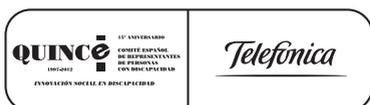


Colección Telefónica Accesible
Número 14

Las nuevas fronteras de la accesibilidad a las tecnologías de la información y la comunicación

Estudio de prospectiva sobre la accesibilidad en la sociedad
de la Información y las TIC. Informe de resultados (2012)



Ediciones Cinca



PROMOVIDA POR CERMI Y TELEFÓNICA

DIRECTORES:

Luis Cayo Pérez Bueno
Alberto Andreu

CON EL APOYO DE:



Fundación ONCE
para la cooperación e integración social
de personas con discapacidad

PRIMERA EDICIÓN: enero 2012

© DE LOS TEXTOS: CERMI

© DE ESTA EDICIÓN: Telefónica
CERMI
Ediciones Cinca, S. A.

Reservados todos los derechos.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en las obras de la Colección Telefónica Accesible editadas por Ediciones Cinca, S. A., incumbe exclusivamente a sus autores y su publicación no significa que Ediciones Cinca, S. A., se identifique con las mismas.

DISEÑO DE COLECCIÓN

Juan Vidaurre

PRODUCCIÓN EDITORIAL,
COORDINACIÓN TÉCNICA
E IMPRESIÓN:

Grupo Editorial Cinca, S. A.
General Ibáñez Ibero, 5A
28003 Madrid

Tel. 91 553 22 72
Fax 91 554 37 90
grupoeditorial@edicionescinca.com
www.edicionescinca.com

DEPÓSITO LEGAL: M.
ISBN:

Las nuevas fronteras de la accesibilidad a las tecnologías de la información y la comunicación

Estudio de prospectiva sobre la accesibilidad en la sociedad
de la Información y las TIC. Informe de resultados (2012)





Elaborado por Technosite

La presente documentación está protegida por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual prohibiéndose expresamente reproducir, copiar, distribuir, poner a disposición o de cualquier otra forma comunicar públicamente, transformar o modificar la documentación que aquí se presenta, a menos que se cuente con la autorización expresa y por escrito del titular de los correspondientes derechos

ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
I. RESUMEN EJECUTIVO	9
II. MARCO CONCEPTUAL	00
2.1. Introducción	
2.2. Motivación y objetivos	
2.3. Metodología	
III. TENDENCIAS ACTUALES Y FUTURAS DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y LAS TIC.....	
3.1. Principales áreas tecnológicas de avance	
3.2. La Web 2.0	
3.3. Computación Cloud.....	
3.4. Televisión digital.....	
3.5. Tecnologías y protocolos de comunicación: Tecnología NFC	
3.6. Tecnologías de interacción persona-máquina	
3.7. Nuevos dispositivos de acceso.....	
IV. SITUACIÓN DE ACCESIBILIDAD DESDE EL PUNTO DE VISTA NORMATIVO	
4.1. Implicaciones de la Convención de Derechos de las Personas con Discapacidad.....	
4.2. Europa.....	
V. ESTUDIO DE LAS ÁREAS TECNOLÓGICAS PRIORITARIAS.....	
5.1. Entornos prioritarios	
5.2. Selección de dispositivos y servicios	
5.3. Situación y tendencias en accesibilidad	

VI. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS	
6.1. Recomendaciones prácticas para la mejora de la accesibilidad	
6.2. Conclusiones respecto a las tendencias tecnológicas y la accesibilidad	
6.3. Recomendaciones de acción e impulso desde el sector social de la discapacidad organizado en torno al CERMI	
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	

I. RESUMEN EJECUTIVO

CERMI y Fundación ONCE plantearon a Technosite desarrollar un estudio de prospectiva que permitiese identificar cuáles están siendo y cuáles serán en un futuro a corto y medio plazo las fronteras de la accesibilidad y el diseño para todos¹ en la Sociedad de la Información y en las tecnologías de la información y la comunicación de próxima generación en el contexto español.

El objetivo general del presente estudio ha sido analizar las tendencias de desarrollo futuro de la Sociedad de la Información y las TIC en España para enfocar con cierta anticipación la actividad que se realiza desde el sector social de la discapacidad en torno al CERMI, hacia la consecución de una sociedad que garantice el pleno acceso y el diseño para todos en el ámbito tecnológico.

