

Macro tendencias en textrónica y objetos inteligentes

Textronics and Smart objects: Macro trends

Martha Liliana Torres-Barreto, Leda Paz Muñoz Molina

^{1,2}Universidad de Santander, Bucaramanga, Colombia

Artículo recibido en octubre de 2014; artículo aceptado en octubre de 2014

Citación del artículo: Torres-Barreto, M. & Muñoz-Molina, L. (2014). Macro tendencias en textrónica y objetos inteligentes. *I+D Revista de Investigaciones*, 4(2), 88-103.

Resumen

En los últimos años el mundo está siendo testigo de una revolución en materia de tecnología electrónica. Dos de los vectores principales de esta revolución los constituyen las tecnologías de impresión en tres dimensiones (3D), y, la electrónica impresa. Ésta última ha enriquecido los objetos cotidianos, particularmente aquellos de base textil, ya que a día de hoy, las impresiones de circuitos pueden darse en medios flexibles, resistentes al lavado y elásticos, como los textiles tradicionales, hecho que enriquece la cantidad de opciones disponibles para integrar circuitos en objetos que ahora son llamados: “textiles u objetos inteligentes”. Hoy, muchos de esos objetos

cotidianos podrán llevar integrado cierto conjunto de electrónica impresa como: luces, celdas fotovoltaicas, comandos electrónicos, sensores, entre otros. Esta revolución, ha creado una variedad de objetos que en cierta medida pueden ser llamados “inteligentes”, ya que están habilitados para responder a estímulos del entorno, o captar información y enviarla hacia una central para su posterior procesamiento. Más llamativo los hace el hecho de que prescinden de cables, son más respetuosos con el medio ambiente, y cumplen normas de marcado y conformidad, son más livianos, se fabrican a costes asequibles y cumplen los protocolos de seguridad establecidos para los elementos de su tipo.

Ingeniera de Sistemas, Universidad Autónoma de Bucaramanga. Doctora en Ciencias Económicas, Universidad de Castilla-La Mancha, España. Profesor Titular Ingeniería Industrial, Grupo: Nuevas Tecnologías, Universidad de Santander, Bucaramanga (Colombia): Dirección Calle 70 N° 55-210, Campus universitario Lagos del Cacique, Bucaramanga, PBX: 57 76 51 65 00 Ext. 1417. Correo electrónico: martha.torres@udes.edu.co

Ingeniera Industrial, Universidad de Santander de Bucaramanga. Grupo: Nuevas Tecnologías, Universidad de Santander, Bucaramanga (Colombia): Dirección Calle 70 N° 55-210, Campus universitario Lagos del Cacique, Bucaramanga, Tel: 57 76 73 19 89. Correo electrónico: lepamu16@hotmail.com

De esta forma, los objetos inteligentes se perfilan como elementos de apoyo en la vida cotidiana de los individuos, y también como oportunidad para desarrollos tecnológicos en esta área, que no obstante obedecen a ciertas tendencias mundiales. Estas macro tendencias se observarán en el presente artículo, y podrán servir en un doble sentido: desde la academia, para registrar y documentar este proceso de cambio en la sociedad, y desde el área empresarial, para identificar nichos de desarrollo tecnológico.

Palabras clave: Objetos inteligentes, Textiles inteligentes, Textrónica, Macro tendencias textiles, sensores en textiles.

Abstract

As far as electronic technology is concerned, we are living a real revolution. Two main factors that boost this revolution are: (a) 3D printing technologies and (b) printed electronics itself. This last one has enriched normal objects and turned them out into smart objects or intelligent textiles that include printed circuits on them; are flexible, washable and stretchable.

Nowadays, those quotidian elements might include lights, photovoltaic cells, sensors and actuators integrated on the textile substrate. The mentioned revolution has produced a variety of objects prepared to give a response to different environment conditions, or, prepared to get and storage information from the individual. One of

the success reasons for these products is the fact they are wireless, eco-friendly, cheap, and accomplish the established regulations.

Smart objects are shaped out as useful elements in daily life, as well as an opportunity for firms interested in producing new intelligent products for a “ready-market”, focused on technology. Nevertheless, there exist clear macro-trends that point out the direction in which such textronic and smart objects are going to grow in the following years. These macro-trends are presented in this paper.

Key words: Smart objects, intelligent textiles, Textronics, Textiles macro trends, textile sensors.

Introducción

En este artículo se hace una presentación de las macro tendencias mundiales relacionadas con objetos inteligentes y textrónica. Cada una de ellas es analizada desde tres vertientes: sus características de diseño, los productos asociados en el mercado y las oportunidades que emergen para nuevos desarrollos. Tales macro tendencias obedecen a análisis realizados por expertos internacionales del área (Cetemmsa, 2014), articuladas a través de observatorios tecnológicos europeos, en las cuales se reconocen estos objetos como claves dentro de una sociedad que cada día demanda más información, mayores prestaciones, menores costos y un perfil de cuidado medioambiental

elevado.

