



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

# **EL FUTURO DE LA INDUSTRIA TEXTIL CON LA SOSTENIBILIDAD Y LA INCORPORACIÓN DE LOS TEJIDOS INTELIGENTES**

Autor: Beatriz Huertas González

Director: Miguel Ángel López Gómez

MADRID | Diciembre 2021

*A mis padres que en cielo me inspiran y guían.  
A mi familia que en la tierra me acompaña y apoya.*

## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Metodología:</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3. Justificación:</b> .....	<b>2</b>
1.3.1. Estado de la cuestión: .....	2
1.3.2. Motivación personal.....	3
<b>1.4. Estructura</b> .....	<b>4</b>
<b>2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU TRANSFORMACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. Definición de industria textil.</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2. La industria textil en España</b> .....	<b>7</b>
2.2.1. Perspectiva histórica de la industria textil en España .....	8
2.2.2. Perspectiva económica de la industria textil en España.....	10
<b>2.3. Transformación en la industria textil</b> .....	<b>13</b>
2.3.1. La sostenibilidad en la industria.....	14
2.3.2. Tejidos inteligentes. ....	17
<b>3. TEJIDOS MÁS USADOS EN LA ACTUALIDAD</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1. Tejidos procedentes de fibras naturales</b> .....	<b>19</b>
3.1.1. Procedencia vegetal.....	20
3.1.2. Procedencia animal .....	23
3.1.3. Procedencia mineral .....	26
<b>3.2. Fibras de origen artificial</b> .....	<b>27</b>
<b>3.3. Fibras de origen sintético</b> .....	<b>28</b>
<b>3.4. Tejidos procedentes de fibras ecológicas</b> .....	<b>32</b>
3.4.1. Fibras ecológicas de procedencia vegetal .....	33

3.4.2. Fibras ecológicas de procedencia animal.....	35
3.4.3. Fibras ecológicas procedentes de materiales reciclados .....	36
<b>3.5. Tejidos procedentes de materiales inteligentes.....</b>	<b>37</b>
3.5.1. Tejidos procedentes de materiales inteligentes pasivos .....	38
3.5.2. Tejidos procedentes de materiales inteligentes activos.....	39
3.5.3. Tejidos procedentes de materiales ultra inteligentes o muy activos .....	40
<b>4. EVOLUCIÓN Y FUTURO DE LA INDUSTRIA TEXTIL CON LA SOSTENIBILIDAD Y LA INCORPORACIÓN DE LOS TEJIDOS INTELIGENTES.....</b>	<b>40</b>
4.1. El futuro de la industria textil con la sostenibilidad .....	41
4.2. El futuro de los tejidos inteligentes.....	46
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
5.1. Investigaciones futuras y limitaciones de estudio.....	50
<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>
Anexo 1: Entrevista a Mónica Rodríguez, cofundadora de Recovo. ....	52
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>56</b>

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 Evolución del número de empresas de industria textil en España (2010-2019)	11
Gráfico 2 Evolución del número de trabajadores de industria textil en España (2010-2019)	12
Gráfico 3 Evolución de la cifra de negocio de la industria textil en España (2010-2018)	13
Gráfico 4 Clasificación de posibilidades de moda sostenible según Green Strategy.....	15
Gráfico 5 Etapas y actividades de la obtención del algodón.....	21
Gráfico 6 Etapas para la obtención de la lana .....	25
Gráfico 7 Obtención de quitina y quitosano a partir de conchas de crustáceos .....	36

## Índice de Tablas

Tabla 1 Clasificación de actividades económicas del sector textil (CNAE).....	6
Tabla 2 Clasificación de la industria textil (CNAE) .....	7
Tabla 3 Principales ejemplos de las fibras de origen natural según su procedencia.....	20
Tabla 4 Ventajas y desventajas del algodón.....	22
Tabla 5 Ventajas y desventajas del lino .....	23
Tabla 6 Ventajas y desventajas de la seda.....	24
Tabla 7 Ventajas y desventajas de la lana .....	26
Tabla 8 Ventajas y desventajas de la viscosa.....	28
Tabla 9 Ventajas y desventajas del nailon .....	29
Tabla 10 Ventajas y desventajas del poliéster.....	30
Tabla 11 Ventajas y desventajas de la lycra.....	31

## **Resumen**

En esta investigación se analiza cual será el futuro de la industria textil. En concreto, de su transformación: para llegar a ser más sostenible y con la incorporación de los tejidos inteligentes. Para alcanzarlo, se realiza una revisión bibliográfica que expone qué fibras y tejidos se han usado en el pasado, pero también cuáles se están utilizando en la actualidad y qué ventajas e inconvenientes tienen cada uno. Todo ello para comprender de donde nace la necesidad de alcanzar una industria innovadora y que sea respetuosa con el ecosistema y representar que se desarrollará en el futuro, esto se obtiene gracias a una entrevista realizada y a la revisión de la literatura. Un futuro que estará marcado por un cambio en el uso de materias primas en la industria hacia tejidos que generen beneficios, tanto a la sociedad como al consumidor que los use.

**Palabras clave:** industria textil, fibras, futuro, sostenibilidad, tejidos inteligentes.

## **Abstract**

This report analyzes what the future of the textile industry will be. Specifically looking at its transformation to become more sustainable with the incorporation of smart textiles. To achieve this, a bibliographic review was carried out to analyze which fibers and fabrics have been used in the past, what advantages and disadvantages each one has, and how each are currently being used. The literature review along with an industry interview help define what is needed and what will be developed in order to create an innovative industry that is respectful of the ecosystem. It is a future that will be marked by a change in the industry's use of raw materials towards fabrics that generate benefits, both to society and to the consumers who use them.

**Keywords:** textile industry, fibers, future, sustainability, smart textiles

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo de investigación es hacer un análisis del futuro de la industria textil con la incorporación de nuevas fibras y tejidos. En concreto de las alternativas ecológicas a las fibras tradicionales que se usan y se usarán en la fabricación de tejidos para reducir su impacto en el ecosistema. Y también de los tejidos inteligentes que se están incorporando paulatinamente en la industria textil. Entre los objetivos secundarios cabe destacar:

- Contextualizar la industria textil: su importancia y la evolución en el uso de fibras textiles.
- Definir cuáles son los tejidos más utilizados en la actualidad.
- Conocer qué alternativas sostenibles se están usando para la fabricación de tejidos.
- Estudiar la evolución y la incorporación de los tejidos inteligentes a la industria textil.
- Analizar cuáles serán y que futuro tendrán las nuevas tendencias relacionadas con la sostenibilidad y los tejidos inteligentes en la industria textil.

## 1.2. Metodología:

En cuanto a la metodología utilizada en el estudio para alcanzar y dar repuesta a los objetivos planteados con anterioridad, se basa en un enfoque cualitativo.

El enfoque cualitativo se define como: *“Comprender la realidad desde la propia perspectiva de los sujetos, dándoles voz y describiendo sus comportamientos, actitudes, creencias, etc. No busca generalizar los resultados o establecer leyes, sino comprender en profundidad un fenómeno desde la perspectiva de las personas implicadas”* (Gómez-Puerta, 2018).

Partiré de una investigación histórica donde analizaré la evolución de la industria textil hasta llegar a la actualidad, ya que como resalta Luis Sepúlveda (2009) *“es importante conocer el pasado para comprender el presente e imaginar el futuro”*.



Una vez realizada esta investigación histórica, el objetivo, como he mencionado en la frase citada, es “*comprender el presente*”. Por eso, realizaré una recopilación y evaluación de datos a través de una revisión bibliográfica para conocer cuáles son los tejidos más usados en la actualidad, cuál es la composición de las prendas, qué alternativas sostenibles están surgiendo y qué tejidos inteligentes se han desarrollado. La revisión de la literatura ha sido extraída de plataformas como el repositorio de la Universidad Pontificia Comillas y Google Académico, donde se han accedido a revistas especializadas y trabajos académicos. Pero también se han usado dos libros con asiduidad: “Tejidos inteligentes para diseñadores. Inventando el futuro de las prendas” (2016) de Rebeccah Pailes-Friedman y “Conoce todo sobre tejidos inteligentes” (2021) de ABG Technologies.

Por último, se pretende “*imaginar el futuro*”, algo que se alcanzará a través de una revisión bibliográfica y una entrevista, incluida en el anexo, que enriquecerá el análisis porque es una persona que ha desarrollado su trayectoria profesional en la industria textil. El fin de todo ello, será conocer qué es lo que se espera en el desarrollo de esta industria con la sostenibilidad y la incorporación de los tejidos inteligentes.

### **1.3.Justificación:**

#### *1.3.1. Estado de la cuestión:*

El sector textil está presente en nuestro día a día, además de ser muy importante en la economía mundial. “*Se calcula en 1,3 billones de dólares y emplea a más de 300 millones de personas a lo largo de la cadena de valor: sólo la producción de algodón representa casi el 7% de todo el empleo en algunos países de bajos ingresos. Además, en los últimos 15 años la producción de prendas de vestir se ha duplicado, aproximadamente, impulsada por una creciente población de clase media y un aumento de las ventas per cápita en las economías desarrolladas*” (Larios- Francia, R.P, 2019). Por lo tanto, partimos de una industria muy demandada y competitiva, donde la diferenciación genera un valor agregado sobre los productos.

En estos últimos años, la preocupación por la sostenibilidad en la industria textil ha pasado a ser un campo de investigación y desarrollo, además de convertirse en un valor añadido para la venta. “*Este interés se hace más visible con la publicación de The*

*Handbook of Fashion Studies*, escrito por Sandy Black et al. (2014), a partir de este momento, el tema de la sostenibilidad comienza a formar parte de los estudios de moda, tras la publicación de un capítulo que se titula: *La moda sostenible en un mundo generalizado*. Desde ahí, varias revistas científicas como *The Fashion Theory*, *International Journal of Fashion Studies*, *The Journal of Dress and Body* y *Economy and Society*, han encaminado todos sus esfuerzos en promover el diálogo sobre la moda y la sostenibilidad” (Martínez-Barreiro, A. 2020).

Otra tendencia e innovación destacable que puede convertirse en una oportunidad para estas empresas son los tejidos inteligentes: “*Se conocen con este nombre los textiles capaces de alterar su naturaleza en respuesta a la acción de diferentes estímulos externos, físicos o químicos, modificando alguna de sus propiedades, principalmente con el objetivo de conferir beneficios adicionales a sus usuarios*” (García, J. M., García, F. C., Trigo-López, M., Vallejos, S., & de Polímeros, G., 2016).

Por lo tanto, hacer un estudio actualizado sobre cuál es el contexto donde nacen, qué es lo que se produce y cuál se espera que sea su trayectoria; es decir, investigar y analizar ambas tendencias será necesario para elaborar una estrategia en las organizaciones. Este análisis puede convertirse en una oportunidad para la industria textil, pero también para las empresas que fabrican o elaboran productos textiles.

Por todo lo mencionado, considero que el futuro de la industria textil con la incorporación de los tejidos inteligentes y la sostenibilidad es un tema atractivo de estudio para realizar una investigación que pretenda dar respuestas a la aparición y aplicación de nuevas tendencias en el sector textil.

### *1.3.2. Motivación personal*

En primer lugar, la inclinación por este tema parte de mi preocupación por entender cuál será el futuro y las tendencias de las industrias más relevantes. Ya que comprender y estudiar el porvenir de estas, así como dar una respuesta pertinente y eficaz a las necesidades planteadas por la sociedad, creará un valor añadido a las empresas que lo logren.

Considero que la realización de este proyecto de investigación sobre la industria textil es una oportunidad para el desarrollo de ésta, ya que se trata de un sector clave en la economía mundial y donde me encantaría desarrollar mi futura carrera profesional.

Por último, creo importante que las innovaciones que se incorporen a las industrias actuales contribuyan activamente en la sociedad. Las dos tendencias planteadas en este caso: sostenibilidad en la industria textil e incorporación de los tejidos inteligentes, pueden proporcionar beneficios importantes a la sociedad como la reducción del daño al entorno producido por esta industria, pero también añadir otras cualidades y utilidades a las prendas que beneficien al portador de ellas. Por eso, hacer un estudio más reciente y actualizado de su trayectoria, podría ayudar no sólo a las empresas que lo implanten, sino también al resto de la sociedad.

#### **1.4.Estructura**

Para marcar el camino sobre cuál será el futuro de la industria textil con la sostenibilidad y la incorporación de los tejidos inteligentes, el trabajo se estructura en cinco partes:

1. Introducción.
2. Conceptos básicos de la industria textil y su transformación.
3. Tejidos más usados en la actualidad.
4. Evolución y futuro de la industria textil con la sostenibilidad y la incorporación de tejidos inteligentes.
5. Conclusiones.

El primer apartado, *Introducción*, recoge cuáles son los objetivos que se pretenden conseguir en la elaboración del proyecto, así como la metodología que se desarrolla para alcanzar los mismos. Además, se enmarca una justificación a nivel comercial y personal por la que he decidido estudiar lo planteado en los objetivos del trabajo.

A continuación, se elaborará el *Marco teórico*, desarrollado bajo el título '*Conceptos básicos de la industria textil y su transformación*', donde se analizará qué es la industria textil, su importancia en una economía poniendo el ejemplo de España como país y qué

transformación está apareciendo en ella relacionada con la sostenibilidad y los tejidos inteligentes.

Seguidamente se estudiarán cuáles son los *Tejidos más usados en la actualidad*, según su procedencia y se analizarán las ventajas y desventajas del uso de cada uno de ellos.

Asimismo, se realizará una *Evolución y futuro de la industria textil con la sostenibilidad y la incorporación de tejidos inteligentes* a través de diferentes preguntas que se intentarán dar respuesta mediante una revisión bibliográfica y una entrevista.

Para terminar, se confeccionarán unas *Conclusiones* y recomendaciones consecuentes de la investigación que pretenderán dar respuesta a los objetivos planteados, además de recoger las limitaciones del estudio y las futuras líneas de investigación.

## **2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU TRANSFORMACIÓN**

Con el fin de analizar cuál será la trayectoria de la industria textil en los próximos años, es necesario revisar y tener en cuenta varios aspectos previamente:

- ¿Qué es la industria textil?
- ¿Qué actividades alberga esta industria?
- ¿Qué relevancia económica tiene?

Para desarrollar los aspectos mencionados en los puntos anteriores, me centraré en la industria textil española por la existencia de un vínculo más cercano y por su potencialidad en los últimos años.

Con el objetivo de comprender los datos se hará un recorrido histórico de su evolución hasta la industria que hoy conocemos. Por último, se expondrán dos transformaciones que están surgiendo en este sector hacia una industria más sostenible y hacia una industria más funcional con la aparición de los tejidos inteligentes.

## 2.1. Definición de industria textil.

Considero importante mencionar la diferencia entre sector e industria, ya que, en la revisión literaria realizada para este trabajo de investigación he visto numerosos estudios sobre el sector textil y no tanto sobre la industria. En algunos de estos estudios se consideraban ambos términos análogos, sin embargo, la Real Academia Española (RAE) define como sector al “conjunto de empresas o negocios que se engloban en un área diferenciada dentro de la actividad económica y productiva” y define a la industria como “un negocio o actividad económica”.

Esta diferencia, se puede ver claramente en la siguiente tabla, donde según el criterio de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), que divide en tres apartados al sector textil y da un código a cada actividad económica, la industria textil es un sub- apartado de las actividades económicas del sector textil.

