

## Cambio climático, tejidos, moda y nanotecnología

Cruz M<sup>a</sup> ZANCAJO RODRÍGUEZ

*Licenciada en Ciencias Ambientales y profesora de Corte y Confección*

*Delegación Territorial de AEMET en Andalucía, Ceuta y Melilla*

*crzancajor@aemet.es*

**Resumen:** En este trabajo se hará un repaso de la industria textil desde una perspectiva medioambiental, del impacto del mundo de la moda y de su coste en términos de consumo y sostenibilidad, analizando las consecuencias en toda la cadena de producción textil, desde las materias primas, su tratamiento, confección, transporte, distribución, embalajes, residuos, hasta los nuevos desarrollos de investigación en nanotecnología y biotecnología, ecodiseño y reciclaje.

La transformación de la industria textil en una industria globalmente sostenible es un reto que cambiará, en un futuro próximo, la manera de vestir y de incorporar la necesidad de utilizar prendas para la protección y el abrigo, y el gusto estético a través de la moda, a una nueva forma de vivir, en mayor armonía con el medio ambiente, sin comprometer la existencia y manteniendo la biodiversidad y protección del planeta.

**Palabras clave:** medio ambiente, textil, moda, nanotecnología, biotecnología, cambio climático, residuos, contaminación, calentamiento global.

*La urdimbre de fuerzas evolutivas y la textura de azar que hiló el rico tapiz de la vida en la Tierra son, casi con absoluta certeza, únicas.*  
(Robert May)

### 1. INTRODUCCIÓN

Siempre que se habla de cambio climático, de políticas ambientales, de procesos económicos sostenibles y más o menos respetuosos con el medio ambiente, se piensa en los gases de efecto invernadero, la contaminación de los mares, los ríos y la atmósfera, la disminución de los hielos polares, y el gravísimo envenenamiento del planeta en su conjunto, pero no es tan frecuente asociar algo tan necesario y cotidiano como la vestimenta, y las industrias relacionadas con los tejidos (industria textil, moda, diseño, nuevos materiales, nanotecnología, ...), con el cambio climático y con la sostenibilidad desde el punto de vista ambiental (figura 1).



Figura 1. La Tierra triste. (Autor: Julio Solís).

Con la celebración de la Cumbre Mundial del Clima (COP25) en Madrid, entre los días 2 y 13 de diciembre de 2019, se han puesto de relieve, una vez más, la importancia y la urgencia de tomar en serio los efectos del desarrollo industrial y de los modos de vida que las sociedades más ricas están implantando.

Frente a la decepción por la falta de acuerdo sobre los mercados de carbono, el mensaje sobre la emergencia climática cala en la sociedad, y es por eso que los ciudadanos deben acometer los cambios en su estilo de vida, como usuarios finales de los productos que la industria pone a su disposición,

que favorezcan una menor contaminación y un menor daño al planeta y al ecosistema, aunque solo sea por el fin último de carácter egoísta de asegurar la supervivencia.

El impacto de estas actividades no se limita al causado por la movilidad y los desplazamientos, sino también y de manera muy importante por el consumo, desde lo que se come hasta la ropa que se viste. Pocos piensan que algunos de los tóxicos que más se quieren evitar se llevan puestos sobre la piel, aunque evidentemente la solución no puede estar en la eliminación de las prendas de vestir, no solo por pudor, estética o moda, sino por cuestiones de salud, abrigo y protección, esa solución vendrá por un cambio de paradigma capitaneado por la industria de la moda y seguido por los consumidores (figura 2).

Muchos ciudadanos aún no están familiarizados con la relación entre la moda, esa industria que proporciona la ropa que visten, vayan a la moda o no, y el cambio climático. El consumo es el motor de este tipo de economía lineal, que externaliza los costes, deslocaliza la producción, y que dado el uso intensivo de energía altamente dependiente de combustibles fósiles, gasto excesivo de agua y bajos niveles de reciclaje, provoca la destrucción de ecosistemas, y produce enormes cantidades de residuos tóxicos, que se acumulan en los vertederos, en el suelo, en el aire, en los ríos y en los océanos; por ello la sostenibilidad de la industria textil es solo una pieza más en el engranaje del proceso de lucha contra el cambio climático.

## 2. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL

La industria de la moda forma parte de esa gran industria textil que incluye ropa, cuero, calzado y textiles para la casa, y lamentablemente su desarrollo se aleja mucho de la sostenibilidad ambiental, representa un 7 % del comercio global, genera un 20 % de residuos tóxicos y es una de las mayores emisoras de gases de efecto invernadero, alcanzando un 8 % del total, cifra importante cuando se habla de cambio climático, demanda ingentes cantidades de agua y energía, y emplea a más de 60 millones de personas en el mundo, gran parte de ellas mujeres y niños, frecuentemente en condiciones de explotación. Dado su tamaño, alcance global, prácticas claramente insostenibles y condiciones laborales muy precarias para los trabajadores en las zonas de producción, su impacto en los indicadores de desarrollo social y ambiental es muy importante. Esta situación ha alcanzado en los últimos años su punto culminante en la llamada *fast fashion* o moda rápida, que lleva a un hiperconsumo, y a las marcas de moda a superproducir más cantidad de producto en menos tiempo. Esto supone que solo el 1 % aproximadamente de los productos que se compran se siga usando después de 6 meses, quedando el 99 % restante desechado al cabo de ese plazo, es la obsolescencia programada aplicada a la moda (figura 3).



