

El modelo de producción y consumo denominado “moda rápida” analizado bajo aspectos toxicológicos y ecológicos

The production and consumption model called “fast fashion” analyzed under toxicological and ecological aspects

Elsa Mora Muñoz¹, Marcelo Puente Carrera¹

¹Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

Autor para correspondencia: esmora@utn.edu.ec

Recibido: 10 Octubre 2021

Aceptado: 11 Diciembre 2021

RESUMEN

La producción de fibras naturales y artificiales, la transformación de fibras en hilos, los hilos en telas mediante procesos de tejeduría, la tintorería que permite dar color a los textiles, los procesos de acabado textil para darle la utilidad final al producto y los procesos de corte y confección de prendas. Por otro lado, abarca también la producción de no tejidos, el diseño de maquinaria textil, el desarrollo de productos químicos, colorantes, auxiliares y el descubrimiento de nuevos materiales textiles. Utiliza gran cantidad de químicos, agua y energía por lo que se considera una de las industrias más contaminantes. Los contaminantes de origen químico generan intoxicaciones profesionales en mayor o menor grado, provocando las enfermedades profesionales, las mismas que representan un alto costo social, laboral y económico. Por lo que es necesario conocer los riesgos laborales sobre la utilización de los productos químicos y sus consecuencias, para prevenirlos utilizando medidas jerárquicamente adecuadas: desde la fuente, el medio de transmisión y la protección al trabajador. Para una rápida comprensión de las intoxicaciones profesionales de la industria textil se han agrupado en matrices, considerando: el proceso productivo, la magnitud del riesgo y su incidencia en la enfermedad profesional.

ABSTRACT

Textile production processes mainly comprise: the production of natural and artificial fibers, the transformation of fibers into threads, yarns in fabrics through weaving processes, the dyeing process that allows coloring of textiles, textile finishing processes to give it usefulness Final product and the process of cutting and making garments. On the other hand, it also covers the production of nonwovens, the design of textile machinery, the development of chemical products, dyes, auxiliaries and the discovery of new textile materials. It uses a lot of chemicals, water and energy and is considered one of the most polluting industries. Contaminants of chemical origin generate professional intoxications to a greater or lesser degree, causing occupational diseases, which represent a high social, labor and economic cost. It is therefore necessary to know the occupational hazards on the use of chemicals and their consequences, to prevent them using hierarchically appropriate measures from the source, the means of transmission and worker protection. For a quick understanding of the professional intoxications of the textile industry have been grouped in matrices, considering the productive process, the magnitude of the risk and its incidence in the professional disease.

KEYWORDS: Industria textil, químicos, intoxicaciones, enfermedades profesionales.

INTRODUCCIÓN

Señalo Puentes (2010), que la mayoría de las enfermedades profesionales de la industria textil, están asociadas a la presencia de contaminantes de Origen químico. Goldman y Schafer (2016), menciona que, entre las afecciones a la salud, se destacan las respiratorias, la más prevalente y característica es la bisinosis en trabajadores de algodón. Vocbeck y Devroede (1984) dice que también se identifica la incidencia de cáncer colo-rectal en trabajadores con fibras señala que sintéticas y cáncer de vejiga por exposición a colorantes azoicos. Perret, et.al (2001) menciona que el ántrax se encuentra asociado a los clasificadores de lana. En los últimos años se han desarrollado nuevas tecnologías textiles, en este contexto se destacan los denominados textiles inteligentes con enormes posibilidades y funcionalidades, considerados como la próxima generación de la industria textil (Stenton, 2008). La nanotecnología y biotecnología textil generan grandes posibilidades de desarrollo del sector, sin embargo, también generan nuevos riesgos que son poco conocidos. Investigaciones recientes han demostrado que las partículas con diámetro nanométrico y con características físico-químicas únicas, son más tóxicas que las partículas de mayor tamaño, por lo que se requiere asegurar una mayor protección al trabajador (Cortaza et.al., 2002) (Callisaya y Marlen, s.f.). El objetivo de la investigación es realizar un análisis crítico de la literatura científica sobre el tema de riesgos químicos en la industria textil, así como los avances científicos logrados la solución del problema y un análisis de pasos a seguir que permitan minimizar los riesgos y las consecuencias.

I. ANÁLISIS DE LA LITERATURA CIENTÍFICA

La intoxicación química es el efecto dañino que ocurre en humanos, animales, plantas o microorganismos como resultado de la acción de una sustancia química. La probabilidad de sufrir alteraciones en la salud, por la exposición a contaminantes durante la realización de un trabajo se debe a los siguientes factores: la naturaleza del contaminante, la vía de entrada al organismo, la concentración y el tiempo de exposición, las condiciones de trabajo, la susceptibilidad individual y el entorno ambiental (Calera et.al., 2005).