El término “textrónica”, que se deriva de la combinación entre “textil” y “electrónica”; surge para denominar un proceso de funcionalización de los tejidos que los convierte en inteligentes (Byluppala, 2011), con estos textiles se construyen los así también llamados objetos inteligentes, que entre otros, pueden contener elementos de base textil con características inteligentes tales como: sensórica, electroluminiscencia, y electrotermia. Tales objetos tienen en común que pueden detectar y reaccionar a condiciones medioambientales o a estímulos mecánicos, térmicos, químicos, fuentes eléctricas o magnéticas (Asintec, 2009), y son desarrollados para diversidad de sectores industriales (Anton, Silbergliitt, & Schneider, 2001), con funciones orientadas al cuidado de la salud de los individuos, a la seguridad, al confort, o al desempeño físico, entre otros. Su importancia radica en dos factores primordiales: (a) la revolución tecnológica en sí misma, generada por la computación ubicua que ha creado entornos digitales que “sienten”, se adaptan y responden a las necesidades del ser humano (Hilty, Som, & Kôller, 2004); y (b) el hecho de que estas tecnologías tienen el potencial para hacer la vida cotidiana mucho más fácil y poblada de información enriquecida. Es por esto que el análisis de las macro tendencias en cuanto a textiles y objetos inteligentes cobra importancia en la medida en que tiene como base un proceso de innovación tecnológica relevante, con implicaciones para usuarios finales, para académicos y para industriales.

Marco Teórico

Textrónica

El término “textrónica”, proviene de la integración de dos términos precedentes: textiles y electrónica, y su fin es incrementar la funcionalidad básica de los textiles convencionales para hacerlos “inteligentes” (Kôller, 2013). Tal inteligencia lleva asociada la capacidad del producto textil para interactuar de forma activa con el medio que le rodea, por ejemplo, respondiendo a estímulos (CEN/TR - European Committee for Standardization, 2011). Además, el surgimiento de esta disciplina hace necesario que: (a) se enriquezca la visión tradicional que se tenía de los textiles, para estar dispuestos crear nuevos usos y aplicaciones, y (b) que se trabaje en nuevas tecnologías eléctricas y electrónicas y en su integración con los textiles para hacer de ellas conjuntamente, alternativas tecnológicas que puedan ser adoptadas por los grupos consumidores. Aunque las prendas hechas con textiles inteligentes fueron desarrolladas inicialmente para astronautas, a día de hoy, y debido al costo decreciente de la tecnología, y con ella al uso extendido de los dispositivos móviles en todo el mundo, las aplicaciones de textrónica se han extendido por todo el mundo.

En general, los objetos inteligentes de este tipo se pueden categorizar en “soft” o “hard” (Cetemmsa, 2014). Los primeros incluyen prendas como chaquetas, pantalones, ropa interior, etc., mientras que los segundos están hechos sobre soportes más rígidos como gafas,

brazaletes, etc.

En general el principio sobre el cual se basan estos elementos textiles es la recolección de datos de la persona que los viste, y su procesamiento posterior para presentar al usuario una retroalimentación usando el soporte textil en sí mismo. De esta forma se monitorean señales como el ritmo respiratorio, la frecuencia cardíaca, los niveles de estrés, la concentración de gases alrededor del individuo que viste la prenda, entre otros. Adicionalmente, los textiles inteligentes pueden reaccionar estimulando los sentidos para alertar sobre los datos que han recogido. Este campo de conocimiento está creciendo significativamente alrededor del mundo entero. Muestra de ello son las ferias tecnológicas dedicadas exclusivamente a este tipo de productos, tanto en Europa, como en Asia

y Estados Unidos, los foros internacionales especializados (Smart Fabrics & Wearable Technologies Conferences en USA y Europa); las patentes asociadas a estos campos, y el número creciente de artículos académicos acerca de estos temas. Así también está creciendo el número de empresas que se dedican a producir desarrollos a nivel comercial y consecuentemente los usuarios están demandando más tecnología para el vestir.

Características y usos

Las principales características de las aplicaciones textrónicas se muestran en la Figura 1, en donde se observa una tendencia a la preservación del medio ambiente, y a la facilidad del individuo para vestir la prenda.

Figura 1. Características de las aplicaciones textrónicas. Adaptado de(Cetemmsa, 2014)



Fuente:

Mercado actual

A día de hoy grandes empresas como Nike, Adidas, Reebok, Philips, Jawbone & Fitbit,

Google, Apple y Samsung han entrado al mercado de aplicaciones textrónicas y de objetos inteligentes. Es posible que parte de la motivación de los individuos por adquirir tales

elementos esté basada en que en el actual siglo XXI, la población a nivel mundial se hace mayor de forma más activa, y que se preocupa por aspectos como la nutrición y la salud, el ejercicio y la apariencia física, mucho más que lo que lo hacía el individuo promedio de décadas atrás. Esto puede constituir en sí mismo una gran oportunidad para generar soluciones disruptivas. Por otra parte, el mercado también está integrado por sectores más especializados como el militar, y la industria, para quienes existen potenciales aplicaciones con la posibilidad de apoyar sus operaciones.

