

1. Introducción

Los grandes avances experimentados en los últimos años en el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han revolucionado muchos aspectos de la vida diaria. Incluso podría decirse que estamos ante la consolidación de un nuevo paradigma socioeconómico que incluye nuevas formas de comunicar, consumir, brindar y recibir servicios, y de conocimiento.

Este boom tecnológico, además de suponer una considerable mejora en la calidad de vida de muchas personas con discapacidad, ha constituido ventajas competitivas para las empresas y otras organizaciones. Asimismo, ha generado la necesidad de gestionar, estratégicamente, la información sobre investigación y desarrollo (I+D) para poder innovar y sobrevivir en un mercado cada vez más complejo.

Ante esta situación, el Departamento de Tecnología Accesible e I+D de la Fundación ONCE ha puesto en marcha un plan de vigilancia tecnológica que tiene el objetivo de conocer las tendencias en innovación en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) accesibles.

El plan parte de la premisa de que las tendencias en innovación son marcadas, sobre todo, por las inversiones que realizan organismos gubernamentales, universidades y empresas en investigaciones y desarrollo de productos TIC. Por tanto, la búsqueda y recopilación de información se centró en cuatro tipos de fuentes de información, que son las siguientes:

- Organismos gubernamentales (programa H2020, portal Grants.gov, etc.)
- Universidades
- Empresas de telecomunicaciones, de desarrollo de tecnología y productos TICs
- *Startups* (empresas incipientes)

Para la consecución del plan, se utilizó metodología basada en método de vigilancia tecnológica elaborado como parte del proyecto INREDIS [1].

2. Tendencias

Una de las tendencias en innovación más importantes, identificadas durante el proceso de vigilancia llevado a cabo, es el desarrollo de productos basados en la robótica. Se observó un gran interés por parte de organismos gubernamentales, en particular de Estados Unidos, en invertir en proyectos de I+D de robótica. De hecho, la agencia federal estadounidense *National Science Foundation* destinó, en 2013, un fondo de 38 millones de dólares para el desarrollo de una nueva generación de robótica [2].

¹ Director de Accesibilidad Universal e Innovación de la Fundación ONCE

Según la información obtenida, las iniciativas llevadas a cabo no se limitan a la creación de robots propiamente. Hay una creciente tendencia a utilizar la robótica para desarrollar otros productos, entre ellos, soluciones para personas con discapacidad como, por ejemplo, prótesis accionadas por los músculos, sillas de ruedas controladas por los ojos, exoesqueletos o coches inteligentes, entre otros.

La tecnología móvil, por su parte, sigue siendo un área de innovación muy activa y de interés, sobre todo, para las empresas y las startups. Una de las tendencias más importantes es el desarrollo de *wearables* que incluye desde pulseras hasta tejidos inteligentes capaces de detectar cambios fisiológicos en las personas para proveer climatización personalizada, detectar enfermedades, entre otros. Otra tendencia de envergadura en este ámbito de innovación es la tecnología 5G que proveerá, entre otras cosas, una mayor capacidad para la comunicación entre dispositivos, menor latencia, más velocidad y mayor ahorro de batería.

En lo que respecta al Big Data, la tendencia en este campo de innovación es el procesamiento de grandes cantidades de datos en la nube y en los sistemas de salud. Los esfuerzos realizados en minería de datos llevados a cabo hoy día en el ámbito de la salud permitirán predecir epidemias, curar enfermedades y evitar muertes innecesarias.

No obstante, la gran tendencia en salud parece ser un cambio radical en el modo de diagnosticar e incluso de tratar enfermedades. De hecho, nos enfrentamos al surgimiento de un sistema de salud novedoso que se caracterizará por ser fundamentalmente a distancia y que contará con impresoras 3D capaces de fabricar órganos humanos con material orgánico.

Aunque el Internet de las Cosas es una tendencia muy comentada por los medios de comunicación los proyectos destinados al desarrollo de este tipo de tecnología encontrados fueron pocos en comparación con los antes mencionados. La razón puede deberse a que se trata de un sistema para el que todavía se está desarrollando la infraestructura necesaria.

3. Proyectos y soluciones destacadas

La tecnología desarrollada, hasta la fecha, ha dado paso a la creación de múltiples soluciones que pueden contribuir a una mejora significativa de la calidad de vida de todas las personas. Algunas de estas soluciones se describen a continuación.

