

PAPER

NUEVOS CAMPOS DE APLICACIÓN DEL TEXTIL: INDUMENTARIA FUNCIONALIZADA PARA LA SALUD

**TIEFFEMBERG, Ingrid; BONIFACIO, Marcela;
ETCHEVERRY, Candelaria; VILLANUEVA, Analía**
tieffemberg@gmail.com

Cátedra Barretto, FADU, UBA

Resumen

Las distintas disciplinas de la Ingeniería en forma conjunta con la Arquitectura, representan campos independientes que encuentran puntos de contacto en la gestión empresarial y la técnica, situaciones análogas, cuya acción permite alcanzar como resultado el fin que se busca para la determinación de estándares de rendimiento. Las preguntas fundamentales que trata de responder la administración del proyecto en la fase de planificación es: ¿Cuánto tiempo durará y cuánto costará? Existen a su vez distintas formas de realizar una estimación de la cantidad de trabajo que requiere un proyecto, y antes de que un proyecto comience y mientras se está desarrollando, las preguntas anteriores no pueden ser respondidas con certeza. Para ello se propone reflexionar acerca de los campos, puntos de contacto y disidencia, dentro de los ámbitos en los que comprendemos nuestros proyectos. ¿Bajo qué dimensiones pueden caracterizarse? ¿Con cuánta pertinencia es reconocida nuestra producción? y ¿Cuáles son los límites de esos campos sin perjudicar los saberes de cada disciplina? Por ejemplo, a los interesados en el proyecto les preocupa la incertidumbre de las respuestas y el impacto de las posibles desviaciones. En este contexto se desarrolla una metodología para relevar rendimientos de mano de obra para producir algunos de los ítems cuya incidencia en costo es considerable. También se tiene en cuenta el entorno y condiciones en que se ejecutan las tareas, supervisión, formas de contratación, etc. La metodología para esta investigación comenzó con el estudio de antecedentes, selección de

UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

obras a relevar, elección de ítems y puestos de trabajo a considerar, fase exploratoria y ajustes de la metodología de trabajo, formación de operadores, registros visuales y medición de la producción, para finalmente llegar al procesamiento de la información y la determinación del estándar. Entre los objetivos de este trabajo se pueden mencionar: obtener una metodología para la determinación de estándares de rendimientos de mano de obra, estudio de la productividad lograda y adiestramiento de equipos en la realización del Estudio del Trabajo, que sirva como material didáctico y medio de difusión de logros, explícito y completo para orientar y proporcionar los conocimientos necesarios a profesionales, empresas e instituciones que quisieran aplicar la metodología propuesta.

Palabras clave: construcciones, incertidumbre, rendimiento

Introducción

Las aplicaciones textiles en el campo de salud son conocidas hace tiempo: materiales absorbentes, hilos de sutura, aislantes bacterianos e indumentaria y blanco de uso hospitalario.

Hoy, encontramos un amplio abanico de nuevas aplicaciones gracias a las nuevas técnicas de obtención de fibras, nuevos polímeros biocompatibles y aplicación de nanotecnología.

El eje de este nuevo campo de aplicaciones no radica en las mejoras a las funciones que ya cumplían previamente los textiles. El cambio de paradigma se encuentra en que el textil deja de cumplir un rol pasivo para tomar un rol activo, fundamentalmente terapéutico.

Por ejemplo, las nanopartículas aplicadas a superficies textiles son un facilitador clave en la administración de fármacos. Son portadores terapéuticos capaces de cargar, proteger y dirigir fármacos a los sitios deseados.

Desde el proyecto de investigación “Indumentaria Postquirúrgica Funcionalizada” (PII TRP-06), se busca aplicar el nuevo paradigma de textiles activos, terapéuticos, para implementar mejoras considerables en las soluciones actuales a los productos de primera piel para el postoperatorio de cáncer de mama. Dado que los productos disponibles en el mercado no resuelven necesidades fundamentales como cicatrización ni respirabilidad, se pretende resolver estas problemáticas mediante el diseño de una vestimenta adecuada, utilizando textiles funcionalizados con nanopartículas. De esta manera se planificará un producto ergonómico y multifuncional que sume, así, características antibacterianas y autolimpiantes a la prenda.

UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

En esta comunicación, trataremos solamente el eje la materialidad más apropiada para el indumento en cuestión, como foco para reflexionar sobre los campos de aplicación del textil. El marco de referencia que se toma como punto de partida son las innovaciones en aplicaciones textiles en el campo de la salud exclusivamente, y específicamente los desarrollos en materiales de tratamiento de heridas. Este recorte se evaluará desde la perspectiva de factibilidad de desarrollo y producción nacional. Abordaremos los nuevos campos de aplicación del textil focalizando continuamente en dar un nuevo uso a los materiales y tecnologías ya existentes en el territorio argentino.