*Figura 2. Pasarela de la Feria Internacional de la Moda Flamenca (FIMAF) celebrada el 23 de febrero de 2020 en Málaga. Colección de Amparo Pardal. (Autor: Julio Solís).*



Figura 3. Fábrica de costura en Phnom Penh (Camboya). (Autor: Samer Muscati, Human Rights Watch).

### 3. IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES DE LA INDUSTRIA DE LA MODA

La huella ecológica que deja la industria textil es una herida que se deja ver en sus más que notables impactos en el medio ambiente, debido a que hay una larga cadena de procesos y productos que intervienen, desde la extracción de materias primas hasta la utilización de una prenda por parte del usuario final, pasando por los diferentes subsectores de la producción, hilatura, tejeduría, confección y acabados, distribución y uso, hasta su destrucción final o reutilización (figura 4).

El estudio de la huella de carbono en el sector textil es uno de los elementos fundamentales para controlar el impacto en el medio ambiente. Por ello, a las emisiones directas de CO<sub>2</sub> de los combustibles fósiles que se queman, incluido el consumo de energía doméstica y el transporte utilizado, se han de sumar las emisiones indirectas durante todo el ciclo de vida de los productos utilizados. A nivel mundial se consumen una media de 11,4 kilos de ropa al año (en España una media de 7 kg), lo que genera 442 kg de CO<sub>2</sub> emitido per cápita, lo que supone, como ya se ha dicho, el equivalente al 8 % del total. A estos efectos hay que añadir los de la deslocalización, que provoca que los grandes centros de producción se sitúen en países con una laxa o nula legislación ambiental.



Figura 4. Hilandería india. (Fuente: [www.dnaindia.com](http://www.dnaindia.com)).

### 3.1. Uso intensivo del suelo

El uso intensivo del suelo forma parte de este nocivo sistema lineal de producción que se lleva a cabo también en la agricultura. Un ejemplo claro es el monocultivo del algodón que con la utilización a gran escala de fertilizantes, plaguicidas y pesticidas que pasan al suelo, acaba con la biodiversidad y agota los nutrientes del suelo, provocando su erosión. El uso de algodón transgénico actualmente ocupa el 70 % del cultivo mundial de algodón; este tipo de cultivo se basa en la modificación genética para hacerlo tolerante a herbicidas o resistente a plagas, pero son muy específicos por lo que se da una creciente resistencia por parte de insectos y malezas. La utilización de estas semillas transgénicas desencadena multitud de efectos perniciosos como son el riesgo para la salud, ya que la planta entra en la cadena trófica a través de los animales, la contaminación del suelo, la contaminación genética de especies silvestres o la pérdida de biodiversidad al ser utilizado como semilla única, pero sobre todo el alto coste para los agricultores pobres. Estas semillas están en manos de unas pocas multinacionales, como DowDuPont, Bayer AG, Monsanto, Syngenta y BASF, estableciendo un oligopolio que impone sus condiciones.

### 3.2. Huella hídrica

El gran consumo de agua de la industria textil se pone de manifiesto no solo en la fase de cultivo, sino también a lo largo de toda la cadena de producción. La Red de la Huella Hídrica señala que el 45 % proviene del agua de riego (huella hídrica azul) y el 41 % es agua de lluvia (huella hídrica verde), consumida o evaporada por la planta de algodón durante el periodo de cultivo, el 14 % restante es agua en la que se disuelven los fertilizantes y los productos químicos industriales (huella hídrica gris), que es la más dañina a nivel medioambiental contaminando las aguas subterráneas. Como ejemplo para producir 1 kg de fibra de algodón, más o menos la cantidad necesaria para producir unos pantalones vaqueros, se necesitan entre 10 000 y 17 000 litros de agua.

En cuanto a contaminación, se calcula que la industria del algodón contamina cincuenta mil millones de metros cúbicos de agua cada año, agua contaminada que provoca enfermedades entre los pobladores que viven a lo largo de las vías fluviales, como ríos o lagos, y resulta inservible para la pesca o el baño. La contaminación del agua va más allá del nivel de producción, alcanzando otras fases del proceso industrial, como la resultante de la tintura y tratamiento de textiles para el blanqueamiento, etc. El tintado emplea colorantes sintéticos que quedan en la ropa y, al lavarla, entra como efluente en las aguas residuales altamente contaminadas, y cuya descontaminación resulta muy costosa.

Las consecuencias de la presión a la que son sometidos los acuíferos para el regadío tienen su expresión más dramática en casos como el del mar de Aral (figura 5).