3.1 Productos de apoyo

Las investigaciones en robótica y neurociencia han permitido el desarrollo de prótesis robóticas con capacidad de aumentar el rendimiento físico humano. Ejemplo de ello son las prótesis transtibiales desarrolladas por el grupo de investigación *Biomechatronics* del Media Lab del Massachusetts Institute of Technology (MIT), que se accionan con los músculos y se adaptan a los cambios del terreno (ver imagen 1) [3]. Estos dispositivos permiten que el usuario pueda incluso subir o bajar escaleras como lo haría con su pierna natural.

Imagen 1. Prótesis biológica transtibial accionada por músculos



Crédito foto: Bionmechatronics Research Group, MIT Media Lab

El Media Lab de MIT también ha utilizado la robótica para desarrollar un cuadricóptero denominado Skycall, que ofrece servicios de guiado por lugares laberínticos y complejos. Se trata de un sistema que combina el uso de un dispositivo móvil con el de un robot aéreo. El usuario utiliza su terminal para llamar al dron y éste le localiza mediante la tecnología GPS [4].

Por otra parte, la empresa estadounidense Second Sight ha desarrollado Argus II, un dispositivo de visión biológica capaz de inducir la percepción visual en personas ciegas. El sistema consiste en una microcámara que se coloca en las gafas del paciente y captura una determinada escena. Esta información se envía a un pequeño ordenador, que carga el paciente, que procesa y devuelve en forma de instrucciones a las gafas a través de un cable. Estas instrucciones se transmiten al implante de retina que la convierte en pequeños impulsos de electricidad que estimulan las células para que transmitan la información visual al cerebro a través del nervio óptico [5].

Asimismo, ingenieros de la Imperial College of London han creado un prototipo de silla de ruedas que puede ser accionada con los ojos. Cuando el usuario posa la mirada sobre los controles, esta información es detectada por unas cámaras y analizada por una serie de algoritmos en un periodo de tiempo de 10 milisegundos que, además, la traducen en instrucciones para el movimiento. Este dispositivo es capaz de distinguir si el usuario usa su vista para mover la silla o para mirar a su alrededor [6].

Otros dispositivos innovadores que pueden suponer mejoras significativas en la vida de las personas con discapacidad visual son el SmartCane [7] y BrainPort [8]. El primero es un bastón con ultrasonido que detecta obstáculos que estén por encima del nivel de la rodilla del usuario y las comunica mediante patrones de vibración. El segundo, es un dispositivo que se coloca en la parte superior de la lengua y traduce la información digital, que captura una cámara, en estímulos ligeros. El usuario las siente como burbujas y aprende a identificarlas como formas, tamaños, localización o movimiento de objetos en su entorno. Este sistema está pensado para servir como complemento a otros productos de apoyo para ciegos como el bastón o el perro guía.

3.2 Transporte

La tecnología también está provocando importantes transformaciones en el transporte. Los coches no solo se encaminan a ser autónomos sino que, además, podrían ser capaces de detectar las emociones del conductor. El proyecto *Autoemotive* del Media Lab de MIT estudia la posibilidad de crear coches que incorporen un sensor que detecte el grado de estrés del conductor para que pueda gestionarlo. La meta a largo plazo de este proyecto es aumentar la seguridad al volante y crear una mayor conciencia social al capturar, de esta forma, el estado emocional de los habitantes de las ciudades para mejorar la calidad de vida en general [9].

Otro proyecto innovador que puede suponer un cambio importante en el ámbito del transporte es el que realiza el Departamento de Transporte del Gobierno Federal de Estados Unidos, denominado en inglés *Multi-Modal Intelligent Traffic Safety System (MMITSS)*. Esta iniciativa tiene el objetivo de desarrollar un sistema de señales de tráfico de nueva generación para maximizar el rendimiento de las redes arteriales. Como puede verse en la imagen 2, se trata de un proyecto que persigue el desarrollo de un sistema de comunicación entre señales de tráfico, carretera, coches y peatones para reducir la incidencia de atropellos y accidentes así como los obstáculos que enfrentan los vehículos de emergencia cuando circulan por las carreteras [10].

Imagen 2. Proyecto MMITSS



Crédito foto: US Department of Transportation

En el ámbito de la accesibilidad, la Universidad de Nevada ha desarrollado un prototipo de volante con señales hápticas que permitiría a usuarios ciegos aprender a controlar el volante de un coche [11]. Se trata de una iniciativa que se enmarca dentro del reto lanzado por la Federación Nacional de Ciegos de EE. UU., que busca hacer posible que las personas ciegas puedan conducir un coche y contar con permiso de las autoridades para ello.