Nuevos campos: Textil pasivo y textil activo

Desde sus inicios, los textiles han tenido un campo de aplicación orientado a la protección del cuerpo de los factores climáticos y a vestirlo de acuerdo a patrones sociales y culturales. Sus usos se extendieron al hogar y todo tipo de industrias, ampliándose su campo funcional pero manteniendo un rol pasivo. Los sistemas pasivos pueden ser multifuncionales, ofrecer protección del medio ambiente o de otro tipo de amenazas: productos químicos, fuego y balas.

En cambio, los materiales que detectan estímulos y responden a ellos, ya sean mecánicos, químicos, magnéticos o de otro tipo pertenecen a los textiles llamados inteligentes o activos. A esta categoría es a la que comúnmente se le llama "Textiles inteligentes". Al mismo tiempo dentro de esta categoría podemos encontrar 3 niveles de actividad:

- Textiles inteligentes pasivos: tienen la capacidad de sensar o percibir estímulos externos (monitoreo)
- Textiles inteligentes activos: perciben y reaccionan ante los estímulos
- Textiles inteligentes muy activos: perciben el estímulo, reaccionan y se adaptan.¹

Desde el proyecto de investigación "Indumentaria Postquirúrgica Funcionalizada" se busca incorporar este nuevo campo de acción del textil al indumento, desarrollando textiles activos a nivel terapéutico, mediante la nanotecnología.

El problema a resolver: tratamiento de la cicatriz post-mastectomía

Según el Departamento de Mastología del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo de la Universidad de Buenos Aires, es de suma importancia que desde el post-operatorio inmediato, la zona operada se cubra con un vendaje compresivo para una cicatrización adecuada de manera que no se formen queloides, colgajos de piel, adherencias o necrosis de tejidos.

Requerimientos funcionales de los materiales para el cuidado de heridas

1-Smart textiles for medicine an healthcare. Materials, systems and applications. Varios autores. Editado por Lieva Van Langenhove. The Textile Institute. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England. 2007

UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

Un apósito para heridas tiene la función principal de cubrir la zona evitando que penetre cualquier tipo de contaminación a la misma. Puede no acelerar el proceso de recuperación o cicatrización, pero de ninguna manera debe retrasarlo.

Deben ser fáciles de colocar y fáciles de quitar; y deben evitarse adherencias al tejido.

No deben dejar residuos fibrosos ni liberar sustancias tóxicas a la piel. Deben ser respirables para evitar el crecimiento de microorganismos, pero al mismo tiempo no deben dejar que la herida reseque, pues ciertos niveles de humedad son necesarios para una correcta cicatrización.

Otros requerimientos:

- Absorción de fluidos
- Control microbiano
- Barrera física
- Efecto hemostático
- Baja adherencia
- Reducción de cicatrices
- Propiciar la rápida cicatrización

Funcionalización antimicrobiana

Dependiendo del uso final, los textiles para uso medicinal ya sea interno (hilos de sutura e implantes) o externo (gasas, vendas, fajas, indumentaria, etc.) deben tener incorporadas ciertas propiedades bioactivas, especialmente anti microbiales.

Un problema muy común en hospitales es la contaminación de superficies, incluyendo los materiales textiles que estarán en contacto con la piel, lo que puede llevar a infecciones. Por lo tanto, es esencial para reducir la transmisión de microorganismos nocivos y la propagación de las infecciones secundarias que el indumento que cubra las heridas posea funcionalidad antimicrobial.

Los vendajes y apósitos para heridas deben prevenir infecciones y promover una cicatrización más rápida.

El propósito de impartir actividad antimicrobiana a los textiles es proteger el material del ataque microbiano, prevenir la transmisión y diseminación de microorganismos patógenos, inhibir el desarrollo del olor resultante de la degradación microbiana y crear un material que actuará de forma preventiva.

UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

Un material tratado con antimicrobianos se define como higiénico y, por lo tanto, debe tener los siguientes requisitos ²

- inhibición efectiva contra un amplio espectro de especies bacterianas y fúngicas,
- no tóxico para el consumidor, fabricante y el medio ambiente,
- durabilidad,
- biocompatibilidad con la piel
- hipoalergénico
- no irritante

Otro aspecto de la funcionalización antimicrobiana de los textiles es agregar un valor terapéutico al material, destinado, por ejemplo, para la cicatrización de heridas.

