van a disparar debido a que, a pesar de que la mano de obra de los países asiáticos ya no es tan barata como antes, sigue siendo menor que la mano de obra en los países europeos. No todas las marcas pueden asumir la subida de los costes de producción y menos las empresas que trabajan con márgenes más pequeños como es el caso de las marcas “*low cost*” (International Labour Organization, 2022).
- En todo caso, no se trataría de un proceso de relocalización a corto plazo, sino a un medio-largo plazo donde algunas empresas que trabajan con mayores márgenes podrían permitirse acercar una parte de la producción si encontrasen en sus países o en países cercanos la posibilidad de fabricar con costes bajos (Gandoy y Díaz-Mora, 2020).
- Asimismo, hay que tener en cuenta que Europa no cuenta con el número de trabajadores cualificados para llevar a cabo la producción como sí lo hacen los

países en desarrollo, ni de las infraestructuras suficientes o las normativas y regulaciones necesarias para la adquisición de los terrenos y la construcción de nuevas infraestructuras (Gandoy y Díaz-Mora, 2020).

Finalmente, si hablamos de relocalización de la industria europea debemos de tener en cuenta que las empresas deben de adaptarse a las medidas europeas adoptadas con respecto a la protección medioambiental y los objetivos de reducir las emisiones. El objetivo de la Unión Europea se basa en acercar la producción a los países del continente donde se implementen procesos sostenibles de fabricación de productos textiles y textiles inteligentes que puedan ser reciclables o que provengan de materiales reciclados. Sin embargo, las compañías del sector se enfrentan a numerosos desafíos que van a dificultar la estrategia de circularidad y sostenibilidad de los productos textiles (Comisión Europea¹, 2022), como veremos a continuación.

EL IMPACTO DE LOS TEJIDOS INTELIGENTES EN LA INDUSTRIA TEXTIL TRADICIONAL EUROPEA

¿Qué son los tejidos inteligentes?

Durante el siglo XX, las prendas de vestir se confeccionaban en función de los tejidos que existían entonces. En la actualidad, además de eso, las empresas desarrollan tejidos específicos que se adaptan a las necesidades y las funciones que cada prenda requiere.

Antes de entender qué son los tejidos o textiles inteligentes, es necesario mencionar la existencia de los Tejidos de Uso Técnico o TUT, que se podrían considerar los antecedentes dichos tejidos inteligentes (Sánchez, 2007). Los TUT han sido habitualmente utilizados para la confección de prendas técnicas destinadas a la protección, seguridad, salud, automoción o transporte, pero cada vez más se ha ido produciendo una generalización en su empleo, y ha sido precisamente gracias a estos textiles como se ha logrado romper con la creencia de que los tejidos son simplemente utilizados para vestir a las personas. Los TUT tienen aplicaciones significativas y se diferencian de los tejidos tradicionales por sus propiedades, capacidades y funciones que van más allá del uso estético (Carrión, 2004). Estos tejidos están compuestos por una amplia gama de fibras y utilizan técnicas de producción específicas para lograr las propiedades esperadas como pueden ser: la resistencia mecánica, la resistencia al desgaste, la

resistencia a productos químicos, el aislamiento térmico, impermeabilidad o transpirabilidad, entre otras (Sánchez, 2007).

Los tejidos inteligentes han ganado una gran popularidad en todos los mercados y han sido ampliamente aceptados. Además, engloban una gran cantidad de productos distintos siendo su uso cada vez más generalizado en el sector. A diferencia de los TUT, que se caracterizaban por tener propiedades y características específicas, que los hacen adecuados para aplicaciones técnicas y funcionales, los textiles inteligentes son un tipo de tejido que incorpora una combinación de tecnología y electrónica en su composición, lo que les permite poseer características específicas como, por ejemplo, poder interactuar y responder a estímulos del entorno o del usuario. Dichos textiles están diseñados para ser “inteligentes” y ofrecer algunas funciones adicionales más allá de las propiedades tradicionales de los textiles convencionales. Estos integran sensores o circuitos electrónicos en su estructura, lo que les permite captar información, procesarla y realizar acciones específicas en respuesta a esta información. Estos tejidos pueden tener aplicaciones en campos como la salud y el cuidado personal, la moda, el deporte de alto rendimiento, la industria automotriz, etc. (Sánchez, 2007).

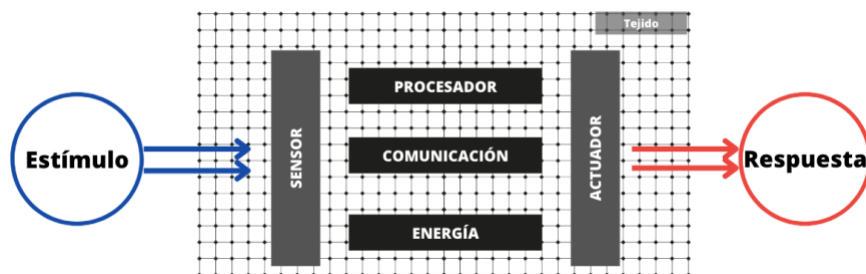
Algunos autores como Roldán (2010, p. 71) han definido los textiles inteligentes como *“productos, tejidos o materias textiles que reaccionan de forma activa ante un agente o estímulo externo”*. Sin embargo, dar una definición concreta sobre qué son los tejidos inteligentes puede resultar complejo por dos razones. Por un lado, estos textiles engloban una amplia gama de productos que poseen diferentes capacidades o cualidades muy variadas. Y, por otro lado, los tejidos inteligentes evolucionan a la misma velocidad que lo hace la tecnología, por este motivo, tejidos que hace unos años se consideraban inteligentes, hoy en día forman parte de nuestra vida diaria y han pasado a ser tejidos convencionales (Mattila, 2006).

Existen dos características que diferencian a los tejidos inteligentes de otros tejidos convencionales. En primer lugar, han de poseer una unidad textil que cuente con propiedades sensitivas y/o impulsoras de señales, dichas propiedades van a permitir captar los estímulos externos (Sánchez, 2007). Asimismo, los impulsores en el tejido facilitarán la transmisión de la información o de las acciones en respuesta a los estímulos recibidos a través de actuadores, microactuadores o materiales con capacidades específicas. Estos actuadores pueden ser

utilizados para cambiar las propiedades del tejido, como su forma, rigidez, color, o incluso para generar estímulos físicos, como vibraciones o calentamiento localizado (Mattila, 2006, p. 216).