Otra tendencia importante en el transporte son las carreteras inteligentes que, además de estar conectadas, serán iluminadas con energía solar y cargarán la batería de los coches eléctricos [12, 13].

3.3 Vida activa e independiente

Los adelantos tecnológicos también transformarán por completo nuestra forma de interactuar en el hogar. Por ejemplo, existe la posibilidad de que cada uno podamos climatizarnos según nuestras necesidades y a un coste muy bajo. La Universidad de California de San Diego ha creado un prototipo de textil capaz de detectar cambios en la temperatura corporal de las personas (ver imagen 3). El objetivo es desarrollar que permita a los ocupantes de un edificio ajustar su temperatura de forma individual para reducir o eliminar el uso de sistemas de climatización [14].

Imagen 3. Camiseta con electrodos que detectan la temperatura corporal



Crédito de foto: Project ATTACH, University of California-San Diego

Por otra parte, el proyecto europeo SEMEOTICONS tiene el objetivo de desarrollar un sistema multisensorial integrado en un hardware que por fuera tiene el aspecto de un espejo que recoja, de forma no intrusiva, información sobre el estado de salud y emocional del usuario. El hecho de que tenga forma de espejo permitirá que pueda ser instalado fácilmente en los hogares u otros lugares como, por ejemplo, centros sociales, farmacias, colegios, etc.) [15].

Además, el Robotics and Mechatronics Center de Alemania ha creado un prototipo de manobrazo semiautónomo construido con material robótico suave (soft robotics) y diseñado para proveer asistencia a personas con tetraplejía. Se trata de un sistema accionado por los impulsos neuronales del usuario a través de un dispositivo multielectrodo que se implanta en la corteza motora [16].

En el ámbito de la domótica destaca Point Switch, un módulo que permite a los usuarios llevar a cabo diversas tareas con gestos aéreos. Por ejemplo, encender el aire acondicionado y reducir o aumentar la temperatura, encender y apagar las luces alzando o bajando el brazo sin moverte del sofá o de la silla [17].

3.4 Comunicación

La tendencia en comunicación sigue siendo el desarrollo de dispositivos móviles que incorporen características que provean una mayor autonomía en la interacción con el entorno a todas las personas. En este ámbito destaca, sobre todo, la tecnología ponible o wearables

incluso para animales. El Instituto de Tecnología de Georgia (Georgia Tech) ha creado un *wearable* para perros de asistencia que permite a estos animales comunicarse con los humanos. El proyecto, denominado *Facilitating Interaction for Dogs with Occupations (FIDO)* consiste en el desarrollo de un chaleco equipado con un sensor que el perro muerde cuando desea comunicar algo. La señal se envía al usuario a su dispositivo móvil través de una aplicación (ver imagen 4) [18].

Imagen 4. Proyecto FIDO de Georgia Tech



Crédito foto: Adil Delawalla, Georgia Tech

Otro *wearable* interesante es Dot, el reloj inteligente con una interfaz en Braille que ha desarrollado la startup coreana, Fingerson Strikingly (ver imagen 5). El dispositivo, que viene equipado con sistema de notificaciones, alarmas, giroscopio, Bluetooth y sensor táctil, permite a los usuarios acceder a mensajes de texto, redes sociales, entre otros [19].

Imagen 5. Dot, reloj inteligente con interfaz en Braille



Crédito foto: Fingerson Strikingly

Otros productos innovadores en el ámbito de la comunicación son Pedius [20], una app que traduce los mensajes de voz a texto instantáneamente y sin intermediarios, y el Eye Gaze

System, que permite a personas con muy poca o ninguna movilidad comunicarse e interactuar con otros usando la vista. El usuario puede generar una voz o redactar un mensaje posando su vista en los controles que aparece en la pantalla del ordenador. Esta herramienta, aprobada por el Medicare estadounidense, permite escribir libros, asistir al colegio o universidad, entre otros [21].