*Tabla 1 Clasificación de actividades económicas del sector textil (CNAE)*

<b>CNAE 13 INDUSTRIA TEXTIL</b>	<b>CNAE 14 CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR</b>	<b>CNAE 15 INDUSTRIA DEL CUERO Y DEL CALZADO</b>
a) Preparación e hilado de fibras textiles <b>CNAE 13.1</b>	a) Confección de prendas de vestir, excepto peletería <b>CNAE 14.1</b>	a) Preparación, curtido y acabado de cuero <b>CNAE 15.1</b>
b) Fabricación de tejidos textiles <b>CNAE 13.2</b>	b) Fabricación de artículo de peletería <b>CNAE 14.2</b>	b) Fabricación de calzado <b>CNAE 15.2</b>
c) Acabados textiles <b>CNAE 13.3</b>	c) Confección de prendas de vestir de punto <b>CNAE 14.3</b>	
d) Fabricación de productos textiles <b>CNAE 13.4</b>		

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CNAE. Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009

Con la interpretación de la tabla anterior, se puede concluir que la industria textil es una actividad económica que pertenece al sector secundario. Esta actividad combina recursos naturales como el algodón, el lino o el cuero, obtenidos principalmente del sector primario para la producción de materiales que más adelante, darán lugar a las prendas; pero

también gracias a la combinación de otras industrias, con el fin de elaborar recursos sintéticos como el poliéster o la lycra, que surgen de la conjunción de industrias como la química.

La industria textil según el criterio del CNAE, se divide en las siguientes actividades:

*Tabla 2 Clasificación de la industria textil (CNAE)*

<b>INDUSTRIA TEXTIL CNAE 13</b>			
a) Preparación e hilado de fibras textiles <b>CNAE 13.1</b>	b) Fabricación de tejidos textiles <b>CNAE 13.2</b>	c) Acabados textiles <b>CNAE 13.3</b>	d) Fabricación de productos textiles <b>CNAE 13.4</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del CNAE. Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009

Debido al uso de numerosas manufacturas para la fabricación de telas, hilos, fibras y otros productos textiles, la industria textil es una gran fuente de empleo directo e indirecto. En consecuencia, supone un gran peso en la economía de muchos países y es considerada una industria que produce tanto bienes de primera de necesidad como bienes de lujo, ya que como menciona María Teresa Costa y Nestor Duch en un informe sobre *“La renovación del sector textil- confección en España”* elaborado para el Ministerio de Industrias, Comercio y Transporte en el año 2005: *“Los artículos textiles podrían definirse desde una doble perspectiva: como bienes de primera necesidad, ya que todo individuo necesita disponer de prendas de vestir; pero también como bienes de lujo, representado por el sector de la moda y las prendas de alta costura”*.

## **2.2.La industria textil en España**

A continuación, se analizará la industria textil española que, según un informe de la multinacional EY, ha sido un medio importante para la modernización económica y social de España a través de una modélica inversión en innovación en las últimas décadas. Esta innovación ha supuesto que hoy más del 10% del tejido productivo español pertenezcan a empresas de esta industria, además de conseguir posicionar a España como un referente mundial en industria textil, logrando que suponga un 8,7% de las exportaciones y donde atrae a un 13% del total del turismo que pertenece a un turismo de compras. (Ernst & Young, 2020).

El objetivo de este episodio es ejemplificar a partir de España, la importancia que tiene la industria textil en la economía de un país. Para entender los datos que se pretenden analizar, es necesario una breve perspectiva histórica de este sector en España con el fin de comprender la evolución de ésta a través de los datos que se plantean en el apartado 2.2.2.

### *2.2.1. Perspectiva histórica de la industria textil en España*

Los trabajos textiles en España comienzan en entornos rurales, ya que es allí donde se obtienen las materias primas. Los artesanos son los primeros en realizar estas labores y el principal uso de estas primeras prendas es para el auto consumo.

En el siglo XIX con la revolución industrial, la industria textil en España se centra en dos áreas: Galicia y Cataluña. Galicia se especializa en el lino y Cataluña en la industria algodonera. Las dos zonas son estratégicas, ya que las máquinas que se usan necesitan energía hidráulica para su funcionamiento, y por ello comienzan a situarse cerca de los puertos. Aunque el textil gallego empieza a quedarse atrás con respecto al catalán y provoca que la industria acabe centrándose en Cataluña. Este hecho se produce debido a la situación geográfica estratégica de esta comunidad que permite el comercio con Italia y Francia por su cercanía con estos países y al impulso consecuente de la llegada del ferrocarril a Cataluña en 1848. Que hará que Galicia se quede totalmente rezagada porque no será hasta 1873, es decir 25 años después, cuando llegue el ferrocarril a esta comunidad.

La llegada del ferrocarril a Cataluña permite que las mercancías se transporten con rapidez y así facilita el comercio con puntos de venta lejanos, además de *“la apuesta por la industria del algodón mediterránea, que será protegida con reiterados aranceles por parte del Gobierno de España, arruinan la mayor empresa de Galicia, la del lino”* (Ventoso L., 2014). Estos hechos enunciados con anterioridad se traducen en que a finales del siglo XIX Cataluña supondrá el 80% del capital de esta industria y dará trabajo a 125.000 operarios en Cataluña según *“La exposición industrial y artística de productos del principado de Cataluña”* realizado por Francisco J. Orellana con el motivo de la visita de la reina Isabel II a Barcelona en 1860 (Orellana F.J., 1860)

En el siglo XX, la industria textil en España se queda atrás con respecto a otros países. Esto se debe a la crisis de la posguerra y aunque poco a poco va mejorando la economía, esta industria se queda estancada debido a la política monetaria restrictiva que se lleva a cabo durante la dictadura franquista. En consecuencia, la industria textil se queda rezagada debido a las mayores dificultades de comercializar con el exterior. Como conclusión, durante estos años, la industria textil española estaba destinada al mercado interno y por lo tanto cerrada con el comercio exterior.

Con el fin de la dictadura franquista, la industria española no contaba con una estructura orientada al comercio con el mercado exterior. No será hasta que, en 1986, con la firma del Tratado de Adhesión de España a la Comunidad Económica Europea, empiece su mejoría. Aunque consecuentemente, al no existir medidas proteccionistas, entran en el país productos más baratos y de mayor calidad que originan una gran crisis en la industria. Esta crisis, provoca una gran pérdida de empleo debido al gran desequilibrio en la balanza de pagos que se traduce en una pérdida por parte del mercado doméstico. La industria española, por tanto, no cuenta con una estructura que le permita ser un competidor fuerte en el mercado exterior. Debido a esto, tendrá lugar una inversión en tecnología en estos años que hará que la industria textil española mejore la productividad. Así, por ejemplo, se producirá que el textil gallego renazca en 1986, pero no como industria de lino como lo hizo anteriormente, sino como industria de confección. Este hecho también se produce debido a la aparición de la Asociación Textil Gallega que será apoyada por la Xunta de Galicia y cuyo objetivo principal es el renacer la moda gallega. Así nacen firmas como Adolfo Domínguez, Inditex, Roberto Verino, Nanos y Pili Carrera, entre otras.

Todos los acontecimientos citados con anterioridad situaron a España como uno de los principales países de la industria textil.

La crisis financiera del 2008 y la crisis económica provocada por la pandemia del Covid-19 supone de nuevo un gran golpe para esta industria por ser un sector totalmente vinculado al consumo. Sin embargo, según un estudio realizado por la multinacional EY sobre el impacto del Covid-19 en esta industria, sigue teniendo un gran peso en la economía, ya que en 2020 representó un 4,1% del mercado laboral de nuestro país y hoy manifiesta un 2,8% del Producto Interior Bruto español. (Ernst & Young, 2020). A pesar de que por lo citado con anterioridad se ha visto afectada y ha perdido un 8,4% respecto a 2019 (General & Mar, 2021).



En conclusión, la industria textil en España ha tenido etapas de crisis, pero ha conseguido forjar una sólida y referente industria a nivel internacional que, como veremos a continuación, supone un gran peso en la economía del país.

### *2.2.2. Perspectiva económica de la industria textil en España*

En este apartado, se pretende reflejar la importancia que tiene el desarrollo de la industria textil para el crecimiento de una economía.

Como veremos a continuación, en el caso de España hay 6.643 empresas activas, que suponen 40.646 puestos de empleo, lo que representa un 2,8% del PIB, 5.304 millones de euros de cifra de negocio y 3.875 millones de euros en exportaciones (Modaes.es, 2021).

En España en el año 2019 había 6.643 **empresas activas** de industria textil, una cifra algo menor que la del año anterior (Modaes.es, 2021). Pero como podemos ver el gráfico 1 en los últimos años ha habido en España una recuperación de empresas en la industria textil, un hecho que se traduce en un aumento en esta industria del **número de trabajadores**, véase gráfico 2.

La reconstrucción en el número de empresas de la industria textil en España se puede explicar remontándose a 2005, donde comienza una destrucción de empresas en nuestro país y en los países miembros de la Unidad Económica y Monetaria (UEM) (Banco de España, 2005). Este hecho nace porque en los últimos 50 años el comercio internacional de productos procedentes de la industria textil ha estado restringido por cuotas de importación que producían una contención de las exportaciones de países productores de industria textil hacia grandes países como Estados Unidos y los países miembros de la Unión Europea. Por ello, en la Ronda de Uruguay, que son unas negociaciones comerciales que tienen lugar entre 1986 y 1994, se firma un acuerdo que entraría en vigor el 1 de enero de 1995 y que se irían integrando durante 10 años en cuatro etapas permitiendo adaptarse tanto a los países importadores como exportadores a la nueva situación donde los productos textiles quedarían sujetos a las normas del GATT (Organización Mundial del Comercio, 2021).

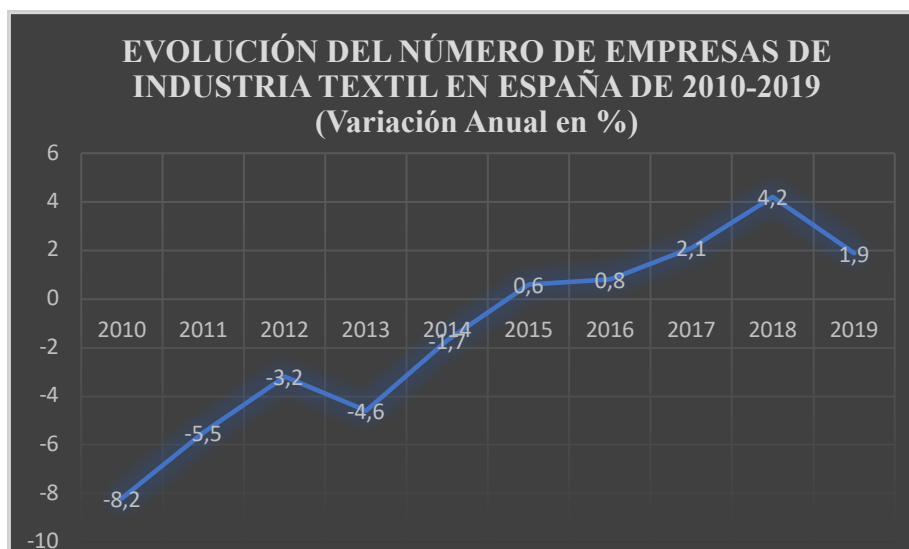
Esta nueva situación sería ventajosa para los países con costes más bajos como China, el sudeste asiático o países de Europa del este.

Entre los años 2007 y 2012 se suma este hecho a una gran recesión económica, fruto de la crisis financiera global de 2008. Por ello, en el gráfico 1 se puede observar una destrucción del número de empresas y con ello, una repercusión en el número de empleados, véase gráfico 2.

Los años siguientes a 2012 se observa una recuperación tanto en el número de empresas como en el número de empleados. Sin embargo, a pesar del aumento de empresas en 2019, no se traduce en un aumento del número de trabajadores en esta industria que paso de contar en 2018 con 41.177 trabajadores a 40.646 sólo un año después (Modaes.es, 2021).

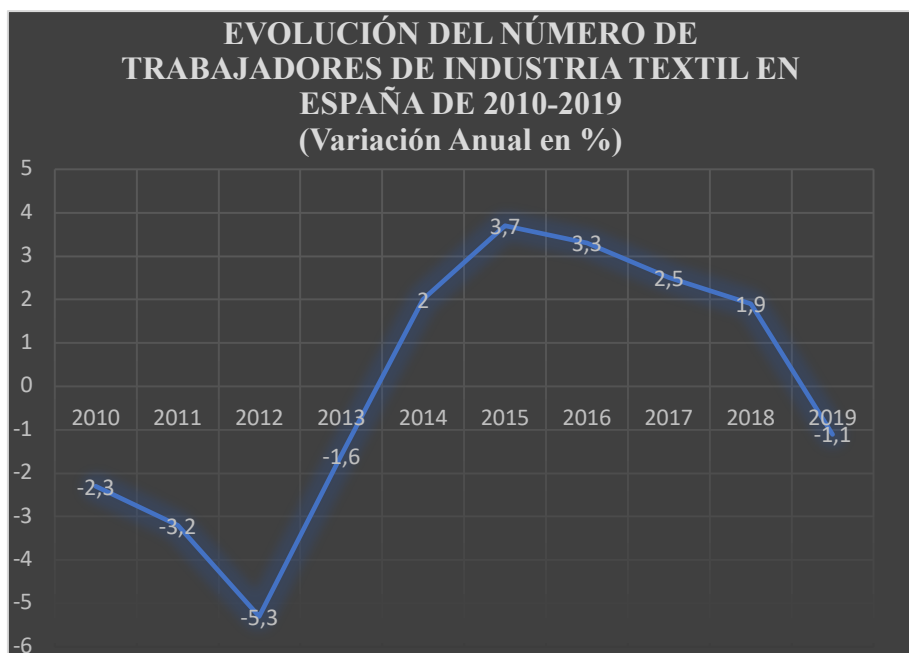
En los años 2020 y 2021 tanto el número de empresas como el número de trabajadores se han visto afectados al tratarse de bienes de consumo por la crisis económica originada por la pandemia del COVID-19, aunque ya hay síntomas de recuperación que será progresiva como ocurrió en 2008.

**Gráfico 1 Evolución del número de empresas de industria textil en España (2010-2019)**



Fuente: Elaboración propia a través de los datos del INE

**Gráfico 2 Evolución del número de trabajadores de industria textil en España (2010-2019)**



Fuente: Elaboración propia a través de los datos de la Seguridad Social

La **cifra de negocio** es el importe neto de ventas. En el caso de industria textil en España, véase el gráfico 3, está en continuo crecimiento desde 2013 con el fin de la crisis económica del 2008. En el año 2018 alcanzó los 6.033 millones de euros tras siete años de aumentos.

Como consecuencia de la crisis del COVID-19, en el año 2020 la cifra de la industria textil española registró una cifra de negocio de 5.304 millones, un dato similar a 2014, cuando aún estábamos recuperándonos de la crisis originaria en el 2008.

En conclusión, la cifra de negocio en el año 2020 se redujo un 8,4% respecto a 2019.

**Gráfico 3 Evolución de la cifra de negocio de la industria textil en España (2010-2018)**



**Fuente:** Elaboración propia a través de los datos del Consejo Intertextil español

Con respecto a las **exportaciones** de esta industria, a pesar de la recesión provocada por la pandemia, las ventas de productos procedentes de la industria textil alcanzaron en 2019 los 3.875 millones de euros, aumentando un 5,8% respecto al año anterior. Los **principales destinos** de la industria textil española son: Marruecos, Francia, Portugal, Italia y Alemania (Modaes.es, 2021).

Por último, cabe mencionar que la industria textil represento un 2,8% del **producto interior bruto** de nuestro país en 2019. Esta cifra, está por encima del 2,6% del sector primario y es un poco menor al 3,6% que representa la banca (Modaes, 2020). Refleja una vez más la importancia de esta industria en la economía española.

### **2.3. Transformación en la industria textil**

La Fundación Ellen MacArthur aseguró que la producción en el mundo de prendas de vestir ha pasado de 50.000 millones de prendas en el año 2000 a 100.000 millones en 2015. Además, “*el gasto medio anual en prendas cada vez es mayor, en concreto en España la media por persona anual es de 450€*”. (Technologies, 2021).