### 3.3. Contaminación atmosférica

Las emisiones atmosféricas procedentes de los textiles dan lugar a neblinas de aceites y ácidos, polvo y fibras, vapores de disolventes y olores, generados normalmente en la fase de acabado. En el termofijado se suelen generar vapores de compuestos orgánicos volátiles, los cuales se pueden presentar en forma de niebla visible o niebla azul, o invisible, pero con olores detectables. Estos procesos se utilizan por ejemplo para el lavado de la lana, y en el acabado, donde se incluyen procesos de carbonizado, blanqueo, tintura y aclarado. En el acabado de hilos y tejidos, para la eliminación de impurezas, se utilizan el descolado, lavado, blanqueo y mercerizado, además de la tintura, estampación, tratamiento con resinas, tratamientos ignífugos, de repelencia a la suciedad, etc.



*Figura 5. El desierto ocupa el mar de Aral. (Fuente: sensitur.com).*

Los problemas de olores más frecuentes son causados por los *carriers*, productos auxiliares empleados en la tintura del poliéster, el acabado con resinas a base de formaldehído, las tinturas sulfurosas del algodón y sus mezclas, la reducción del colorante con hidrosulfito y el blanqueo con dióxido de cloro.

La incineración de los residuos que se da en vertederos genera sustancias tóxicas que se vierten al aire y que son difíciles de tratar además de contribuir con emisiones de gases de efecto invernadero (figura 6).

### 3.4. Reducción de la biodiversidad

La expansión global del hombre alterando el medio ambiente ha dejado una gran deuda en la biodiversidad. Resulta altamente significativo que la especie humana apareció en el momento de mayor diversidad biológica de la historia de la Tierra y hoy se está en el momento de mayor reducción de biodiversidad, una de cada cien especies está al borde de la extinción.

La riqueza biológica es el resultado de millones de años de evolución por lo que su pérdida irreversible supone uno de los efectos de cambio ambiental más notables e inquietantes, de consecuencias desconocidas y probablemente catastróficas. Se ha de tener presente que cada especie tiene una función en la Tierra, y que el ser humano depende de ellas y solo es una especie más, y que, como dijo el ecólogo ambientalista A. Leopold: «solo somos compañeros de viaje en la odisea de la evolución». Del buen estado de la Tierra depende la supervivencia del ser humano y alterar el equilibrio de los ecosistemas puede hacer peligrar su supervivencia como especie.

El sector textil está calificado con un nivel medio de riesgo respecto a la biodiversidad, según el Informe de F & Management Ltd de 2004, por la contaminación de los suelos y aguas que genera, por el uso de semillas transgénicas, y por la utilización de productos tóxicos que contribuyen a una importante reducción de la biodiversidad.



*Figura 6. La incineración de basura contribuye gravemente a la contaminación del aire y al calentamiento global. (Fuente: UNICEF/Khan, <http://news.un.org/>).*

### 3.5. Tóxicos (químicos, plásticos, tintes, etc.)

El cultivo del algodón es responsable del 10 % de la contaminación a nivel mundial, debido a los pesticidas que utiliza: por cada hectárea de algodón cultivado se libera aproximadamente 1 kg de pesticidas peligrosos, lo que contamina el suelo y destruye microorganismos necesarios en los ecosistemas. Además, se ha demostrado que el algodón llega al mercado contaminado con residuos de esos pesticidas y químicos que no se van con los lavados.

En los últimos años, la industria textil se ha convertido en uno de los mayores responsables de los microplásticos que llegan al océano, lo que implica un verdadero desastre para la fauna marina. Alrededor de medio millón de toneladas de microfibras de plástico son arrojadas durante el lavado de textiles de poliéster, nailon o acrílico que terminan anualmente en los mares y océanos.

Para añadir más elementos contaminantes, el sector textil utiliza gran cantidad de aditivos químicos en los acabados de las telas, tales como descrudantes, detergentes, dispersantes, desencolantes, suavizantes, fijadores, blanqueadores, tintes, etc., como por ejemplo los retardantes de llama, que se incorporan a los textiles para prevenir o inhibir la combustión, etc. En el proceso de tinado y en el de estampación la parte no fijada acaba como efluente en las aguas residuales (figura 7).

Otros tóxicos mencionados como los detergentes y suavizantes, se encuentran también a nivel doméstico, como sabe todo el mundo, y son además una fuente de contaminación del agua. Muchos de estos productos tóxicos son persistentes en el tiempo, son bioacumulativos, se acumulan en los tejidos grasos y en órganos de animales, y acaban formando parte de la cadena alimentaria.

La viscosa es una fibra vegetal procedente de la pulpa de la celulosa de una gran cantidad de árboles y plantas, es decir, es de origen vegetal, y biodegradable al final de su vida, pero su inconveniente es la gran cantidad de productos tóxicos que se utilizan para convertirla en fibra y su contribución a la deforestación.



*Figura 7. Ecosistemas contaminados. (Autor: Randy Olson).*

La lana, a pesar de ser un producto natural y renovable, no siempre se trata de forma respetuosa con el medio ambiente, y su proceso de lavado es muy contaminante, al someterse a fuertes lavados con disolventes, algunos cancerígenos.