3.5 Educación

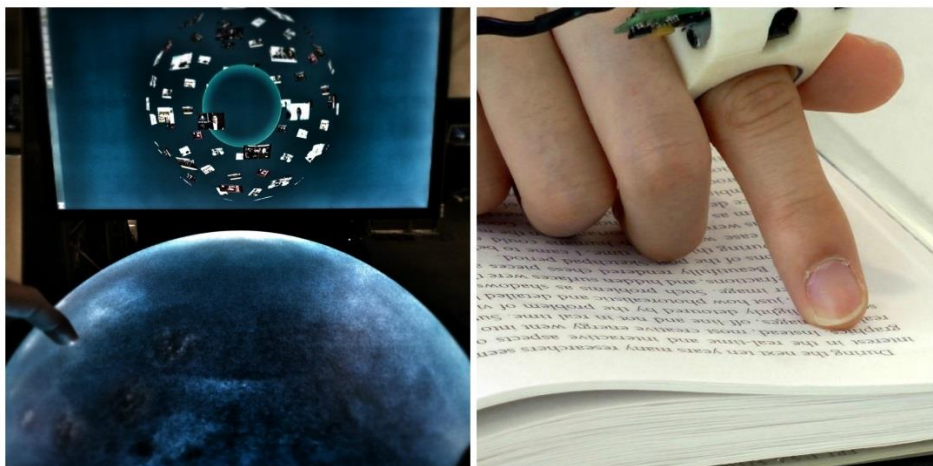
La tecnología también está posibilitando el desarrollo de nuevos recursos educativos que pueden mejorar significativamente la calidad de la educación e incluso hacerla más inclusiva. La empresa de entretenimiento Disney, ha creado un software capaz de proveer textura a las imágenes digitales utilizando señales eléctricas tenues. Se trata de un sistema de electrovibración invertida denominado REVEL que envía señales eléctricas imperceptibles al cuerpo humano para crear un campo electrostático en la piel. De esta forma, los usuarios perciben una sensación de textura al tocar la imagen digital en una interfaz [22]. La posibilidad de poder tocar y sentir una imagen táctil puede ser muy útil para el desarrollo de materiales educativos para alumnos con discapacidad visual.

Microsoft, por su parte, ha desarrollado Hololens, unas gafas que proyectan imágenes en hologramas que permiten mezclar la realidad virtual con un entorno real. Se trata de un sistema con múltiples aplicaciones y que puede ser útil para el desarrollo de material educativo interactivo [23].

Otros productos innovadores que mejorarían la educación es la bola de cristal y Finger Reader, ambos elaborados por estudiantes de ingeniería de MIT Media Lab (ver imagen 6). El primero es una interfaz redonda que permite que múltiples personas visionen diferentes videos al mismo tiempo, muevan imágenes de un sitio a otro o utilicen un mando a distancia sin interrumpir las tareas de los demás [24].

El segundo, es un dispositivo que lee en voz alta a personas con dificultades para la lectura. El usuario debe colocárselo en el dedo y va escaneando el texto y leyéndolo en voz alta, según mueve el dedo entre las líneas. Si el usuario tiene el dedo en el lugar incorrecto Finger Reader emitirá una señal vibratoria [25].

Imagen 6. A la derecha la interfaz “Bola de cristal” y a la izquierda, “Finger reader”



Crédito de fotos: MIT Media Lab

3.6 Salud

Aunque las tendencias en el ámbito de la salud se centran en el surgimiento de un sistema sanitario a distancia, se han desarrollado diversos productos tecnológicos que pueden contribuir, sobre todo, a la reducción de costes y a salvar más vidas. Por ejemplo, la Universidad de Princeton, en colaboración con DARPA, ha creado un prototipo de oído biónico funcional fabricado en impresora 3D con material orgánico (ver imagen 7). Se trata de un proyecto que se encamina hacia la posibilidad de imprimir órganos en 3D y reducir o eliminar la necesidad de donar órganos [26].

Imagen 7. Prototipo de oído biónico fabricado en impresora 3D con material orgánico



Crédito foto: Princeton University

Otro proyecto que puede contribuir a revolucionar el ámbito de la salud es Haptography de la Universidad de Pensilvania. Se trata de un sistema que permite a una persona registrar una interacción física con una superficie real (por ejemplo tocar una mesa) y recrear esa experiencia para otro usuario en otro lugar o interfaz diferente. Según los desarrolladores, esta tecnología abriría nuevas puertas para la cirugía asistida por robots y permitiría a los médicos recrear los diagnósticos [27].

La Universidad de Illinois, por su parte, ha elaborado unos tatuajes temporales que recogen información biológica. El dispositivo, denominado BioStamp, está fabricado con material estirable, producto de la nanotecnología, que incorpora una serie de transistores, antenas e inductores que miden la temperatura y otros signos vitales [28].