Por ello, como podemos comprobar con los datos mencionados, “*la industria textil ha vivido una gran evolución en los últimos años y han surgido nuevos conceptos en la*

*misma como es el termino fast fashion que consiste principalmente en comprar más y usar menos estas prendas” (de Diseño, 2020). En consecuencia, “la industria textil es una de las más contaminantes del planeta, donde el 8% de las emisiones mundiales están vinculadas a la fabricación de estas prendas” (Tena, 2019), estos datos se traducen en que “en los próximos años el objetivo fundamental y el desafío de esta industria es ser más respetuosa con el medio ambiente” (Technologies, 2021). Pero también como avisa Advanced Technologies and Projects (ATAP) de Google en un informe, “una de cada diez personas conectará sus prendas a internet en 2025”, por lo que podemos asegurar que se está produciendo una transformación total de la industria textil hacia unos tejidos prácticos en nuestro día a día, algo que se puede alcanzar a partir de los tejidos inteligentes, pero también una transformación hacia prendas más amigables y respetuosas con el medio ambiente.*

### *2.3.1. La sostenibilidad en la industria.*

La definición de sostenible según la Real Academia Española es: *“que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente”*. Esto es lo que se pretende con muchas industrias, que puedan persistir a lo largo del tiempo, pero sin causar daños al entorno donde realizan esa actividad.

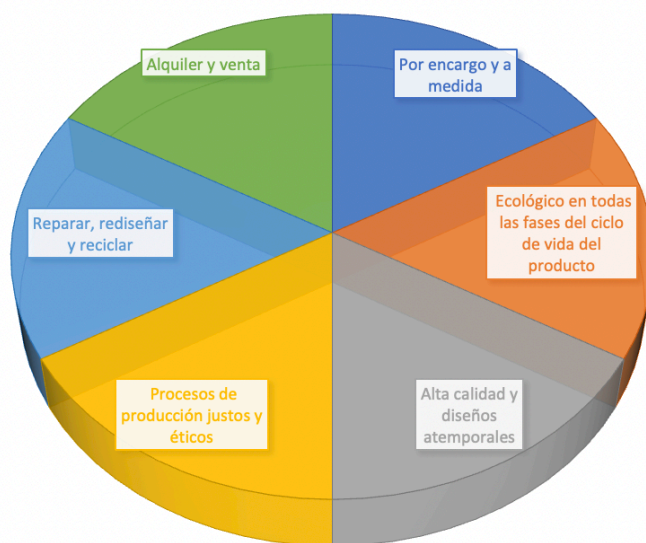
El concepto de sostenibilidad nace debido a la preocupación por parte de la sociedad de las acciones que se realizan y las repercusiones que pueden tener estas con el medio ambiente y en consecuencia con el cambio climático. Se usó por primera vez en el *Informe Brundtland* que fue elaborado por las Naciones Unidas en el año 1987 y que lo define como: *“la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer las propias”* (Naciones Unidas, 2000).

Según la Organización de las Naciones Unidas la industria textil es la segunda industria más contaminante del planeta, sólo superada por la industria petrolera (El Economista, 2019). Algunos ejemplos del impacto de la industria textil sobre el medio ambiente, según una revisión literaria de la sostenibilidad ecológica en el desarrollo de productos textiles realizada por José A. González en 2013, son: *“Los residuos de materiales textiles ocupan casi el cinco por ciento de todo el espacio de relleno sanitario, un millón de toneladas de*

*textiles acaban en el vertedero cada año. El veinte por ciento de la contaminación industrial del agua dulce proviene de tratamientos textiles y de teñido. En el año 2009 en el mundo se utilizaron tres billones de galones (11,4 billones de litros) de agua fresca para producir sesenta millones de kilos de tela. Se requieren aproximadamente quinientos galones de agua (1892,7 litros) para producir suficiente tela para cubrir un sofá, y se necesitan setecientos litros de agua fresca para hacer una camiseta de algodón. Un billón de kilovatios- hora se utilizan en la industria textil mundial cada año, lo que equivale al diez por ciento del impacto global por la huella de carbono” (Staff, 2012).*

La moda sostenible se puede conseguir en todo el ciclo del producto, desde el diseño, a la elección de materias primas, el transporte, la fabricación, el almacenamiento, la comercialización, la venta, ... (Larios R.P., 2019). De acuerdo con Green Strategy, véase gráfico 4, la moda sostenible se puede alcanzar a través de estas siete posibilidades: prendas a medida y por encargo, un ciclo del producto verde y limpio comprometido con el medio ambiente, diseños de alta calidad y duraderos, ciclo del producto justo y ético, reparación, reciclaje y rediseño de prendas, así como un alquiler o venta de estas y con la adquisición de productos de segunda mano y productos *vintage*. (Green Strategy, 2019). Es decir, hay otras formas de contribuir con una industria textil sostenible que no se centre solo en el proceso de elaboración de los productos.

**Gráfico 4 Clasificación de posibilidades de moda sostenible según Green Strategy**



**Fuente: Elaboración propia a través de los datos de Green Strategy 2019**

En la revisión de la literatura, se puede observar una evolución de la moda sostenible. Podemos decir que aplicar la sostenibilidad a la industria textil comienza a aparecer en los años 60 en la moda británica pero no tiene una aceptación favorable por parte de los consumidores, por no considerarla una moda en tendencia. En la década de los 80 y 90 se reducen los niveles de consumo de pieles de animales, por una mayor concienciación de los consumidores a través de diferentes campañas, que pretenden alcanzar una disminución de la utilización de animales para la elaboración de productos textiles. En los últimos 15 años se ha aumentado considerablemente la fabricación de prendas, hasta casi duplicarse. Un hecho que se puede explicar debido a que han surgido nuevos conceptos como el de moda rápida o *fast fashion*. Este término se puede definir como: “una novedad entre las grandes marcas del mundo de la moda, la cual consiste en cambiar la oferta de sus tiendas de ropa cada quince días, surtiéndolas de nuevas colecciones en lapsos de tiempo muy breves y con precios asequibles al consumidor, lo que permite llegar a un público más amplio. Las consecuencias devastadoras para el planeta de esta tendencia de moda, se incrementa con la realización de procesos de acabados textiles, de gran impacto negativo en el planeta”. (López Barrios M.C., 2012). Pero también incidentes como el colapso del Rana Plaza en 2013 en las afueras de Dhaka, capital de Bangladesh, que produjo la muerte de más de mil personas, en un edificio que albergaba cinco talleres de fabricantes de productos textiles para marcas europeas y norteamericanas. Fruto de este incidente, la industria textil se puso en evidencia por ser potenciadora de la explotación laboral y la falta de seguridad en el entorno laboral. Por ello, surgen organizaciones como la Campaña Ropa Limpia, que es una red de organizaciones y sindicatos que promueven una mejora en las condiciones de los trabajadores de la industria textil a nivel global. Pero también es necesario mencionar otro tipo de iniciativas que han surgido en los últimos años, como el *Fashion Pact*, acuerdo encomendado al presidente y director general de *Kering*, François-Henri Pinault, por parte del presidente francés, Emmanuel Macron, que fue presentado a los jefes de Estado durante la cumbre del G7 en Biarritz en agosto de 2019. Y que se firma en París inicialmente por 32 compañías textiles de renombre cuyos objetivos eran: detener el calentamiento global, restaurar la biodiversidad y proteger los océanos. (The Fashion Pact, 2020)

Por todo lo mencionado, últimamente, las organizaciones de la industria textil han querido ser transparentes con sus grupos de interés porque han considerado esto una ventaja

competitiva, debido a una mayor concienciación de la sociedad. Así, según un informe de la OCU, el 73% de los españoles ya toma decisiones de compra de productos por motivos éticos o sostenibles (OCU, 2019). También por ejemplo, han surgido en España empresas como Ecoalf o Recovo, que promueven una industria textil sostenible a través de la implementación de este concepto en todo el ciclo de vida del producto, desde la elaboración de prendas con basura procedente de los océanos, hasta usando lemas en sus prendas como la famosa frase: *“Beacause there is not planet B”* en el caso de Ecoalf, o alargando la vida útil de los tejidos en el caso de Recovo. Estas iniciativas surgen con el fin de promover una mayor preocupación de la sociedad de las repercusiones de la industria textil en nuestro entorno.

Sin embargo, a pesar de todo lo expuesto con anterioridad, la industria textil tiene grandes retos por albergar en los próximos años.

### 2.3.2. *Tejidos inteligentes.*

Los tejidos inteligentes se definen como: *“textiles que piensan por si mismos, que pueden detectar y reaccionar a condiciones medioambientales o estímulos mecánicos, térmicos, químicos, fuentes eléctricas o magnéticas”* (Foschia, F, 2012). Según Rebeccan Pailes-Friedman son: *“una revolución que consiste en la convergencia de los tejidos y la tecnología”*. Y proceden de los materiales inteligentes que es un concepto que se empieza a usar en 1980 pero que el uso en la industria textil se implantaría con posterioridad (Pailes-Friedman, R., 2016). Es decir, los tejidos inteligentes alcanzan más cosas que las telas tradicionales, ya que son fabricados con hilos que cuentan cualidades mecánicas o estructurales (Coleman, M., 2012).

Es necesario, diferenciar los e-tejidos de los tejidos inteligentes. Los e-tejidos integran en la propia tela la tecnología, por lo que esta no se aprecia a simple vista. Sin embargo, los tejidos inteligentes hacen referencia a la innovación en la prenda más que al tejido con el que se elabora. En conclusión, los tejidos inteligentes tienen más funciones que los tejidos tradicionales y lo e-tejidos son un tipo de tejido inteligentes.

Cabe mencionar que hay algunos desarrollos tecnológicos en la industria textil previos a los tejidos inteligentes que son importantes destacar porque se pueden considerar



precursores de estos. Entre ellos, las microfibras que destaca por ser un tejido suave, con una gran capacidad de limpieza, transpirable y ligero. El elastano, que facilita la elasticidad de las prendas y las prendas sin costura que aportan confort. (Sanchez Martin, J.R., 2007).

Todas estas innovaciones han permitido y han sido referentes en la elaboración de tejidos inteligentes que nacen de la pregunta: ¿dónde acaba nuestro cuerpo y donde comienza la tecnología? (Pailes-Friedman, R., 2016).

La combinación de nanotecnología, confort, diseño y utilidad han permitido que donde más se desarrollen y comercialicen los tejidos inteligentes sea en el ámbito deportivo, en el mundo de la moda y en la medicina.

Jaila Essaidi con su empresa emergente holandesa Mestic consiguió fabricar un tejido llamado 2,6g y 328m/s a partir de la combinación de la seda de araña y la piel humana consiguiendo ser más resistente que los chalecos antibalas. Ebra Kurback e Irene Posch elaboraron Drapery FM, un tejido que permite grabar a tiempo real una conversación y si se sintoniza con una frecuencia de radio que esta se reproduzca en directo. El diseñador Oliver Lapidus fue pionero en la combinación de alta costura con tecnología consiguiendo así la creación de ropa a partir de placas solares. Elizabeth de Senneville con la colaboración de France Telecom incluyo pantallas a las prendas.

Por último, Manel Torres esta creando un tejido instantáneo a través de un aerosol. (Sanchez Martin, J.R., 2007 y Foschia, F, 2012). Todas estas personalidades han sido un punto de inflexión en el desarrollo de tejidos inteligentes.

### **3. TEJIDOS MÁS USADOS EN LA ACTUALIDAD**

En este capítulo se pretende “*comprender el presente*”. Para ello, se hará un recorrido por las principales materias primas que se están usando en la actualidad para la elaboración de prendas.

Una de las clasificaciones más usadas en la industria textil es según el origen del que proceden sus fibras. Podemos definir como fibra a la materia prima que se usa para elaborar los tejidos. Así, diferenciamos las fibras en:

- Fibras de origen natural
- Fibras de origen artificial
- Fibras de origen sintético

Por ello, este capítulo se dividirá en los siguientes episodios: tejidos procedentes de fibras naturales, tejidos procedentes de fibras artificiales y tejidos procedentes de fibras sintéticas. Pero también, se añadirán a este capítulo dos episodios más, donde se reflejará la evolución de la industria textil, hacia tejidos más comprometidos con el entorno y más útiles para el consumidor, estos serán: tejidos procedentes de fibras ecológicas y tejidos procedentes de materiales inteligentes, respectivamente.

Conocer que se está realizando en la actualidad en la industria textil, cual es el origen de las materias primas, sus distintos usos y las principales ventajas y desventajas de cada tejido, nos será de gran utilidad para saber en que se puede innovar y cual será el futuro de esta industria, pero sin duda este futuro deberá de ir de la mano de la sostenibilidad y la innovación.

### **3.1. Tejidos procedentes de fibras naturales**

Las fibras de origen natural son las primeras en aparecer, ya que como indica el nombre su origen es la naturaleza y su proceso de obtención menos complejo. Dentro de esta clasificación, podemos distinguir entre los que su procedencia son los vegetales, los animales o los minerales, como se puede observar en la tabla 3 con los ejemplos más significativos de las fibras según su procedencia.

*Tabla 3 Principales ejemplos de las fibras de origen natural según su procedencia*

<b>PROCEDENCIA VEGETAL</b>	<b>PROCEDENCIA ANIMAL</b>	<b>PROCEDENCIA MINERAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Algodón</b> → su procedencia es una flor.</li> <li>- <b>Lino</b> → su procedencia es un tallo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Seda</b> → su fibra procede de un gusano.</li> <li>- <b>Lana</b> → su fibra procede de una oveja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Lurex</b></li> <li>- <b>Amianto</b></li> <li>- <b>Oro y plata</b></li> <li>- <b>Fibra de vidrio</b></li> </ul>

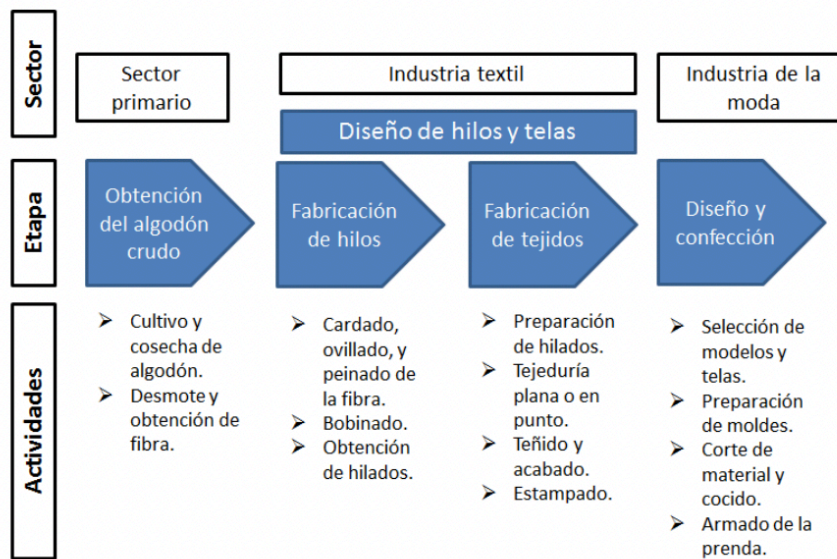
Fuente: Elaboración propia

### *3.1.1. Procedencia vegetal*

Como se puede observar en la tabla 3, el algodón y el lino son dos de los principales ejemplos de fibras de origen natural y procedencia vegetal.

El **algodón**, en concreto, es la fibra de referencia dentro de la industria textil, ya que es la más utilizada en la elaboración de prendas. La importancia de esta fibra comienza en la primera revolución industrial en la industria textil (segunda mitad del siglo XVIII y primera mitad del siglo XIX), cuando se comenzaba a dejar atrás el uso de la lana, que había sido la fibra más usada en la industria desde la Edad Media. Como se puede observar en el gráfico 5, la obtención del algodón desde el cultivo hasta la fabricación de los tejidos y la confección de prendas no es muy compleja, aunque supone la intervención de varios sectores.

**Gráfico 5 Etapas y actividades de la obtención del algodón**



Fuente: Fedesarrollo, 2013

El hilo se fabrica a partir de la fibra obtenida en la primera etapa. Sin embargo “*el hilo obtenido de una fibra larga es más resistente y regular. Por eso el hilo de fibra corta suele utilizarse para ropa de trabajo; el de fibra media para ropa íntima o camisetas de deporte y el de fibra más larga (más caro), para batistas o popelines*” (Technologies, A., 2021). A continuación, a partir de estos hilos se fabrican los tejidos que serán usados para elaborar las prendas. El algodón tiene diferentes usos dentro de la fabricación de prendas, estos se ven condicionados por las ventajas y desventajas de esta fibra, véase tabla 4. La principal desventaja de la fabricación de algodón es que para su elaboración es necesario una gran cantidad de agua y la producción masiva de esta fibra ha traído como consecuencia el uso de pesticidas, una práctica que no es considerada sostenible y que será una de las principales desventajas.