La naturaleza del contaminante se clasifica según sus efectos en: irritantes, asfixiantes, narcóticos, neumoconióticos, tóxico sistémico, sensibilizantes, cancerígenos, teratogénicos, mutagénicos y corrosivos (Callisaya y Marlen, s.f.). En la vía de entrada de los tóxicos al organismo se debe considerar: la absorción realizada a través de la vía oral, respiratoria y cutánea; la distribución del tóxico, entendiendo que cierta parte pasa al sistema sanguíneo y linfático y a través de éstos a ciertos tejidos, como huesos y tejido graso donde se acumulan, otra parte van a los órganos "target" (hígado, riñón, pulmón, cerebro, etc.) produciendo las afecciones y finalmente otra parte es eliminado por los mecanismos de excreción del organismo, como la orina, la bilis, el aire expirado, el sudor, la saliva, las faneras, leche materna o diversas excreciones gastro-intestinales (Dušan, s.f.). La concentración y el tiempo de exposición del contaminante relacionan la dosis con la respuesta en forma proporcional. Las condiciones de trabajo, (calidad de ventilación, las medidas de protección,

temperatura, humedad relativa, etc.), la susceptibilidad individual (raza, alimentación, etc.) y el entorno ambiental (contaminación del aire, suelo agua, etc.) son factores que influyen en el riesgo higiénico (Myers, 1998) (Asela et. al 2014).

A. Producción de fibras textiles vegetales

La producción de fibras vegetales, se hace mediante cultivos agrícolas que requieren suelos bien preparados, en los que se utiliza abonos artificiales y plaguicidas como los insecticidas, herbicidas, fungicidas, nematocidas, acaricidas, rodenticidas y molusquicidas.

Se consideran plaguicidas órgano-clorados a los compuestos orgánicos con cloro, que son de estructura molecular cíclica, liposolubles, acumulativos en el organismo, en las cadenas alimenticias y persistentes en el ambiente, entre ellos encontramos: endrin, dieldrin, aldrin, lindano, heptacloro, DDT, metoxicloro, clordano, toxafeno, etc. (INSHT, 2016). La intoxicación aguda por órgano-clorados produce estimulación del sistema nervioso central y aumento de su respuesta a los neurotransmisores; las exposiciones prolongadas a pequeñas cantidades pueden producir discrasias sanguíneas y dermatosis (INSHT, 2016).

Existen muchos compuestos órgano-fosforados, como el dimetón, paratión, metilparatión, fentión, diazinón, diclorvos, fenitritión, triclorfón, dimetoato, malatión, etc., estos son menos persistentes en el ambiente y no se acumulan en el organismo, pero su toxicidad aguda es mayor. La intoxicación con órgano-fosforados al principio causa sudoración, salivación profusa, lagrimeo, debilidad, mareos, dolor de estómago y visión borrosa, posteriormente dificultad respiratoria, colapso, fasciculaciones musculares y crisis convulsiva (INSHT, 2016) (Daniel, et.al, 2010).

La intoxicación por carbamatos, es similar a los órgano-fosforados, es más rápida,

reversible y no se acumulan en los tejidos, por ejemplo, el aldicarb, carbofurán, metoxil, propuxur, carbarilo entre otros. Las piretrinas son de origen vegetal, aunque se han sintetizado productos similares llamados piretroides, éstos compuestos se acumulan en el organismo y no son persistentes en el ambiente, por ejemplos: la resmetrina, bioresmetrina, aletrina, deltametrina, cipermetrina, permetrina, fenvalerato entre otros (Asela, et. al 2014); (INSHT, 2016).

Otros plaguicidas pueden ser derivados del ácido fenoxiacético, son herbicidas hormonales para las plantas, comercializados como esteroides y aminas muy volátiles. Los cloros y nitrofenoles, pertenecen a un grupo químico totalmente diferente de los plaguicidas anteriores, los más conocidos son el pentaclorofenato de sodio, órgano mercurial y otras sustancias utilizadas como rodenticidas tal es el caso del sulfato de talio, fluoroacetato de sodio, fosforo de zinc o aluminio, sales de bario, anticoagulantes derivados de la warfarina e indadiona. Casi todos los plaguicidas pueden tener efectos nocivos sobre la piel produciendo principalmente dermatitis y alergias, y solo algunas personas por sensibilización desarrollan, estas alergias que pueden aparecer después de semanas o meses de exposición y no hay modo de predecirla (Asela, et. al 2014) ;(INSHT, 2016).

B. Producción de fibras animales

Las fibras más utilizadas son la lana, los pelos de diferentes cabras y camélidos, entre ellas: mohair, quiviut, cashmere, vicuña, alpaca, llama, angora, camello, etc., también está la seda y otras fibras similares. La lana y las fibras de camélidos y cabras son cortadas mediante la esquila y luego clasificadas según la calidad, al margen de su calidad son luego sometidas a procesos de lavado, el mismo que consta de un batido para abrir y depurar la lana mecánicamente y lavar con detergentes, álcalis o ácidos. El riesgo se deriva en el modo

de realizar éstas operaciones, hay riesgo de contacto con las fibras que pueden contagiar de enfermedades infecciosas y parasitarias, entre las que podemos mencionar: el carbunco, brucelosis, leptospirosis, hidatidosis entre las más comunes (Myers, 1998). Calera et.al. (2005) menciona que el trabajo en ambientes húmedos y la utilización de detergentes, ácidos y álcalis generan dermatitis.

La seda es una fibra textil producto de la secreción de la boca del gusano de seda, que se solidifica al entrar en contacto con el aire, el gusano segrega unos 2 km de filamento para formar un capullo en la fase de crisálida, el sericultor mata las crisálidas en un horno y envía los capullos a la fábrica para elaborar los hilos y madejas. El 9% de los sericultores sufre de asma, atribuida a la inhalación de heces del gusano, además el contacto de la piel con los pelos de la oruga puede producir dermatitis de contacto, lo mismo que los procesos húmedos para la hilatura de la seda (Myers, 1998).