Macro tendencia 1: Explosión de Sentidos

La primera macro tendencia a tener en cuenta se relaciona con la prioridad que el ser humano otorga día a día a las percepciones de sus sentidos y a los sentimientos que puede manifestar a través de ellos. El individuo asigna un valor muy elevado a sus recuerdos del pasado, al orgullo de sus ancestros, a las remembranzas del legado de su familia, generando una sensibilidad que puede ser estimulada a través de elementos inteligentes que esta primera macro tendencia atiende.

Objetos con liberación de esencias

Alexander Reeder (Vague Terrain, 2011) ha desarrollado un anillo, denominado *S Ring*, que libera diferentes esencias dependiendo del estado de ánimo del individuo, esencias que además están acentuadas con feromonas. El anillo está pensado para facilitar la comunicación entre dos personas sin hablar, transmitiendo una información o intención a través del olfato. Otro desarrollo en esta línea es el de Akarsh Sanghi, Shinichiro Ito y Laura Mul (Popsop, 2014) consistente en un colgante

femenino: *Posturaroma Necklace* que monitorea la postura corporal y modela la actitud a través de diferentes esencias. El collar dispersa una fragancia agradable cuando "siente" que la espalda del usuario se curva. El olor emitido por el accesorio recuerda e inspira a la persona para enderezar la espalda.

Relaciones interpersonales

En esta línea se han desarrollado diferentes prendas de vestir cuyo propósito gira en torno al fortalecimiento de relaciones interpersonales a través del estímulo sensorial. Un ejemplo de ello es una blusa denominada *Jade*, que cambia de forma de acuerdo con la actitud de la mujer que la viste, y tiene el propósito de llamar la atención del género masculino (panGenerator, 2013). También se han diseñado brazaletes como el *Tactilu* (Creative Application Center, 2013), que es capaz de transmitir vibraciones entre dos individuos, incluso cuando ellos dos se encuentran distantes.

Controles a través de las manos

Por su aparición en los medios, a día de hoy son más familiares los guantes que actúan como teléfono móvil: *Talk to the Hand Gloves* creado por las compañías Sean Miles y O2 (Cnet, 2013), que integran todos los componentes de un teléfono celular en la prenda de vestir, y que la funcionalizan. También se conocen los guantes: *Gloves Video Controller Project* creado por Tim Bartlett (Rowberg, 2011), que permiten controlar cierto software a través de gestos de las manos.

Protección corporal y espacio personal

Diseñadores e ingenieros trabajan desde hace varios años en conjunto, para generar elementos de tectrónica y objetos inteligentes que aunque

puedan parecer descabellados, surgen de necesidades de la vida cotidiana, o como prevención a eventos que puedan ocurrir y que vulneren el espacio personal de cada individuo. Este es el caso de *Smoke Dress*, una prenda de vestir que libera una atmósfera de vapor al detectar que alguien está fumando demasiado cerca, invadiendo su espacio personal. Esta prenda, diseñada por Anouk Wipprecht y Niccolo Casas (Materialise, 2011), es considerada interactiva y está impresa utilizando tecnología 3D. Un par de diseños más: *No Contact Jacket* creado por Yolita Nugent y Adam Whiton (Time, 2003) y *Society Harnessing* diseñado por Manisha Mohan, Niladri Basu Bal y Rimpi Tripathi, (BBC News, 2013); previenen de acercamientos no deseados, liberando una descarga eléctrica que alejaría a cualquier agresor. En materia de protección personal hay desarrollos muy interesantes como aquel casco con airbag para ciclistas: *Hövding* diseñado por Anna Haupt and Terese Alstin (*Hövding*, 2011), que se activa instantes antes del impacto; o el textil inteligente que representa en sí mismo una membrana protectora contra rayos electromagnéticos, denominado: *Total Screen* (Cetemmsa, 2014); y que es una ventaja innegable para mujeres en gestación en tanto que protege al bebé de tales radiaciones.

Navegación

En un mundo conectado como en el que vivimos actualmente, el hecho de poder ubicarse, encontrar la mejor opción para un restaurante de nuestra preferencia, localizar la lavandería más cercana, o la ruta más corta a una dirección dada, son aspectos que cobran importancia por la

optimización del tiempo. Pensando en ello se han creado opciones de navegación a través de objetos inteligentes tales como los *GPS Shoes* (GTX Corp, 2012), que guían al propietario a cualquier destino mediante tecnología GPS y plataforma vibratoria en la suela del calzado. También se encuentran prendas como *Navigate Jacket* diseñado por Wearable Experiments (Wearable Experiments, 2013), que dirige a quien la viste a su destino utilizando tecnología GPS, iluminación de LEDs integrados en la prenda y retroalimentación táctil.