*Tabla 4 Ventajas y desventajas del algodón*

<i>VENTAJAS DEL ALGODÓN</i>	<i>DESVENTAJAS DEL ALGODÓN</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suave, cómodo y se adapta con facilidad a la piel. Esto permite que se use para la elaboración de ropa interior, entre otros muchos usos.</li> <li>- Transpirable, una cualidad que facilita el uso de prendas con esta fibra en regiones o estaciones cálidas consiguiendo prendas frescas.</li> <li>- La producción y fabricación no es costosa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No permite la transpirabilidad ni retiene el calor. Por ello no es recomendable el uso de prendas con esta fibra en regiones o estaciones frías</li> <li>- Se arruga con facilidad.</li> <li>- Decoloración de las prendas con el uso.</li> <li>- Para su elaboración es necesario una gran cantidad de agua.</li> <li>- Permeabilidad</li> <li>- La producción masiva de este producto debido a la alta demanda del <i>fast-fashion</i> ha hecho que se usen pesticidas en el cultivo y que consecuentemente esto no sea beneficioso para el ecosistema.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el **lino**, es una fibra de origen natural y procedencia vegetal, véase tabla 3. *“Es uno de los principales cultivos domesticados por el hombre, se sitúa su origen en la región del mediterráneo europeo donde constituyen evidencias arqueológicas los tejidos confeccionados con fibras de lino utilizados para envolver a las momias en tumbas del Egipto temprano, hace aproximadamente 8.000-10.000 años”* (Oplinger et al, 1997).

Es considerado hoy por la industria textil como una fibra de lujo debido a que el proceso de obtención de la fibra hasta su tejido es muy costoso. Por lo tanto, su producción y con ello su volumen de venta no es tan copiosa como la del algodón.

El proceso de obtención del lino es similar al del algodón, véase gráfico 5. Pero con la diferencia de que la obtención de la fibra del lino procede del tallo y no de la flor como es el caso del algodón. A partir de esta fibra, se fabrican los hilos y con ellos los tejidos para posteriormente diseñar y confeccionar la prenda.

Es importante destacar cuales son las ventajas y desventajas del lino, véase tabla 5, con el fin de comprender la importancia de esta fibra en la industria textil debido a las grandes

propiedades que posee. A pesar de ello, la obtención de esta fibra es muy costosa y se ve reflejada en el precio de estos productos, aunque como ocurre con el algodón, la producción masiva de productos en la industria textil debido al *fast-fashion* ha propiciado que en muchos casos en el cultivo se usen pesticidas o se mezclen con fibras sintéticas, una práctica que es perjudicial para el medio ambiente.

**Tabla 5 Ventajas y desventajas del lino**

<b><i>VENTAJAS DEL LINO</i></b>	<b><i>DESVENTAJAS DEL LINO</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia y durabilidad de las prendas debido a que la fibra del lino es muy fuerte. Esto también aporta que no tengan elasticidad los tejidos.</li> <li>- La fibra permite que el tejido sea un gran absorbente de humedad.</li> <li>- Tiene un gran porcentaje de celulosa, algo que se traduce en que el tejido no aporta irritabilidad a la piel.</li> <li>- Para su cultivo, no es necesario una gran cantidad de agua como si que ocurre en el caso del algodón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se arruga con facilidad.</li> <li>- La obtención de la fibra y la fabricación con ella del tejido supone un gran coste. Esto provoca que las prendas elaboradas con fibra de lino sean más caras que las elaboradas con otros tejidos.</li> <li>- Al igual que ocurre con el algodón, se considera beneficiosa o no para el ecosistema en función del uso de pesticidas. Aunque cabe destacar que en el caso del lino no es necesario una gran cantidad de estos.</li> <li>- En muchas ocasiones, se mezcla con fibras sintéticas y por lo tanto también es perjudicial su uso.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia**

### *3.1.2. Procedencia animal*

Como se puede observar en la tabla 3, los principales ejemplos de fibras naturales de origen animal son la seda y la lana.

Por un lado, la **seda** es una fibra natural de procedencia animal que comienza a usarse en la antigua China y desde entonces “*es conocida como la reina de los tejidos, un título que conserva aún si pensamos en prendas de cierto lujo*” (Technologies, A., 2021).

El proceso de obtención de la seda cuenta con cuatro etapas. “Se inicia con el devanado, posteriormente el hilado, la tejeduría y el teñido. Luego es posible confeccionar prendas para su uso en vestuario, en el hogar o en otras aplicaciones. Tradicionalmente, el teñido de la seda se ha realizado con colorantes naturales, tendencia que sigue siendo empleada hoy en día por algunos sericultores. No obstante, con el paso de los años el uso de estos colorantes ha disminuido, debido entre otras razones, a la aparición de colorantes sintéticos. Éstos últimos proporcionan mejores resultados en reproducibilidad de tonos y propiedades de solidez, comparándolos con los colorantes naturales. Sin embargo, el uso de colorantes sintéticos incrementa la contaminación y la toxicidad de las aguas residuales de los procesos tintóreos” (González Echavarría, L., Fontalvo Silva, M., Álvarez López, C., & Restrepo Osorio, A. ,2014).

La obtención de las fibras de seda y su producción supone un gran coste ya que se usan técnicas muy sofisticadas, por ello el precio final de los productos de seda es tan alto, esta es su principal desventaja. Aunque también cabe mencionar otras desventajas como es la consecuente de la producción masiva de prendas, que ha provocado prácticas poco éticas para conseguirla. A pesar de esto, estas fibras suponen en los tejidos y en las prendas grandes ventajas, véase tabla 6.

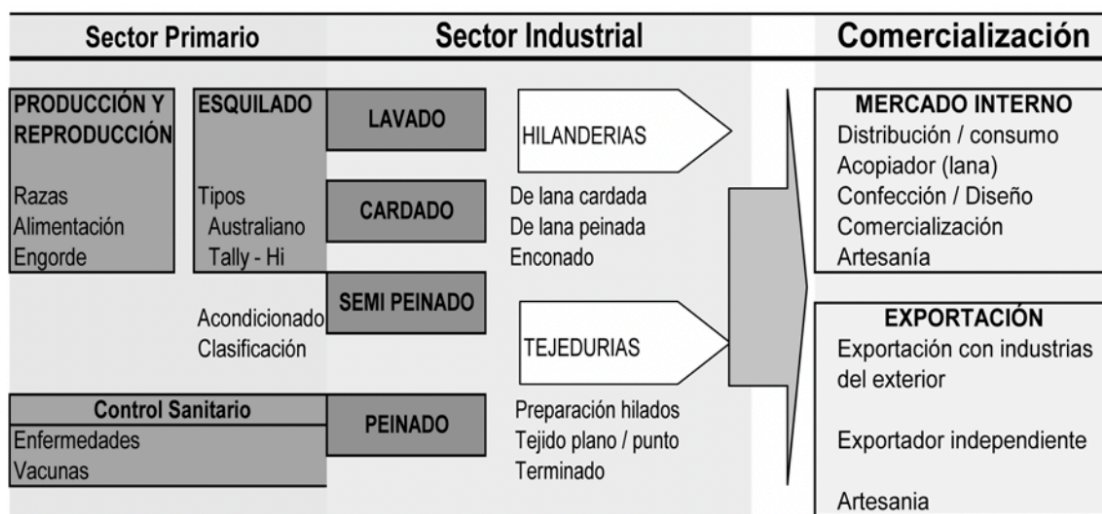
**Tabla 6 Ventajas y desventajas de la seda**

<b>VENTAJAS DE LA SEDA</b>	<b>DESVENTAJAS DE LA SEDA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fibra produce de forma natural un brillo a las prendas que contienen esta fibra.</li> <li>- La seda es elástica y absorbente.</li> <li>- Resistencia y durabilidad de las prendas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la conservación de estas prendas, es necesario cuidados especiales.</li> <li>- La producción de la seda en cantidades masivas se considera por la sociedad como una práctica poco ética, ya que se daña o se mata a los animales para su obtención.</li> <li>- Últimamente, con la aparición de colorantes sintéticos se aumenta también la contaminación, debido a la toxicidad que se produce en las aguas durante el proceso.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia**

A pesar de la importancia en la industria textil de la seda, hay que destacar en este apartado también a la **lana**. La lana, es una fibra natural de procedencia animal que ha estado presente en las prendas desde el Neolítico y que durante la Edad Media se desarrolló con más fuerza hasta llegar a nuestros días (Technologies, A., 2021). Su origen parte del vellón de las ovejas, que se consigue gracias a una labor llamada esquila que permite la obtención de la fibra. Esta se convierte de forma artesanal o industrial en hilado para obtener luego el tejido que se usará en la fabricación de prendas, como se puede observar en el gráfico 6, *Etapas para la obtención de la lana*.

*Gráfico 6 Etapas para la obtención de la lana*



Fuente: Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo lácteo ovino. Argentina

La lana, siempre ha destacado por su poder aislante con el frío y con ello también por su mantenimiento del calor. Esta ventaja, entre otras muchas con las que cuenta la lana, ha permitido el uso de prendas elaboradas a partir de esta fibra en climas y estaciones frías. Sin embargo, la masificación en la producción por la alta demanda de productos elaborados a partir de esta fibra ha supuesto también desastres naturales, véase tabla 7 donde se clasifican las principales ventajas y desventajas de la lana.



*Tabla 7 Ventajas y desventajas de la lana*

<i>VENTAJAS DE LA LANA</i>	<i>DESVENTAJAS DE LA LANA</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poder aislante del frío, por lo tanto, aporta gran calidez y un mantenimiento del calor.</li> <li>- Elasticidad.</li> <li>- Poder de absorción.</li> <li>- Durabilidad y resistencia, aunque depende de la calidad y el cuidado de la lana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mal trato de los animales en las actividades de esquila.</li> <li>- A pesar de ser una fibra natural renovable, con el fin de abastecer a la población de productos elaborados con lana, se ha producido la cría extensiva de animales.</li> <li>- Alto coste de producción, aunque depende de la calidad de la lana. También este coste se ha reducido debido al aumento de la oferta, fruto de la cría extensiva de animales para elaborar estos productos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### *3.1.3. Procedencia mineral*

Por último, es importante destacar como se ha visto en la tabla 3, que las fibras naturales también pueden tener procedencia mineral. Sin embargo, el uso de estas fibras no suele destinarse para la industria textil. Cabe mencionar algunos ejemplos de fibras naturales de procedencia mineral como: metales como el **oro** y la **plata**, **fibra de vidrio** (también es considerada una fibra artificial) y el **amianto**. Esta última fibra mencionada, el amianto, permite que no se propague el fuego y se usó en trajes con este fin, sin embargo, es una sustancia nociva, contaminante y cancerígena por lo que se ha reducido su uso y ya no se elaboran prendas con esta fibra.

A modo de conclusión, las fibras de origen natural proceden de recursos renovables y son biodegradables. Sin embargo, la producción de estas fibras supone un gran coste, lo que se traduce en un mayor precio de las prendas elaboradas con estos tejidos como es el caso del lino y la seda. Y, aunque la durabilidad de estas prendas es mayor, su coste de adquisición también lo es, lo que hace que el lino y la seda no sean accesibles para todos los consumidores. Por otro lado, la fabricación de fibras como el algodón y la lana, que también pertenecen a este grupo, se ha masificado debido a la alta demanda potenciada

por el *fast-fashion*. Esto ha producido daños al medio ambiente durante los procesos de obtención y fabricación ya que, en la mayoría de los casos, estas fibras se mezclan con otras sintéticas o se usan otras sustancias químicas en su elaboración. Además, en el caso del algodón para su producción es necesario una gran cantidad de agua, o por ejemplo en la obtención de la lana o la seda se ha realizado una cría extensiva de animales consecuente de esta alta demanda. Por ello, la contaminación de la industria textil en fibras naturales es potenciada principalmente por el aumento de solicitudes de los consumidores de prendas y por el alto coste que supone fabricar ciertas fibras. Además, es necesario mencionar que, en la mayoría de los casos, las fibras naturales son combinadas con fibras sintéticas para la fabricación de tejidos o se usan sustancias químicas, lo que hace que se cuestionen sus propiedades medio ambientales.

### **3.2.Fibras de origen artificial**

Como se ha mencionado en el episodio anterior, las primeras fibras en usarse para elaborar tejidos fueron las naturales. Sin embargo, *“más adelante, el hombre concibió la forma de imitar a la naturaleza y fabricar sus propias fibras. Empezó en primer lugar, por utilizar materias que la naturaleza le ofrecía bajo una forma distinta y las transformo en fibras mediante ciertos artificios”* (Parisot A., 1962). Así nacen las fibras artificiales, también llamadas fibras químicas o regeneradas y con ellas los tejidos. Estas fibras se elaboran a partir de celulosa obtenida de materias primas de origen natural, que mediante procesos químicos agresivos consiguen elaborar las fibras artificiales, cuya textura es muy similar a las de origen natural, aunque su duración y resistencia es mayor.

La primera en aparecer y la más importante hoy en día en la industria textil, es el **rayón**. El rayón según la RAE es *“un filamento textil obtenido artificialmente y cuyas propiedades son parecidas a la seda”*, y es que con ese objetivo en 1855 el químico George Audemars elaboro una fibra similar a la seda que se llamaría rayón (Ziarsolo, A. P., & Sánchez, E. A. 2016). Esta fibra sería más fácil de producir que la seda, ya que para elaborar 1 kilo de seda se necesitan 50.000 gusanos, en cambio con un árbol se puede llegar a fabricar 15.000 kilómetros de hilo de rayón. Hoy en día, el rayón es más conocido por el nombre de **viscosa** y es una fibra que se obtiene gracias a la celulosa de los árboles, el proceso de obtención parte del tronco de donde se obtienen las astillas, estas se cuecen y se obtiene la celulosa con la que se fabricara esta fibra.

El auge del uso de esta fibra en prendas en la industria textil es perjudicial para el medio ambiente. A pesar de ser una fibra biodegradable al final de su ciclo, el aumento en el uso de químicos en los últimos años ha producido que sea perjudicial para el entorno. Además, como esta fibra proviene de la celulosa de árboles, debido a la alta demanda de prendas de vestir y con ella a la masiva fabricación de estas, también causa deforestación. A modo de conclusión, se puede observar la tabla 8 las principales ventajas y desventajas de la viscosa en la industria textil.

*Tabla 8 Ventajas y desventajas de la viscosa*

<i>VENTAJAS DE LA VISCOSA</i>	<i>DESVENTAJAS DE LA VISCOSA</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una fibra absorbente.</li> <li>- Es fácil de tintar.</li> <li>- Puede imitar al algodón, la lana, la seda y el lino. Aunque esta es más económica.</li> <li>- Elasticidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encoge con facilidad.</li> <li>- Es perjudicial para el medio ambiente, porque puede producir deforestación y porque últimamente se usan en su fabricación químicos que son perjudiciales para el entorno.</li> <li>- Su limpieza en prendas es delicada</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.Fibras de origen sintético

Según la RAE, la definición de sintético es: “*dicho de un producto que se obtiene por procedimientos industriales y que reproduce la composición y propiedades de uno natural*”. Es decir, las fibras de origen sintéticos como se ha mencionado con anterioridad son las últimas en aparecer porque nacen en procesos industriales a través de derivados del petróleo, con el objetivo de fabricar fibras que cuenten con las ventajas, pero no los inconvenientes de las fibras naturales. A pesar de ello, suponen grandes desventajas para el ecosistema su producción. Las tres principales fibras sintéticas son: el nailon, el poliéster y la lycra que se desarrollaran a continuación con mayor profundidad.