C. Producción de fibras sintéticas

Las fibras sintéticas se elaboran combinando elementos químicos simples denominados monómeros, los mismos que mediante un proceso de polimerización forman un compuesto químico complejo denominado polímero. Entre las principales fibras sintéticas tenemos: poliéster, poliamida, poliacrílicas, polivinílicas, etc (Wingate, 1987). El poliéster es la fibra sintética de mayor uso debido a sus propiedades textiles, la mayoría se elabora por trans-esterificación del éster dimetílico de ácido tereftálico y el etilen glicol con poli-condensación posterior o de una reacción directa entre el ácido tereftálico y el etilen glicol. El proceso de transformación de la masa de polímero en hilado comprende las etapas de hilatura y estiraje aplicando una emulsion de enzima (mezcla de varios productos: suavizantes, lubricantes, antiestáticos, etc.) (Hollen, 1990).

Las fibras poliamídicas son derivadas de la hexametildiamina y del ácido adípico, forma el polímero 66, los derivados de la caprolactama, forma el polímero 6, del ácido omega-amino-undecanóico se deriva el polímero 11 y de la hexametildiamina del ácido sebácico los polímeros 6 y 10.

Estas fibras utilizan antioxidantes que evitan la degradación del polímero como fenoles aminorados, fosfitos orgánicos y tioésteres, estos productos por ser solventes orgánicos pueden producir leucemias, afecciones al sistema nervioso central, dermatitis; antiestáticos que evitan la adherencia de polvo y acumulación de cargas eléctricas como: alquilsulfonato de sodio, amonios cuaternarios, aminorados grasos etoxilados y ésteres grasos que pueden producir afecciones a la piel, sistema nervioso central y leucemias.

Productos ignífugos que liberan gas al descomponerse por acción del calor, como trihidrato de aluminio, óxido de antimonio, fosfatos orgánicos, compuestos halogenados entre otros, que producen dermatitis, neumoconiosis, etc; estabilizantes térmicos como sales de metales pesados como el plomo que produce saturnismo, problemas renales, perforación del tabique nasal y otras, compuestos órgano estánicos que pueden generar afecciones órgano hepáticas, de las vías renales, tóxicos para el sistema nervioso central; estabilizantes de UV, como el benzotriazoles y salicilatos que pueden generar afecciones al sistema nervioso central, negro de humo que es cancerígeno de vejiga, dióxido de titanio, óxido de zinc, productos neumoconióticos, etc.

Fungicidas especialmente polímeros que contienen nitrógeno o plastificantes como el fenilsalicilatos de mercurio, dicloro fenoles que son productos cancerígenos y que afectan el sistema nervioso central, etc. Colorantes que pueden tener metales pesados, o grupos

azoicos que son sensibilizantes y cancerígenos.

Las cargas como el carbonato de calcio, talco, barita que son neumoconióticos, amianto producto cancerígeno, almidones carbohidratos. Catalizadores como las aminas aromáticas, alifáticas que son irritantes, alergizantes, metahemoglobinizantes, hepatotóxicos, cancerígenos. Órgano estánicos y peróxidos orgánicos que son irritantes cutáneos, oculares y respiratorios. Compuestos orgánicos de aluminio como dimetilo y trietilo de aluminio que producen quemaduras en la piel, edema hemorrágico e irritación (INSHT, 2016); (Daniel et. al, 2010); (Jeanne y Markkanen, 1998).

D. Regeneración de fibras

Se utiliza el término “rayón” para las fibras obtenidas a partir de la celulosa, mediante los procedimientos de purificación de la pulpa de madera por ebullición con sosa cáustica y transformación del álcali celulosa en xantato de celulosa soluble por tratamiento con sulfuro de carbono, filtrado, maduración e hilatura del rayón por coagulación y baño con ácido sulfúrico o hilatura por centrifugado, des-acidificado, secado y acondicionado [18]. Es importante resaltar los riesgos en la fabricación de éstas fibras como son la dermatitis de contacto e irritaciones producidas por ácidos y álcalis, los síntomas provocados por el sulfuro de carbono como depresor del sistema nervioso central y también el amoniaco que produce irritación respiratoria, de ojos, bronquitis y ceguera (INSHT, 2016); (Daniel et. al, 2010).

E. Producción de fibras minerales

Es el grupo de fibras de origen natural como amianto y asbesto y se consideran también los hilos metálicos como oro, plata, etc. Son elaborados mediante diversos procedimientos, los principales riesgos son: el

asbesto que produce asbestosis y cáncer de pleura y los metales pesados que producen anemias, neuropatías y algunos cancer (Daniel et. al, 2010); (Olvera et.al, 2013).

II. ESPECIFICACIONES DEL PROCESO TEXTIL

A. Hilatura

En los procesos de hilatura algodónera los trabajadores están expuestos principalmente al polvo de algodón que produce bisinosis, colorantes y enzimas que son alergizantes. En la hilatura lanera los trabajadores pueden adquirir dermatitis por el uso de álcalis y detergentes, pulmón de granjero por exposición a los polvos de origen orgánico, alergias por la utilización de colorantes y enzimas. Los riesgos en hilaturas de fibras sintéticas y regeneradas son muy similares a los descritos en la fabricación de estas fibras (Calera et.al, 2005); (Hollen, 1990).