En segundo lugar, las unidades procesadoras juegan un papel clave en el funcionamiento de los tejidos inteligentes, tal y como se observa en la Figura 1. Permiten llevar a cabo la toma de decisiones y son las encargadas de elaborar respuestas adaptativas. Las unidades procesadoras interpretan la información de los sensores y las convierten en datos significativos para su posterior análisis, a partir de esta información se obtienen las conclusiones que detectan patrones, y generan respuestas en función de los datos captados. Finalmente, los datos procesados sirven para tomar decisiones específicas en el tejido inteligente (Mattila, 2006, p. 216).

Figura 1. Tejidos Inteligentes.



Fuente: Elaboración propia a partir de COTEC (2014, p.127).

Algunos autores diferencian los tejidos inteligentes y los clasifican en tres categorías (Sánchez, 2007, p. 39), aunque esta clasificación es flexible, es utilizada para categorizar los diferentes tipos de textiles:

- Muy activos: los estímulos desencadenan una adaptación inmediata del tejido.
- Activos: cuentan con la capacidad de captar los estímulos externos e internos y transmitirlos, además, frente a ellos modifican sus propiedades y estructuras.
- Pasivos: tienen la capacidad de captar los estímulos y transmitirlos, pero no reaccionan frente a ellos, no sufren modificaciones.

Clasificación de tejidos inteligentes

Según la ISO (según sus siglas en inglés, *International Organization for Standardization*), no existe una estandarización en cuanto a la clasificación de los tejidos inteligentes, por la amplia gama de tejidos de este tipo que existe en el mercado y porque puede existir un solapamiento entre lo que clasificamos como tejidos “inteligentes” con los tejidos tradicionales. Aunque el adjetivo "inteligente" a menudo se utiliza con fines de marketing, es importante destacar que su uso técnico puede requerir definiciones más precisas. Sin embargo, esto no impide que esta terminología esté ampliamente extendida. Además, la utilización de textiles que no son considerados "inteligentes" no significa necesariamente que dichos textiles sean menos seguros o adecuados para su propósito previsto (ISO, 2020).

Esta organización hace un desglose entre los “Productos textiles inteligentes” y los “Sistemas textiles inteligentes”, tal y como se muestra en la Figura 2, ya que el término “Textiles inteligentes” puede hacer referencia a cualquiera de las dos clasificaciones (ISO, 2020). Así mismo define las dos categorías:

- Producto textil inteligente, definido por la ISO (2020) como un producto textil funcional, que ofrece funciones específicas añadidas a través de la composición, la estructura o el acabado y que interactúa con el entorno, reaccionando o adaptándose a los cambios.
- Sistemas textiles inteligentes, definidos como sistemas textiles (formados por elementos textiles y no textiles, como botones, membranas, acabados, etc) que reaccionan frente a señales o estímulos externos (ISO, 2020).

Figura 2. Clasificación de los Textiles Inteligentes.

Productos textiles funcionales e inteligentes	Sistemas textiles inteligentes
<ul style="list-style-type: none"> - Productos textiles con cambio de fase (PCM) - Productos textiles con principios activos en el interior de microcápsulas. - Productos textiles con cambio de forma (memoria de forma) - Productos textiles crómicos - Polímeros y geles superabsorbentes - Productos textiles auxiliares - Productos textiles dilatadores y espesantes - Productos textiles piezoeléctricos - Productos textiles electroluminiscentes - Productos textiles auxiliares - Productos textiles dilatadores y espesantes - Productos textiles piezoeléctricos - Productos textiles electroluminiscentes - Productos textiles termoeléctricos - Productos textiles fotovoltaicos - Productos textiles electrolíticos - Productos textiles capacitivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas sin función energética ni función de comunicación (NoE-NoCom) - Sistemas con función energética, pero sin función de comunicación (E-NoCom) - Sistemas con función de comunicación, pero sin función energética (NoE-Com) - Con función energética y función de comunicación

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación de la ISO, (2020).

Debido a la amplia variedad de productos textiles y a las limitaciones este estudio, se han elegido tres de ellos que se desarrollarán a continuación, junto con algunos ejemplos para comprender de manera práctica qué son los tejidos inteligentes. Los seleccionados se tratan de textiles que forman parte de muchas de las prendas que utilizamos en nuestro día a día y son accesible en el mercado para todos los consumidores:

- Productos textiles con cambio de fase (PCM)
- Productos textiles con principios activos en el interior de microcápsulas.
- Productos textiles con cambio de forma (memoria de forma)

Productos textiles con cambio de fase (PCM): Textiles con microencapsulado PCM

La tecnología de los materiales de cambio de fase se desarrolló en los años setenta en un programa de investigación de la NASA. Actualmente esta tecnología es utilizada en numerosos campos a través del microencapsulado PCM (Phase Change Material). En la industria textil, a pesar de que su incorporación es relativamente reciente, sus aplicaciones son diversas. Los materiales de cambio de fase tienen la capacidad de acumular energía a través de sus transformaciones en sólido, líquido y gas. Estos cambios se producen por la subida o bajada de la temperatura que altera el estado dichos materiales. En los textiles los alquilos hidrocarbonos son los PCM más utilizados ya que poseen algunas características que permiten el contacto con la piel, entre ellas su reducida toxicidad (Mattila, 2006).

El microencapsulado es un proceso que consiste en la incorporación de microcápsulas a los tejidos o fibras textiles con el objetivo de proporcionarles ciertas características. Las microcápsulas PCM permite la regulación térmica. Sin embargo, este material debe de cumplir con las siguientes características (Mattila, 2006):

- La uniformidad de las partículas: se tratan de microcápsulas con un diámetro milimétrico, para asegurar que la transferencia y almacenaje de calor sea equitativo el tamaño debe de ser uniforme.
- La cobertura del PCM debe de ser resistente a los cambios de fase y transferir los cambios de temperatura adecuadamente.
- Estabilidad de las microcápsulas ante cambios térmicos, químicos o mecánicos.

Los tejidos pueden incorporar las microcápsulas de varias formas: a través de su integración en sus fibras, lo que no alteraría la producción de sus tejidos con respecto al hilado o tintado, ni tampoco a las propiedades de los materiales; través de la incorporación de PCM en espuma, se utiliza en la fabricación de guantes, zapatos y otras prendas; y mediante su aplicación en forma de recubrimiento de los tejidos, a modo de “barrera” (Mather, 2001).