Efectos del tacto a través de textiles

En esta línea, diversos diseñadores han trabajado para innovar en el tacto a través de los textiles, creando por ejemplo prendas hechas, o, que imitan el tacto de materiales como silicona o látex. Este es el caso de la *Colección Gelatinosa* diseñada por Drew Williams (Gofundme, 2013), compuesta por prendas que guardan un tacto y apariencia muy particular. También el calzado *Exl* (Barrabes Esquí y Montaña, 2013), que brinda a quien los calza, la experiencia de estar en contacto con el suelo, como si estuviera descalzo, pero sin llegar a sufrir ninguna herida o laceración, ya que el calzado protege siempre el pie.

El futuro de la macro tendencia Explosión de Sentidos

Aún más interesante que analizar los desarrollos actuales, lo es analizar cuál podría ser el futuro de estas prendas. A partir del observatorio de un centro tecnológico español (Cetemmsa, 2014), se ha podido especificar que en materia de bienestar, el individuo de hoy busca nuevas experiencias sensoriales que podrían ser

provistas por textiles inteligentes, que les proporcionen un efecto de relajación a través del uso de luces integradas, colores, esencias e incluso sonido. En materia de protección, la macro tendencia “sentido”, podría incluir desarrollos de tejidos de alto rendimiento que, siendo delgados, actúen como una armadura, al ser perfectamente resistentes a altos impactos, e incluso a cortes (Cetemmsa, 2014). Esto podría lograrse a través de tejidos de punto en tres dimensiones, que ofrezcan al individuo protección contra agresiones, y que serían de gran utilidad para profesiones relacionadas con el orden público y la seguridad de empresas o colectividades. Es interesante también explorar la línea que tiene que ver con respuestas a posibles ataques de agresores, ya que en un mundo como el actual, en el que la seguridad personal se ha convertido en una prioridad por el crecimiento del indicador de agresiones a individuos más vulnerables como niños, mujeres, o personas mayores, contar con textiles inteligentes que reaccionen a un ataque de agresores a través de descargas eléctricas, o nubes de humo, entre otros mecanismos de autodefensa, podrían ser de gran utilidad.

Por otra parte, aquellas prendas que resuelven demandas de los usuarios, permitiéndoles conservar sus manos libres mientras ejecutan otra actividad, son de especial atención. Guantes, camisetas, y otros, que, basados en el movimiento y gestos corporales, habilitan la ejecución de ciertos comandos y tareas, están en la mira de esta línea de desarrollo.

Macro tendencia 2: Inteligencia Textil

Esta segunda macro tendencia está orientada a

aplicaciones sobre base textil, que son construidas con criterios de inteligencia y permite hacer las cosas cotidianas más fáciles, al tiempo que representa una conciencia de que el mundo actual es un escenario de recursos escasos y no renovables, por lo que las aplicaciones propósitos de optimización de recursos. Esta macro tendencia exhibe una elevada conciencia ambiental. Dentro de las líneas de trabajo de esta macro tendencia se encuentran:

Prendas cotidianas

Se piensa en resolver necesidades como la recarga de teléfonos y dispositivos móviles utilizando la energía solar y transformándola en energía eléctrica, integrando para ello una celda fotovoltaica en las prendas, junto con una batería que almacenará la energía capturada. De esta forma los usuarios no dependerán de conexiones eléctricas convencionales, y emplearán una fuente de energía alternativa. Algunos de estos desarrollos son totalmente lavables, flexibles y muy resistentes a golpes (Asintec, 2009; Cetemmsa, 2014). Otros desarrollos incluyen monitores de actividad física integrados en camisetas -*Misfit Shine* (Applesfera, 2014)-, que integran sensores de temperatura corporal, ritmo cardíaco, y frecuencia respiratoria; prendas calefactables que proporcionan confort térmico a quienes las visten, a través de energía solar captada por su paneles integrados; o incluso se pueden usar también con el fin de conseguir alivio muscular a través de la aplicación de calor en las zonas lesionadas (frecuentemente la zona lumbar-espalda), como es el caso de *WarmX Neckshirt* (Warming textiles, 2013). Finalmente dentro de esta línea se desarrollan tejidos

inteligentes como el *Adaptive Survival Clothing* creado por Jacqueline Nanne (Wearable Senses, 2013); que son autoventilables gracias a un mecanismo de cierre y apertura de pequeños agujeros en el tejido, que se activa mediante una memoria sensible a la temperatura incorporada en el tejido a través de sensorica avanzada.