B. Tejeduría

Los principales riesgos químicos son: la bisinosis y el pulmón de granjero por la presencia de polvos de celulosa y orgánicos respectivamente, a esto se suma que el proceso de tejeduría principalmente plano necesita de los procesos de engomado con almidones como: carboximetil celulosa, poliácridatos, etc. estos productos son bajos en toxicidad pero pueden ser neumoconióticos (Calera et.al, 2005).

C. Tintorería y acabados textiles

En el área de tintorería y acabados textiles es mayor la cantidad de productos químicos que se utilizan: solventes orgánicos y carriers que son derivados de benceno que producen leucemia mieloide aguda, anemias aplásicas; sulfuro de carbono que producen irritaciones y son neurotóxicos. Productos oxidantes

como agua oxigenada, hipoclorito y clorito de sodio, que pueden causar cirrosis hepatocelular aguda, irritación cutánea, respiratoria, bronquitis, fibrosis y edema pulmonar y trastornos oculares. Reductores como el sulfuro de sodio, hidrosulfito de sodio que causan irritaciones respiratorias y cutáneas, nasofaringitis y bronquitis crónica. Ácidos y álcalis orgánicos e inorgánicos que causan irritaciones respiratorias y cutáneas.

Colorantes principalmente azoicos que pueden liberar aminas y producen cáncer de vejiga principalmente y una larga lista de colorantes alergenos y sensibilizantes. Sales como sulfato de sodio, de cobre, cloruro de sodio, etc. que son sensibilizantes e irritativos. Blanqueadores ópticos estilbénicos son sensibilizantes e irritativos. Monómeros y oligómeros residuales como el cloruro de vinilo, que producen angiosarcoma de hígado y cardiopatías. Formaldehído resultante de la reticulación de resinas derivadas principalmente de urea formol y productos ignífugos que son cancerígenos y sensibilizantes además la utilización de suavizantes, y antiestáticos que son sensibilizantes (INSHT, 2016); (Daniel et. al, 2010); (Veiga et.al 2015); (Zeidler, 1994).

En la evaluación toxicológica de los ambientes de trabajo en las plantas de acabados textiles, se debe tener muy en cuenta los riesgos derivados de la volatilidad de los productos, de sus componentes, de las mezclas de productos y sustancias de desdoblamiento que se producen en las instalaciones de secado, condensación, así como los productos adicionales que se utilizan en el acabado textil (Wolf y Günter, 1998).

D. Confección

Los riesgos principales en seguridad y salud ocupacional de esta actividad textil, se encuentra en las condiciones generales del entorno de trabajo. Puestos de trabajo, herramientas y equipos mal diseñados, junto

a un sistema de remuneración a destajo y un sistema de producción en cadena, imponen graves riesgos de lesiones músculo esqueléticas y estados de estrés. La masificación, junto a un almacenamiento inadecuado de materiales inflamables crean graves riesgos de incendio y la falta de higiene y limpieza agravan esta situación. En lo referente a la exposición a productos químicos, el más común es el formaldehído (cancerígeno), generado en el acabado de los tejidos.

La cantidad de formaldehído depende de varios factores, como la cantidad usada en el acabado, el proceso de acabado, el calor y la humedad del ambiente. La exposición al formaldehído se puede evitar permitiendo que el tejido libere el gas en una zona bien ventilada antes de su manipulación (Robin,1998).

III. AVANCES CIENTÍFICOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL

Durante los últimos años la industria textil tradicional que ha favorecido la calidad, ha cambiado su estrategia para apoyar la innovación y la creación de nuevos textiles dando lugar a la aparición de los “Textiles Técnicos”, “Textiles Inteligentes” y una nueva generación de fibras, tejidos y artículos que se producirán gracias a sus enormes posibilidades y funcionalidades Stenton, P. (2008).

A. Textiles inteligentes

Los textiles inteligentes se definen como textiles que pueden detectar y reaccionar a condiciones medioambientales o a estímulos mecánicos, térmicos, químicos, fuentes eléctricas o magnéticas.

Según su actividad funcional los textiles inteligentes pueden ser clasificados en tres categorías: Textiles inteligentes pasivos

(primera generación) los cuales solo pueden detectar las condiciones ambientales o estímulos. Los textiles inteligentes activos (segunda generación) tienen la capacidad de detectar y actuar frente a una situación determinada, por ejemplo, los tejidos camaleónicos, hidrófugos, permeables al vapor, termorreguladores, etc. Textiles ultra-inteligentes (tercera generación) pueden detectar, reaccionar y adaptarse a las condiciones o estímulos del medio, es la unión de textiles tradicionales y nuevos tejidos con otras ramas de la ciencia como, la ciencia de los materiales, mecánica estructural, tecnología de sensores y detectores, avanzada tecnología de procesos, electrónica, comunicación, biología, etc. (Singh,2004).

En el desarrollo de textiles inteligentes se utiliza la parafina y otras nanopartículas, que permiten regulaciones térmicas de la prenda y el usuario y comportamiento antimicrobiano (Uribe, 2016). El calor generado por el cuerpo humano durante una actividad física intensa a menudo no es liberado al ambiente en la cantidad necesaria, generando una situación de estrés térmico; por otra parte, durante los periodos de descanso se genera menos calor del cuerpo, de mantener la misma liberación de calor, es probable que se den casos leves de hipotermia (Bendkowska y Grabowski, 2005).