Se han empleado varios productos químicos para impartir actividad antimicrobiana a los materiales textiles. Estos productos químicos incluyen sales inorgánicas, fenoles y tiofenoles, antibióticos, heterocíclicos con grupos aniónicos, nitrocompuestos, ureas, derivados del formaldehído y aminas. Sin embargo, muchos de estos productos químicos son tóxicos para los humanos y son difíciles de degradar en el medio ambiente.³

La elección de la fibra

Las fibras de celulosa han encontrado una amplia aplicación en el campo textil debido sus características únicas, como la alta capacidad de absorción de humedad y líquidos, su bajo contenido de impurezas, comportamiento antiestático y buenas propiedades mecánicas. Sin embargo, las fibras de celulosa proporcionan una excelente superficie para el crecimiento de microorganismos. Debido a su estructura molecular y a su gran superficie activa, las fibras de celulosa pueden ser una matriz ideal para el diseño de materiales bioactivos, biocompatibles e inteligentes.⁴

2-Antimicrobial efficiency of functionalized cellulose fibres as potential medical textiles. Tijana Ristić, Lidija Fras Zemljič, Monika Novak, Marjetka Kralj Kunčič, Silva Sonjak, Nina Gunde Cimerman³ and Simona Strnad. Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. Formatex Research Center. Editado por: A. Méndez-Vilas. 2001

3-Nanopartículas para materiales antibacterianos y aplicaciones del dióxido de titanio. Claudia Patricia Betancur Henao, Vanessa Hernández Montes, Robison Buitrago Sierra. Grupo de Investigación Materiales Avanzados y Energía MATyER. Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, Colombia. Publicado en Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. Vol.35 No.4. Ciudad de la Habana. 2016

4-Nanopartículas para materiales antibacterianos y aplicaciones del dióxido de titanio. Claudia Patricia Betancur Henao, Vanessa Hernández Montes, Robison Buitrago Sierra. Grupo de Investigación Materiales Avanzados y Energía MATyER. Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, Colombia. Publicado en Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. Vol.35 No.4. Ciudad de la Habana. 2016

UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

La fibra adecuada: el algodón

Según los lineamientos recientemente descriptos sobre las condiciones que debe reunir un textil para la correcta cicatrización de la piel, se evaluaron los distintos materiales para su desarrollo.

De acuerdo al uso del textil que se propone en la investigación “Indumentaria Postquirúrgica funcionalizada”, se trata de una prenda de vestir no descartable, apta para un período de uso prolongado. Por este motivo, además de tener las propiedades de un vendaje para cicatrización de heridas, el mismo debe poder resistir el lavado doméstico, en repetidas ocasiones.

Los parámetros que se tomaron en cuenta para la elección de la fibra a utilizar son:

-Característica química: nivel de complejidad química para recibir tratamientos y ser funcionalizada.

-Propiedades intrínsecas: capacidad de absorción de líquidos y humedad, suavidad y confort, hipoalergenicidad, resistencia al uso y al lavado doméstico.

-Producción nacional: que la fibra sea de producción nacional de manera que se fortalezca la industria, haya disponibilidad permanente y se disminuyan los costos.

De acuerdo a estos parámetros, el algodón es la fibra que reúne de mejor manera los requerimientos. Existen varios antecedentes de funcionalización en base a fibras celulósicas. Esto es, en parte, porque su estructura química es más sencilla que la de las fibras sintéticas, lo que hace más apta para la funcionalización con nanopartículas.

La fibra de algodón es considerada altamente higiénica y confortable ya que:

-Tiene una alta capacidad tanto de absorber como de desorber humedad y ello hace que sea una fibra muy confortable para el usuario. Es por este motivo que se utiliza tanto en toallas como sábanas y prendas de primera piel.

-Ayuda a llevar el calor del cuerpo hacia el exterior, generando una sensación de frescura.

-Permite que la piel respire, disminuyendo la generación de olores.

-Es naturalmente hipoalergénico, casi todas las pieles responden bien al tacto, sin irritación ni picazón. Salvo que se trate de un algodón cosechado con muchos pesticidas o que se le haya realizado algún tratamiento con colorantes o químicos dañinos para la piel.

-No se carga de electricidad estática por su alto contenido de humedad.

-Resiste el lavado doméstico.

Funcionalización de textiles de algodón con con nanopartículas de dióxido de titanio

Una de las aproximaciones más exitosas de funcionalización textil es a través de nanopartículas de dióxido de titanio (TiO₂), ya que pueden ser producidas y aplicadas

UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

a varias superficies. La aplicación de nanopartículas fotocatalíticas, especialmente TiO₂, en textiles es actualmente objeto de varios estudios. Algunas de las propiedades como autolimpieza, protección UV, hidrofilidad, hidrofobicidad, actividad antimicrobiana y resistencia a las arrugas, están entre las funcionalidades más importantes que otorga este material aplicado a textiles.⁵

Las características favorables del TiO₂, como la estabilidad química, el bajo costo, la accesibilidad y la no toxicidad han dado lugar a sus amplias aplicaciones.