En los tejidos PCM, el principio activo que se encuentra en el interior de la membrana es capaz de experimentar un cambio de fase de sólido a líquido (o gas), y es precisamente a través de esos cambios de fase como se almacena y libera el calor. “En función de las condiciones ambientales, las microcápsulas incorporadas al textil son capaces de absorber,

almacenar y liberar el calor corporal” (Sánchez, 2007, p. 39). El proceso consiste precisamente en el cambio de fase de estas parafinas. Cuando el cuerpo del individuo libera calor, el interior de las microcápsulas se transforma a estado líquido, mientras que cuando siente frío, se convierte de nuevo en sólido, liberando la energía antes acumulada y haciendo que la temperatura se mantenga constante. Por lo tanto, se absorbe una cantidad importante de calor latente cuando el material cambia de fase al aumentar la temperatura. Esta transformación tendrá lugar a una temperatura casi fija, es decir, en el punto de fusión de la sustancia que convierte el material de estado sólido a líquido (Mather, 2001). “Entre los alcanos más corrientemente utilizados están el octadecano, nonadecano y eicosano, de puntos de fusión 28,2 °C, 32,1 °C y 36,8 °C, respectivamente” (Sánchez, 2007, p. 40). La sustancia almacena el calor cuando está en estado líquido y sólo lo libera cuando se enfría de nuevo al estado sólido, tal y como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Esquema del funcionamiento de las cápsulas PCM.



Fuente: Elaboración propia a partir de Sánchez (2007).

Es clave tener en cuenta que además de sus capacidades de regulación térmica, estos tejidos permiten un aislamiento del usuario, es decir, un “efecto barrera”. La barrera térmica se crea a través de la absorción y la emisión de calor, de esta manera se regulan los flujos de calor y adaptarlos a las necesidades térmicas (Mattila, 2006).

Debido a su gran versatilidad, sus aplicaciones incluyen una amplia gama de productos, los más habituales son en prendas de vestir, como equipamiento deportivo, chaquetas, calcetines, zapatos, prendas de protección; textiles domésticos, como ropa de cama o cortinas; y dispositivos médicos o terapéuticos, como vendajes o mantas, etc.

Productos textiles con principios activos en el interior de microcápsulas: Cosmetotextiles.

Los cosmetotextiles podrían colocarse como una tipología de textiles microencapsulados, que ofrecen propiedades nuevas a los textiles tradicionales aportándoles un valor añadido, combinando las cualidades de los tejidos con las propiedades cosméticas de los ingredientes utilizados. Los tejidos han sido diseñados con el objetivo de proporcionar beneficios adicionales para el portador de la prenda y son utilizados principalmente para tratamientos estéticos o de salud (Aitex, s.f.).

Existen diferentes tipos cosmetotextiles, estos pueden estar impregnados, recubiertos o encapsulados con diversos ingredientes cosméticos como cremas, aloe vera, aceites, vitaminas, antioxidantes, etc. Mediante la presión, fricción y biodegradación (Sánchez, 2007) los ingredientes se liberan gradualmente sobre la piel o el cabello a medida que se porta la prenda y se producen fricciones suaves durante el uso. Los beneficios que se atribuyen a los cosmetotextiles varían según los ingredientes utilizados y las propiedades específicas de cada producto.

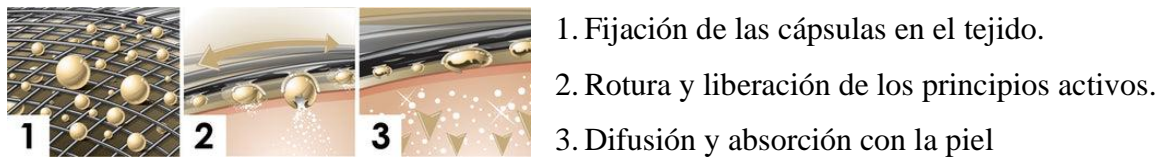
Existen innumerables marcas que utilizan esta tecnología, sobre todo con aplicaciones estéticas, un ejemplo práctico es Lytess. Esta marca francesa vende artículos textiles que remodelan la figura, están clínicamente probados y existen estudios que respaldan su eficacia, un ejemplo son sus mallas anticelulíticas que aparecen en la Figura 4. Utilizan cosmetotextiles que cuentan con unas microcápsulas integradas dentro de las fibras del tejido y que, cuando entran en contacto con la piel, liberan los productos cosméticos que progresivamente se irán absorbiendo por la piel (Lytess, s.f), como mostraremos en la Figura 5 a continuación (Lytess, s.f):



Figura 4. Stop Cellulite Panty

Fuente: Lytess, (s.f).

Figura 5. Las tres fases de integración de las microcápsulas y su funcionamiento:



Fuente: Lytess, (s.f).

Productos textiles con cambio de forma (Memoria de forma)

Los materiales con memoria de forma son aquellos que reaccionan alterando su forma en respuesta a un cambio de temperatura. Estos materiales cuentan con cualidades adicionales, como la pseudoelasticidad y la tensión o deformación recuperable, además de una capacidad de amortiguación y adaptación (Chan Vili, 2007, p. 290). Los cambios físicos del exterior que alteran el estado de estos materiales son generalmente cambios térmicos, aunque los materiales con memoria de forma también pueden adaptarse frente a cambios mecánicos, magnéticos y eléctricos (Chan Vili, 2007).

Los materiales con memoria de forma se han incorporado a los textiles dando lugar a tejidos híbridos (Chan Vili, 2007) el material utilizado más común es el poliuretano termoplástico (Sánchez, 2007). Estos materiales sufren dos fases, una fase de deformación que ocurre al aplicar el estímulo, como el calor. En esta fase el material experimenta una deformación reversible. Los enlaces moleculares se rompen, permitiendo que las moléculas se muevan y se reorganicen en una nueva configuración. Como resultado se produce un cambio en la forma del material, como la contracción, la expansión, la torsión o el doblado. En la segunda fase o fase de recuperación, cuando el estímulo desaparece, el material vuelve a su estado original. Las moléculas se reordenan y vuelven a enlazarse en su estructura original, lo que permite que el material recupere su forma inicial (Chan Vili, 2007).

La empresa Mitsubishi Corporation Fashion Co, Ltd., descubrió la membrana Diaplex (Gök et al., 2015), diseñada para reaccionar frente a los cambios de temperatura, esta membrana posee capacidades de impermeabilidad, transpirabilidad y anti-condensación, además de una elevada adaptabilidad y confort para el usuario.