Atención al confort y estilo de vida

Pensando en las necesidades de la actual sociedad en la que se requiere distribuir el tiempo entre familia, trabajo, amigos, y en el que se dispone de menos tiempo para las tareas convencionales de cuidado de los textiles - lavado y planchado-, las nuevas fibras inteligentes, recubiertas de materiales innovadores, y tratadas con procesos de nanotecnología, derivan en textiles que son repelentes a la suciedad y a las manchas, y que por tanto requerirán procesos de lavado más simples; y por otra parte no necesitan planchado, o que no se arrugan al vestir, tales como la *Smart Jacket* (Iodonna, 2014), o las *Rushmore Shirts* (Prominent, 2013).

Ecología y medioambiente

Dentro de esta línea de la tendencia Inteligencia textil se consideran aquellas aplicaciones con una orientación medioambiental, como prendas confeccionadas con textiles contruidos totalmente a base de fibras recicladas, o textiles tinturados con procesos respetuosos con el medioambiente, o, tejidos contruidos para “durar” por muchos años como *Fashion Collection*, *The 10 Year Hoodie* (Flint and Tinder, 2013). De igual forma, una aplicación de prenda de vestir *Catalytic Clothing* diseñado por Helen Storey y Tony Ryan (Centre for

sustainable fashion, 2011); contempla superficies textiles que son capaces de ejercer una función purificadora del aire que rodea al individuo que viste la prenda. El *Climate Dress* (TheCoolist, 2011), es una prenda que informa a quien la viste, acerca de la concentración de CO2 a su alrededor.

El futuro de la macro tendencia Inteligencia Textil

Se consideran para el futuro mediato: desarrollos en texttrónica que promuevan estilos de vida saludables y mayores niveles de bienestar del individuo, a través de la mejora de aspectos medioambientales a su alrededor, por ejemplo prendas que protegieran contra los efectos de la contaminación de las ciudades. En cuanto a ocio y deporte, se visionan textiles contruidos con tecnologías de fibras que ofrezcan confort elevado dependiendo del tipo de deporte, y que se transformen en cuanto las condiciones medioambientales cambien: por ejemplo: un día que inicia soleado, y que demanda que las fibras estén más separadas para permear el sudor y ventilar; y que con el transcurso de la tarde se torne nublado, tal que demande que las fibras se junten nuevamente para ofrecer protección contra el frío.

Macro tendencia 3: Sugestivo y Llamativo

Dentro de esta macro tendencia se enmarcan aplicaciones textiles con una explosión de creatividad e innovación, pero esta vez con el propósito de motivar la atención de quienes rodean al individuo. Diversas líneas se trabajan dentro de esta macro tendencia. A continuación se comentan algunas de ellas.

Prendas con efectos llamativos

Dentro de esta sub-categoría se enmarcan trajes que integran luces LED embebidas, así como textiles técnicos, e incluso sonidos, con el propósito exclusivo de captar la atención, despertando sensaciones de sorpresa, asombro y agrado entre quienes rodean al portador de los mismos. Es el caso de los trajes *Audi Costumes* (Moritz Waldemeyer, 2013), de marcado corte futurista. Igual de llamativa fue la colección *Cutecircuit* presentada en la Semana de la Moda de Nueva York/2014 NYFW2014 (Cutecircuit, 2014), que mostró un conjunto de prendas iluminadas con LEDs, de un diseño futurista que captó la atención del público. La camiseta *T-Shirt OS* (Cutecircuit, 2014) incorpora en su parte frontal un panel flexible y lavable de luces LED en el que se pueden desplegar mensajes o animaciones programables desde una App residente en el dispositivo Smartphone de quien la porta.

Funcionalidad de prendas convencionales

Como seres humanos estamos hechos a la idea convencional de que el vestido cumple una función básica de cubrir nuestro cuerpo, y de protegernos del frío. Recientemente se ha añadido una función social a la vestimenta, en tanto que se relaciona con el status de la persona; pero en la actualidad, la funcionalización de las prendas es una característica muy valorada por los consumidores. En esta línea se encuentran prendas que permiten conectarse a Facebook, sin cables y desde cualquier lugar como la chaqueta *Ping* (Fashioning Technology, 2011), o los zapatos que publican en la cuenta de Twitter de quien los viste, por dónde ha estado caminando: *Rambler Shoes* (Popkalab, 2011). Otra prenda en

esta línea es el chubasquero *Smart Hoodie* (Cetemmsa, 2014) que integra un MP3 y luces.

Deportes y movimiento

En esta categoría se encuentran prendas que aprovechan la energía cinética generada por el movimiento del individuo que la porta, convirtiéndola en energía eléctrica que es almacenada en una batería integrada a la prenda. Esta energía es aprovechada para cargar dispositivos móviles. Este es el caso de los pantalones *Dancepants* (Ecousterre, 2009). También los trajes calefactables e iluminados para actividades acuáticas, como los que utilizaron las atletas olímpicas españolas de nado sincronizado en 2011 (Cetemmsa, 2014), o el traje *H-Bomb* (Tuexperto.com, 2009) diseñado para inmersiones en aguas con temperaturas muy bajas. También está el maillot + cullote para la práctica del ciclismo de montaña en altitud, que es igualmente calefactable (Cetemmsa, 2014) y proporciona control térmico mientras se ejercita en condiciones extremas. Finalmente la chaqueta *Sporty Supaheroe Jacket 01* (Utope, 2013), pensada para atletas que necesitan monitorear sus señales biométricas mientras se ejercitan.