Se investigaron las propiedades antimicrobianas de una capa uniforme de TiO₂ depositada en la superficie de las fibras de celulosa. Las partículas de TiO₂ (producidas por el método sol-gel) mostraron propiedades antimicrobianas contra el *Staphylococcus aureus*, una bacteria Gram-positiva. Las nanopartículas de TiO₂ aplicadas por el proceso sol-gel muestran buena estabilidad en la superficie de fibras de celulosa o telas de algodón.⁶

El TiO₂ es anfotérico, muy estable químicamente, no tóxico (para el medio ambiente o los seres humanos), posee un fuerte poder oxidante y no es atacado por la mayoría de los agentes orgánicos e inorgánicos.⁷

El conocimiento que existe sobre los efectos de las nanopartículas TiO₂ en sistemas biológicos se basa en que las especies potenciales reactivas de oxígeno que se generan en la superficie del TiO₂ durante su actividad fotocatalítica, al estar próximas a las células bacterianas las destruye fácilmente, pues es capaz de causar peroxidación de los fosfolípidos de la membrana de las células, e interrumpe así su respiración celular.⁸

Aplicado sobre algodón, resiste aproximadamente 55 lavados domésticos.

La elección del tejido: Tejido de punto

Es importante no descartar las tecnologías existentes para la innovación. Utilizar las tecnologías más antiguas de manera novedosa puede ser un factor importante para la viabilidad de la producción a escala nacional.

El tejido de punto permite la obtención de tejidos estructuralmente elásticos, que se amoldan al cuerpo, lo que permite que se minimice la cantidad de costuras que posee la prenda, lo cual es un factor importante en las prendas de primera piel.

5-Assimilating the photo-induced functions of TiO₂-based compounds in textiles: emphasis on the sol-gel process. Esfandiar Pakdel, Walid A Daoud y Xungai Wang. *Textile Research Journal*. 2015. PP 1408-1428

6-Assimilating the photo-induced functions of TiO₂-based compounds in textiles: emphasis on the sol-gel process. Esfandiar Pakdel, Walid A Daoud y Xungai Wang. *Textile Research Journal*. 2015. PP 1408-1428

7-Polymer-supported titanium dioxide photocatalysts for environmental remediation: A review. Singh S, Mahalingam H, Singh PK. *Applied Catalysis A: General*. Volúmenes 462–463. 2013, PP 178-195

8-Ecotoxicity of nanosized TiO₂. Review of in vivo data. Menard A, Drobne D, Jemec A. *Environmental Pollution*. 2011.

UNIDAD | TECNOLOGÍA EN RELACIÓN PROYECTUAL

La combinación de distintos tipos de mallas en una misma pieza permite generar tejidos más abiertos para lograr respirabilidad, o tejidos de alta elasticidad como para permitir una compresión adecuada de las heridas.

Conclusión

Desde la perspectiva de esta investigación, ampliar los campos de alguna disciplina, en este caso del textil, no necesariamente implica desarrollar una nueva tecnología o material, sino que puede lograrse mediante la suma de diferentes técnicas de construcción y tratamiento con materiales ya existentes, logrando nuevos productos que permitan nuevos alcances.

Luego de analizar los productos disponibles en el mercado, determinar la tecnología y materia prima disponibles a nivel nacional y evaluar los procesos de funcionalización más exitosos, económicos y accesibles, se establece la metodología de acción del proyecto en cuanto a materiales:

-Tejido de muestras textiles en maquinaria circular. Elaboración de puntos jersey, rib, morley y calados en algodón crudo de fabricación nacional.

-Funcionalización de las muestras mediante dos métodos: Rociado de solución de nanopartículas de TiO₂ y sumergido de las muestras en solución coloidal de TiO₂.

-Secado y curado de las muestras

-Análisis de los resultados en cuanto a los siguientes parámetros: eficiencia antimicrobiana, alteraciones en la suavidad, absorbencia y aspecto estético del textil, durabilidad en el lavado doméstico.

Los nuevos campos se asocian entonces a las nuevas miradas sobre las tecnologías y materiales que se poseen y sobre las posibilidades que otorgan los mismos.

Un nuevo campo se establece también cuando los elementos de un sistema cumplen un rol distinto al convencional, como es el caso de los textiles de algodón que al ser funcionalizados con nanopartículas, se vuelven activos.

También se establece un nuevo campo cuando se produce una fusión entre dos rubros que pertenecen a distintos ámbitos: en este caso indumentaria de uso interior (lencería) con vendajes terapéuticos (medicina).

Pensar un producto desde el diseño no puede ser de otra manera que combinando funcionalidad y estética en un contexto social inclusivo, de manera interdisciplinaria, cuidando la industria y todos sus actores.