El Impacto de los tejidos inteligentes en la industria textil europea

La liberalización del comercio hizo que la industria textil europea se tuviese que enfrentar a la creciente competencia de los países asiáticos, especialmente de China, caracterizada por su producción a gran escala y los costos más bajos. En este contexto, los tejidos inteligentes han revolucionado la industria textil tradicional y surgieron como una oportunidad para resistir frente a esta creciente competencia y abrir una tercera vía en el mercado (Huete, 2005).

Con respecto a la industria textil europea existe una tendencia, que no es absoluta, pero que ha sido tradicionalmente aceptada, y es que, los países del norte de Europa como Alemania, Suecia o Dinamarca han llevado a cabo una mayor inversión en investigación y desarrollo para la creación de tejidos inteligentes o soluciones sostenibles. Mientras que, en el sur del continente, países como Italia, España o Portugal han contado con una amplia infraestructura manufacturera y de confección de productos textiles (Comisión Europea⁴, 2022). Esto no implica que los países del sur de Europa no estén envueltos en proyectos de innovación, o de colaboración para el desarrollo de una industria textil más competitiva.

Cabe destacar que la Unión Europea ha desarrollado diferentes iniciativas de financiación de proyectos de investigación con respecto a la innovación textil y los tejidos inteligentes en todo el continente. Lo que ha permitido a las empresas desarrollar productos de un mayor valor añadido y ofrecer ventajas competitivas con respecto al mercado global. En 2005, se desarrolló un plan estratégico denominado CLEVERTEX para la transformación del sector textil y de confección tradicional en un sector industrial impulsado por el conocimiento hasta 2015 (CORDIS, 2011), financiado con fondos europeos, con el objetivo de convertir este sector en un sector competitivo. Todo ello con la ayuda de organizaciones textiles a nivel europeo como el EURATEX en Bélgica, el ADITEX, en Francia o el SMARTEX en Italia, entre muchas otras (CORDIS, 2011).

Otros proyectos de innovación sobre tejidos inteligentes financiados por la Unión Europea fueron, el proyecto de EC MICROFLEX, para el desarrollo de la fabricación de microfibras textiles inteligentes, o CA SYSTEX, para la financiación de la investigación y educación sobre los tejidos inteligentes (CORDIS, 2011).

Además, en 2019, la Unión europea financió el proyecto PYRATEx, para la fabricación de tejidos provenientes de fibras vegetales, combinando las innovadoras utilidades de los tejidos inteligentes con la sostenibilidad en la utilización de fibras vegetales. La compañía polaca ha desarrollado prendas que poseen capacidades térmicas, y protección contra los rayos UV, a partir del tratamiento de plantas naturales con su propia fórmula PYRATEx®. Estos textiles, poseen además capacidades biodegradables y su fabricación permite el ahorro de agua y reduce el impacto de las emisiones de carbono a la atmósfera (Pyratex, s.f.).

DESAFÍOS FUTUROS PARA LA INDUSTRIA

Situación macroeconómica en Europa.

Europa se encuentra actualmente frente a diversos desafíos económicos. *“La pandemia de COVID-19 ha afectado negativamente al sector. En 2020, el volumen de negocios de la UE se contrajo un 9,2 % en el sector textil y un 18,1 % en el de la confección en comparación con 2019”* (Comisión Europea¹, 2022, p. 2). Además, en el panorama mundial, la guerra de Ucrania que dio comienzo en febrero de 2022 ha generado una crisis humanitaria, unido a una ralentización de la economía dando lugar a una de las mayores crisis energéticas desde la década de los años 70. En los últimos meses se ha producido un incremento de los precios de la energía y la subida de los tipos de interés, lo que ha aumentado la inflación a nivel mundial y ha puesto alerta a los estados y gobiernos.

Por otro lado, según el último informe del EURATEX (European Apparel and Textile Confederation) sobre el comercio textil y la confección en la Unión Europea la balanza comercial del último año arroja cifras preocupantes debido al incremento en el déficit comercial en un 48% más que el año anterior (EURATEX, 2023). Esto es debido a que, a pesar del aumento de las exportaciones en el año 2022, que alcanzaron la cifra de 287.481,93 millones de euros (IDEPA, 2023), no superan las importaciones que se han mantenido significativamente por encima, alcanzado el valor de 341.476,30 millones de euros (IDEPA, 2023). Además, hay que tener en cuenta que, debido a la inflación causada por la subida de los precios de la energía y los tipos de interés, aunque aparentemente las cifras del valor total de exportaciones del sector se han incrementado en un 13% con respecto al año anterior, el volumen exportado ha aumentado solamente un 7% más (EURATEX, 2023).

En Europa sigue existiendo una dependencia con respecto a las importaciones de productos textiles procedentes de países como China o Bangladés, no cumpliendo así el objetivo europeo de reforzar la competitividad y autonomía de la industria (Comisión Europea¹, 2022). Por otro lado, se plantean dudas sobre la capacidad de la Comisión para promover y hacer valer la presencia de productos textiles sostenibles y de alta calidad en el mercado único, sin importar su lugar de procedencia (EURATEX, 2023). Debido al gran volumen de importaciones mantener un control efectivo de la calidad de estas importaciones supone todo un desafío. Por lo tanto, será necesario aumentar de manera significativa la supervisión del mercado, sin que esto se convierta en una barrera para el comercio.

Es importante tener en cuenta que los países europeos siguen exportando productos textiles de alta gama y textiles técnicos a otros países fuera del continente, por lo que el impacto del sector textil es clave en la economía. Además, las empresas han de diseñar políticas que ayuden a recuperar la competitividad global de Europa en el sector textil. Como se explicará a continuación la nueva estrategia de las autoridades europeas según el Director General del EURATEX, Dirk Vantghem (EURATEX², 2023) consistirá en “ser líderes mundiales en textiles sostenibles, basándonos en el espíritu emprendedor, la calidad y la creatividad de casi 150.000 empresas textiles europeas. Crear este nuevo marco es un reto increíble, que requiere un estrecho diálogo entre la industria y el regulador. Pero si se diseña bien y se aplica con cuidado, puede marcar una nueva era para la industria textil europea” (EURATEX², 2023).

Nueva tendencia en el sector: transición ecológica y tecnológica.

El reciclaje textil es una de las nuevas tendencias que han aparecido en los últimos años. Desde los organismos europeos refuerzan la idea de lograr una producción ambientalmente sostenible para todos los productos textiles fabricados en la UE en 2030, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. La Estrategia para un Sector Textil Sostenible y Circular adoptada por la Comisión Europea en marzo del año pasado trataba de dibujar una hoja de ruta que garantizase una transición económica y tecnológica en Europa (Comisión Europea¹, 2022).

