

# **Aplicación de nanotecnología en la industria textil colombiana** (Application of Nanotechnology in Colombian Textile Industry)

*Helena Cecilia Manrique Correa,*

*Estudiante del Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá D.C.*

*e-mail: [hcmanniquec@unal.edu.co](mailto:hcmanniquec@unal.edu.co)*

## **RESUMEN**

La industria textil en Colombia ha sido una de las más importantes dentro de su economía y su cultura en los últimos años; por tal razón, es necesario implementar nuevas tecnologías que, además de incrementar la productividad del sector, brinden un valor agregado a los productos que se generan con el fin de hacerlos más competentes en el mercado internacional mediante la innovación en los procesos de producción de estos bienes. Teniendo en cuenta lo anterior, en este documento se busca sintetizar las tecnologías emergentes aplicables a la manufactura de textiles que han surgido desde el campo de la nanotecnología. Posteriormente se analiza el estado de la industria textil y de las entidades relacionadas con la investigación y la innovación de textiles en Colombia, con el fin de concluir finalmente en que sentido sería útil aplicar este tipo de tecnologías en el país.

**Palabras clave:** nanotecnología, textiles, innovación, factibilidad, investigación, competitividad, Colombia

## **ABSTRACT**

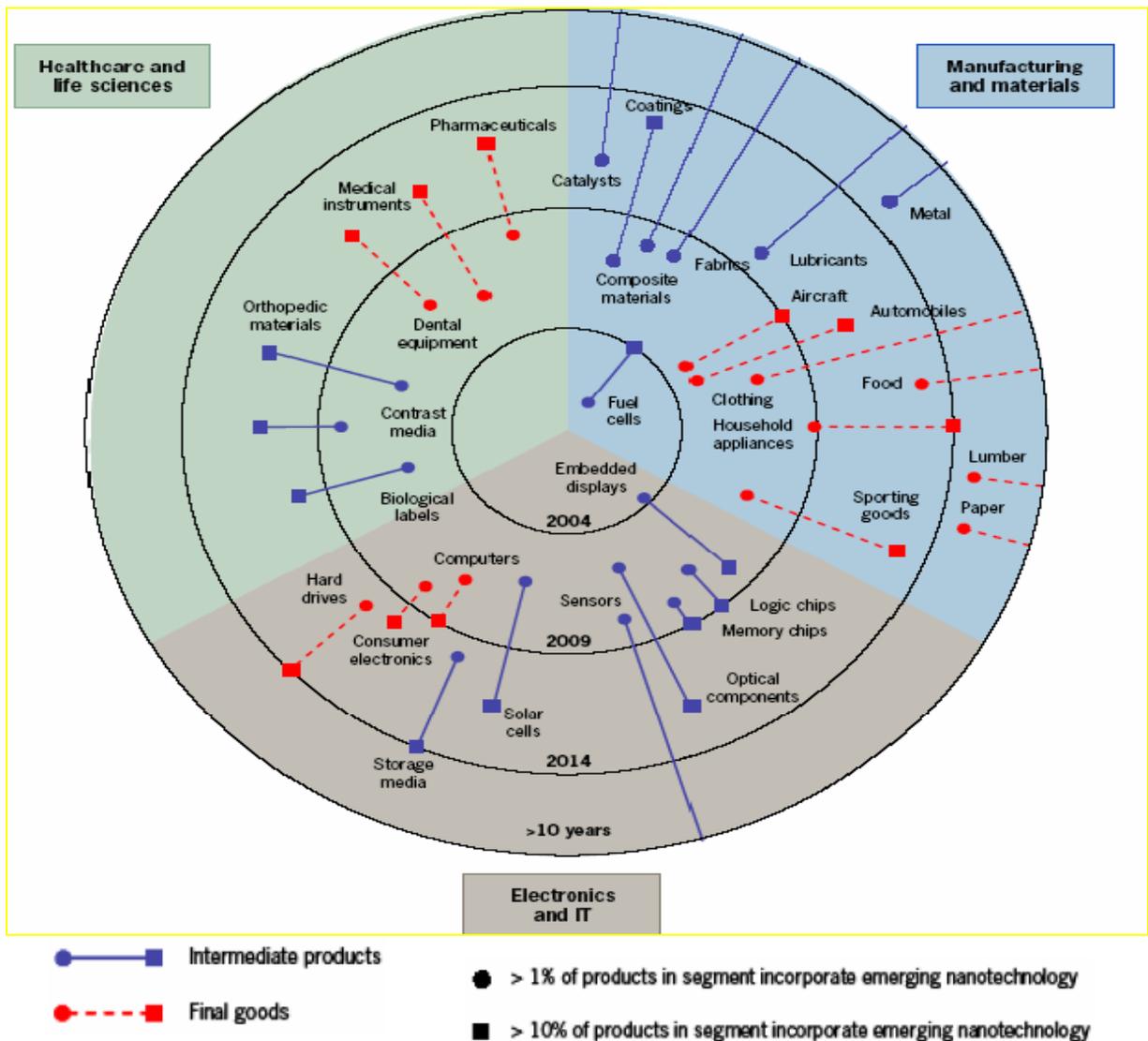
Textile industry in Colombia has been one of the most important in its economy and culture in recent years. Therefore, it is necessary to implement new technologies that further increase productivity of the sector to provide added value to the generated products in order to make them more competent in international markets through innovation in production processes of these goods. According to that, this document tries to synthesize the emerging technologies applicable to textiles manufacture emerged from the field of nanotechnology. Then, the state of the textile industry and related entities to research and innovation in Colombian textiles are discussed, with the aim of concluding in what sense would be useful to apply such technologies in the country.