Existen dos tipos de materiales con memoria de la forma que a diversos estados de temperatura tienen el potencial de asumir diversas formas, cuando han alcanzado la temperatura de transformación, dentro de ésta clase, están los polímeros electroactivos (Lendlein y Chem, 2002). Se utilizan también aleaciones con memoria de la forma, como el níquel-titanio (alergias, rinitis, cánceres de las cavidades nasales y pulmón) (Olvera et.al, 2013), y las aleaciones cobre-zinc (lesiones hepáticas, del SNC, riñones, huesos y ojos, dermatitis, etc.) (Olvera et.al, 2013), que son capaces de una activación de doble dirección y por lo tanto pueden producir la variación

reversible necesaria, para la protección contra condiciones atmosféricas cambiantes (Igharo, 1985). Incorporando estas aleaciones entre las capas de una prenda, se puede generar un hueco de aire, consiguiendo una mejora en la protección contra el calor extremo (Boussu et. al, 2002). Se utilizan también películas de poliuretano entre las capas adyacentes de la ropa, cuando la temperatura de la capa externa ha caído el hueco de aire entre las capas se hace más limpio (Arthur, s.f.).

Los polímeros con memoria de forma, tienen el mismo efecto que las aleaciones de Ni-Ti, siendo más compatibles con el sustrato textil, están basados en polinorborenos y fueron desarrollados por la French Company CdF Chimie, más tarde se desarrollaron diversas clases de mezclas de polímeros entre estireno, butadieno, polietileno, tereftalato, (leucemias) (Olvera et.al, 2013), óxido de polietileno, poliuretano, policaprolactama (dermatitis, afecciones SNC e hígado), (Olvera et.al, 2013),, los más famosos son los “geles robots” compuestos de 2-poli-2-acrilamida-2-ácido sulfónico de metil propano que es investigado para usos de reemplazo de los músculos y los tendones (Bar,2002).

Algunas fibras inteligentes activas contienen materiales electro-conductores y partículas de grafito que pueden conducir la electricidad, estos materiales pueden regular la conexión/desconexión de la electricidad y mantener la temperatura estable (Olvera et.al, 2013).

Otros tipos de materiales inteligentes, son los que cambian su color de forma reversible, según las condiciones de estímulos externos, se denomina fibras camaleónicas (Gregory y Hanks,2001). En textiles los materiales pueden ser fotocromáticos (el estímulo es la luz), termocromáticos (el estímulo es el calor) y electrocromáticos (el estímulo es la electricidad). El sufijo crómico significa color (Bamfield, 2002). Los materiales fotocromáticos son moléculas orgánicas inestables que

cambian la configuración espacial o por rotura de enlaces covalentes, los tipos de sistemas termocrómicos utilizan un tipo de cristal líquido y un sistema de cambio molecular, son colorantes encerrados en microcápsulas y son aplicados en el tejido como un pigmento en base de resina (Quintili, 2012).

Los tipos más comunes de colorantes termocrómicos utilizan un tinte y un revelador de color que se disuelven en un solvente orgánico (Leucemias) (INSHT,2016), esta solución es entonces micro-encapsulada (3,4 micras de diámetro), es sólida a temperaturas inferiores y con calor llega al punto de fusión produciendo el cambio de color (Lampert, 2002).. Además del cambio de color debido a la reacción frente a la luz o calor, existen otras fibras que presentan el fenómeno llamado “cromismo del solvente”, cuyo color se cambia cuando entra en contacto con un líquido como el agua (Oakes y Dixon,2005).

Los materiales luminiscentes son aquellos que emiten luz, gracias a un estímulo externo de luz, se tiene materiales fluorescente y fosforescentes, la diferencia en la duración de emisión de luz que dura más con la fosforescencia (Bolotin, 2002). Existen dos tipos de materiales fotoluminiscentes: orgánicos que pueden pasar de un estado excitado a uno fundamental emitiendo un fotón (Lakowicz, 1983). y minerales tales como algún tipo de tierra rara (europio, iridio, fósforo) que producen dermatitis y cáncer (INSHT,2016); (Olvera et.al, 2013), estos materiales generalmente han sido utilizados en textiles para discotecas, etiquetas, equipos de protección personal, y hasta alfombras con indicaciones luminosas para guiar a la gente en un apagón, el efecto obtenido se conoce como “glow in the dark”.La óptico-luminiscencia es el efecto típico que se encuentra en fibras ópticas aplicadas a la creación de pantallas, estos materiales electroluminiscentes son compuestos orgánicos moleculares o poliméricos y materiales minerales (INSHT,2016).