Gracias a la utilización de innovadores procesos y tecnologías punteras las compañías pueden revolucionar los procedimientos en el sector, además cada vez es mayor la tendencia de las empresas textiles de combinar la tecnología textil con la sostenibilidad. “Es necesario

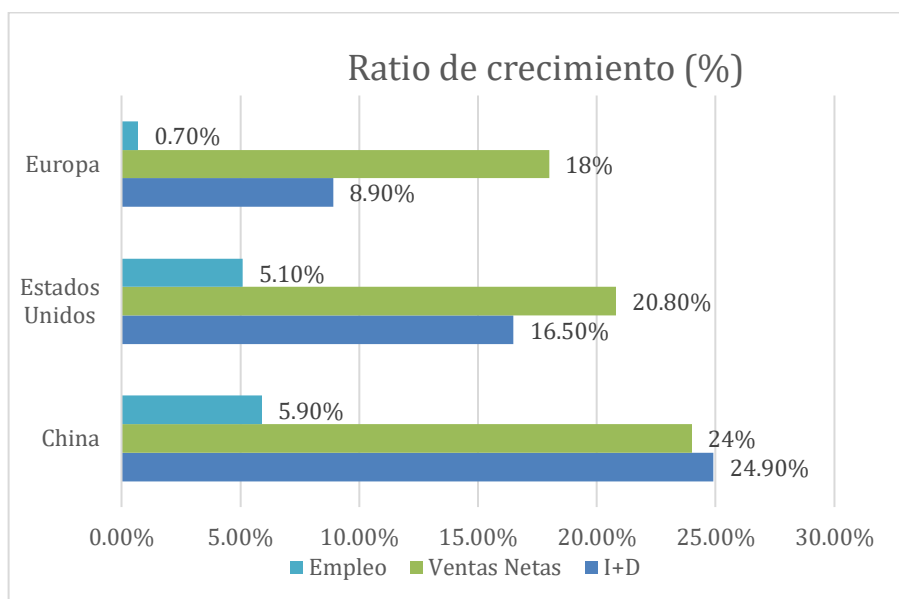
seguir desarrollando las tecnologías de clasificación y reciclaje avanzadas” (Comisión Europea¹, 2022, p. 4). Estos procedimientos se tratan de procesos químicos que buscan separar las fibras textiles puras de los demás componentes. Se trata de un proceso muy ventajoso para aquellas prendas que ya hayan sido utilizadas y que hayan sufrido un cierto desgaste, ya que permite elaborar tejidos de mayor calidad. El conocido reciclaje mecánico, que se lleva a cabo a través de el desmontaje, la separación, la trituración y el lavado, es mucho más agresivo y hace que se pierda la calidad de los productos. Por este motivo, las empresas del sector se han centrado en desarrollar procesos químicos que generen fibras de mayor calidad (Gestal, 2022).

Algunas de las empresas que más impacto han tenido en el sector son en Europa, por ejemplo, Worn Again, es pionera en el reciclaje de las fibras de poliéster y poliamida, utiliza altas tecnologías para el procesamiento de los productos textiles, favoreciendo la reutilización de estos (Gestal, 2022). Otro ejemplo es Renewcell, que ha conseguido un gran crecimiento en los últimos años. La empresa sueca produce, partir de residuos textiles, una celulosa orgánica y biodegradable, que ellos denominan Circulose. El proceso consiste en descomponer prendas que contienen un alto porcentaje de celulosa (prendas de algodón fundamentalmente), generando una viscosa que podrá ser utilizada para la producción de fibras textiles (Renewcells, s.f). Asimismo, a pequeña escala han aparecido *start ups* que cumplen con los criterios de tecnología y sostenibilidad. Es el caso de Sepiia en España, que ha conseguido crear productos que se encuentran dentro de los estándares de sostenibilidad y circularidad, y además ofrecen un valor añadido a los clientes al incorporar tejidos inteligentes. Todas las prendas de la marca están fabricadas con poliéster reciclado y reciclable, y que además repele las manchas, es transpirable y es sencillo de lavar y planchar (Sepiia, s.f).

[Inversión en I+D frente a la competencia global.](#)

Europa es uno de los líderes mundiales en inversión en I+D, destacando el sector automovilístico. Según el informe publicado en diciembre de 2022 por la Comisión Europea en el que recoge una comparativa de las inversiones de las 2.500 empresas que invierten en I+D en el mundo, y que representan el 90% de las inversiones totales a nivel mundial, Europa se encuentra en la tercera posición, después de China y Estado Unidos. Europa invirtió 192,8 billones de euros en el último año, lo que representa el 17,6% de las inversiones mundiales en I+D (Comisión Europea², 2022).

Gráfico 3. Ratios de crecimiento (%) de la inversión en I+D, el empleo y las ventas netas en Europa, Estados Unidos y China.



Fuente: Elaboración propia a partir de Comisión Europea² (2022).

Las empresas europeas, tal y como se observa en el Gráfico 3, han aumentado en un 8,9% sus inversiones en I+D en el último año, frente al 16,5% de las empresas estadounidenses y el 24,9% de las chinas. Europa se ha recuperado tras la caída del 2,2% de estas inversiones en 2021 como consecuencia de la pandemia de Covid-19, incrementando un 5,7% las inversiones totales con respecto a las cifras pre-covid (Comisión Europea³, 2022).

En el caso del sector textil las inversiones de innovación y desarrollo se centran en la creación de un ecosistema industrial, al tratarse de un sector en el que existe un mayor riesgo de dependencia extranjera (Comisión Europea, 2021). Existe una alta competitividad dentro del sector textil europeo en relación con la competencia internacional, sobre todo con aquellos países donde las inversiones son más elevadas o los costos laborales, las políticas comerciales y económicas hacen que los costes de producción sean más bajos. Por lo que las economías europeas deben de cooperar y fortalecer su posicionamiento en el mercado global.

“La demanda extracomunitaria es relativamente más importante para el agregado de la UE que la oferta extracomunitaria. Sin embargo, la oferta exterior de determinados sectores sigue desempeñando un papel significativo para la producción de la UE (...).