**Keywords:** nanotechnology, textile, innovation, feasibility, research, competitiveness, Colombia

## INTRODUCCIÓN

La nanotecnología se puede definir como el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala, así como la explotación de fenómenos y propiedad, involucrando la manipulación de átomos y moléculas, generando de esta forma fenómenos y propiedades totalmente nuevos en dichos materiales.

**Figura 1.** Horizontes de las aplicaciones de la nanotecnología en la industria.



Fuente: Gereffi et al. (2007)

De esta forma, la nanotecnología promete soluciones vanguardistas y más eficientes para los problemas de la ciencia, así como muchos otros enfrentados por la humanidad. En la actualidad, se están comercializando aplicaciones de nanotecnología en las áreas de aplicación de fármacos, energía solar fotovoltaica, producción directa de hidrógeno, baterías con mayor capacidad de almacenamiento energético, compuestos que contienen nanotubos y nanopartículas tales como catalizadores, recubrimientos, aleaciones (como las utilizadas en las prótesis), implantes que favorecen el crecimiento celular, aislantes térmicos y eléctricos, sensores, materiales poliméricos entre muchas otras. En la Figura 1 se resumen las perspectivas de las aplicaciones de la nanotecnología en los campos de salud y ciencias de la vida, manufactura y materiales y electrónica, tanto para productos intermediarios como de uso final, en un periodo de tiempo de 10 años que va desde el año 2004 hasta un poco más allá del 2014.

Dentro de esta amplia gama de usos de la nanotecnología en manufactura y materiales se encuentra su aplicación en nanotextiles, en los cuales se transforman las estructuras moleculares de las fibras, otorgándoles capacidades tales como impermeabilidad, durabilidad y la capacidad de repeler microorganismos; el primer producto comercial en el cual se empleó la nanotecnología en la industria textil, un tejido con acabado hidrófobo, fue elaborado por la multinacional *3M*, cuyas innovaciones en los últimos 50 años se han aplicado para mejorar el rendimiento de artículos tales como ropa, muebles para el hogar, interiores comerciales, industriales y tejidos.

## **APORTES DE LA NANOTECNOLOGÍA A LOS TEXTILES**

A mediados del siglo XX, los principales avances tecnológicos en la producción de textiles se basaban en la utilización de materiales naturales tales como el algodón, la lana y el lino. Más recientemente se desarrollaron fibras poliméricas sintéticas, como por ejemplo la Lycra®, un compuesto urea-poliuretano segmentado que posee propiedades elásticas, y el NYLON. Asimismo, en cuanto a materiales resistentes empleados para protección personal, se tiene el Kevlar®, nombre comercial del poliparafenileno tereftalamida, usado en chalecos antibalas (Coyle *et al.*, 2007).