La metodología puesta en práctica para alcanzar este objetivo ha implicado una triple vertiente: la consulta a expertos nacionales (investigadores, desarrolladores, fabricantes, Administraciones Públicas); la realización de una vigilancia tecnológica sobre las TIC emergentes y de desarrollo futuro, así como sobre los aspectos de accesibilidad relacionados; y, por último, una aproximación empírica, basada en el testeado de accesibilidad, sobre el dispositivo tecnológico más representativo de cada una de las áreas de acción consideradas prioritarias.

El estudio ha permitido constatar que el desarrollo de las tecnologías supone muchas veces, en sí mismo, una mejora de la accesibilidad

¹ En adelante a lo largo de este informe se empleará siempre esta expresión, por ser aceptada tanto en la LIONDAU (Ley 51/2003; Artículos 2 y 7, sobre principios y medidas contra la discriminación, respectivamente) como en la Convención de Derechos de las Personas con Discapacidad (Art. 2) y en la declaración de Estocolmo de 2004. Se trata de una traducción literal del término «design for all», acuñado por el arquitecto estadounidense Ronald L. Mace; por tanto, en este caso «todos» debe entenderse como genérico, es decir, que incluye a todas las personas. Es un término equiparable a «diseño inclusivo» o «diseño universal».

tecnológica. No obstante, en ocasiones los avances tecnológicos pueden suponer un retroceso en la accesibilidad.

Por otra parte, la creciente interconectividad entre dispositivos y plataformas permite que las personas accedan y manipulen información desde cualquier lugar, haciendo posible la ubicuidad del acceso a la información y de la participación.

El hecho de que muchas de las tecnologías emergentes sean (o al menos, pretendan ser) universalmente accesibles redundante, además, en el ahorro de costes, pues son susceptibles de ser empleadas por todas las personas con independencia de sus capacidades.

La legislación actual, en muchos aspectos, promociona el diseño con nociones de accesibilidad para productos hardware y software pero, salvo en el caso de la web, no existe una normativa técnica detallada que garantice que el fabricante diseñe un dispositivo realmente accesible. Es necesario incrementar la conciencia que las empresas, la clientela y los legisladores tienen acerca de su responsabilidad en materia de accesibilidad, a través de las leyes y de campañas de sensibilización, y desarrollar una normativa abierta, flexible, adaptable y fácilmente modificable, que permita superar la limitada incidencia que hasta ahora han tenido las medidas legislativas.

Las principales conclusiones apuntan hacia cinco líneas de acción a adoptar por parte del sector asociativo organizado en torno al CERMI. Tales líneas, que tienen un carácter complementario, son las siguientes:

1. Continuidad en la vigilancia tecnológica.
2. Generación de información útil y actualizada sobre el uso de la tecnología por parte de las personas con discapacidad.
3. Establecimiento y mantenimiento de alianzas más amplias, con el tercer sector en su conjunto.
4. Información, denuncia y crítica constructiva.
5. Estar presente, formar parte del proceso, en la investigación básica, en el desarrollo industrial y en la elaboración de normativa.

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Introducción

Los dispositivos tecnológicos contribuyen a la mejora de la vida cotidiana de las personas con discapacidad haciéndoles posibles actividades antes vedadas o de muy difícil realización. Abren un panorama de opciones y, sin embargo, presentan el riesgo de ensanchar la brecha digital si no cumplen las siguientes condiciones:

- Que sean accesibles y usables para las personas con discapacidad, concebidos con criterios de «diseño para todos».
- Que se provean vías para garantizar el acceso a las tecnologías accesibles y a los productos de apoyo, incluyendo aspectos de formación, económicos y/o institucionales.

Si la innovación tecnológica descuida estas premisas, puede dejar de ser una oportunidad, para convertirse más bien en un factor de exclusión.

La evolución experimentada por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha propiciado el desarrollo de servicios y productos tecnológicos en el entorno cotidiano que facilitan ventajas y posibilidades a los usuarios y que eran consideradas impensables hasta no hace mucho tiempo.

Estos avances que, en principio, deberían favorecer la accesibilidad y la posibilidad de realizar tareas a personas con discapacidad están originando, sin embargo, en un elevado número de ocasiones, la aparición de barreras tecnológicas que desembocan en lo que se co-

noce como **exclusión digital**. A menudo, los fabricantes de productos tienden a enriquecer éstos con funcionalidades que, en la mayoría de los casos, no son ni tan siquiera descubiertas o utilizadas por los usuarios, sólo basándose en el hecho de que resulten más modernos que los modelos precedentes, a los que deben superar en «prestaciones tecnológicas».