Los químicos más usados en la industria textil, con innumerables efectos tóxicos, venenosos, cancerígenos y dañinos para la salud, son: alquifenoles, nolilfenoles, compuestos organoestánicos, tributilfosfatos (TBP), ftalatos, compuestos perfluorados (PFC) y polifluorados, bisfenoles A (BPA), azoicos y dispersantes, metales pesados (plomo, cromo, níquel...), formaldehídos y pirorretardantes bromados (PRB).

La legislación europea califica a estas sustancias como muy dañinas, y algunas como sustancias peligrosas prioritarias por ser persistentes en el medio ambiente, tener un alto potencial bioacumulativo en los tejidos, al transferirse a la cadena trófica, y ser tóxicos para muchos organismos.

### 3.6. Transporte y energía

Dado que las empresas textiles tienen deslocalizada la producción y distribución, es posible que antes de recibir la prenda de ropa o sus componentes, ya haya dado la vuelta al mundo un par de veces, y cuando se desheche acabe en terceros países, por lo que el impacto que tiene la industria textil en el medio ambiente debido a la contaminación por el transporte es muy notable. En cuanto al consumo energético, la mayor demanda se produce durante los procesos de tejeduría, hilatura, y ennoblecimiento textil (blanqueo, tinte, estampado y acabado). Por si fuera poco, estos procesos también son grandes demandantes de agua.

### 3.7. Embalajes

El proceso de envasado y embalaje se produce en las materias primas textiles como son fibras, hilos, tejidos y las que contienen los productos químicos utilizados. También hay que tener en cuenta el exceso de embalajes que se produce en el transporte y también el alto consumo de bolsas de plástico que se utilizan en los últimos estadios de la cadena textil, que son parte de los microplásticos que acaban en el mar.

### 3.8. Social

El proceso de manufactura suele desarrollarse en países con escasos derechos laborales, por lo que es habitual que los trabajadores tengan unas condiciones de trabajo poco dignas, bajos salarios, escasas o nulas medidas de protección frente a los productos tóxicos y largas jornadas laborales. Sin olvidar que la mayoría de sus trabajadores son mujeres y niños, a veces en condiciones de semiesclavitud. A este respecto, cabe recordar el derrumbe del Rana Plaza en Bangladesh (India) en el cual afloraron todos los problemas apuntados.

### 3.9. Residuos

Como ya se ha visto anteriormente, el sector textil genera gran cantidad de residuos, en última instancia, la ropa y otros textiles van a parar a vertederos, estimándose en un 5,5 % del total su aportación a los mismos. En España, según datos del sector, supone entre 10 y 20 kg de residuos de ropa por habitante y año. La separación de residuos textiles no es obligatoria aún, aunque está fijada para final del año 2024, con la modificación de la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, con la que la normativa española se adaptará a las disposiciones europeas en esta materia. A partir de ese momento podrán utilizarse estos residuos para hacer compost, por ejemplo, evitando así su pérdida al acabar mezclados con otros tipos de residuos sin clasificar. La ropa que se dona a terceros países a veces acaba en vertederos no controlados o ilegales, afectando a la salud de las personas que viven cerca de ellos y contaminando suelo, aire y aguas subterráneas. La incineración tampoco es una solución como ya se ha dicho por las sustancias tóxicas que desprende a la atmósfera.

Algunas marcas queman los excedentes de ropa que no han vendido, para «proteger» su marca, es decir, evitar que se venda en *rebajas* o a precios más bajos, lo que resulta en una contradicción moral y ética a la par que un atentado al medio ambiente.

En las llamadas «islas de plástico», enormes concentraciones de plástico y basura marina en ciertas zonas de mares y océanos, los plásticos constituyen el 80 % de esa basura. Las fibras sintéticas textiles son uno de los contribuyentes a esos plásticos en una gran medida de manera directa o indirecta a través del lavado de esas prendas (en un solo lavado se pueden liberar más 1900 fibras de microplásticos). La aceleración del cambio climático y los cambios en las corrientes oceánicas y en los afloramientos, hacen que las basuras marinas lleguen a lugares alejados de las fuentes, convirtiéndolo en un problema global. Los microplásticos procedentes de los lavados de las prendas sintéticas son difícilmente degradables por lo que su persistencia en el tiempo, y lo fácilmente que son absorbidos por los peces y otros organismos entrando en la cadena alimenticia, supone un gran desafío a nivel mundial dado los impactos ocasionados en el medio marino, y consecuentemente en la salud y en el medio de vida humanos (figura 8).