Dentro de las últimas tecnologías que se han generado para producción de textiles, se encuentran aquellas en las que se utilizan polímeros intrínsecamente conductores (PIC); de

igual forma, los nanotubos de carbono (CNT), así como una serie de materiales en formas de nanopartículas o nanofibras, han encontrado un lugar en la producción de textiles con características que les aportan un mayor valor agregado.

En primer lugar, la tecnología basada en polímeros intrínsecamente conductores (PCI), tales como el poliacetileno, polianilina, politiofeno entre otros, se ha empleado en sensores químicos para detectar vapores que, al interactuar con los PCI, cambian su conductividad, lo cual es útil en textiles para proteger a las personas de la intoxicación por sustancias peligrosas. Además, su capacidad de cambio de potencial eléctrico los hace útiles en la fabricación de textiles inteligentes, los cuales tienen utilidades tales como cambiar de color instantáneamente ante la presencia de una sustancia específica, repeler sustancias y microorganismos nocivos, entre muchas otras (Coyle *et al.*, 2007).

Otro de los aportes de la nanotecnología que puede ser empleado en la elaboración de textiles son los nanotubos de carbono (CNT), los cuales son un conjunto ordenado de átomos de carbono que pueden tener resistencia a la tracción de hasta 50 veces la del acero y tienen un diámetro de alrededor de 50-200 nanómetros. Tienen usos en filtración de aire, prendas de protección, nanotecnología agrícola y nanocompuestos biodegradables (son capaces de absorber los fertilizantes, pesticidas y otros materiales y luego liberarlos en un momento y el lugar deseado) y nanosensores (Prince, 2008).

Las nanofibras son fibras de diámetro inferior a 1 nanómetro. Los procesos de hilatura de fibras convencionales no son capaces de producir fibras de polímeros con diámetros en rango de nanómetro; por esta razón, se hacen procesos para elaborarlas donde el más empleado es el electrohilado, el cual consiste en la aplicación de fuerzas electrostáticas a un filamento de solución de polímero. La superficie específica de los tejidos obtenidos a partir de nanofibras, junto con su alta porosidad y su minúsculo tamaño de poro, los hacen adecuados para su uso como membranas de filtración y separación. Actualmente se producen nanofibras de NYLON poliéster, las cuales tienen propiedades higroscópicas mejores que las de algodón (Prince, 2008).

## **NANOTEXTILES EN EL MUNDO**

Todos los avances que se han hecho en el campo de los nanotextiles han permitido realizar aplicaciones en campos muy diversos, tales como implementos deportivos, cuidado de la salud,

protección y seguridad y tejidos para el uso cotidiano; tales aplicaciones son comercializadas en la actualidad por empresas que se han especializado en llevar los conocimientos generados en la nanotecnología a la producción de textiles novedosos. Dentro de estas empresas e instituciones se puede destacar a Nanotex® (pionera en este campo), BASF AG (quien cuenta con 232 patentes), Ciba Specialty Chemicals Holding Inc. (con 212 patentes), E.I. DuPont (con 135 patentes), SCIMED Life Systems Inc. (con 66 patentes). A nivel mundial se cuenta con un conjunto de 566 empresas e institutos quienes al año 2007 han generado cerca de 2104 patentes relacionadas con nanotextiles (Escorsa, 2008).

Por otra parte, una investigación realizada por Lux Research Inc., donde se realiza una clasificación de los países según sus avances en nanotecnología, considera como dominantes en este campo a: Estados Unidos, Japón y Alemania, mientras que Taiwan, Israel y Singapur son considerados como países con una elevada fuerza en desarrollo. Asimismo, dos países con alta actividad en nanotecnología pero bajo nivel en la fuerza del desarrollo tecnológico son Reino Unido y Francia. Por último, están las naciones que juegan en una liga inferior en la actualidad: China, Canadá, Australia, Rusia e India (Buitrago, 2006). A continuación se muestran los datos de producción de textiles técnicos dentro de los que se encuentran los nanotextiles a nivel mundial, donde se puede corroborar el liderazgo de los países anteriormente mencionados.