Existen dos formas de desarrollar tejidos conductores eléctricos y/o térmicos, mediante el uso de metales y polímeros, aplicados en forma de pigmentos y pastas de estampados con un alto contenido metálico y la segunda forma en el uso directo de hilos conductores constituido de una base tradicional de algodón, lana poliéster, etc. y un alma de metal como la plata y el cobre o de polímero conductor como poliotofeno, las polianilinas, el poliacetileno y sus derivados (INSHT, 2016). Los materiales conductores se utilizan en prendas textiles para protección electromagnética y antiestática (Arthur, s.f.).. Otro tipo de fibras incluidas en este grupo, son las fibras de carbono, permite medir la capacidad de sensibilidad a la presión, en fuerza y en tiempo (Mazzoldi, Lorussi y Scilingo, 2002). Hay otros usos de los materiales conductores como prendas para generar calor o como antenas para recibir ondas electromagnéticas o como fuente de dispositivos electrónicos

La investigación multidisciplinar entre químicos, físicos y textiles, condujo al desarrollo de la tecnología de punta del laminado mediante membranas microporosas o hidrofílicas que están constituidas de biopolímeros generalmente de origen celulósico o sintético como el polifluorocarbono (afecciones SNC, cáncer, etc.) o poliuretanos y sus derivados (Brzezinski et.al, 2005). Los principales usos son en ropa de deporte, que por un lado son transpirables y por el otro impermeable. Otro uso es el “efecto flor de loto” que produce un resultado ultra hidrofóbico que repele los productos acuosos u oleicos. Otras características son la ropa autolimpiadora y la membrana indestructible Texflex de INVENTA Umwelt (Williams, 1998).

El otro campo de la investigación y el desarrollo de textiles inteligentes es la integración de la electrónica miniaturizada en el sustrato textil, como sensores y microchips (riesgos de aborto) (Williams, 1998), que

detectan y analizan estímulos proporcionando una respuesta. Se han hecho desarrollos esencialmente en ropas para soldados, seguridad y para el área médica (Czajka, 2005).. Los esfuerzos científicos y las fases de desarrollo de los textiles inteligentes están interesando al usuario y se presentan como el futuro de la industria textil.

IV. Resumen de las posibles enfermedades que puede contraer el trabajador textil

La industria textil utiliza una gran cantidad de sustancias y compuestos químicos, los mismos que pueden asociarse a la generación de muchas intoxicaciones profesionales, las que pueden ser agrupadas considerando el proceso productivo, la magnitud del riesgo y su incidencia en el apareamiento de la enfermedad, logrando de esta manera sintetizar las más incidentes en los distintos procesos productivos textiles.

Tabla 1. Resumen del riesgo químico en la industria textil.

Producción de fibras vegetales			
Material	Lesión	Sustancia	TLV
Polvos y Fibrillas	Bisinosis, Neumoconiosis	Polvo de algodón	0,2 mg/m ³
Plaguicidas, insecticidas y abonos	Depresión respiratoria, Polineuropatías, cirrosis, carcinoma	Órgano clorados, fosforados, arsénico	Arsénico: 2ug/m ³ Parathión 0,05 mg/m ³
Detergentes y álcalis	Afección cutánea alérgica e irritativa	Hidróxido de sodio y potasio	NaOH: 2mg/m ³

Producción de fibras animales			
Materia	Lesión	Sustancia	TLV
Hongos, bacterias y parásitos	Enfermedades infecciosas y parasitarias	Onicomiosis, brucelosis, leishmaniasis, etc.	
Detergentes y álcalis	Afección cutánea alérgica e irritativa	Hidróxido de sodio y potasio	NaOH: 2mg/m ³
Polvos y fibrillas	Neumonitis por hipersensibilidad (pulmón de granjero)	Proteínas séricas de animales, bacterias termófilas, hongos	
Plaguicidas, insecticidas	Depresión respiratoria, Polineuropatías, cirrosis, carcinoma	Órgano clorados, fosforados, arsénico	Arsénico: 2ug/m ³ Parathión 0,05 mg/m ³

Fabricación de fibras minerales			
Material	Lesión	Sustancia	TLV
Fibra mineral	Asbestosis, adenocarcinoma mesoteliomas	Asbesto o amianto	0,1 fibras/cm ³
Metal	Neumoconiosis, alveolitis	Platino, cromo	Pt: 1mg/m ³ Cr: 0,5 mg/m ³

Fabricación de fibras sintéticas

Materia l	Lesión	Sustancia	TLV
Solventes orgánicos	Lesión hepatoelular aguda, cáncer, dermatitis, rinitis	Dimetil - forma mida, fenoles , aminas , tetracloro etano.	Dimetilfor mamida: 10 ppm. Tetracloro etano: 1 ppm.
Monómeros	Cáncer, angiosarcoma	Acrilonitrilo	Acrilonitrilo : 1 ppm.
Lubricantes, antiestáticos, suavizantes, coherentes, etc.	Dermatitis irritativa y alérgica	Ácidos grasos, siliconas	Silicón: 10 mg/m ³

Fabricación de fibras regeneradas			
Materia l	Lesión	Sustancia	TLV
Solventes orgánicos	Polineuropatías: Psicosis, depresión, dermatitis	Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono: 2 ppm
Aditivos	Dermatitis, rinitis	Ácidos, álcalis	Ácido sulfúrico: 1mg/m ³

Procesos de hilatura			
Material	Lesión	Sustancia	TLV
Polvos y fibrillas	Bisinosis, neumoconiosis	Polvo de algodón	0,2mg/m ³

Lubricantes, antiestáticos, coherentes	Ácido graso, siliconas, parafinas	Dermatitis irritativa, alérgica	Silicón: 10mg/m ³
Otros	Hipoacusia	Ruido mayor a 85 dB(A)	85 dB(A) para 8 horas