El **nailon** o poliamida, es la primera fibra sintética que se crea. La inventó Wallace Carothers, aunque sería explotada y patentada por la empresa Du Pont en 1939 (Technologies, A., 2021). Nace como una fibra sintética que pretende sustituir a la seda o al rayón. En sus comienzos, durante la Segunda guerra mundial (1939-1945) el principal uso de esta fibra era para fabricar paracaídas. Sin embargo, tras el fin del periodo de

guerras hasta la actualidad, su uso más conocido ha sido la elaboración de medias. A pesar de los múltiples beneficios de esta fibra, véase tabla 9, como ser sustituto de fibras naturales, pero a un precio menor, la fabricación de nailon tiene un impacto muy negativo en el ecosistema. Consecuentemente en los últimos años se ha reducido su consumo y se están buscando fibras que aporten beneficios similares, pero que respeten el medio ambiente, como por ejemplo se está innovando, reciclando redes de pesca como sustituto del nailon en las prendas. A pesar de ello, en el *fast-fashion*, sigue siendo uno de los componentes principales por su bajo coste de producción.

**Tabla 9 Ventajas y desventajas del nailon**

<b>VENTAJAS DEL NAILON</b>	<b>DESVENTAJAS DEL NAILON</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al estar fabricado con carbono, aporta resistencia a los productos que se fabrican con esta fibra. Por lo tanto, permite que no se rompan con facilidad.</li> <li>- No se arruga.</li> <li>- Tiene un fácil mantenimiento.</li> <li>- El coste de fabricación es bajo, principalmente cuando se combina con otros tejidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un impacto negativo en el medio ambiente porque se fabrica con petróleo.</li> <li>- Es una fibra que no es biodegradable.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tras el descubrimiento del nailon, se pretende conseguir una fibra que la mejore, así nace en Gran Bretaña el **poliéster**. Esta fibra tiene su origen en 1941 gracias a la continuación de los estudios de Wallace Carothers. Lo crea la compañía Imperia Chemical Industries (ICI) y su explotación comenzará con el fin de la Segunda Guerra Mundial. Nace de la fusión del dimetil tereftalato y el etilenglicol, así se produce un polímetro llamado polietilentereftalato, o PET que es la variante más conocida del poliéster. Gracias a este descubrimiento se consigue una fibra más suave, que se seca con gran rapidez y no se arruga con facilidad. Su uso en la industria textil comienza a crecer, aunque con la crisis del petróleo en 1973 se ve afectada directamente, aunque al no ser el único componente necesario para su fabricación, no tiene unas repercusiones tan nefastas como las esperadas. La empresa Du Pont calculo “*que un aumento de un dólar en el precio de un barril de*

*petróleo supone un incremento de un centavo de dólar en el precio de unas fibras de poliéster” (Gácen Guillen, J., 1983). A pesar de este hecho, el poliéster y debido a las grandes ventajas que trae su uso, véase tabla 10, ha crecido hasta posicionarse hoy como la fibra sintética de mayor uso, especialmente en el *fast-fashion* debido al bajo coste de su producción. Sin embargo, tiene grandes consecuencias para el medio ambiente, como se puede observar en la tabla 10. Con el fin de solucionar el problema mencionado con anterioridad, aparecen alternativas sostenibles que consiguen fibras con ventajas similares al poliéster pero que no dañan al medio ambiente. La más conocida es el rPet, que se fabrica a partir de botellas de plástico reciclado, no obstante, sigue siendo una fibra que no es biodegradables.*

**Tabla 10 Ventajas y desventajas del poliéster**

<b>VENTAJAS DEL POLIÉSTER</b>	<b>DESVENTAJAS DEL POLIÉSTER</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran elasticidad.</li> <li>- No se arruga con facilidad.</li> <li>- Se seca con rapidez y su limpieza es sencilla, lo que hace que el cuidado de este tipo de prendas sea fácil.</li> <li>- Resistente al calor y al sol (no se amarillenta con la luz solar).</li> <li>- Su fabricación es muy económica, por eso se usa principalmente para la fabricación de prendas de <i>fast-fashion</i>.</li> <li>- Es ligero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tintar esta fibra es complicado, aunque se han implementado mejoras y ya no es tan difícil como cuando se empezó a usar esta fibra.</li> <li>- Produce cargas electroestáticas en las prendas que están realizadas con esta fibra.</li> <li>- No es recomendable su uso para pieles delicadas porque debido a sus sustancias químicas, daña la piel.</li> <li>- <i>“No es biodegradable y durante el lavado desprende microfibrillas que llegan a los desagües, contribuye a la contaminación y a la formación de residuos eternos, incluso mezclado con las fibras naturales. Además, su producción triplica las emisiones de CO2 en comparación con el algodón” (Technologies, A., 2021).</i></li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia**

También, dentro de las fibras sintéticas es importante mencionar debido a su importancia en la industria y a su uso, la **lycra**. La lycra o elastano, que es su nombre químico, nace gracias a Joseph Shivers, un químico que trabajaba para la empresa Du Pont. Pretendía en sus inicios ser un sustituto del hule y que se usase principalmente para ropa deportiva,

debido a “su principal característica que es que puede estirarse hasta 6 veces su longitud y volver a su estado natural” (Technologies, A., 2021). En 1958, Dupont empieza a comercializar este producto con el nombre de lycra y supone una revolución en la moda de baño y en la ropa interior femenina. En la actualidad, a parte de estos dos usos de la lycra, también se destina gracias a la combinación de otras fibras, tanto naturales como artificiales y sintéticas, a ropa deportiva, calcetines y medias para que se sostengan, y en pantalones y ropa para que se adapte a la piel.

En conclusión, la aparición de la lycra en la industria textil supone una revolución gracias a las múltiples ventajas que supone esta fibra con la combinación de otras, véase tabla 11. Sin embargo, al tratarse de una fibra sintética que se fabrica con recursos no renovables, como es el petróleo, supone un impacto negativo en el medio ambiente, además de tratarse de una fibra no biodegradable.

*Tabla 11 Ventajas y desventajas de la lycra*

<b>VENTAJAS DE LA LYCRA</b>	<b>DESVENTAJAS DE LA LYCRA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elasticidad y adhesión a la piel. Estas características de la fibra aportan comodidad en las prendas que se realizan con ella.</li> <li>- Se seca con rapidez, y esto hace que sea ideal para la elaboración de trajes de baño. Además de ser una fibra que soporta y no se estropea con el agua del mar ni con el cloro.</li> <li>- Se puede teñir con facilidad.</li> <li>- Es resistente al sudor, por ello se usa en ropa deportiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No es una fibra biodegradable, al igual que el resto de las fibras sintéticas mencionadas, ya que no procede de derivados de la celulosa.</li> <li>- En su fabricación es necesario recursos no renovables como el petróleo que provoca un impacto negativo en el medio ambiente.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Por último, es importante mencionar que gracias a las constantes innovaciones de la industria textil han aparecido otras fibras sintéticas que son necesarias destacar en este apartado como: el **polipiel** (simula a la piel, pero es más económica), el **Gore tex** (aporta impermeabilidad y transpiración a las prendas) y el **Kevlor** (resiste altas y bajas temperaturas, además de ser un tejido que resiste el impacto de las balas). Todas ellas, al

ser fibras sintéticas tienen un impacto negativo en el medio ambiente y son antecedentes de los tejidos inteligentes que se desarrollarían después sobre esta base.

En resumen, las fibras sintéticas, pretenden resolver las desventajas de las fibras artificiales y naturales, pero proceden de recursos no renovables como el petróleo y para su elaboración se necesitan una gran cantidad de sustancias químicas. En consecuencia, son perjudiciales para el medio ambiente además de ser materiales no biodegradables.

### **3.4. Tejidos procedentes de fibras ecológicas**

El concepto de sostenibilidad como bien menciona Mónica Rodríguez, cofundadora de Recovo, en la entrevista que tuve con ella, véase Anexo, *“debe partir de la educación, de entender lo que estás haciendo y las consecuencias de cada acción que realizas”*. Por ello, las marcas para cumplir con esto deben partir desde su estrategia, para que cada acción que realicen tenga el menor impacto posible, con ello también la elección de fibras en sus productos. Mónica, considera que *“se deben apostar por fibras de origen natural y evitar fibras sintéticas que es donde verdaderamente está el problema”*.

Debido a lo investigado en los episodios anteriores, podemos decir, que todas las fibras usadas en la elaboración de productos textiles suponen si su demanda es extensa y con ello también lo es su fabricación, repercusiones negativas para el ecosistema. Por ello, debe ser un punto de inflexión para la elaboración de nuevos tejidos a través de fibras que no dañen el entorno o buscar una mayor concienciación de los consumidores.

Consecuentemente, de lo comentado y sobre todo con el fin de fabricar materias primas amigables con el medio ambiente para la fabricación de tejidos, nacen las fibras ecológicas. Lo principal para que una fibra se considere ecológica es que durante el proceso de obtención de la fibra no se produzca un impacto negativo con el medio ambiente. Para esto, se debe usar de forma racional los recursos naturales, algo que se puede conseguir mediante una reducción del uso de energía o el reciclado de agua entre otras muchas propuestas. Pero también, se deberán conservar las propiedades naturales de las materias primas, es decir no modificarlas demasiado. Y, además, es importante realizar una sustitución de los procesos químicos por otros que sean físicos o mecánicos (Marín, C. V., & Monroy, B. G. 2013). En conclusión, lo más importante para tener en

cuenta en la fabricación de fibras ecológicas es que el impacto del proceso en el entorno sea mínimo.

A continuación, se expondrán alternativas ecológicas a las fibras convencionales, que destacarán por ser principalmente fibras de origen natural. Las podremos clasificar según su procedencia en vegetal o en animal. Pero también hay otras fibras ecológicas para la fabricación de tejidos como son las procedentes de materiales reciclados.

#### *3.4.1. Fibras ecológicas de procedencia vegetal*

En este apartado se enumerarán las fibras ecológicas de procedencia vegetal más usadas en la actualidad en la industria textil.

El **algodón orgánico**, es aquel que se produce sin el uso de pesticidas, ni de otras sustancias químicas, además esto supone que se reduzca significativamente el consumo de agua. El objetivo principal de esta práctica es conservar las propiedades originales del algodón, reduciendo el impacto que produce en el entorno el algodón convencional. Dentro de esta fibra cabe mencionar la innovación de la diseñadora Stella McCartney en 2007 que fue pionera en su uso para la fabricación de prendas.

El **bambú**, es una fibra natural que normalmente se combina con otras como el algodón orgánico para respetar el carácter ecológico. Se incorpora en la industria en 2011 gracias a que los investigadores de la Universidad de Beijing descubrieron que se podía usar la talla del bambú en la industria textil. Además, el proceso para la obtención de esta fibra es muy beneficioso para el ecosistema, ya que no es necesario el uso de productos químicos para obtener la fibra, si no que tan solo se necesita el vapor de agua y, por otro lado, tampoco se usan pesticidas para el cultivo. Así se consiguen elaborar prendas que son perfectas para altas temperaturas, ya que la textura es similar a la de la seda, pero con la diferencia de que el bambú es más económico. Hay que tener cuidado en el tinte de la fibra de bambú ya que puede ser considerada como perjudicial para el entorno por el uso de sustancias químicas.

Las fibras y tejidos procedentes del **maíz**, como la **fibra Sorona** descubierta por la empresa Du Pont o el **tejido de Ingeo** que se creó en 2003. Ambos al obtenerse del maíz,



que es un recurso natural, renovable y novedoso en el uso en la industria textil son beneficiosos para el ecosistema. Además, los tejidos procedentes del maíz cuentan con una propiedad que les diferencia del resto, esta es que protege a la piel de los rayos UV. Su principal uso es en el calzado y se suele mezclar con otras fibras como el algodón orgánico o el corcho.

El **Lyocell**, es una fibra de origen vegetal que al igual que la viscosa proviene de la celulosa del eucalipto, es similar al rayón, pero más ecológica. Esta fibra fue diseñada por la empresa Tencel en 1997. Según su página web: *“las fibras de Tencel Lyocell, se obtienen a partir de madera cultivada de forma sostenible mediante un proceso de fabricación cerrada en el que el disolvente se recupera y reutiliza con poco impacto ecológico. Las propiedades físicas únicas conceden a su perfil de alta resistencia a una gestión eficaz de la humedad y a su delicadeza con la piel”*. Es similar a las propiedades de la fibra de algodón, pero el coste de estas es mayor.

El **cañamo**, es una fibra de origen vegetal que tiene su origen en una subespecie de la mariguana. *“Cotizada como la mayor fibra ecológica, por no requerir ningún químico para cultivarse”* (Marín, C. V., & Monroy, B. G. ,2013). Esta fibra destaca por su suavidad y resistencia y en el país donde más se produce es en China. Cabe mencionar que la empresa Levi’s utilizaba en la fabricación de sus primeros pantalones esta fibra, sin embargo, debido a la ilegalización del cultivo de esta sustancia en muchos países provocó que se sustituyera por otras. Con el tiempo y debido a la legalización del cañamo en Estados Unidos en 2018 se ha vuelto a introducir en la fabricación de productos como una alternativa ecológica al ser biodegradable y procedente de recursos naturales renovables.

La última fibra que es necesaria destacar en este apartado debido a su importancia y uso, es el **lino orgánico**. Como se ha visto con anterioridad, véase tabla 5, es una fibra natural de origen vegetal que tiene numerosos beneficios tanto para los consumidores como para el entorno por no ser necesario el uso de sustancias químicas en su cultivo, por eso se debe clasificar también dentro de este apartado. Sin embargo, como se ha visto en la tabla 5, el coste de fabricación es alto y también lo es el del producto final. Si se trata de un lino económico, suelen usarse pesticidas en su cultivo, por lo que es perjudicial para el ecosistema, por ello se debe apostar por lino orgánico.

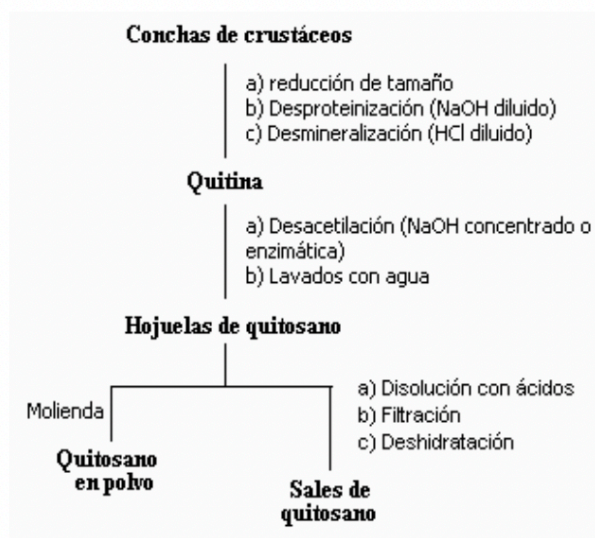
### 3.4.2. *Fibras ecológicas de procedencia animal*

En este apartado se enumerarán las fibras ecológicas de procedencia animal más usadas en la actualidad en la industria textil.

La **seda orgánica o seda pacífica**, es una fibra natural de procedencia animal. Al igual que ocurre con el algodón orgánico, mencionado en las fibras de origen vegetal, la seda orgánica pretende solucionar los inconvenientes de la seda, ya que es una fibra biodegradable. A pesar de ello, el proceso por el cual se obtenía no era beneficioso para el entorno, porque para la producción de cantidades masivas, los gusanos *“son desechados vivos en un tanque de agua hirviendo, cuando su labor aún no ha terminado. Sin embargo, la nueva seda, está hecha de los revestimientos de los gusanos, recolectados después de que sus mariposas ya han volado”* (Marin, C.V., & Monroy, B.G., 2013). A pesar de ello, para que esta nueva seda sea considerada sostenible, además de lo mencionado con anterioridad, es importante que en los procesos de tinte no se usen sustancias químicas.