El futuro de la macro tendencia Sugestivo y Llamativo

De acuerdo con expertos de observatorios internacionales (Cetemmsa, 2014), dentro de esta macro tendencia se esperan más desarrollos en cuanto a aprovechamiento de la energía del movimiento para transformarla. Probablemente sea necesario trabajar en la miniaturización de circuitos y el aprovechamiento máximo de baterías, así como en la integración de los componentes electrónicos a las prendas que

cumplirán esta función. Los productos relacionados con el deporte y la salud también son una prioridad para conseguir prendas que permitan interactuar con otros individuos mientras se está ejercitando y compartir datos de los entrenamientos de cada uno, o la consecución de metas deportivas, de manera que despierte el optimismo, la curiosidad y la motivación de quienes están entrenando conjuntamente.

Macro tendencia 4: Reinicio de Sensaciones

Con esta macro tendencia se asigna elevada importancia a la experimentación de sensaciones de ficción. Estas prendas dan la apariencia de imitar movimientos del ser humano, tales como respirar. Se toma ventaja de la monitorización de las señales vitales y se las convierte en otras señales que intentan expresar estados de ánimo, por ejemplo mediante el despliegue de luces de diferentes colores. Dentro de esta tendencia destacan algunas aplicaciones en las categorías:

Respuestas al medio ambiente

La colección *Air (United States Environmental Protection Agency, 2014)* exhibe prendas reactivas que cambian de color con base en la concentración de componentes del aire que las rodea. Esto se logra imprimiendo sobre el tejido tintes reactivos a diferentes composiciones del aire. Un ejemplo similar se presenta en el traje *After Earth Life Suit (Clothes on film, 2013)*. Otras prendas incluyen la *Lume Collection*; una colección de ropa electrónica que integra elementos personalizables dinámicos, impulsados por el usuario de forma inalámbrica desde un teléfono móvil común. El diseño y la ingeniería de la colección se centran en la integración de la electrónica de una manera tal

que puedan ser removidos o incrustados cuando se desee, creando así piezas que son fáciles de lavar y cuidar fácilmente (Jorge & Esther, 2013).

Prendas interactivas

Se han desarrollado prendas cuyas texturas se mueven y cambian con diferentes estímulos del entorno como sonido o temperatura. En esta categoría están los diseños de Gin Gao o los de Seçil Ugur y Laura Duncker, (Fashioning Technology, 2010), que reaccionan moviéndose y liberando una esencia cuando tus niveles de estrés se elevan. Un diseño muy interesante es el construido por unos estudiantes del MIT de Massachusetts: un libro de acción, interconectado a sensores corporales que permiten enriquecer la experiencia lectora por medio de actuadores ubicados sobre el cuerpo humano. La experiencia lectora es totalmente inmersiva e innovadora. Finalmente una prenda desarrollada por Ling Tan, denominada *Reality Mediators* (LingQL, 2013) actúa liberando sensaciones poco placenteras sobre la superficie corporal del individuo, cuando detecta que ha pasado un largo tiempo de poca actividad física.

Lectores de encefalografías

Bandas textiles o poliméricas que integran sensores de electroencefalografía, permiten aprovechar la funcionalidad de estas señales y dar lectura a la voluntad del individuo. Muy útiles han resultado para aplicaciones médicas en personas con limitaciones del habla o parálisis faciales. La señal electroencefalográfica es captada de manera continua, sin necesidad de cables ni limitación de movimiento.

El futuro de la tendencia Reinicio de Sensaciones

El mapeo electrónico del cuerpo humano es una línea a potenciar en el futuro dentro de esta tendencia. Es interesante seguir explorando cómo pueden actuar las prendas como una red multisensorial con nódulos específicos distribuidos por todo el cuerpo, y actuadores convenientemente aplicados que reaccionen ante el estímulo seleccionado.

Comentarios Finales

Después de analizado el conjunto de macro tendencias que de acuerdo con expertos internacionales, marcarán el rumbo de la textrónica en los años venideros, se puede concluir que es posible la construcción de un mejor futuro en la medida en que individuos y grupos adopten las tecnologías emergentes, no sólo en materia textil, sino de forma transversal, en los campos en los que se vayan presentando las diversas transformaciones tecnológicas.

Las consecuencias de la adopción de tales innovaciones tecnológicas harán que poco a poco la textrónica se integre como un estilo de vida, facilitando la realización de diversas tareas en menores tiempos, conectando individuos globalmente, suministrando información valiosa que le permitirá conocer más de sí mismo y de su entorno, y enriqueciendo sus sentidos y la percepción del mundo que les rodea.