## 4. NANOTECNOLOGÍA

Actualmente se invierten multitud de recursos humanos y económicos en I+D en la industria textil, ocupando la nanotecnología un papel básico y fundamental en el desarrollo de nuevos materiales. A través de las nanopartículas se manipula la materia para crear materiales nuevos, como las nanofibras,



*Figura 8. Recolectores de plástico en Kalyan, Bombai (India) (Autor: Randy Olson).*

con propiedades únicas, pudiéndoseles llamar «tejidos inteligentes». Las nanopartículas cambian la naturaleza de los tejidos, haciéndolos más resistentes de forma que poseen una mayor capacidad de absorción con respecto a las fibras sintéticas, ya que están compuestos por gran cantidad de nanocapas que retienen la humedad con mayor facilidad. Las nanofibras, constituidas por polímeros naturales o sintéticos, presentan diferentes funciones tales como: absorción de rayos ultravioleta, propiedades antivirales, antibacteriales, antiolor, impermeables, repelentes a manchas..., asimismo las nanopartículas controlan con mayor facilidad la liberación de fragancias, biocidas (desinfectantes, conservantes, pesticidas, herbicidas) y fungicidas sobre los tejidos. Se utilizan para ropa especializada, como uniformes industriales, o de bombero, con retardantes de llama, o chalecos antibalas, de camuflaje, y camisetas que miden la presión arterial y el ritmo cardíaco.

La sustitución de energías contaminantes por energías alternativas, más sostenibles, es una necesidad en esta industria, y la nanotecnología proporciona una buena ayuda para realizar este cambio, en particular en la producción de energía solar, que ayudará a hacer el cambio a las nuevas energías sostenibles en esta industria.

## 5. BIOTECNOLOGÍA

La biotecnología en el sector textil incluye el tratamiento de efluentes y procesos enzimáticos, además de utilizarse para el tratamiento de las aguas residuales y para la gestión de residuos textiles. Esto quiere decir que se emplean enzimas, reemplazando los productos químicos utilizados en los distintos procesos de acabados y ennoblecimiento, consiguiendo mejores rendimientos a la vez que se respeta más el medio ambiente. Ejemplos de este tipo son los utilizados para el descolado del algodón, el descrudado, la eliminación del peróxido de hidrógeno después de la etapa de blanqueo, la reducción

de colorantes residuales, los acabados como el *biostoning* (apariencia envejecida) y el *biopolishing* (eliminación de microfibrillas). En el caso de la lana se utilizan para reducir el encogimiento, aumentar la suavidad e incrementar la absorción del colorante. Se utilizan también para el desgomado de la seda, y para las fibras sintéticas, con el fin de aumentar su carácter hidrófilo en la tintura y aprestos.

Los biocolorantes son extraídos de manera natural para sustituir a los productos químicos utilizados en los tintados, como por ejemplo el color índigo muy utilizado en las prendas vaqueras, el cual es extraído de una planta (*Indigofera tinctoria*), o los colores rojos y violetas, para los que se utiliza la planta *Rubia tinctorum* y la cochinilla utilizada habitualmente para obtener los rojos, todos ellos procedimientos más sostenibles.

## 6. MATERIAS Y PROCESOS SOSTENIBLES

Se debe saber que los tejidos se dividen según su origen en tres clases: naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales son de procedencia animal o vegetal, que no han sufrido ningún proceso de transformación química, como la lana (oveja, alpaca, llama, vicuña, guanaco), mohair (cabra de Angora), cachemir (pelo de cabra de China y Mongolia), lana de Angora (conejo de Angora), el algodón, el lino o la seda. Los artificiales son los que aun procediendo de fuentes naturales, en particular la celulosa, o de proteína animal o vegetal, sufren alguna transformación química, como es el caso del rayón, modal o lyocell. Los sintéticos, derivados del petróleo, se producen por procesos químicos, como el poliéster, las poliamidas (nailon, Kevlar) y el elastano.

El algodón tradicional, cultivado de manera poco sostenible, debería ser reemplazado en su totalidad por el cultivo del algodón orgánico. Este algodón se cultiva teniendo en cuenta métodos y materiales que reducen el impacto ambiental. Su plantación, cultivo y recogida se hacen con métodos naturales, y los trabajadores que intervienen en todo el proceso tienen unas condiciones de trabajo dignas, circunstancias todas ellas recogidas en una certificación que caracteriza este tipo de algodón.

El sector de la moda ha dado pasos ya y está respondiendo a esa demanda de nuevos tejidos para frenar el impacto medioambiental, de ahí la investigación para producir nuevas fibras ecológicas, o la regeneración de otros ya creados como es el poliéster reciclado o los plásticos, que se consideraban y trataban como residuos. A modo de ejemplo se pueden mencionar los siguientes: lino, bambú, cáñamo, ortiga, fibra de loto, lana orgánica, lana reciclada, cáscara de coco, banano, Piñatex, Orange Silk y Fiber, S. Cafe, muskin, cuero de pescado, MicroSilk, Polylana, Tencel, Seacell (hecho de lyocell y algas marinas), cupro, Re.Verso, Qmilch, Zoa, Mestic, tejido de plástico reciclado y BioCouture.