**Tabla 1.** Porcentaje de producción de textiles técnicos.

<b>PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DE TEXTILES TÉCNICOS</b>	
<b>País</b>	<b>%</b>
Japón	45
Alemania	25
EE.UU.	32
Francia	22
Europa occidental	27
España	16
China	11

*Fuente:* Guillem (2003)

Como se puede observar, la producción de este tipo de textiles en Latinoamérica puede considerarse como marginal, ya que en países como México no existe un programa nacional de nanotecnología; sin embargo, existen varios proyectos de investigación en nanomateriales y

nanopartículas bajo convenios bilaterales con Estados Unidos y la Unión Europea (Delgado, 2007).

## **PANORAMA NACIONAL COLOMBIANO**

Como es común en los países en vía de desarrollo, desde el punto de vista de la generación de valor, de empleo y de divisas, la industria textil y de confecciones es una de las más importantes en Colombia; sin embargo, cabe recordar que el país no es un proveedor importante en el mercado internacional de textiles. Para el año 2003, la cadena de textiles y confecciones representó 14,7% del total del empleo industrial y 8,6% de la producción nacional. Además, la industria nacional de textiles y confecciones dispone de alto potencial de crecimiento, ya que se beneficia de sistemas especiales de exportación e importación y de incentivos aún vigentes como las zonas francas, el Plan Vallejo entre otros (DNP, 2003). Por otra parte, el desarrollo de la cadena de suministros existente en el país ha permitido que las empresas puedan desarrollar de manera conjunta varios procesos (desde el hilado, los tejidos y los propios de la confección como el diseño, cortado, lavado, bordado, tintura y estampado), lo cual ha permitido importantes alianzas entre la industria nacional y reconocidas marcas internacionales de confecciones (Departamento Nacional de Planeación, 2004).

No obstante, los textiles colombianos se enfrentan a nuevos retos generados por los tratados de libre comercio, como el ALCA (Área de Libre Comercio de las Américas) y los que están en proceso de aprobación, como el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, lo que hace necesario que esta industria adquiera herramientas para incrementar su competitividad frente países tales como China, líder a nivel mundial en el mercado de textiles y confecciones, Brasil y México, donde los niveles de competitividad de sus empresas son superiores a los nuestros debido en parte a que han emprendido reformas a través de programas de reestructuración industrial con las cuales se buscó mejorar los niveles de productividad mediante alianzas entre las empresas y apoyo a la investigación y la innovación.

Teniendo en cuenta el caso de estos países latinoamericanos, es importante seguir con las iniciativas de institutos como INEXMODA y CIDETEXCO para formación de grupos empresariales o *clusters*, con los cuales se pretende brindar apoyo, tanto económico como técnico, a un mayor número de empresas, y donde es fundamental la acción de instituciones de capacitación y de desarrollo tecnológico tales como el SENA y COLCIENCIAS, quienes son las

responsables de facilitar al sector de textiles y confección el desarrollo de mejores prácticas de producción y el acceso a la implementación de nuevos desarrollos y tecnologías.

Dentro de las tecnologías que se están implementando en la cadena textil-confecciones en el país con el apoyo de CIDETEXCO y COLCIENCIAS, se pueden encontrar las relacionadas con la información y las telecomunicaciones, así como el control, la simulación y la supervisión de los procesos productivos, protección al medio ambiente y control de calidad. En lo relacionado con los procesos de fabricación de fibras se están implementando desarrollos innovadores que buscan darle un valor agregado a las prendas y a los tejidos, como por ejemplo mecanismos para aumentar la calidad de la impresión por inyección de tinta a los textiles, nuevas microfibras en las que se utiliza la tecnología industrial de plasma frío, recubrimientos y reactivos para reducir la inflamabilidad o modificar la limpieza de los textiles, avances que involucran procesos biológicos que van desde el mejoramiento genético del algodón, la lana y la seda, hasta la creación de nuevas fibras a partir de biopolímeros (CIDETEXCO, 2003).

Dentro de todos estos desarrollos cabe destacar las investigaciones que se están realizando relacionadas con nanotextiles en institutos tales como la Universidad de Los Andes, con el apoyo de COLCIENCIAS, tales como estudios encaminados a lograr métodos de fabricación de fibras que contengan nanotubos de carbono, que exhiban características conductoras con el fin de obtener tejidos antiestáticos, incremento de la conductividad eléctrica, entre otros. Además, se están desarrollando recubrimientos con los que se logre un cambio de color al paso de una corriente eléctrica de bajo voltaje (CIDETEXCO, 2003).