La academia por su parte tiene un gran papel en esta revolución textil. Las líneas de futuro de cada una de las tendencias, así lo demuestran. Es un gran camino el que se ha recorrido hasta ahora, pero es más interesante y prometedor el que falta aún por recorrer. Muchas aplicaciones han sido desarrolladas, pero un importante subconjunto de ellas necesita aún muchas horas

de investigación y desarrollo con miras a perfeccionar la conectividad, la miniaturización y la resistencia a procesos de lavado y secado convencionales e industriales. Sin lugar a dudas el reto para la academia es enorme, no sólo por los desarrollos científicos en sí mismos, sino por la evidente demanda de integración entre disciplinas. Se trata de una revolución que requiere ingenieros textiles y electrónicos, físicos, químicos y diseñadores; entre otros. Los equipos deben construirse de manera interdisciplinar y cada uno de sus integrantes abordar un reto enorme desde su disciplina, y desde la integración disciplinar.

Un aspecto igualmente importante es la seguridad de los productos relacionados con textrónica. Los procesos de diseño y desarrollo deben contemplar, como hasta hoy, el cumplimiento de la normatividad vigente tal que proteja a los individuos y garantice que las prendas puedan ser vestidas con seguridad. Finalmente la industria es un actor relevante en esta revolución. Los proyectos deben iniciarse y desarrollarse de la mano con los sectores industriales potencialmente interesados, evitando llegar a desarrollos tecnológicos que no despierten interés entre industriales, o que sean viables a escala de laboratorio, pero inviables a escala industrial. Desde la óptica de empresarios, hay un sinnúmero de oportunidades de crecimiento y de nichos por descubrir, que la academia no puede abordar en solitario; requiere de la industria, quien conoce y gestiona mejor las necesidades de los mercados. El llamado es nuevamente a la integración que permita romper la brecha entre la empresa y la universidad o los

centros de investigación. De cara al futuro los aspectos que demandan atención incluyen la continuidad de la función de vigilancia tecnológica en materia de textrónica y de objetos inteligentes, para aquellos grupos que decidan potenciar o iniciar líneas de investigación relacionadas.

Agradecimientos

Como autores queremos agradecer la información suministrada por el Centro Tecnológico Español: CETEMMSA, quien lidera el observatorio europeo en materia de textiles y materiales inteligentes. Agradecemos a Ricardo V. Jaime Vivas, del grupo Gidsaw-UDI, por sus contribuciones al texto original

Referencias

Anton, P., Silberglitt, R., & Schneider, J. (2001). *The Global Technology Revolution. Bio/Nano/Materials trends and their synergies with information technology by 2015*. Santa Monica, CA.: RAND.

Applesfera. (2014, Junio 23). Misfit Shine: analizamos el cuantificador más "diferente" para iPhone. Retrieved Octubre 15, 2014, from <http://www.applesfera.com/analisis/misfit-shine-analizamos-el-cuantificador-mas-diferente-para-iphone>

Asintec. (2009). *Estado del Arte sobre Tejidos Inteligentes*. Talavera de la Reina: ASINTEC.

Barrabes Esquí y Montaña. (2013, Mayo 17). Black Diamond Exl. Retrieved Octubre 14, 2104, from <http://www.barrabes.com/black-diamond-exl/p-37930>

BBC News. (2013, Abril 15). BBC News - Business. Retrieved Octubre 2014, 2014, from *Wearable technology: The bra designed to shock attackers*: <http://www.bbc.com/news/business-22110443>

Byluppala, M. (2011). *Vision paper for fostering commercialization of smart textiles in European lead markets*. Gent: Systex.

CEN/TR - European Committee for Standardization. (2011). *Textiles and textile products smart textiles definitions, categorizations, applications and standardization needs*. Centre for sustainable fashion. (2011, Junio 22). *Catalytic clothing*. Retrieved Octubre 15, 2014, from <http://www.sustainable-fashion.com/projects/catalytic-clothing/>

Cetemmsa. (2014, Octubre 12). CETEMMSA Technological Centre. Retrieved from *Wearable technology trend guide*: www.cetemmsa.com

Cetemmsa. (2014, Octubre 9). CETEMMSA Technological Centre. Retrieved from www.cetemmsa.com

Clothes on film. (2013, Junio 14). *After Earth: Costume designer Amy Westcott explains*

life suit. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://clothesonfilm.com/after-earth-costume-designer-amy-westcott-explains-life-suit/32031/>

Cnet. (2013, Junio 23). Talk to the hand: No, really, its a glove phone. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.cnet.com/news/talk-to-the-hand-no-really-its-a-glove-phone/>

Creative Application Center. (2013, Junio 17). Tactilu-Bracelet for remote tactile communication. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.creativeapplications.net/arduino-2/tactilu-bracelet-for-remote-tactile-communication/>

Cutecircuit. (2014, Febrero 13). New York Fashion Week 2014. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://cutecircuit.com/>