### 6.1. Ecodiseño y economía circular

El ecodiseño se refiere a crear un producto con el mínimo impacto ambiental y con garantías sociales, esto es, utilizando materiales completamente inocuos y produciendo bienes sin generar residuos, o productos tóxicos, que degraden el medio ambiente. Este concepto surgió en 1991, de parte del arquitecto W. McDonough y del químico M. Braungart. Ellos popularizaron el concepto *cradle to cradle* (de la cuna a la cuna), en contraposición al concepto «de la cuna a la tumba», de un solo uso y durante un corto periodo de tiempo, es decir «usar y tirar», que propone un nuevo diseño de productos y procesos en un sistema de ecoeficiencia, en el que su inspiración son los sistemas naturales. El sistema lineal de producción se transforma en uno circular tratando de convertir los residuos en nuevas materias primas para el siguiente proceso en un continuo ciclo de regeneración. En este ecodiseño se tiene en cuenta todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas, hasta el final de su vida útil, diseñando el producto pensando en el transporte, la distribución, el almacenamiento, el embalaje, con el mínimo de residuos y para que sea reutilizable o reciclable (figura 9).

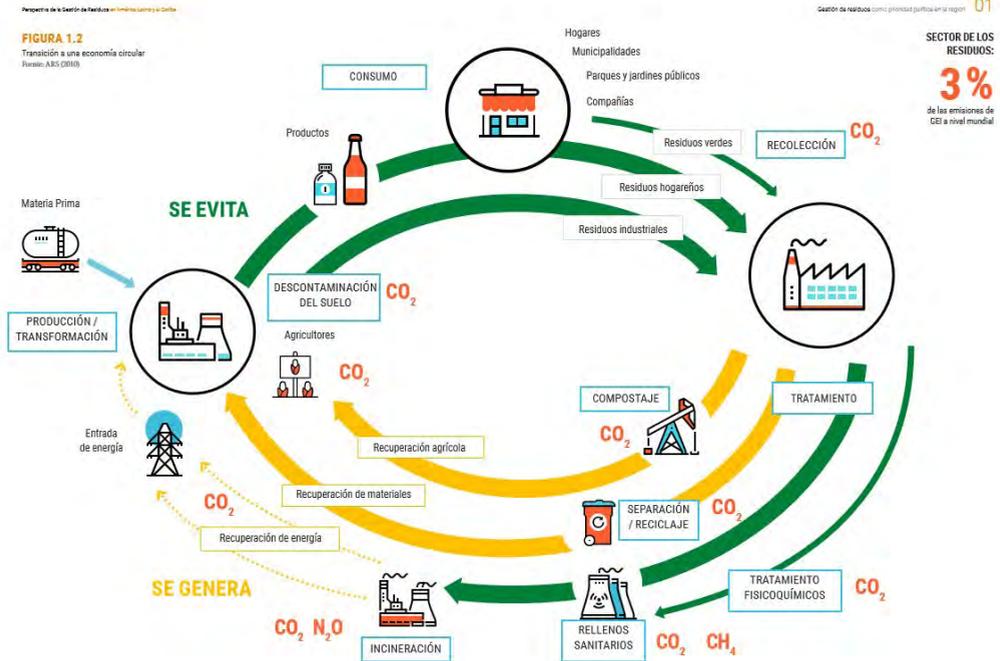


Figura 9. Transición a la economía circular. Gráfico de ONU Medio Ambiente.

## 6.2. Certificaciones

Por el momento no hay certificaciones específicas que informen sobre los productos químicos tóxicos contenidos en la ropa, pero sí que existen algunos sellos que garantizan la sostenibilidad en ciertos procesos de la cadena de producción.

Las certificaciones en los textiles son el equivalente a las certificaciones en los alimentos, es decir, una garantía de que se han producido de manera respetuosa social y medioambientalmente. Las certificaciones que hay en la actualidad se basan fundamentalmente en los aspectos ecológicos de la materia prima y durante el proceso de fabricación, y en los aspectos de responsabilidad social empresarial (RSE). El principal problema de este tipo de certificaciones es que son demasiadas y demasiado laxas. Además su ambigüedad provoca en los consumidores un gran desconcierto y desconfianza ya que no es fácil entender esas etiquetas. Pero se deben conocer cuáles son y qué garantizan.

Algunos ejemplos de certificaciones son, la norma textil orgánica global (GOTS), que es la norma líder mundial en el procesamiento de textiles hechos con fibra orgánica, OEKO-TEX®, con varias clases de certificación dependiendo del uso del producto, Blue Sign, EU Ecolabel, Global Recycle Standard, entre otras.

Para el control de los tóxicos está el reglamento REACH (registro, evaluación, autorización y restricción de productos químicos) de la Unión Europea, que se introdujo para reducir los riesgos que representan los productos químicos para la salud humana y el medio ambiente. Para alcanzar este objetivo, todas las sustancias químicas deben identificarse, registrarse y evaluarse de acuerdo con directrices específicas. Después de la evaluación, las sustancias son aprobadas por la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA).

En cuanto a los residuos la compañía ZDHC (Zero Discharge of Hazardous Chemicals), tiene como objetivo el vertido cero de químicos peligrosos. Y por último Cradle to Cradle®, la cual es una certificación reconocida a nivel mundial de productos más seguros y sostenibles hechos para la economía circular.