Asimismo, en el ámbito de los dispositivos TIC implantables, la StartUp holandesa, Dangerous Things ha lanzado un chip equipado con tecnología NFC. Aunque de momento se trata de un producto para el entretenimiento, podría tener múltiples aplicaciones médicas ya que es capaz de transmitir información biológica del usuario a un dispositivo móvil [29].

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio confirman muchas de las tendencias en el desarrollo de la tecnología, según han publicado diversas fuentes de información, entre ellas, la Unión

Internacional de Telecomunicaciones de la ONU (UIT) [30]. Según esta organización, los esfuerzos en I+D llevados a cabo en el ámbito de las TIC darán paso a lo que ellos denominan el Internet Táctil, una nueva generación de aplicaciones que tendrán una latencia, es decir, una velocidad de estímulo-respuesta de 1 milisegundo. Estas aplicaciones harán posible la interacción con el mundo cibernético en tiempo real y mucho más personalizada.

La UIT señala que el internet táctil proveerá las soluciones necesarias para muchos de los retos actuales, como por ejemplo, el envejecimiento activo, como consecuencia de los cambios demográficos debido al incremento de la esperanza de vida y la transición a la producción de energías renovables. Asimismo, provocará cambios en la educación, sobre todo en los métodos de enseñanza y contribuirá a hacerla más inclusiva.

Otro ámbito que se verá afectado positivamente por el internet táctil es el de la salud, que facilitará sobre todo el diagnóstico y el tratamiento a distancia, lo que podría suponer un importante incremento en la salud pública alrededor del mundo.

5. Referencias

- [1] Fernández Fuentes, B., Pérez Álvarez, S., del Valle Gastaminza, F. (2009). Metodología para la implantación de sistemas de vigilancia tecnológica y documental: el caso del proyecto INREDIS. 17/04/2015, de Proyecto INREDIS. Web: <http://www.inredis.es/>
- [2] National Science Foundation, (2013). National Robotics Initiative invests \$38 million in next-generation robotics. Nota de prensa 13-179. Web: http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=129284
- [3] Wang, J.; Kannape, O. A.; and Herr, H. M. (2013). *Proportional EMG Control of Ankle Plantar Flexion in a Powered Transtibial Prosthesis*, IEEE ICORR. Biomechatronics Research Group, MediaLab, Massachusetts Institute of Technology. Web: http://biomech.media.mit.edu/portfolio_page/volitional-control/
- [4] MIT Senseable City Lab (2013). Skycall. Web: <http://senseable.mit.edu/skycall/>
- [5] Second Sight Medical Products, Inc. (2014). Sistema de prótesis de retina Argus II. Web: <http://www.secondsight.com/g-the-argus-ii-prosthesis-system-pf-en.html>
- [6] Igram, R. (2014). *Eye-tracking wheelchair developed by DoC researchers featured in Reuters video*. Imperial College of London. Web: http://www3.imperial.ac.uk/newsandeventspggrp/imperialcollege/engineering/computing/newssummary/news_4-7-2014-10-28-14
- [7] Saskham Trust (2014). Smartcane Device. Web: <http://smartcane.saksham.org/>
- [8] Wicab, Inc. (2013). BrainPort V100 Device. Web: http://www.wicab.com/en_eu/v100.html
- [9] Hernández, J.; McDuff, D.; Amores, J.; Benavides, X., (2013). Autoemotive. Massachusetts Institute of Technology Media Lab. Web: <http://autoemotive.media.mit.edu/#about>