Ecouterre. (2009, Noviembre 17). Power your music player with your running pants. Retrieved Octubre 15, 2014, from <http://www.ecouterre.com/power-your-music-player-with-your-running-pants/dancepants-4/>Fashioning Technology. (2010, Diciembre 06). Social Skin Emotional Accessories. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://fashioningtech.com/profiles/blogs/social-skin-emotional>

Fashioning Technology. (2011, Abril 04). Jennifer Darmour Interview. Retrieved Octubre 14, 2014, from

<http://fashioningtech.com/profiles/blogs/jennifer-darmour-interview>

Flint and Tinder. (2013, Agosto 02). 10-Year Hoodie. Retrieved Octubre 15, 2014, from <http://www.flintandtinderusa.com/ten-year-hoodie>

Gofundme. (2013, Septiembre 27). Drew Williams Recovery Fund. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.gofundme.com/Prayfordrew>

GTX Corp. (2012, Mayo 21). Patented GPS Shoe. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.gpsshoe.com/>

Hilty, L., Som, C., & Köller, A. (2004). Assessing the human, social, and environmental risks of pervasive computing. *Human and ecological risk assessment: an international journal*, 10(5), 853-874.

Hövding. (2011, Septiembre 02). Hovding Airbag for Cyclists. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.hovding.com/>

Iodonna. (2014, Julio 14). Smart Jacket by Marella, il blazer furbo. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.iodonna.it/moda/news-tendenze/2014/marella-be-smart-progetto-smart-jacket-402215354210.shtml>Jorge & Esther. (2013, Mayo 27).

Jorge&esther. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://jorgeandesther.com/lume/>

Köller, A. (2013). Challenges for eco-design of emerging technologies: The case of electronic textiles. *Materials and design*, 51, 51-60.

LingQL. (2013, Octubre 27). Reality Mediators. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://lingql.com/gallery/reality-mediators-3/>

Materialise. (2011, Septiembre 13). "Smoke Dress" Hits the Volkswagen Catwalk. Retrieved Octubre 15, 2014, from <http://www.materialise.com/cases/smoke-dress-hits-the-volkswagen-catwalk>

Moritz Waldemeyer. (2013, Septiembre 09). Audi Costumes. Retrieved Octubre 15, 2014, from <http://www.waldemeyer.com/audi-costumespanGenerator>. (2013, Junio 20).

Pangenerator. Retrieved Octubre 14, 2014, from New media design and art collective: <http://pangenerator.com/>

Popkalab. (2011, Abril 20). Rambler shoes. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.popkalab.com/ramblershoes.html>

Popsop. (2014, Febrero 25). El collar de la fragancia PosturAroma anti-encorvarse. Retrieved Octubre 14, 2014, from POPSOP: <http://popsop.com/2014/02/the-posturaroma-anti-slouching-fragrance-necklace-makes-wearers-keep-their-backs-straight/>

Prominent. (2013, Agosto 08). Profile Rushmore. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.rushmoreshirts.com/pdf/es/ProfileR>

ushmore2012.pdf

Rowberg, J. (2011, Abril 27). Keyglove. Retrieved Octubre 15, 2014, from Freedom in the palm of your hand: <http://www.keyglove.net/>

TheCoolist. (2011, Diciembre 21). LED-Powered climate dress monitors pollution. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.thecoolist.com/led-powered-climate-dress-monitors-pollution/>

Time. (2003, Abril 16). No-contact jacket. Retrieved Octubre 15, 2014, from Best inventions of 2003: http://content.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,1935038_1935081_1935239,00.html

Tuexperto.com. (2009, Junio 25). Rip Curl H-Bomb, el primer traje de neopreno con calefacción. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.tuexperto.com/2009/06/25/rip-curl-h-bomb-el-primer-traje-de-neopreno-con-calefaccion/>

United States Environmental Protection Agency. (2014, Mayo 24). Office of Science Policy. Retrieved Octubre 15, 2014, from EMPACT Air Monitoring Projects: <http://www.epa.gov/osp/regions/empact.pdf>

Utope. (2013, Abril 18). Sporty Supaheroe Jacket 01. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://www.utope.eu/sporty->

supaheroe_jacket01.html

Vague Terrain. (2011, Enero 20). S Ring. Retrieved Octubre 14, 2014, from <http://vagueterrain.net/journal18/alexander-reeder/01>

Warming textiles. (2013, Diciembre 04). WarmX. Retrieved Octubre 15, 2014, from

[http://www.warmxna.com/product/womens-neckshirt/Wearable Experiments](http://www.warmxna.com/product/womens-neckshirt/Wearable%20Experiments). (2013). Navigate WE:EX. Retrieved Octubre 2014

Wearable Senses. (2013, Julio 29). Adaptive Survival Clothing. Retrieved Octubre 15, 2014, from <http://wearablesenses.net/adaptive-survival-clothing/>