Figura 10. Vertedero de Kalyan, a las afueras de Bombay (India).  
(Autor: Randy Olson, National Geographic Image Collection)

### 6.3. Suprarreciclaje y reciclaje

El concepto de suprarreciclaje (*upcycling*) en el sector textil se usa a la par que el de reciclaje, y consiste en darle valor a una prenda en desuso mediante la transformación en otra, de manera que se alargue el tiempo de vida antes de ir al vertedero. Esto también puede ser útil para los restos de tejido que quedan después del corte en la confección. Hoy día hay compañías y diseñadores que trabajan específicamente con ropa reciclada, como la compañía Patagonia que hace nuevas prendas reciclando el poliéster, o la empresa Ecoalf que trabaja con plásticos para hacer ropa. No obstante, el problema de estos reciclajes es que la materia que reciclan es tóxica, por lo tanto el resultado sigue siendo prendas tóxicas, por lo que el objetivo principal debe ser la reducción del consumo y, fundamentalmente, la prohibición y control de productos tóxicos. El reciclaje tiene por el momento un alto coste, y solo el 13 % se recicla de alguna manera después de su uso. En su mayoría se reduce a conectar a unas industrias con otras para aplicaciones de menor valor (infrarreciclaje o *downcycling*), como ropa de limpieza o de aislamiento o relleno de colchones. Algunos países tienen altas tasas de recolección para reutilización y reciclaje, aunque gran parte de la ropa desechada se exporta a países sin infraestructura de recolección de ropa, por lo que finalmente la mayoría de prendas acaban en vertederos como ya se dijo anteriormente. El final de los residuos en incineradoras no es tampoco una alternativa viable debido a la contaminación que provocan en el aire, agua y suelo debido a las sustancias tóxicas resultantes de la combustión (figura 10).

## 7. CONSUMIDOR CONSCIENTE

El consumidor debe conocer los costes reales y los impactos socioambientales que produce la ropa que compra, para que haya un verdadero cambio en el modelo de consumo imperante. Desde

luego habría que evitar el «maquillaje» o *greenwashing*, o como se dice ahora, el «ecopostureo», invirtiendo más en acciones y menos en publicidad falsa por parte de las empresas, e incrementar la formación y la sensibilización. Pero finalmente el cambio ha de venir conjuntamente desde el comportamiento individual y empresarial, acompañado de un estilo de vida coherente. Aunque dada la deslocalización de la industria textil en todas sus etapas, y su distribución a nivel global, se hace muy difícil implementar modelos de energía circular, y con ello cerrar los ciclos, por lo que es importante llevar a cabo los procesos de economía circular. En este sentido es muy importante promover la economía local, consumir de forma responsable, informarse y compartir información.

En cuanto a las empresas, deberían al menos adoptar ciertos «códigos de conducta», conjunto de normas mediante las cuales las empresas se comprometen con el cumplimiento de los derechos humanos en todas las operaciones, y en todos los países donde trabajan, respetando los convenios laborales internacionales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el cuidado y defensa del medio ambiente.

Otra de las acciones particulares por parte de las empresas es la digitalización para controlar la trazabilidad de la prenda, desde la entrada de material hasta la salida del producto manufacturado integrándolo en la cadena de valor de los principales productos, lo que permitirá al consumidor final conocer y verificar los diferentes pasos que se han seguido para producir el producto que desea comprar.

Una de las acciones en este sentido es la Campaña Ropa Limpia (CRL), nacida en Holanda a principios de los 90 del siglo pasado. Entre ellas están también las organizaciones de comercio justo para promover una relación comercial justa entre productores y consumidores.

Cabe destacar la acción de Greenpeace: «Hemos conseguido un progreso reseñable en la eliminación de químicos peligrosos que contaminan las vías fluviales y el medio ambiente. Impulsado por la campaña Detox se ha producido un cambio de paradigma en la industria textil, que ahora se hace responsable de toda la cadena de producción y no solo de sus prendas de ropa». (Bunny McDiarmid, directora ejecutiva de Greenpeace Internacional).

La industria textil española desde el Consejo Intertextil Español participó en la COP25 de Madrid como socio estratégico para la descarbonización del textil en el evento «Hacia la neutralidad en carbono de la industria textil española»; con ello dio muestras de su compromiso para la reducción de la huella de carbono con soluciones basadas en la innovación y en la gestión. Desde las Administraciones se ha impulsado el Pacto por una Economía Circular, con objeto de implicar a los principales agentes económicos y sociales de España en la transición hacia un nuevo modelo económico. Asimismo, desde el Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, se ha elaborado un plan de acción para la implementación de la Agenda 2030 para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con buenas prácticas responsables con el planeta: «Un cambio en los hábitos de consumo es imprescindible, sobre todo en los países ricos, donde el ‘usar y tirar’ ha sido tónica general en los últimos años, prácticamente desde mediados del siglo XX. Debemos transformar nuestras economías, el medio ambiente y nuestras sociedades. Debemos cambiar nuestra forma de pensar, nuestra conducta y nuestros hábitos destructivos». (El camino hacia la dignidad para 2030. Informe del Secretario General sobre la agenda de desarrollo sostenible después de 2015. Naciones Unidas. A69/700). Sin olvidar que la acción por el clima está dentro del Objetivo 13 de los ODS.