La **quitina y el quitosano**, es una fibra natural de procedencia animal. La quitina es similar a la celulosa y es sencilla de encontrar en la naturaleza, ya que proviene de *“el exoesqueleto (caparazón) de muchos crustáceos, alas de insectos (escarabajos, cucarachas,), paredes celulares de hongos, algas...”* (Velasco, C.L., 2006). La obtención de la quitina permite usar los desperdicios procedentes de estos animales, principalmente crustáceos, que si no fuese gracias a ella se desperdiciarían y al proceder de fuentes renovables y ser biodegradables pueden tener muchos usos beneficiosos. Como se puede ver en el gráfico 7, una vez se obtiene la quitina, se elabora el quitosano que es la fibra que se utilizará en la industria textil. Esta fibra tiene múltiples ventajas, pero la más destacada es su uso como textil para favorecer la cicatrización de heridas, aunque tiene otras utilidades debido a su variedad de propiedades como por ejemplo la resistencia de su fibra (Gacén Guillén, J., & Gacén Esbec, I. 1996). Sin embargo, el principal inconveniente es su alto precio, lo que provoca un menor uso del que se debería en la industria textil a pesar de sus múltiples beneficios.

*Gráfico 7 Obtención de quitina y quitosano a partir de conchas de crustáceos*



Fuente: Velásquez, C. L. (2006). Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro.

El **cashmere y la alpaca**, son consideradas fibras de lujo. Ambas son un tipo de lana que, al igual que esta, proceden de animales, en concreto de su pelo. Para ser exactos, la fibra de alpaca procede del animal alpaca que le da el nombre al material y el cashmere de una raza de cabras llamada cachemira. Los procesos de elaboración de ambos son muy minuciosos y no se usan sustancias químicas, por lo que son beneficiosos para el ecosistema. La demanda de productos de cashmere en los últimos años se ha incrementado y ha desencadenado en una producción masiva de cashmere mezclado con fibras sintéticas, consiguiendo así un precio menor de estos productos y no siendo respetuosos con el medio ambiente. Por ello, apareció la fibra de alpaca como una solución respetuosa y similar a esta. La principal desventaja de estas fibras puras, es decir sin mezclarse con otros materiales, es su alto coste ya que los procesos de fabricación son muy minuciosos, por lo que no todos los consumidores pueden acceder a ellas.

### 3.4.3. Fibras ecológicas procedentes de materiales reciclados

Hay otras fibras ecológicas que pretenden evitar nuevos materiales y aprovechar los ya existentes. Las dos fibras con mayor importancia dentro de este grupo son el poliéster y el nylon reciclados.

Por un lado, el **poliéster reciclado o rPet**, se fabrica a partir de botellas de plásticos y por lo tanto es una forma de reducir el impacto negativo del plástico en el ecosistema. Sin

embargo, al estar compuesto de este material, las prendas que se fabrican a partir de este no son biodegradables.

Por otro lado, el **nylon reciclado** al igual que el poliéster, es una forma de reducir los residuos fabricando tejidos con ellos. La mayor parte de esta fibra se produce a partir de redes de pesca, disminuyendo así el daño en los océanos. El gran inconveniente de fabricar productos textiles con esta fibra es que el coste es mayor que el del nylon normal y que al igual que ocurre con el poliéster, es una forma de desviar residuos, pero siguen sin ser estos biodegradables.

En conclusión, el uso de fibras ecológicas en la industria textil es beneficioso para el entorno. Pero el alto coste que supone la adquisición de éstas hace que no todo el mundo pueda acceder a ellas. Por ello, el consumidor debe tener un poder de negociación a la hora de adquirir productos textiles, que le hagan tener unas prioridades similares a las de hace 50 años donde a la hora de comprar se valoraba más la calidad que el precio, porque a mayor calidad mayor durabilidad de los productos y con ello una menor fabricación y menores repercusiones para el medio ambiente.

### **3.5. Tejidos procedentes de materiales inteligentes**

Dentro de este capítulo 3 donde se están desarrollando cuáles son los tejidos más usados en la actualidad, es importante mencionar a los tejidos que proceden de materiales inteligentes. *“Los tejidos inteligentes son la versión textil de los materiales inteligentes”* (Pailes-Friedman, R., 2016). Estos tejidos cada vez están más presentes en la industria textil ya que la innovación es fundamental para el desarrollo y la evolución de esta industria.

Este episodio del capítulo 3, está dividido en los siguientes apartados, que nace de una clasificación fruto de las funciones de los materiales inteligentes con los que se fabrican estos tejidos: materiales pasivos, materiales activos y materiales muy inteligentes. En ellos, se pretende conocer que tejidos inteligentes se han desarrollado en la actualidad para que podamos *“imaginar el futuro”* de estas innovaciones en la industria textil.

### 3.5.1. Tejidos procedentes de materiales inteligentes pasivos

Son los primeros tejidos inteligentes que aparecen, aunque más que tejidos inteligentes deberían de ser clasificados como tejidos funcionales porque los materiales son capaces de percibir estímulos exteriores, pero no reaccionan ante ellos como si lo harán las otras dos clasificaciones.

Algunos ejemplos de los tejidos más desarrollados dentro de esta clasificación son:

**Tejidos con protección a los rayos UV**, estos tejidos aparecerán porque las telas fabricadas con tintes oscuros absorben la luz procedente de los rayos ultravioleta y generan calor. Por ello, nace la tecnología *Coldblack* por la empresa *Schoeller*. Esta tecnología consiste en que, a través de la aplicación posterior al tejido de este producto, se consigue proteger a la piel de los rayos ultravioleta y se evita la absorción del calor de las prendas oscuras.

**Telas que cambien de color en función de la temperatura corporal o telas que aporten luz**. Algunos ejemplos de esta última sería la tela Luminex y Lumigram. Son tejidos que emiten luz propia a través del uso de fibra óptica, LED y otros materiales. La principal utilización de estas telas es para la fabricación de prendas que tiene un mero uso estético y por lo tanto se destinarán para pasarelas y eventos y no tendrán por ello un carácter funcional porque serán empleadas principalmente en la alta costura con el objetivo de sorprender.

Por último, **telas que aporten resistencia térmica y eléctrica**.

En conclusión, los tejidos procedentes de materiales inteligentes pasivos solo perciben estímulos externos, pero no reaccionan ante ellos, por esta razón son los primeros en aparecer porque son los menos complejos. Principalmente mejoran las prendas aportando resistencia a estímulos como el calor, el viento, el agua o también, como es el caso de las telas de luz que cambian de color en función de la temperatura corporal, aportando así un componente estético.

### 3.5.2. Tejidos procedentes de materiales inteligentes activos

Los materiales inteligentes permiten elaborar unos tejidos llamados tejidos inteligentes activos que tienen la habilidad de percibir estímulos externos y reaccionar ante ellos.

Algunos ejemplos de los tejidos más desarrollados dentro de esta clasificación serían:

Las **telas con memoria de forma** permiten, gracias a los materiales que se usan para la fabricación de estos tejidos, que se produzca un cambio en la forma de la prenda en función de estímulos externos como el calor, la humedad, la luz, ... Pero posteriormente bajo otras condiciones determinadas volverán a su forma inicial. El uso principal de estos tejidos es de carácter estético relacionados con el arte y la moda. En concreto, un ejemplo de prenda fabricada con esta tela tan característica sería la camisa *Grado Zero Space*, que hace que bajo el estímulo del calor las mangas de la prenda se reduzcan y vuelvan a su posición original si la temperatura baja de nuevo.

Por otro lado, **los tejidos camaleónicos o crómicos** son similares a los tejidos anteriores porque bajo una estimulo exterior cambian algunas características del tejido. En este caso, bajo un estímulo exterior se produce un cambio de color. Los estímulos por los que se ve afectado el tejido pueden ser: la luz (tejidos foto crómicos), el calor (tejidos termo crómicos), la electricidad (tejidos electro crómicos), la presión (tejidos piezo crómicos) o el líquido (tejidos solvato crómicos) (Sánchez Martín, J.R., 2007). El uso de este tipo de tejidos es principalmente militar.

Se deben mencionar los materiales que permitan elaborar tejidos con resistencia térmica como las **telas termorreguladoras**. Esta tela nace en la NASA, al igual que muchos tejidos inteligentes, con el fin de preparar a los astronautas ante condiciones y temperaturas extremas. Así aparece el PCM, un material que su uso *“mejora la comodidad, porque absorbe y almacena el calor de forma proactiva para reducir el sobrecalentamiento y la sudoración”* (Pailes-Friedman, R., 2016).

Por último, cabe destacar la tecnología **Gorotex**, que mediante la combinación de materiales se consigue un tejido impermeable, transpirable y resistente al viento que reacciona ante estímulos externos como la humedad y el sudor. Su uso principal es en prendas deportivas.

En resumen, los tejidos inteligentes activos son muy útiles y facilitan el desarrollo de ciertas actividades como deportes de alta competición y la medicina. Pero también se usan para fines militares, estéticos o en el mundo de la moda y el arte.

### 3.5.3. *Tejidos procedentes de materiales ultra inteligentes o muy activos*

Los tejidos ultra inteligentes van un paso más allá que los dos mencionados con anterioridad. Por un lado, los tejidos pasivos detectaban estímulos externos y los activos los detectaban y reaccionaban ante ellos. Los ultras inteligentes son los últimos en aparecer porque detectaran, reaccionaran y se adaptaran a estos estímulos. Estos tejidos son sobre los que se está innovando en la actualidad y su principal uso es en la medicina. Aunque existen innovaciones, aún es pronto para explicar cuáles son los principales ejemplos de tejidos de esta última etapa de desarrollo de los tejidos inteligentes en la industria textil, porque se están desarrollando en la actualidad. Sin embargo, en el siguiente capítulo *“imaginaremos el futuro”* haciendo un análisis de que podremos encontrar en un futuro no muy lejano en el desarrollo de estos.

## **4. EVOLUCIÓN Y FUTURO DE LA INDUSTRIA TEXTIL CON LA SOSTENIBILIDAD Y LA INCORPORACIÓN DE LOS TEJIDOS INTELIGENTES**

Es necesario *“conocer el pasado”* y que es lo que se ha desarrollado, así como *“comprender el presente”* y saber que se está realizando en la actualidad para ayudarnos a *“imaginar el futuro”*. En este capítulo se pretende esto, que a través de lo estudiado en los anteriores se pueda proyectar que realizará la industria textil y en concreto que evolución tendrán los tejidos inteligentes y la sostenibilidad en los próximos años en esta industria. Por ello, se dividirá en dos episodios: el futuro de la industria textil con la sostenibilidad y el futuro de los tejidos inteligentes.

En ambos episodios, se hará alusión a la entrevista realizada a Mónica Rodríguez, cofundadora de Recovo que está completa en el Anexo. Mónica, lleva desarrollando su trayectoria profesional en la industria textil desde 2013 y ha trabajado en empresas referentes del sector como Inditex. Sin embargo, en 2020 tomo la decisión de emprender creando Recovo con el fin de colaborar en la reducción del impacto que genera esta

industria. Ella comenta en la entrevista lo siguiente sobre qué es y cómo nace Recovo: *“Recovo nace para extender la vida útil de los materiales. Al final vivimos en un mundo con muchos productos creados por el hombre y es una pena que esos productos que están en perfectas condiciones se pierdan, se tiren, se quemén, en definitiva, que no se aprovechen. Aunque ya hay muchas maneras de trabajar la circularidad y aunque se podrían reciclar estos materiales, esto ya implica otro proceso donde vuelves a gastar recursos naturales para volver a crear un objeto nuevo que va a seguir estando en el planeta. Por eso, nosotros con Recovo lo que quisimos hacer es que, a través de conexiones sencillas entre marcas, un material que no necesite una marca y otra que, si lo necesita, conectarles y así se consigue extender la vida útil de ese material, se evita gastar recursos naturales en producir un nuevo material, es decir litros de agua, kilogramos de emisiones, ... Así al final se puede seguir produciendo ropa.*

*Al formar parte de la comunidad Recovo y compartir los mismos valores esperamos que luego se tome una decisión inteligente de qué hacer con lo que sobra de este material.*

*Luego también Recovo nace porque vimos que las marcas sostenibles tenían un problema y es que por lo general cuando tú quieres hacer una colección sostenible sueles empezar por comprar materiales orgánicos y reciclados y cuando contactas con proveedores de estas características, te suelen pedir unos mínimos elevados con lo cual obliga a estas marcas emergentes a forjarse a comprar cantidades más grandes de lo que realmente necesitan. Entonces volvemos al problema inicial, vuelve a haber excedentes y estos vienen de una marca sostenible. A modo de conclusión, con Recovo al final les ayudamos a comprar materiales sostenibles con mínimos bajos, a dar una segunda vida a los materiales y no tener que verse en esa situación de sobre pedir un material para poder hacer una colección sostenible”. Su visión y opinión como una profesional que ha trabajado en la industria textil en una empresa de referencia en el *fast-fashion* y como actual emprendedora que quiere cambiar el sistema dentro de esta industria, se considera de gran utilidad en la elaboración de esta investigación.*

#### **4.1.El futuro de la industria textil con la sostenibilidad**

La sostenibilidad es un reto que debe hacer frente la industria textil, porque como se ha mencionado con anterioridad, es una de las más contaminantes del mundo. Por este motivo, en este episodio con el fin de imaginar un futuro más sostenible en la industria textil, se plantearán las siguientes de preguntas:



- ¿La responsabilidad de alcanzar una industria textil menos contaminante debe partir de los consumidores o de la propia industria?
- ¿Por qué fibras se debe apostar para la fabricación de tejidos?
- ¿Podrá un consumidor medio hacer frente a la compra de productos fabricados con fibras naturales ecológicas?
- ¿Los tejidos fabricados a partir de fibras recicladas como redes de pesca o botellas de plástico y reutilizar tejidos son alternativas que serán beneficiosas para el ecosistema? ¿Y serán estas una solución al alto precio de las fibras ecológicas de procedencia natural?
- ¿Cuál será el futuro de la industria textil desde un punto de vista sostenible?

Se darán repuesta a continuación mediante una revisión de la literatura y la entrevista incluida en el Anexo realizada a la cofundadora de Recovo:

- *¿La responsabilidad de alcanzar una industria textil menos contaminante debe partir de los consumidores o de la propia industria?*

Para comenzar este episodio, creo que es necesario plantearse si la responsabilidad de hacer una industria menos contaminante y con ello más sostenible a corto plazo debe recaer en el consumidor o en la industria. Considero que al igual que menciona Mónica Rodríguez en la entrevista: *“la sostenibilidad parte de la educación, de entender lo que estás haciendo y la consecuencia de cada acción que realizas”*. Al igual que Mónica, creo que esa educación principalmente debe partir del consumidor porque es él el que adquiere los productos textiles y en función de su demanda se fabricaran estos en mayor o menor cantidad y por lo tanto debe de ser conocedor de las repercusiones de sus acciones. Sin embargo, esta educación, puede ir de la mano con la industria y que esta intente educar al consumidor a través de sus acciones como: campañas, *packaging* sostenibles, diseños, ... Aunque parta de la educación del consumidor, es un compromiso en el que ambas partes implicadas deben de ir de la mano.

En el caso de la industria, creo que se debe de hacer hincapié en las repercusiones de cada acción realizada, sobre todo en la elección de fibras y en el *textile waste*, consecuente este último de una alta producción originada por una demanda grande por parte del

consumidor. Una vez más aquí se observa que la educación del consumidor es fundamental en el futuro sostenible de la industria textil.

- *¿Por qué fibras se debe apostar para la fabricación de tejidos?*

La responsabilidad de hacer una industria textil menos contaminante también debe recaer en la propia industria como se ha visto en el apartado anterior. Esto hace que me plantee la siguiente pregunta: ¿por qué fibras se debe apostar para la fabricación de tejidos para que la industria sea menos contaminante?