Procesos de tejeduría			
Materia l	Lesión	Sustancia	TLV
Enzimas	Dermatitis irritativa y alérgica	Suavizantes, parafina, glicerina, etc.	Silicón: 10mg/m ³
Encolantes	Dermatitis irritativa y alérgica	Almidones, poliacrilatos, carboximetil celulosa, etc.	
Polvos y fibrillas	Bisinosis, neumoconiosis	Polvo de algodón	0,2 mg/m ³
Otros	Hipoacusia	Ruido mayor a 85 dB(A)	85 dB(A) para 8 horas

Procesos de tintorería			
Material	Lesión	Sustancia	TLV
Solventes y carriers	Cancerígenos, irritativos y neurotóxicos	Derivados del benceno y otros solventes	Benceno : 0,1ppm
Oxidantes	Cirrosis, irritaciones	Agua oxigenada,	Ozono: 0,1ppm

	respiratorias, cutáneas, oculares, fibrosis edema pulmonar	ozono, cloro y derivados	Cloro gaseoso : 0,5ppm
Reductores	Irritaciones: rinitis, dermatitis, nasofarinitis, bronquitis	Sulfuro de sodio, hidróxido de sodio, etc.	Dióxido de azufre: 2ppm.
Ácidos y álcalis	Irritaciones: rinitis alérgica e irritativa, dermatitis, etc.	Ácido acético, sulfúrico, clorhídrico, etc. hidróxido de sodio, carbonato de sodio, etc	Ácido acético: 0,3ppm. Ácido Clorhídrico: 7mg/m ³
Colorantes	Cancerígenos: cáncer de vejiga, otros. Sensibilizantes antes	Azoicos, al cromo y otros.	Anilina: 2ppm
Sales	Sensibilizantes, dermatitis	Sales de cromo, de sodio, de cobre, etc.	Cromo hexavalente: 0,1ug/m ³
Blanqueadores ópticos	Irritaciones cutáneas	estilbeno	

Calor	Golpe de calor, sincope por calor, etc.	Calor en calderas, etc. (alto índice TGBH)	
-------	---	--	--

Proceso de acabado textil			
Material	Lesión	Sustancia	TLV
Monómeros residuales	Cancerígenos sensibilizantes	Fenol, Acrilonitrilo, ácido cianhídrico, etc.	Acrilonitrilo: 1ppm.
Resinas reactantes-reticulantes, Productos de acabado ignífugo, biocida, etc.	Cancerígeno, sensibilizante Alérgeno, neurotóxico, irritante	Formaldehído, ignífugantes, antimicrobianos	Formaldehído: 0,3ppm.
Suavizantes, antiestáticos	Sensibilizante, irritante	Ácidos grasos, siliconas	Silicón: 10mg/m ³

Procesos de confección			
Material	Lesión	Sustancia	TLV
Acabado inarrugable	Cancerígeno, sensibilizante Alérgeno, neurotóxico, irritante	Formaldehído, ignífugantes, antimicrobianos	Formaldehído: 0,3ppm.

Textiles inteligentes			
Materia l	Lesión	Sustanci a	TLV
Regulac iones térmica s	Edema pulmona r, pulmonía	Parafina	Parafina:2 mg/m ³
Memori a de forma	Canceríg enos sensibiliz antes	Polímero s electroa ctivos, estireno, butadien o. (monóm eros)	Estireno: 20ppm como TWA. 40ppm como STEL
Memori a de forma	Alergias, rinitis, cáncer de las cavidade	níquel - titanio	Niquel: 1,5mg/m ³ como TWA.

	s nasales y pulmón		
Memori a de forma	Lesiones hepática s. Afección sistema nervioso central, riñones, huesos, ojos, dermatit is.	Cobre – zinc.	Cobre: 1mg/m ³ polvo y nieblas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arthur. (s.f.) US Patent 631278.

Asela M, Suárez Tamayo, Susana, & Palacio Estrada, Daniel E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&tlng=es

Bar, C. (2002). Proceeding of the SPIE Smart Structures and Materials Symposium, 2002, Paper Nº 4695-02.

Bamfield, P. (2002). Chromic Phenomena: Technological Application of Colour Chemistry. Recuperado de: <https://pubs.rsc.org/en/content/ebook/978-1-84755-868-8>

Bolotin. (2002). Organic Luminescent Materials, Weinheim NY, VCH,

Boussu, J. L. Petiniot, H. Vinchon. (2002). Autex. *Reserach Journal*, 2002, 2 (1), 1-6.

Bendkowska, L. Grabowski. (2005). Clothing Science and Technology, 17 (3-4), 209-214.

Brzezinski, T., Nowak, H., Schmidt, D., Marcinkowska, A. (2005). Fibres and Textiles in Eastern Europe, 13 (6), 53-58.

Callisaya, V., Marlen, F. (s.f.) RIESGOS DE LA NANOTECNOLOGIA. *Revista de Información tecnología y sociedad*. Vol. 5. pp 88-91. Recuperado de: https://www.academia.edu/10668906/88_REVISTA_DE_INFORMACI%C3%93N_TECNOLOG%C3%8DA_Y_SOCIEDAD_NANOTECNOLOG%C3%8DA

Calera, R., Alfonso, A. Roel, V., José, M., Casal, A., Merino, R., Rodrigo., C. (2005). Riesgo químico laboral: elementos para un diagnóstico en España. *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, Nº 2, pp. 283-295. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/170/17079216.pdf>

Cortazar, A., González, C., Coronel, C., Escalante, J., Castro, J., Villagómez, J (2012). Biotecnología aplicada a la degradación de colorantes de la industria textil. Universidad y ciencia. *Revista Scielo*. 28(2): pp 187-199. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792012000200009&lng=es

Czajka. (2005). *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2005, 13(1), 13-15.