La UE depende de países extracomunitarios sobre todo en materias primas y la electrónica, pero también en el sector textil, las actividades financieras, los productos químicos y los principios activos farmacéuticos. En consecuencia, esto pone de relieve la necesidad de que la UE siga integrándose en la economía mundial” (Comisión Europea, 2021, pág 17).

La transición propuesta por los líderes europeos se puede resumir en una doble vía, la sostenibilidad y digitalización. Si no se aborda estos temas de manera eficaz, Europa corre el riesgo de perder competitividad en algunos sectores económicos, como el textil (Comisión Europea, 2021). Sin embargo, cabe destacar que, en Europa, las inversiones llevadas a cabo por las empresas de la región, si se comparan con las llevadas a cabo por empresas estadounidenses, son tan solo representan la mitad de estas. Además, según los informes de la Comisión Europea, la inversión en *startups* estadounidenses supone el 80% de las inversiones de capital de las empresas con sede en Europa. Como consecuencia de ello, será necesario fortalecer el ecosistema empresarial y aumentar las inversiones de capital dentro de la región, así como reducir la brecha dentro de la inversión empresas emergentes en la UE (Comisión Europea³, 2022).

CONCLUSIÓN

La industria textil es un sector de la economía que involucra todas las actividades relacionadas con la fabricación de las fibras, tejidos y productos finales textiles, así como la distribución y posterior comercialización de estos. Este sector ha sufrido una gran transformación en los últimos años debido a los cambios tecnológicos, la liberalización del comercio a partir de los años 70 y la aparición de fuertes competidores en los países en desarrollo, que contaban con ventajas en costes, materias primas y mano de obra.

Los textiles inteligentes tienen su origen en los tejidos de uso técnico (TUT), cuya utilización era más industrial y técnica. Sin embargo, a medida que las nuevas tecnologías y la aparición de la industria 4.0 se ha desarrollado, los tejidos inteligentes se han ido incorporando progresivamente a la vida diaria de los usuarios, ofreciendo a los consumidores funcionalidades adicionales que van más allá de las que ofrecían los textiles tradicionales. Existe una gran variedad de este tipo de tejidos dentro de su clasificación según la ISO, además se ha ido ampliando a medida que avanzan los estudios en innovación y desarrollo.

En Europa las empresas de este sector han visto en los textiles inteligentes una oportunidad para ganar una fuerte ventaja competitiva frente a la oferta de los países en desarrollo. Estos textiles permiten a las compañías europeas ofrecer en el mercado productos con un alto valor añadido, adaptados a las demandas de los cada vez más exigentes consumidores. Pese a que, en los últimos años, la industria textil europea ha perdido competitividad, las nuevas tendencias de automatización de la producción y relocalización de la industria, sumadas a los avances tecnológicos en materia textil, pueden ofrecer una oportunidad para fortalecer el tejido industrial en la región.

Sin embargo, las compañías textiles europeas, deben de enfrentarse a una dura situación macroeconómica en el continente, causada por la crisis energética, la subida de la inflación y los tipos de interés, así como el incremento en el déficit de la balanza comercial. Las empresas deberán diseñar nuevas políticas comerciales para buscar soluciones ante esta desfavorable situación. Además, deberán identificar nuevas oportunidades y estar dispuestas a realizar ajustes y cambios estratégicos fortaleciendo las alianzas con proveedores y socios, y sobre todo buscando nuevas alternativas de colaboración con empresas tecnológicas y de investigación para impulsar la innovación en el campo de los tejidos inteligentes.

La nueva tendencia en el sector hacia la transición ecológica y tecnológica, ligada al plan de la UE de sostenibilidad y circularidad del sector, ofrece a las estas compañías la oportunidad de destacar en el mercado global. Aunque las inversiones en I+D de las compañías europeas han experimentado un crecimiento en los últimos años, es importante promover que una parte de esas inversiones se enfoquen específicamente en la industria textil. De esta manera, al impulsar el desarrollo de soluciones sostenibles y tecnológicamente avanzadas, podrán cumplir con los requisitos de sostenibilidad establecidos por los organismos europeos y satisfacer las demandas cambiantes de los consumidores conscientes del medio ambiente. Finalmente, al innovar en sus procesos de producción, utilizar materiales más sostenibles y crear productos con características únicas, las compañías podrán destacar en el mercado, ganar una mayor ventaja competitiva y aumentar su cuota de mercado tanto a nivel regional como global.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION

Las limitaciones del estudio se han encontrado a la hora de analizar los tejidos inteligentes debido a la amplia variedad de tipos de tejidos que existen. Por lo que en este análisis se ha tratado de presentar y ejemplificar tres clases de tejidos existentes en la sociedad. Por otro lado, habría sido interesante un mayor desarrollo de las estrategias y políticas de los organismos europeos con respecto al nuevo marco de acción venidero de la industria textil, ya que desempeñarán un papel crucial en el impulso y el apoyo a la adopción de tejidos inteligentes en el sector textil.

Con lo que respecta a las futuras líneas de investigación, los tejidos inteligentes se expanden en un campo de estudio multidisciplinar. Por este motivo, pueden ser de especial interés para expertos de diversas áreas científicas y para futuras investigaciones conjuntas. Por otro lado, otra futura línea de investigación puede tratarse acerca del continente africano como una nueva potencia emergente en su desarrollo hacia una industrialización sostenible y tecnológicamente eficiente (Hai, 2020).