Con todo lo expuesto en el capítulo 3 donde se han enumerado y explicado todas las fibras usadas en la actualidad para la fabricación de tejidos. Considero que la industria textil debe de apostar por fibras de procedencia natural, al ser recursos naturales renovables y biodegradables y se deben de evitar las fibras sintéticas, ya que aquí es donde verdaderamente está el problema, véase episodio 3.3. En esta afirmación sobre cómo debe de evolucionar en este sentido la industria textil, he coincidido con la opinión de la cofundadora de Recovo. Sin embargo, considero que se debe mencionar que dentro de estas fibras naturales no todas son beneficiosas para el ecosistema, principalmente por los procesos de obtención y fabricación ocasionados por la alta demanda de productos textiles como ocurre con el algodón y la seda, véase episodio 3.1.

Por ello, se debe de centrar la industria en la producción en fibras ecológicas y la elección de estas dependerá de las características que se quiera que tenga el producto, véase episodio 3.4. También en el episodio 3.4 se podrá encontrar las grandes desventajas de estas fibras que están relacionadas principalmente con el alto coste de fabricación y de obtención, esto hace que me plantee la pregunta que se intentará resolver a continuación: ¿podrá un consumidor medio hacer frente a la compra de estos productos?

- *¿Podrá un consumidor medio hacer frente a la compra de productos fabricados con fibras naturales ecológicas?*

Si en el futuro de la industria textil se sustituyen las fibras sintéticas por fibras naturales ecológicas, el coste medio de los productos textiles subirá y por esta razón surge esta pregunta.

Según esta planteado en la actualidad el consumo de productos textiles originado por el *fast-fashion* donde las prendas textiles tienen un coste para el consumidor muy bajo, se hacen campañas masivas de descuentos y la durabilidad de las prendas es muy corta, los productos fabricados con fibras naturales ecológicas no tendrán cabida en la industria porque el consumidor medio no podría hacer frente a este gasto. Sin embargo, es un problema relacionado con la concienciación del consumidor, ya que este deberá volver a las ideas de hace 50 años donde no existía el *fast-fashion* y la durabilidad de las prendas era mayor porque el coste también lo era. Esto también ira propiciado porque al usar materiales de mejor calidad su durabilidad por si solo será mayor. A pesar de ello, las prendas fabricadas con fibras naturales ecológicas tienen un coste muy alto y se deberán de estudiar formas de fabricación y obtención más económicas en la industria. Por esta razón, han aparecido tejidos realizados con fibras recicladas de botellas de plástico o redes de pesca o tejidos reutilizados y también estos se consideran ecológicos. Sin embargo, ¿son estos tejidos beneficiosos para el ecosistema y una solución al alto precio de las fibras ecológicas naturales?

- *¿Los tejidos fabricados a partir de fibras recicladas como redes de pesca o botellas de plástico y reutilizar tejidos son alternativas que serán beneficiosas para el ecosistema? ¿Y serán estas una solución al alto precio de las fibras ecológicas de procedencia natural?*

Como consecuencia del alto coste de productos textiles terminados con tejidos fabricados a partir de fibra natural ecológica, surgen alternativas que respetan el medio ambiente y son más económicas. Es el caso de las fibras elaboradas a partir de redes de pesca o botellas de plástico, véase apartado 3.4.3. Estas fibras son una alternativa ecológica a la producción de fibras sintéticas que tan perjudiciales son para el entorno. Sin embargo, el único beneficio sería la no contaminación consecuente de la fabricación de estas fibras porque al igual que ocurren con las fibras sintéticas “durante el lavado desprende microfibrillas que llegan a los desagües, contribuye a la contaminación y a la formación de residuos eternos” (Technologies, A., 2021). Un ejemplo de empresa que usa fibras recicladas para elaborar sus productos es la marca española Ecoalf.

Por otro lado, otra alternativa ecológica sería usar las telas que se producen del excedente de fabricación cuya procedencia es tanto natural como sintética, alargando así la vida útil

de los materiales evitando gastar recursos en nuevos materiales. Un ejemplo de esta idea sería Recovo, véase entrevista a la cofundadora en el anexo.

En resumen, considero que alternativas como la de Ecoalf y Recovo son sostenibles en el corto plazo porque reducen el impacto y el coste del producto final no es tan alto como es el caso de las prendas fabricadas con recursos naturales ecológicos. Sin embargo, a largo plazo habría que centrarse en fibras naturales ecológicas y buscar procesos de producción más económicos o como bien aseguraba la cofundadora de Recovo en la entrevista: *“creo que el consumidor debe de volver a las ideas de hace 50 años, donde no había un pantalón que costase 10€ y la durabilidad de las cosas que se adquirían era mayor. Se deben de volver a esas ideas o a una concienciación del consumidor de porque el pantalón tiene ese precio y que procesos están detrás del mismo”*.

- *¿Cuál será el futuro de la industria textil desde un punto de vista sostenible?*

Que la industria textil tiene que realizar cambios en su estrategia de fabricación para reducir el daño al ecosistema es un hecho que se ha podido observar a lo largo de todo este trabajo de investigación. Por ello, a modo de conclusión de todo lo planteado, ¿cuál será el futuro de la industria textil? Basándome en la entrevista realizada a Mónica Rodríguez, ella espera que: *“que cambie el modelo de producción lineal hacia un modelo más circular. Pero también que la gente esté más concienciada de las repercusiones de la industria, tanto el consumidor como la marca y se realicen acciones para lograrlo. Porque por ejemplo ahora mismo se habla mucho, las marcas usan muchas campañas de marketing para comunicar, pero aún falta mucho por hacer, queda mucho recorrido por delante. Dentro de cinco años me imagino que todas esas palabras se traduzcan en hechos y haya un verdadero cambio en la industria”*. Considero que todo esto mencionado y empresas como Ecoalf y Recovo serán agentes de cambio en la industria textil, pero que también es necesario plantearnos como ciudadanos qué acciones podemos realizar para reducir el impacto en nuestro día a día, para que en el futuro *“se traduzcan las palabras en hechos”*.

## 4.2.El futuro de los tejidos inteligentes

Por otro lado, el futuro de la industria textil estará marcado por la innovación y por la aparición de nuevos tejidos. Los tejidos inteligentes son ya una realidad, pero conocer como evolucionarán esta última generación de tejidos procedentes de materiales ultra inteligentes, es lo que se pretende desarrollar en este episodio. Esta respuesta se resolverá mediante la formulación y resolución de preguntas sobre su futuro, al igual que en el episodio anterior, con el objetivo de imaginar la evolución de estos nuevos tejidos, los tejidos inteligentes. Las preguntas son las siguientes:

- ¿Se incorporarán los tejidos inteligentes en nuestro día a día?
- ¿Qué innovaciones aparecerán?
- ¿Se aplicarán innovaciones relacionadas con la sostenibilidad a los tejidos inteligentes?

La respuesta se dará a continuación gracias a una revisión de la literatura y a la entrevista incluida en el Anexo realizada a la cofundadora de Recovo:

- *¿Se incorporarán los tejidos inteligentes en nuestro día a día?*

Cuando imaginamos el futuro de esta innovación, esta es la primera idea que se nos viene a la cabeza. Los tejidos inteligentes como se ha visto en el episodio 3.5 son muy costosos de fabricar y de adquirir en la actualidad. Esto hace que surjan preguntas como si estos tejidos serán accesibles para el consumidor medio y con ello si estarán presentes en nuestra vestimenta diaria en un futuro. ¿Harán los tejidos inteligentes que cambie nuestra forma de consumir moda?

Mónica Rodríguez que como se ha visto con anterioridad es la cofundadora de Recovo, pero también ha dedicado gran parte de su trayectoria profesional a la industria textil. Al hacerle esta pregunta ella aseguraba lo siguiente: *“al final si un consumidor necesita ponerse un jersey, ese jersey puede ser de lana. Es decir, si lo que necesitas es abrigarte no tienes por qué usar un tejido inteligente. Con esto, no quiero decir que no tengan cabida en la industria, al contrario, creo que pueden convivir y que se pueden usar para según qué cosas”*. Esta afirmación sumada a los estudios que realiza Rebeccah Pailes-

Friedman en su libro llamado *“Tejidos inteligentes para diseñadores. Inventando el futuro de las prendas”* concluyen que los tejidos inteligentes estarán presentes en el futuro de la industria textil porque es una innovación que tiene grandes beneficios, pero no en la vestimenta diaria, porque tienen otro tipo de funciones que van más allá. Se centrarán sus usos en diferentes ámbitos como el militar, la medicina, el deporte, entre otros. Donde su incorporación si supondrá un beneficio en el desarrollo diario de estas actividades.

- *¿Qué innovaciones aparecerán?*

Como se ha mencionado en el apartado anterior, los tejidos fabricados con materiales ultra inteligentes, que es la última fase de innovación de los tejidos inteligentes estarán presentes en el ámbito militar, en la medicina, en el deporte o en el arte, de una forma más activa por los beneficios que causan su uso. Pero ¿qué otras cosas se desarrollarán?

Según el libro *“Conoce todo sobre los tejidos inteligentes”* elaborado por ABG Technologies en el año 2021. Algunas ideas para la innovación en los próximos años son las siguientes:

- Prendas donde se priorice y se facilite la comunicación sin necesidad de llevar un móvil encima a través de movimientos de nuestro cuerpo.
- Ropa en spray, una idea que esta comenzando a desarrollar el químico catalán Manel Torres.
- O nuevos trajes para los astronautas, ya que apenas se han innovado en estos desde su aparición.

Estas ideas mencionadas podrán ser innovaciones que se apliquen a los tejidos inteligentes y que no estén destinadas a usos militares, deportivos, médicos o artísticos.

- *¿Se aplicarán innovaciones relacionadas con la sostenibilidad a los tejidos inteligentes?*

Como se ha mencionado a lo largo de todo este trabajo de investigación, la innovación y la sostenibilidad determinarán el futuro de la industria textil. Pero ¿podrán ir de la mano y se podrán usar los tejidos inteligentes con fines sostenibles?

La respuesta según Rebecca Pailes-Friedman es que esto si se puede aplicar. Por ejemplo, a través de tejidos que generen energía para cargar dispositivos electrónicos a través de la luz solar o de los propios movimientos del cuerpo. Esto está siendo estudiado por investigadores de la Universidad de Auckland que están intentando desarrollar unos zapatos que generen energía al andar. También entre las posibles innovaciones Pailes-Friedman destaca la fabricación de tejidos que no sea necesario lavarlos, con el objetivo de reducir el consumo de agua (Pailes-Friedman, R., 2016).

## **5. CONCLUSIONES**

La industria textil, tiene un gran peso en la economía de un país. Por esta razón, invertir en ella marcará su futuro, porque generará diferenciación y consecuentemente un valor agregado a los productos textiles.

Para entender cuál será la evolución de la industria textil, es imprescindible conocer su pasado y presente porque nos facilitará comprender los grandes retos que albergará esta industria en los próximos años.

El pasado de la industria textil, ésta marcado por el uso de fibras naturales para la fabricación de tejidos y por la larga durabilidad de las prendas debido al alto coste de producción de tejidos a partir de estas fibras.

Sin embargo, el desarrollo de nuevas fibras, las fibras sintéticas, supuso originalmente un beneficio. Esto se debe a que pretendían fabricar tejidos que contasen con las ventajas, pero no con los inconvenientes de las fibras naturales. No obstante, acaban generando grandes desventajas por el daño que producen al medio ambiente debido a que proceden de recursos no renovables y no biodegradables que son perjudiciales para el ecosistema, como el petróleo. A pesar de ello, la fabricación de tejidos con estas fibras aumenta en la actualidad por el bajo coste que supone su producción. Por esta razón, aparece el concepto

de *fast-fashion*, productos textiles de baja calidad a un precio reducido, su fabricación ha ocasionado graves daños al ecosistema debido al principal uso de fibras sintéticas, la mezcla de estas con fibras naturales, el uso de pesticidas en los cultivos o de colorantes tóxicos en los tejidos, entre otros. Todo lo mencionado ha hecho que la industria textil se posicione como una de las más contaminantes del mundo. Consecuentemente en el presente, se están desarrollando alternativas ecológicas que permiten reducir este impacto como son el uso de fibras naturales y fibras procedentes del reciclado de materiales. Pero también han aparecido los tejidos inteligentes cuyo objetivo es reflejar los grandes beneficios que puede aportar la industria textil en el día a día.

En consecuencia, el futuro de la industria textil estará marcado por la sostenibilidad y la innovación en tejidos, porque aparte de los múltiples beneficios que aportan se ha convertido en un valor agregado por parte de los clientes a la hora de adquirir un producto.

Por un lado, la evolución de tejidos comprometidos con el medio ambiente deberá partir de una mayor concienciación del consumidor de las repercusiones que generan sus acciones. Sin embargo, las empresas también deberán:

- Apostar por el uso de fibras naturales.
- Evitar las fibras sintéticas para la producción de tejidos.
- Solucionar el *textile-waste* ocasionado por la alta demanda.
- Alargar la durabilidad de las prendas para aumentar el ciclo de vida del producto y que el consumidor pueda hacer frente al aumento de precio por usar estos productos sostenibles.
- Reducir el uso de fibras recicladas. Porque, aunque actualmente tienen beneficios porque permite reutilizar materiales, en el largo plazo estos materiales deberían desaparecer porque durante el lavado desprenden residuos que son perjudiciales para el medio ambiente.



Por otro lado, el futuro de los tejidos inteligentes se centrará en:

- Una dificultad por incorporarlos en la vestimenta diaria. Esto está propiciado por el alto coste que supone fabricarlos y porque las funciones que estos generan van más allá de las necesarias para desarrollar nuestras actividades cotidianas.
- La aparición de prendas fabricadas con materiales ultra inteligentes que permitan por ejemplo la comunicación telefónica sin necesidad de llevar el móvil encima.
- El desarrollo y mejora de trajes en sectores como el militar, médico, deportivo o espacial.
- Idear tejidos inteligentes que mejoren el ecosistema y sean sostenibles.

En resumen, la industria textil deberá ser transparente y generar beneficios para el entorno donde desarrolla la actividad. Así conseguirá una ventaja competitiva que permitirá que la industria textil se mantenga como una industria fundamental en la economía.

### **5.1. Investigaciones futuras y limitaciones de estudio**

Las conclusiones extraídas en esta investigación nos permiten resolver algunas incógnitas sobre el futuro de la industria textil. Pero consecuentemente, también hacen que surjan futuras líneas de investigación como:

- Nuevas generaciones de consumidores. ¿Cuáles son sus prioridades y que demandan?
- Consecuencias del COVID-19 en la industria textil.
- La industria textil española. Grandes retos que necesitará albergar.
- La innovación en tejidos como motor de cambio en la industria textil.
- Evolución y futuro del *fast-fashion*.
- Formas de integrar los tejidos inteligentes en el *fast-fashion*.

Por otra parte, algunas de las conclusiones a las que se llegan, están sustentadas por la opinión de una emprendedora de referencia en el sector, pero me hubiera gustado reforzar estas conclusiones con otras entrevistas a otro/as directivo/as que al igual que Mónica estuvieran contribuyendo en la transformación de la industria, que trabajasen en empresas

de *fast-fashion* o que fuesen desarrolladores de tejidos inteligentes con el fin que las conclusiones obtenidas fuesen diversas.

## ANEXOS

### **Anexo 1: Entrevista a Mónica Rodríguez, cofundadora de Recovo.**

#### **- ¿Por qué nace Recovo?**

Recovo nace para extender la vida útil de los materiales. Al final vivimos en un mundo con muchos productos creados por el hombre y es una pena que esos productos que están en perfectas condiciones se pierdan, se tiren, se quemen, en definitiva, que no se aprovechen. Aunque ya hay muchas maneras de trabajar la circularidad y aunque se podrían reciclar estos materiales, esto ya implica otro proceso donde vuelves a gastar recursos naturales para volver a crear un objeto nuevo que va a seguir estando en el planeta. Por eso, nosotros con Recovo lo que quisimos hacer es que, a través de conexiones sencillas entre marcas, un material que no necesite una marca y otra que, si lo necesita, conectarles y así se consigue extender la vida útil de ese material, se evita gastar recursos naturales en producir un nuevo material, es decir litros de agua, kilogramos de emisiones, ... Así al final se puede seguir produciendo ropa.