Daniel G. Fernández A. Md., Liliana C. Mancipe G. Md.2 y Diana C. Fernández. (2010). Intoxicación por organofosforados. *Revista Mod*. 18 (1): pp 84-92 Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/med/v18n1/v18n1a09.pdf>

Dušan, D. (s.f.) Toxicología. Recuperado de <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/proteccioncivil/normatividad/Enciclopedia%20de%20salud%20y%20seguridad%20en%20el%20trabajo.pdf>

Goldman. L, Schafer, A. (2016). *Goldman-Cecil Medicine*. (25th. Ed, Philadelphia. pp 10-220).

Gregory, T., Hanks. (2001). National Textile Center Annual Report (USA), 2001, M98 C01.

INSHT (2016). Fichas Internacionales de Seguridad Química. Recuperado de: <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/fisq>

Igharo. (1985). Powder Metallurgy, 1985, 28 (3), 131-139.

Hollen. (1990). *Manual de los textiles*. México.

Jeanne, M., Markkanen, P. (1998). *Guía de Productos químicos*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, OIT, Ed., ed. Ginebra.

Lampert. (2002). Glas Science and Technology, 2002, 75, 244-252.

Lendlein, A, Chem. (2002). 41, 2034-2057., 2002.

Lakowicz. (1983). Principle of Fluorescence Spectroscopy, second edition, Kulwer Acad.

- Mazzoldi, F., Lorussi, E., Scilingo, R. (2002) *Autex research Journal*, 2002, 2 (4), 199-203.
- Myers. (1998). *Agricultura y sectores basados en recursos naturales*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo vol. 64, OIT, Ed., ed. Ginebra. Recuperado de: <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Sumario+del+Volumen+II/2e8604fd-2b20-4982-9808-ad71b6469914>
- Olvera, G., Aguilar, H., Jorge, R, Kryshab, T. (2013). Procesamiento de micro y nanofibras de polipirrol/óxido de polietileno/nylon-6 por la técnica de electrohilado. *Revista ingeniería, investigación y tecnología*. 14(4), 575-581. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432013000400010&lng=es&tlng=es
- Oakes, S. Dixon. (2005) *Coloration Technolog*. 2005, 121 (5), 237-244., 2005.
- Perret P, Cecilia, Maggi C, Leonardo, Pavletic B, Carlos, Vergara F, Rodrigo, Abarca V, Katia, Dabanch P, Jeannette, González C, Cecilia, Olivares C, Roberto, & Rodríguez T, Jaime. (2001). Ántrax (Carbunco). *Revista chilena de infectología*, 18(4), 291-299. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182001000400008>
- Puente, M. (2001). *Higiene y seguridad en la industria textil*. Recuperado de: <http://www.artisam.org/descargas/pdf/HIGIENE%20Y%20SEGURIDAD%20EN%20EL%20TRABAJO.pdf>. 2001
- Quintili, M. (2012). Nanociencia y Nanotecnología. un mundo pequeño. *Dialnet*, (42), 125-155: Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5263478>
- Robin, H. (1998). *Confeción y productos textiles acabados*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, OIT, Ed., ed. Ginebra.
- Singh. (2004). *Pakistan Textile Journal, available on line*, <http://www.ptj.com.pk/Web%202004/08-2004/Smart%20Textiles.html>
- Siemiatycki J. (1994). "Occupational risk factors for bladder cancer," *Revista Epidemiol*, pp. 81-1472. Recuperado de: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/104597/978-952-03-0896-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Stenton, P. (2008). *Tecnologías textiles*. Recuperado de: http://www.smarttextiles.co.uk/_wearcomp.htm
- Vobecky, J., Devroede, G., MD, J. (1984). Risk of large-bowel cancer in synthetic fiber manufacture. *Revista ACS JOURNALS*, (vol. 54). pp, 24.30 Recuperado de: [https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1097-0142\(19841201\)54:11%3C2537::AID-CNCR2820541138%3E3.0.CO;2-Q](https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1097-0142(19841201)54:11%3C2537::AID-CNCR2820541138%3E3.0.CO;2-Q)
- Veiga, Á., Sánchez, A., Martínez, N., Barbó, A, González, J., Maquea, B. (2015). Riesgos para la salud y recomendaciones en el manejo de nanopartículas en entornos laborales. *Revista Scielo*. 61(239), 143-161. <https://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2015000200002>
- Uribe, C (2016). Funcionalización de textiles de algodón con nanopartículas de ZnO₂. *Rev. Soc.* 2(82), pp 20-80. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000200012&lng=es&nrm=iso.
- Wingate (1987), *Biblioteca de los géneros textiles y su selección México*.
- Williams. (1998). *Microelectrónica y semiconductores*," *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo*, OIT, Ed., ed. Ginebra,
- Wolf, D., Günter, S. (1998). *La caracterización de los artículos textiles bajo aspectos ecológicos y toxicológicos*. BASF.
- Zeidler, (1994). *Los productos BASF para el acabado de textiles*. BASF, Ed., ed Alemania.