Teniendo en cuenta que el país ya cuenta con procesos de investigación y está comenzando a implementar desarrollos en textiles basados en nanotecnología, es necesario crear estrategias para su fortalecimiento, pues los proyectos de investigación en este campo en Colombia aún son escasos. Por esta razón, una de las estrategias que se debe tener en cuenta es la creación de alianzas entre las instituciones de investigación que se encuentran llevando a cabo estos desarrollos, las universidades y COLCIENCIAS, con el fin de incentivar la creación de nuevos proyectos de investigación en el campo de los nanotextiles.

Por otra parte, se deben crear alianzas que busquen la adquisición de los últimos conocimientos desarrollados en países que se encuentran a la vanguardia en este tema como son Estados Unidos, Japón, Alemania y España. En este sentido, es importante contar con el apoyo de institutos de desarrollo textil tales como el Instituto de Investigación Textil y Colaboración Industrial (Intexter) de Cataluña en España, el Hinstroza Research Group Textiles

Nanotechnology Laboratory de la Universidad de Cornell en Estados Unidos, entre muchos institutos y empresas en el mundo que cuentan con los últimos desarrollos en este campo (Hinestroza, 2007).

Cabe destacar la labor de investigadores colombianos en institutos de investigación en nanotextiles; tal es el caso del director del segundo instituto de investigación mencionado, Juan Pablo Hinestroza, quien es ingeniero químico egresado de la Universidad Industrial de Santander y que a comienzos de este año dio comienzo al seminario “El mundo cambia: desde la innovación a lo eco-tecno”, organizado por Inexmoda, dando a conocer las últimas tendencias de los nanotextiles (El Espectador, 2008).

De esta manera, los resultados en cuanto a desarrollos tecnológicos de este conjunto de alianzas a nivel interno e internacional entre instituciones de investigación en nanotextiles que tengan una gran factibilidad de ser implementados a nivel industrial, deben ser llevados finalmente al sector productivo, mediante capacitaciones impartidas por las universidades y por el SENA. Finalmente, se deben proporcionar estímulos a las empresas que implanten estas tecnologías, tales como facilidades de crédito, asesorías en cuanto a producción y mercadeo y beneficios fiscales, con el fin de alcanzar finalmente un mayor nivel de competitividad en la industria textil, al tener nuevas técnicas y productos con un mayor valor agregado.

## **CONCLUSIONES**

La industria de textiles en Colombia es una de las que presenta mayor generación de empleo; sin embargo, no tiene una participación destacada en el mercado internacional. Por lo tanto es necesario incrementar su competitividad para que pueda responder a los desafíos imponen el mercado mundial y específicamente los tratados de libre comercio de Colombia con otros países.

Institutos como CIDETEXCO e INEXMODA han elaborado planes para incrementar la competitividad del sector textil y confecciones, basados en la implementación de mejores prácticas y la creación de agrupaciones empresariales o *clusters*, con los cuales se pretende impartir el conocimiento sobre nuevos desarrollos a un mayor número de empresas. El mayor logro que se ha alcanzado hasta el momento con estos *clusters* es llevar tecnologías relacionadas con herramientas administrativas, tales como software que ayuda a optimizar etapas de los procesos de producción de textiles y confecciones.

La innovación tecnológica y la implementación de nuevos desarrollos es importante para incrementar la competitividad del sector, en la medida que brinda un mayor valor agregado a los productos. En este sentido es importante crear proyectos de investigación que busquen métodos de producción que sean factibles para su implementación en las empresas Colombianas. El papel que juegan los nanotextiles en este sentido es importante; sin embargo, en el país los conocimientos en este campo son aún emergentes y por este motivo se deben buscar alianzas con instituciones e industrias de otros países a la vanguardia, con el fin de capacitar al recurso humano del país acerca de los nuevos avances.

La investigación en nanotextiles en el país es útil en la medida que se busquen aplicaciones factibles económica y técnicamente para las empresas Colombianas y que una vez disponibles estos desarrollos, sean llevados a la industria otorgando beneficios a las empresas que se dispongan a implementarlos. En este sentido son importantes las alianzas entre las entidades nacionales tales como COLCIENCIAS, SENA, las universidades, CIDETEXCO, INEXMODA y las empresas.