Si bien el principal problema de los gobiernos es no gestionar a largo plazo, como todos bien saben, no se hace nada que se alargue más de lo que alcanza una legislatura, y esto debería cambiar, y entre todos sumar esfuerzos que se continúen en el tiempo independientemente de quien gobierne, porque la contaminación del medio ambiente no entiende de gobiernos ni de fronteras.

Y desde aquí cabe recordar que el compromiso para todo el mundo es el principio de las 6 R: Reducir, Reutilizar, Reciclar, Rediseñar, Recuperar y Reemplazar. Y se puede añadir la R de Rechazar prendas que no lleven etiqueta de prenda sostenible.

## 8. CONCLUSIÓN

Llegados a este punto, la conclusión es obvia en cuanto a la necesidad de ese cambio de paradigma en la industria textil. Dado su complejo entramado de subsectores, es difícil aunar los esfuerzos requeridos para conseguir ese cambio, pero es urgente y necesario, y todo el mundo debe cooperar en cada uno de los eslabones de la cadena en que pueda hacerlo.

Frente a «todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado» del Art. 45 de la Constitución Española, huérfano sin leyes que lo desarrollen, está la interrelación con la naturaleza como así lo dice la decisión 14/2 del marco mundial de la diversidad biológica de la UNEP donde se establece que la Visión para 2050 es «Vivir en armonía con la naturaleza» y como ocurre en las culturas andinas: «el buen vivir representa una visión que valora la vida plena en comunidad con los demás y con la naturaleza». Y como refleja la Constitución de Ecuador, que se convirtió en 2008 en la primera del mundo en reconocer que «La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos». (Constitución de la República del Ecuador, Art. 71), y dice en su Preámbulo: «Celebrando a la naturaleza, la Pacha Mama (Madre Tierra) de la que somos parte y que es vital para nuestra existencia». Así la humanidad debe aprender de esas culturas que la armonía con la naturaleza no es una simple cuestión de moda: No luchamos por el planeta, luchamos por nosotros mismos porque, no lo olvidemos, nuestro planeta puede girar, y de hecho seguirá girando sin nosotros, pero nosotros no podremos seguir viviendo sin él.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- GUTIÉRREZ, M. C., DROGUET, M. y CRESPI, M. (2003). Las emisiones atmosféricas en la industria textil. Boletín Intertext (UPC) n.º 123.
- MCDONOUGH, W. y BRAUNGAR, M. (2005). *Cradle to Cradle*. McGrawHill.
- OLEA, N. (2019). *Libérate de los tóxicos*. RBA Libros.
- RAWORTH, K. (2017). *Economía rosquilla*. Paidós.
- ROVIRA, J., NADAL, M., DOMINGO, J. L. y SCHUHMACHER, M. (2017). Home textile as a potential pathway for dermal exposure to trace elements: assessment of health risks. *Journal of the Textile Institute*, 108 (11), pp. 1966-1974, doi: 10.1080/00405000.2017.1302635.
- <https://es.greenpeace.org/es/sala-de-prensa/comunicados/siete-anos-de-campana-detox-el-sector-textil-avanza-pero-el-85-de-la-industria-sigue-suspendiendo/>
- <https://unfashionalliance.org/> (Alianza de Las Naciones Unidas para la Moda Sostenible)
- <https://www.agenda2030.gob.es/es/objetivos> (ODS Ministerio de AASS)
- [https://www.agrobio.org/wp-content/uploads/2019/08/ISAAA-Brief-54-Executive-Summary\\_August232019.pdf](https://www.agrobio.org/wp-content/uploads/2019/08/ISAAA-Brief-54-Executive-Summary_August232019.pdf) (cultivos biotecnológicos)
- [https://www.asambleanacional.gob.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- <https://www.cbd.int/doc/meetings/nr/rw5nr-la-01/other/rw5nr-la-01-pnuma-es.pdf> (5º informe PNUMA)
- <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/> (Ellen MacArthur Foundation)
- [https://www.foretica.org/la\\_senda\\_de\\_la\\_biodiversidad.pdf](https://www.foretica.org/la_senda_de_la_biodiversidad.pdf)
- <https://www.global-standard.org/es/la-norma/descripcion-general.html>
- <https://www.roadmaptozero.com/contributors>
- [https://www.wearewater.org/es/ara-el-mar-perdido\\_253307](https://www.wearewater.org/es/ara-el-mar-perdido_253307) (Isabel Coixet)

## SITIOS DE REFERENCIA EN INTERNET:

- <http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/AlgodF3n20GenE9ticamente20Modificado.pdf> (sobre el algodón transgénico)
- <http://www.guiadealgodon.org/guia-de-algodon/algodon-organico-v/> (algodón ecológico)
- [http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Pachamama\\_guia.pdf](http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Pachamama_guia.pdf)