Al formar parte de la comunidad Recovo y compartir los mismos valores esperamos que luego se tome una decisión inteligente de qué hacer con lo que sobre de este material.

Luego también Recovo nace porque vimos que las marcas sostenibles tenían un problema y es que por lo general cuando tú quieres hacer una colección sostenible sueles empezar por comprar materiales orgánicos y reciclados y cuando contactas con proveedores de estas características, te suelen pedir unos mínimos elevados con lo cual obliga a estas marcas emergentes a forjarse a comprar cantidades más grandes de lo que realmente necesitan. Entonces volvemos al problema inicial, vuelve a haber excedentes y estos vienen de una marca sostenible. A modo de conclusión, con Recovo al final les ayudamos a comprar materiales sostenibles con mínimos bajos, a dar una segunda vida a los materiales y no tener que verse en esa situación de sobre pedir un material para poder hacer una colección sostenible.

- **¿Por qué fibras crees que se deberían de apostar para la fabricación de tejidos?**

Principalmente se debe de apostar por fibras naturales y se deben de evitar las fibras sintéticas. Sin embargo, en la elección de fibras naturales hay algunas que son mejores que otras. Por ejemplo, el algodón orgánico es mejor que el bambú, porque el bambú, aunque sea natural también contamina un poco. En definitiva, se deben de evitar las fibras sintéticas porque es donde esta verdaderamente el problema.

- **¿Desde Recovo, sólo trabajáis con fibras naturales?**

No, trabajamos con todo porque sería absurdo no hacerlo. Por ejemplo, si hay un poliéster reciclado que es una fibra sintética y hay 500 metros que no se están usando en una fábrica, eso ya está creado y lo más sostenible es que se aproveche y no volver a reciclar botellas para conseguir tejido reciclado de poliéster.

- **¿Cuál es tu concepto de sostenibilidad en la industria textil?**

La sostenibilidad parte de la educación, de entender lo que estás haciendo y la consecuencia de cada acción que realizas. Por eso, por ejemplo, me parece que se debe valorar trabajar con empresas que te ayudan en tu cadena de producción o en las estrategias que tienes como empresa. Cuando ya tienes la información y ya estas asesorado, ya tienes la educación, entonces se deberán de tomar acciones que tengan el menor impacto posible. Al final para mi sostenibilidad a modo de conclusión es que la estrategia de tu empresa tenga el menor impacto posible en el ecosistema. Sin embargo, esto en la medida de lo posible, porque está claro que lo más sostenible en el caso de las empresas involucradas en la cadena de la industria textil, sería no fabricar productos, pero si ya has decidido hacerlo, elabóralos, pero de la forma más sostenible posible en todos los sentidos: en el packaging, en los diseños, en la forma en la que creas el producto, en la elección de los materiales de forma inteligente, evitando campañas de descuentos masivos, ...

- **Antes de trabajar en Recovo trabajabas para Inditex que es una empresa de *fast-fashion*, ¿crees que tu trayectoria profesional en el sector ha sido un punto de inflexión en tu visión de la industria textil y en la creación de Recovo?**

Esa trayectoria al final me dio conocimiento de cómo funciona la moda dentro de un *big player*. También me sirvió para conocer la industria textil que problemas había dentro de ella y que se podía hacer para solucionarlo. Si, me sirvió para crear Recovo porque gracias a eso supe que había *textile waste* y lo entendí. No voy a criticar a Inditex, porque entiendo que cuanto más grandes son las empresas más *textile waste* hay y porque Inditex está trabajando iniciativas dentro de lo que puede debido a su tamaño para reducir su huella, es cierto que no todo lo que deberían, pero sí que hay iniciativas puestas en marcha para lograrlo.

- **¿Crees que la responsabilidad de hacer una industria textil mejor es de los diseñadores? ¿O es un tema más relacionado con la responsabilidad del consumidor?**

Creo que son las dos. Pero quien primero tiene que cambiar es el consumidor porque, aunque las marcas pueden educar y enseñar con lo que hay para que el consumidor se acostumbre y elija esas opciones y apueste por marcas sostenibles, aunque en muchos casos esta elección suponga un precio más elevado del producto. El que primero se tiene que concienciar que una prenda tiene un precio porque tiene todo un proceso detrás para que sea sostenible es el consumidor. En definitiva, creo que el consumidor debe volver a las ideas de hace 50 años, donde no había un pantalón que costase 10 euros y la durabilidad de las cosas que se adquirían eran mayor. Se debe volver a esas ideas o a una concienciación del consumidor de porque el pantalón tiene ese precio y que procesos están detrás del mismo.

- **¿Crees que el modelo de negocio de Recovo puede ser determinante y un ejemplo en el futuro de la industria textil?**

Si, porque al final pensamos que a través de Recovo estamos ayudando a que se cambien un poco las cosas, a educar en realizar acciones de una manera diferente y a concienciar en una parte de la cadena que no esta tan visualizada. Esta parte de la

cadena que no esta tan visualizada es el *pre-consumer waste*, es decir todo ese tejido que sobra a grandes empresas y que acaba considerándose un residuo, que al final no lo es, y a verlo de esa manera transformando algo que para unos es un residuo en algo que tiene un valor para otros. En definitiva, igual que en otras industrias se aprovechan los excedentes, dar a conocer que en el textil también se puede.

- **Por otro lado, ¿crees que los tejidos inteligentes van a ser un factor determinante en el futuro de la industria textil? ¿O van a ser unos tejidos que no van a ser accesibles para todos los consumidores?**

Depende de la necesidad. Si que veo que es el futuro y sí que apostaría por ello. Pero al final si un consumidor necesita ponerse un jersey, ese jersey puede ser de lana. Es decir, si lo que necesitas es abrigarte no tienes por qué usar un tejido inteligente. Con esto, no quiero decir que no tengan cabida en la industria, al contrario, creo que pueden convivir y que se pueden usar para según qué cosas. En conclusión, no creo que los tejidos inteligentes vayan a desaparecer, creo que tienen una larga trayectoria por delante, pero considero que es una trayectoria a largo plazo y que se va a especializar para ciertas cosas como la medicina o el deporte, en otras. Pero no se van a integrar en el día a día de las personas como si lo hace un jersey de lana.

- **Para terminar y a modo de síntesis de todo lo hablado, ¿qué esperas tú de la industria textil en los próximos años?**

Espero que cambie el modelo de producción lineal hacía un modelo más circular. Pero también que la gente esté más concienciada de las repercusiones de la industria, tanto el consumidor como la marca y se realicen acciones para lograrlo. Porque por ejemplo ahora mismo se habla mucho, las marcas usan muchas campañas de marketing para comunicar, pero aún falta mucho por hacer, queda mucho recorrido por delante. Dentro de 5 años me imagino que todas esas palabras se traduzcan en hechos y haya un verdadero cambio en la industria.

## REFERENCIAS

- Barrios, M. C. L. (2012). El impacto ambiental del\* fash fashion pronta moda. *Arquetipo*, (4), 71-80.  
<https://revistas.ucp.edu.co/index.php/arquetipo/article/view/1088/1065>
- Blanco Díaz, V. (2015). Análisis de la moda española durante la dictadura franquista y comparativa con la moda internacional. Trabajo Fin de Grado en Periodismo de la Universidad de Sevilla.  
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/29715/TFGtrabajo%20fin%20grado%20Violeta%20Blanco%20D%C3%ADaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonet Aracil, M. A. (2018). Fibra textil viscosa.
- Caniato, T. (2004) Historia de la tecnología sin costura. *Internacional Textile Bulletin*, 4/ 2004, 7-12
- Castro, F. (2013). Análisis de la competitividad de la cadena algodón, fibras, textiles y confecciones.  
<https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/204/Analisis%20cadena%20algodon.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Cela Rodríguez, A. (2016). Vida cotidiana en la industria textil algodonera catalana bajo el franquismo: el caso de Roca Umbert SA en Granollers, 1956-1966. Universitat Autònoma de Barcelona.  
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/367924/acr1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Costa, M. T., & Duch, N. (2005). La renovación del sector textil-confección en España. Instituto de economía de Barcelona, 355(356), 263-272.  
<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/355/1PAG%20263-272.pdf>

- Deu, E., & Casanovas, M. L. (2008). La maquinaria textil en Cataluña: de la total dependencia exterior a la reducción de importaciones, 1870-1959. *Revista de Historia Industrial. Economía y Empresa*, 17(38), 17-49.
- elEconomista.es. (2019, 24 octubre). La industria de la moda es la segunda más contaminante del mundo: confeccionar unos vaqueros son 7. <https://www.economista.es/economia/noticias/10158909/10/19/La-industria-de-la-moda-es-la-segunda-mas-contaminante-del-mundo-confeccionar-unos-vaqueros-gasta-7500-litros-de-agua.html>
- Ernst & Young, S.L. (2020). Informe sector moda en España. [https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/es\\_es/news/2020/04/ey-informe-sector-moda-en-espana-covid-19.pdf](https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/es_es/news/2020/04/ey-informe-sector-moda-en-espana-covid-19.pdf)
- FashionNetwork.com ES. (2021). La industria textil española redujo su cifra de negocio un 8,4 % en 2020. FashionNetwork.com. <https://es.fashionnetwork.com/news/La-industria-textil-espanola-redujo-su-cifra-de-negocio-un-8-4-en-2020,1291316.html>
- Foschia, F. (2012). Tejidos inteligentes. Creación y Producción en Diseño y Comunicación, 39. [https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/archivos/400\\_libro.pdf#page=37](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/400_libro.pdf#page=37)
- Gacén Guillen, J. (1983). Fibras de Poliester Evolución y futuro. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6202/Article01a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gacén Guillén, J., & Gacén Esbec, I. (1996). Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6421/Article06a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- García, J. M., García, F. C., Trigo-López, M., Vallejos, S., & de Polímeros, G. (2016). Tejidos inteligentes. *REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*, 111(708).
- Gazzani Cisneros, L. (1941). *El cultivo de lino para fibra*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Gómez, Ó. T. (2009). Cadena productiva de lana de oveja en el sector textil y de confecciones. *Industrial data*, 12(2), 73-80.  
<https://www.redalyc.org/pdf/816/81620150010.pdf>
- González Echavarría, L., Fontalvo Silva, M., Álvarez López, C., & Restrepo Osorio, A. (2014). Generalidades de la seda y su proceso de teñido. *Prospectiva*, 12(1), 7-14.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-82612014000100001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-82612014000100001)
- González Salcedo, L. O. (2010). Generalidades sobre las fibras artificiales: Módulo de lectura para la asignatura análisis de estructuras. *Departamento de Ingeniería*.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10925/luisoctaviogonzalezsalcedo.20124.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, J. A. (2013). La sostenibilidad ecológica en el desarrollo de productos textiles: Una Revisión de Literatura. *Realidad y Reflexión*, 2013, Año. 13, núm. 38, p. 66-97.  
<http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/109/1/La%20sostenibilidad%20ecológica%20en%20el%20desarrollo%20de%20productos%20textiles%3a%20una%20revisión%20de%20literatura.pdf>
- Instituto de Economía de Barcelona Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Universidad de Barcelona. 2004. «La renovación del sector textil-confección en 73 España. Proceso de ajuste y contenido tecnológico.» *Revista Economía Industrial*.

- Larios-Francia, R. P. (2019). El reto de la sostenibilidad en la industria textil y de la moda  
[https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10185/Larios\\_el\\_reto\\_de\\_la\\_sostenibilidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10185/Larios_el_reto_de_la_sostenibilidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Marín, C. V., & Monroy, B. G. (2013). Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, (13), 31-45.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4779/477947372003.pdf>
- Martínez-Barreiro, A. (2020). Moda sostenible: más allá del prejuicio científico, un campo de investigación de prácticas sociales. *Sociedad y economía*, (40), 51-68.  
[https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/26038/Martinez\\_Barreiro\\_Ana\\_2020\\_moda\\_sostenible.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/26038/Martinez_Barreiro_Ana_2020_moda_sostenible.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Modaes. (2020). Barómetro de Empresas de la Moda en España 2021.  
<https://www.modaes.es/visor-online.php?id=185&name=Bar%C3%B3metro+de+Empresas+de+Moda+en+Espa%C3%B1a+2021#53>
- Modaes. (2020). El diseño de moda español, en cifras 2021  
<https://www.modaes.es/visor-online.php?id=181&name=El+dise%C3%B1o+de+moda+espa%C3%B1ol%2C+en+cifras+2021#27>
- Modaes. (2020). Informe Económico de la Moda en España 2019  
<https://www.modaes.es/visor-online.php?id=152&name=Informe+Econ%C3%B3mico+de+la+Moda+en+Espa%C3%B1a+2019#9>
- Modaes. (2021). *Informe Económico de la Moda en España 2020*.  
<https://www.modaes.es/visor-online.php?id=171&name=Informe+Econ%C3%B3mico+de+la+Moda+en+Espa%C3%B1a+2020#5>

- OCU. (2019, 7 febrero). El 73% de los españoles ya toma decisiones de consumo por motivos éticos o sostenibilidad. <https://www.ocu.org/organizacion/prensa/notas-de-prensa/2019/informeconsumosostenible070219>
- Orellana, F. J. (1860). Reseña completa descriptiva y crítica de la exposición industrial y artística de productos del principado de Cataluña, improvisada en Barcelona, para obsequiar a SM la Reina Doña Isabel II y... Establecimiento Tipográfico de Jaime Jepús.
- Organización Mundial del Comercio. (1989). Textos jurídicos. Acuerdo de la Ronda de Uruguay. [https://www.wto.org/spanish/docs\\_s/legal\\_s/16-tex\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/16-tex_s.htm)
- Pailles-Friedman, R. (2016). Tejidos inteligentes para diseñadores: Inventando el futuro de las prendas (1.ª ed.). Editorial Paidotribo.
- Parisot, A. (1962). Relaciones entre la estructura química y las propiedades de las fibras artificiales y sintéticas. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/5503/Article04a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paytas, M., Scarpin, G., & Ahumada, C. (2015). Nuevo concepto de contaminación de fibra de algodón. *Revista Voces y Ecos*, (34), 11-14. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_voces\\_y\\_ecos\\_no\\_34\\_3nuevo\\_concepto\\_de\\_contaminacion\\_en\\_fibra\\_de\\_algodon.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_voces_y_ecos_no_34_3nuevo_concepto_de_contaminacion_en_fibra_de_algodon.pdf)
- Richards, D. (2016, 15 octubre). We Agree – It Is Important to have a Sustainable Development Strategy. Denbow. <https://www.denbow.com/sustainable-development-strategy/>
- Riera, S. (2014, 14 febrero). Sabinatex, proveedor de Inditex y Cortefiel, echa el cierre en España y se traslada a Turquía. Modaes. <https://www.modaes.es/equipamiento/el-proveedor-inditex-y-cortefiel-sabinatex-traslada-su-sede-de-barcelona-a-turquia.html>

- S. Burley, citado por B. Ariyatun et al.: The future design and direction of smart clothing, *Journal of the Textile Institute*, Vol. 96, N°4 (2005), 52-63
- Sanchez Martín, J. R. (2007). Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil. <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/28/36/a36.pdf>
- Sebastia-Barriel, M. (2005). El sector textil de la UEM ante la eliminación de contingentes en el comercio exterior. *Boletín económico/Banco de España*, febrero 2005, p. 73-81. <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/BoletinEconomico/05/Feb/Fich/art6.pdf>
- Technologies, A. (2021). *Tejidos inteligentes: Los diseños de Hussein Chalayan*: 9. American Book Group.
- Torres Méndez, S. V. (2011). Creación de una empresa productora y comercializadora de prendas de vestir con la implementación de los tejidos inteligentes. <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2016/2sin/5.pdf>
- Velásquez, C. L. (2006). Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. *Avances en química*, 1(2), 15-21 <https://www.redalyc.org/pdf/933/93310204.pdf>
- Ziarsolo, A. P., & Sánchez, E. A. (2016). Una introducción a los textiles artificiales en las colecciones de indumentaria del siglo XX y su conservación. *Ge-conservación*, 9. <https://www.ge-iic.com/ojs/index.php/revista/article/view/276/pdf>