Los ingenieros químicos tienen la capacidad de participar en el desarrollo de investigaciones sobre nanotextiles y nanotecnología en general, e igualmente crear mecanismos para que sus resultados sean llevados al sector productivo, en donde también pueden aplicar sus habilidades en su mejoramiento continuo, con el fin de que las nuevas tecnologías desarrolladas se vayan haciendo cada vez más útiles como herramientas para dotar de competitividad a los productos de las empresas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Buitrago, D. (2006). *La nanotecnología y el derecho, análisis jurídico de un mundo infinitesimal*. Ponencia realizada en el marco de la I Convención Internacional de Informática Jurídica, Documentación y Documento Electrónico, Octubre, Bogotá, Colombia.
2. CIDETEXCO (2003), *La globalización en la cadena fibra textil confección, retos y desafíos*. Bogotá: autor.
3. Coyle, S., Wu, Y., Lau, K., De Rossi, D., Wallace, G. & Diamond, D. (2007). Smart Nanotextiles: A Review of Materials and Applications. *MRS Bulletin*, 32(5), 4434-4442.
4. Delgado, G. C. (2007). Nanotecnología, paradigma tecnológico de vanguardia. *Contribuciones a la Economía, Febrero*. Consultado en mayo de 2009 en <http://www.eumed.net/ce/2007a/gcdr.htm>
5. Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2004). *Análisis de cadenas productivas. Textil – Confecciones*. Consultado en mayo de 2009 en <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/DDE/Textiles.pdf>
6. EFE (2008, 19 de octubre) La nanotecnología marcará en unos años el futuro de los tejidos y la moda. *El Espectador*. Consultado en mayo de 2009 en <http://www.elespectador.com/tecnologia/articulo84863-nanotecnologia-maricara-unos-anos-el-futuro-de-los-tejidos-y-moda>
7. Escorsa P. (2008). *Vigilancia Tecnológica. Utilidad para la empresa y desarrollos recientes*. Presentación para el XIV Encuentro CPI, Marzo, Valencia. Consultado en mayo de 2009 en <http://www.cpi.upv.es/resourceserver/840/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/6b9/rqlang/es-ES/filename/presentacion-de-pere-escorsa.pdf>
8. Forrest, D. (1995). The Future Impact of Molecular Nanotechnology on Textile Technology and on the Textile Industry. *Proceedings of Discover Expo '95: Industrial Fabric & Equipment Exposition*, Octubre, Charlotte, North Carolina. Consultado en mayo de 2009 en [http://davidrforrest.com/documents/Forrest\\_IFAI\\_paper.pdf](http://davidrforrest.com/documents/Forrest_IFAI_paper.pdf)
9. Gereffi, G., Frederick, S., Ong, R. (2007) *Nanotechnology in a Global Context: North Carolina*. Presentación para Nanotechnology and the emerging global knowledge economy, Marzo, Durham, North Carolina. Consultado en mayo de 2009 en [http://www.cgcc.duke.edu/pdfs/Nanotech\\_Presentations/Gereffi-Frederick-Ong\\_Nanotech%20Workshop\\_28%20March%202007,%20v4.pdf](http://www.cgcc.duke.edu/pdfs/Nanotech_Presentations/Gereffi-Frederick-Ong_Nanotech%20Workshop_28%20March%202007,%20v4.pdf)

10. Graell, G. (2003). Nuevas oportunidades: los textiles técnicos. *Boletín Económico de ICE*, 2768, 85-90. Consultado el en mayo de 2009 en [http://www.revistasice.com/cmsrevistasICE/pdfs/BICE\\_2768\\_85-90\\_FCB81CEE1AD4E98443EBAE171F248D52.pdf](http://www.revistasice.com/cmsrevistasICE/pdfs/BICE_2768_85-90_FCB81CEE1AD4E98443EBAE171F248D52.pdf)
11. Hinestroza, J. P. (2007). Can nanotechnology be fashionable? *Materials Today*, 10(9), 64.
12. Poole, C. P. & Owens, F. J. (2007). *Introducción a la nanotecnología*. Madrid: Ed. Reverté.
13. Prince, A. (s.f.) *Nano Textiles*. Consultado en mayo de 2009 en <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/8/713/nano-textiles1.asp>