BIBLIOGRAFÍA

- Aitex (s.f.) Los cosmetotextiles: una nueva generación de productos que aúnan la alquimia de la cosmética y el atractivo del sector textil. Recuperado de <https://www.aitex.es/los-cosmetotextiles-una-nueva-generacion-de-productos-que-aunan-la-alquimia-de-la-cosmetica-y-el-atractivo-del-sector-textil-para-el-cuidado-de-la-piel/>
- Alfaro, D. V., Castillo, J. S., & García, N. G. (2011). Análisis de Creación de Valor Económico para Empresas del Sector Textil (Value added analysis for the textile sector businesses). *Tec Empresarial*, Vol. 5 (1), 41-48. Recuperado el 10 de febrero de 2023 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761525>
- Banco Mundial (2022). Los impactos económicos de la pandemia y los nuevos riesgos para la recuperación. Informe sobre el desarrollo mundial 2022. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/publication/wdr2022/brief/chapter-1-introduction-the-economic-impacts-of-the-covid-19-crisis>
- Bárcia de Mattos, F., Eisenbroun, J., Kucera, D., y Rossi, A. (2021). Automatización, empleo y relocalización. ¿Disrupción en la industria de la confección?. *Revista Internacional del Trabajo*, Vol. 140 (4), 565-585. Recuperado el 26 de febrero 2023 en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8290600>
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4º ed.). Oxford university press.
- Cáceres, P. (2008). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas*. Individuo y sociedad, 2(1), 53-82. Recuperado de <http://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/view/3>
- Carrión, F. (2004). La importancia de la I+D+i en el futuro de la industria textil. *Boletín Intexter (U.P.C.)*, (25), 55-66. Recuperado el 3 de abril de 2023 de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/2802/7IMPORTANCIAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chan Vili, Y. (2007). Investigating Smart Textiles Based on Shape Memory Materials. *Textile Reseaerch Journal*, Vol. 77 (5), 290-300. Recuperado de https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0040517507078794?casa_token=Ydp_W2Vxcf_gAAAAA:TuU-wiqTvL0kWuxGOOS3ze6K0zZIFXSZlgR97DPkn9slmmRvre6iPc-nVH5IusmNIylQoWPvA9b8
- Comisión Europea (2021). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social europeo y al Comité de las regiones: Actualización de la Nueva Estrategia Industrial 2020: Construir un mercado único más fuerte para la recuperación de Europa. COM (2021) 350-351-353. Recuperado de https://commission.europa.eu/system/files/2021-05/swd-strategic-dependencies-capacities_en.pdf
- Comisión Europea ¹ (2022). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social europeo y al Comité de las regiones: Estrategia para la circularidad y sostenibilidad de los productos textiles. COM (2022), 141. Recuperado de https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12822-Estrategia-de-la-UE-para-los-productos-textiles-sostenibles_es

- Comisión Europea² (2022). Resultados anuales: los 2.500 mayores inversores mundiales en I+D. Cuadro de indicadores de la inversión industrial en I+D de la UE en 2022. Recuperado de https://iri.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/contenttype/scoreboard/2022-12/R%26D_2022_Annual_Performance_PRINT_v8.pdf
- Comisión Europea³ (2022, 13 de diciembre). Las inversiones industriales en investigación y desarrollo en la UE aumentan de nuevo [Comunicado de prensa]. Recuperado de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_7647
- Comisión Europea⁴, (s.f.). Textil y confección en la Unión Europea. Recuperado de https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/fashion/textiles-and-clothing-industries/textiles-and-clothing-eu_es
- CORDIS (2011). Final Report Summary - CLEVERTEX (Development of a strategic Master Plan for the transformation of the traditional textile and clothing into a knowledge driven industrial sector by 2015. Recuperado de <https://cordis.europa.eu/project/id/517006/reporting/es>
- COTEC. (2014). Textiles técnicos. Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas. Recuperado de http://www.revistadyna.com/documentos/recursos/cotec_textiles_tecnicos.pdf
- De las casas, J. (2019). La ropa inteligente se hace un hueco en los armarios. *Expansión*. Recuperado el 30 de abril de <https://www.expansion.com/pymes/2019/12/16/5df3bab5e5fdeaad048b473d.html>
- Diario Oficial de la Unión Europea (22 de diciembre de 2004). REGLAMENTO (CE) No 2200/2004 DEL CONSEJO de 13 de diciembre de 2004 (374), 1-28. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2004/374/L00001-00028.pdf>
- Eckhardt, J. (2009). The evolution of EU trade policy towards China: the case of textiles and clothing. *Prospects and Challenges for EU-China Relations in the 21st Century-The Partnership and Cooperation Agreement*, 151-172. Recuperado el 14 de febrero de 2023 de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1959957
- El Achkar Hilal, S. (2022). Employment, wages and productivity trends in the Asian garment sector: data and policy insights for the future of work. *International Labour Organization*. Recuperado de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/documents/publication/wcms_848624.pdf
- EURATEX (2023). Spring Report: Analisis of the EU textil and clothing external trade in 2022. Recuperado de <https://euratex.eu/news/european-textile-industry-increasingly-exposed-to-global-pressure/>
- EURATEX² (2023). First anniversary of the EU textile strategy – celebration or mourning? *EURATEX News*. Recuperado de <https://euratex.eu/news/first-anniversary-of-the-eu-textile-strategy-celebration-or-mourning/>
- Fernández, M. (2021). Los tejidos inteligentes del MIT diseñados para evitar lesiones deportivas. *El Español*. Recuperado de https://www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/innovadores/investigacion/20210408/tejidos-inteligentes-mit-disenados-evitar-lesiones-deportivas/570193285_0.html

- Gandoy, R., & Díaz-Mora, C. (2020). El futuro de las cadenas globales de valor. *Madrid, Club de Exportadores e Inversores Españoles, Comité de Reflexión sobre Internacionalización*. Recuperado de https://clubexportadores.org/wp-content/uploads/pdf/documentos/notas-comite-reflexion/nt_cadenas_globales_valor_jul20.pdf
- Gestal, I (2022). Viaje al centro de la fibra: tecnologías para salvar la barrera de la circularidad. *Modaes*. Recuperado de <https://www.modaes.com/equipamiento/viaje-al-centro-de-la-fibra-tecnologias-para-salvar-la-barrera-de-la-circularidad>
- Gök, M. O., Bilir, M. Z., y Gürcüm, B. H. (2015). Shape-memory applications in textile design. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (195), 2160-2169. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/282556673_Shape-Memory_Applications_in_Textile_Design
- Hai, H. (2020). Hacia una industrialización sostenible de África. *Crónica ONU*. Recuperado de <https://www.un.org/es/cr%C3%B3nica-onu/hacia-una-industrializaci%C3%B3n-sostenible-de-%C3%A1frica>
- Hoffmann, J. (2021). Shipping in the Mediterranean. CETMO. Recuperado de https://www.cetmo.org/wp-content/uploads/2021/05/20210221_RPCSMar_UNCTAD_JHoffmann_RV.pdf
- Huete, J. V. (2005). Tejidos "inteligentes", la alternativa ante la invasión asiática. *Estratos*, (75), 52-55. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1138676>
- IDEPA (2023). El sector Textil. El sector en la Unión Europea. Comercio Exterior. Recuperado de https://www.idepa.es/detalle-cpi/-/asset_publisher/zxT81Epo2hu/content/sector-textil-el-sector-en-la-ue-comercio-exterior?_com_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_zxT81Epo2hu_redirect=https%3A%2F%2Fwww.idepa.es%2Fdetalle-cpi%3Fp_p_id%3Dcom_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_zxT81Epo2hu%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26_com_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_zxT81Epo2hu_cur%3D0%26p_r_p_resetCur%3Dfalse%26_com_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_zxT81Epo2hu_assetEntryId%3D53105
- International Labour Organization (2022). Employment, wages and productivity trends in the Asian garment sector: data and policy insights for the future of work. Recuperado de https://www.ilo.org/asia/publications/WCMS_848624/lang--en/index.htm
- International Organization for Standardization (2020). Textiles and textile products — Smart (Intelligent) textiles— Definitions, categorisation, applications and standardization needs (ISO/TR 23383:2020). Recuperado de 2023 de <https://www.iso.org/standard/75383.html>
- Johnson, J., Whittington, R., Scholes, K., Angwin, D., y Regnér, P. (2017) *“Exploring Strategy: Text and Cases”* (11th Edition). Reino Unido. Pearson Education Limited.
- Lytess (S.f.). Our technology. Recuperado de <https://en.lytess.com/pages/technologie>