- [10] Intelligent Transportation Systems Joint Program Offices, (2015). *Multi-Modal Intelligent Traffic Safety System (MMITSS)*. US Department of Transportation. Web: http://www.its.dot.gov/dma/bundle/mmitss_plan.htm
- [11] Sucu, B. y Folmer, E., (2014). The Blind Driver Challenge: Steering Using Haptic Cues. University of Nevada, Reno. Web: <http://eelke.com/files/pubs/blinddriving.pdf>
- [12] Virginia Tech Transportation Institute, (2013). Virginia Smart Road. Web: <http://www.vtti.vt.edu/facilities/virginia-smart-road.html>
- [13] Roosegaarde, D., (2015). Smart Highway. Web: <https://www.studioroosegaarde.net/project/smart-highway/info/>
- [14] Wang, J. (2014). Adaptive Textiles Technology with Active Cooling and Heating (ATTACH). University of California-San Diego. Web: <http://arpa-e.energy.gov/?q=slick-sheet-project/adaptive-textiles-technology>
- [15] Semeoticons, (2013). *Wize Mirror*. Web: <http://www.semeoticons.eu/>
- [16] Vogel, J., Haddadin, S., Jarosiewicz, B., Simeral, J.D., Bacher, D., Hochberg, L.R., Donoghue, J.P., y van der Smagt, P. (2015). An assistive decision-and-control architecture for force-sensitive hand–arm systems driven by human–machine interfaces. *The International Journal of Robotics Research*, 34 (6), pp. 763-780. Web: <http://ijr.sagepub.com/content/34/6/763> Base de datos.
- [17] PointSwitch., (2014). PointGrab, Inc. Web: <http://www.pointgrab.com/2067/home-automation/>
- [18] Jackson, M.; Zeagler, C.; Valentin, G., Martin, A., Martin, V., Delawalla, A., Blount, W.; Eiring, S., Hollis, R., Kshirsagar, Y., Starner, T. (2013). Facilitating Interactions for Dogs with Occupations: Wearable Dog - Activated Interfaces. Presentado en el International Symposium on Wearable Computers (ISWC' 2013), 9-12 September 2013, Zurich, Switzerland. Web: <https://smartechnology.gatech.edu/handle/1853/52140>
- [19] Fingerson Strikingly, (2014). Dot Watch. Web: <http://fingerson.strikingly.com/>
- [20] Pedius, (2014). Pedius, phone calls for the deaf. Web: <http://www.pedius.org/es/>
- [21]. LC Technologies, Inc., (2015). The Eye Gaze Edge. Web: <http://www.eyegaze.com/eye-tracking-assistive-technology-device/>
- [22] Disney Research, (2012). The Magical Wooden Stick: Enchanting the Sense of Touch. Web: <http://www.disneyresearch.com/project/magicalwoodenstick/>
- [23] Microsoft Research (2014). Hololens. Web: <http://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>
- [24] Lazarovich, N. y Lippman, A., (2014). *Crystal Ball: Platform for Media Discovery and Navigation*. Viral Communications, MIT Media Lab. Web: <http://viral.media.mit.edu/projects/crystalball/>

- [25] Shilkrot, R., Huber, J., Ee Wong, Maes, P., Nanayakkara, S., (2014). FingerReader: A Wearable Device to Explore Printed Text on the Go. Fluid Interfaces, MIT Media Lab: <http://fluid.media.mit.edu/projects/fingerreader>
- [26] Manoort, M.S., Jiang, Z., James, T., Kong, Y.L., Malatesta, K.A., Soboyejo, W., Verma, N., Gracias, D.H., y McAlpine, M.C., (2013). 3D Printed Bionic Ears. *Nano Letters*, 13 (6), pp 2634–2639. Web: <http://www.princeton.edu/main/news/archive/S36/80/19M40/index.xml?section=topstories>
- [27] Kuchenbecker, K.J., Romano, J., y McMahan, W., (2011). Haptography: Capturing and Recreating the Rich Feel of Real Surfaces. Departmental Papers (MEAM). Paper 269. Web: http://repository.upenn.edu/meam_papers/269
- [28] S. Xu, Y. Zhang, L. Jia, K.E. Mathewson, K.-I. Jang, J. Kim, H. Fu, X. Huang, P. Chava, R. Wang, S. Bhole, L. Wang, Y.J. Na, Y. Guan, M. Flavin, Z. Han, Y. Huang, y J.A. Rogers, (2014). Soft Microfluidic Assemblies of Sensors, Circuits, and Radios for the Skin, *Science* 344, 70-74. Web: <http://spectrum.ieee.org/biomedical/devices/a-temporary-tattoo-that-senses-through-your-skin>
- [29] Dangerous Things, LLC., (2015). xNTi, implantable NFC chip. Web: <https://dangerousthings.com/shop/xnt-ntag216-2x12mm-glass-tag/>
- [30] Fettweis, G.; Boche, H.; Wiegand, T.; Zielinski, E.; Schotten. H.; Merz, P.; Hirche, S.; Festag, A.; Häffner, W.; Meyer, M.; Steinbach, E.; Kraemer, R.; Steinmetz, R.; Hofmann, F.; Eisert, P.; Scholl, R.; Ellinger, F; Weiß, E.; and Riedel, I. (2014). The Tactile Internet. 14/04/2015, de la International Telecommunications Union. Web: <http://www.itu.int/en/ITU-T/techwatch/Pages/tactile-internet.aspx>