- Lytess (S.f.). Stop Cellulite Panty. de <https://en.lytess.com/collection/best-sellers/products/panty-stop-cellulite>
- Mather, R. (2001). Intelligent textiles. Review of Progress in Coloration and related Topics, 31, 36-41. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=gore+tex+intelligent+textiles&oq=gore+tex+intelligent+text#:~:text=%5BPDF%5D-,Intelligent%20textiles,-RR%20Mather%C2%A0%2D%20Review
- Mattila, H. (Ed.). (2006). *Intelligent textiles and clothing*. The Textile Institute Woodhead Publishing Ltd. Cambridge England. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=deZRAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=intelligent+textiles+and+clothing&ots=3EBUS2Q902&sig=BVMRNTLqeSFMOOfbiAMU4VJ3SITM#v=onepage&q=pmc&f=false>
- Mitsubishi Corporation Fashion Co, Ltd (s.f), Diaplex. Recuperado de https://www.mcf.co.jp/wp-content/uploads/2021/07/diaplex_en-1.pdf
- Miles, M. B., Huberman, A. M., y Saldaña, J. (2017). *Qualitative Data Analysis. A Methods Sourcebook* (3º ed.). SAGE Publications, Inc. California.
- Moscoso, Y. M. (2021). Cosmovisión textil actual. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*. Ensayos, (100), 205-216. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7295957>
- Muñoz, V. F. (2008). El textil, un sector en constante adaptación. *Revista de química textil*, (Nº 187). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3388182>
- Organización Mundial del Comercio (2005). Comercio de mercancías. Textiles, Exportaciones, 2005. WTO Stats. Recuperado de https://stats.wto.org/dashboard/merchandise_sp.html
- Organización Mundial del Comercio (2021). Comercio de mercancías. Textiles, Exportaciones, 2021. WTO Stats. Recuperado de https://stats.wto.org/dashboard/merchandise_sp.html
- Organización Mundial de Comercio¹ (s.f.). El GATT y el Consejo del Comercio de Mercancías. Recuperado de https://www.wto.org/spanish/tratop_s/gatt_s/gatt_s.htm
- Organización Mundial del Comercio² (s.f.) Acuerdo sobre los Textiles y el Vestido. Recuperado de https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/16-tex_s.htm
- Parejo, J. A. (1986). La industria antes y durante la industrialización. Una aportación teórica al estudio del sector textil. *Baética: Estudios de Historia Moderna y Contemporánea*, (9), 387-412. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=95141>
- Parlamento Europeo (2005). INFORME (A6-0193/2005) sobre el sector textil y de la confección después de 2005. Recuperado de https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-6-2005-0193_ES.html

- Pla, J.; Puig, F. y Linares, E. (2007): “Crisis actitudes directivas y estrategia en los sectores manufactureros tradicionales: el sector textil español”, *Universia Business Review*, (14), 68-83. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/433/43301406.pdf>
- Pyratex (s.f.). Our Production. Recuperado de <https://www.pyratex.com/copia-de-our-company-1>
- Puig, F., Berbel, J. M. y Debón, A. (2008). El desigual efecto de la globalización entre las empresas textiles españolas. *Investigaciones Regionales*, 12, 59-78. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/289/28913276003.pdf>
- PWC (2017). Disrupción tecnológica en el sector textil. Publicaciones retail y consumo. Recuperado de <https://www.pwc.es/es/publicaciones/retail-y-consumo/assets/pwc-cre100do-disrupcion-tecnologica-sector-textil.pdf>
- Raza, W., Grumiller, J., Grohs, H., Essletzbichler, J., & Pintar, N. (2021). Post Covid-19 value chains: Options for reshoring production back to Europe in a globalised economy. Recuperado de [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/653626/EXPO_STU\(2021\)653626_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/653626/EXPO_STU(2021)653626_EN.pdf)
- Renewcells (s.f.). *Circulose*. Recuperado de <https://www.renewcell.com/en/circulose/>
- Riber, L. (2005). Efectos de la liberalización del Comercio Exterior Textil. *Boletín ICE Económico: Información Comercial Española*, (2839), 3-10. Recuperado de <http://www.revistasice.com/index.php/BICE/article/view/3779/3779>
- Roldán, A. (2010). Tejidos inteligentes. *ACTA*, (56), 71-79. Recuperado de <https://www.acta.es/recursos/revista-digital-manuales-formativos/76-056>
- Sánchez, J. R. (2007). Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil. *Técnica Industrial* (268), 38-45. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10366/22120>
- Sepiia. (S.f.). Nuestra tecnología. Recuperado de <https://sepiia.com/pages/nuestra-tecnologia>
- UNCTAD. (2021). Container Shipping in Times of COVID-19: Why Freight Rates have Surged, and Implications for PolicyMakers. Recuperado de https://unctad.org/system/files/official-document/presspb2021d2_en.pdf
- United Nations (2005). TNCs and the Removal of Textiles and Clothing Quotas. UNCTAD Current Studies on FDI and Development. Recuperado de https://unctad.org/system/files/official-document/iteiia20051_en.pdf
- Westbroek, P., Priniotakis, G., y Kiekens, P. (2005). *Analytical electrochemistry in textiles*. The Textile Institute Woodhead Publishing Ltd. Cambridge England. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lwakAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA215&dq=intelligent+textiles+and+clothing&ots=Q_8FRmv0I6&sig=hYXLTrJse3F2Buigk8_Mn69w5c#v=onepage&q=intelligent%20textiles%20and%20clothing&f=false