Afortunadamente, la exclusión digital está siendo atajada por diversas iniciativas públicas y privadas que estudian y desarrollan estrategias de acceso a las tecnologías, eliminando barreras e ideando nuevos servicios que faciliten la vida cotidiana a las personas con discapacidad. Concretamente, la Unión Europea está llevando a cabo distintas políticas encaminadas a la e-inclusión² a través de los programas regionales que se llevarán a cabo hasta 2013.

En este contexto, se presenta el siguiente informe de prospectiva tecnológica, cuyos resultados pretenden servir de base para fundamentar decisiones acerca de la elaboración de un plan nacional de acción a ejecutar en los próximos años en materia de accesibilidad y diseño para todos de las TIC y la Sociedad de la Información.

2.2. Motivación y objetivos

2.2.1. Objetivo General

El objetivo principal de este estudio de prospectiva ha sido prever en cierta medida el futuro desarrollo de la Sociedad de la Información y las TIC en España para enfocar con anticipación la actividad que se realiza desde el sector social de la discapacidad orientado en torno al CERMI hacia la consecución de una sociedad que garantice el pleno acceso y el diseño para todos en el ámbito tecnológico.

Dicho objetivo se compone, a su vez, de una serie de objetivos concretos, que se presentan a continuación:

² Véase el apartado correspondiente en el portal temático sobre la Sociedad de la Información en Europa: http://ec.europa.eu/information_society/activities/einclusion/index_en.htm

2.2.2. *Objetivos específicos*

- Identificar cambios y desafíos en el contexto de la investigación e innovación relacionada con la Sociedad de la Información y las TIC.
- Seleccionar las áreas tecnológicas y líneas de investigación y aplicación prioritarias.
- Analizar, sobre dichas áreas y líneas, los aspectos de accesibilidad y diseño para todos que afectan o afectarán en un futuro a estas innovaciones.
- Evaluar y planificar cómo dar respuesta conveniente a las necesidades de accesibilidad detectadas a corto y medio plazo.

2.3. **Metodología**

El método para acometer este estudio de prospectiva se fundamenta sobre tres pilares, basados en fuentes de información diferenciadas:

1. Consulta a expertos nacionales. Se ha seleccionado una muestra de 10 personas expertas pertenecientes a distintos sectores tecnológicos. La consulta se ha llevado a cabo a través de entrevistas cualitativas semi-estructuradas, así como mediante cuestionarios cumplimentados por vía telemática. Las preguntas diseñadas se han enfocado al análisis de tendencias de mercados, tanto internos como externos, así como de la industria en lo que a I+D y tecnologías se refiere; igualmente, se ha indagado acerca de las tendencias en accesibilidad y retos en este sentido respecto a las tecnologías emergentes; por último, se ha tratado de recabar recomendaciones en esa línea para el diseño del plan de acción.

TABLA 1
Perfil de los expertos consultados

Código entrevista	Perfil profesional / cargo	Ámbito	Áreas de conocimiento en las que es experto/a
E1-JC	Consultor accesibilidad y usabilidad en nuevas tecnologías, y desarrollador	Tecnológico/ accesibilidad	Tecnología en los entornos laboral y educativo
E2-JR	Consultor social	Social/ jurídico/ tecnológico	Programación / Diseño de portales web / legislación y políticas en relación con la discapacidad
E3-CR	Directora del CEAPAT	Tecnológico/Político/ Jurídico/Investigación	Normativa técnica y legal/ Adaptación de productos para que sean accesibles/Demostración e investigación técnica/ Información y asesoramiento en tecnología accesible
E4-AR	Profesor Universitario UNED	Tecnológico	Accesibilidad electrónica / Sistemas de control del entorno / Usabilidad en sistemas de teleasistencia / Normalización
E5-JM	Subdirector de I+D+i Technosite	Tecnológico	Tecnologías Accesibles
E6-FF	Profesor Universidad Alicante	Tecnológico	Grupo de Investigación de Informática Industrial y Redes de Computadores / Experto en domótica y ambientes inteligentes.
E7-SG	Director I+D Treelogic	Tecnológico	Proyectos relacionados con el sector turístico, con la robótica social y la robótica de servicios, proyectos relacionados con la tecnología de identificación por radiofrecuencia RFDI, Internet, redes de sensores inteligentes, ambientes inteligentes, accesibilidad...
E8-LB	Co-coordinadora en Ecolab / Proposal and project manager _ Ariadna Servicios Informáticos	Tecnológico	
E9-CZ	Smart-Business	Tecnológico	
E10-JG	Director Adjunto de TECNALIA-Salud y Calidad	Tecnológico	Telerehabilitación, telemonitorización, telecuidado, teleasistencia

2. Vigilancia tecnológica (VT) sobre las TIC emergentes y de desarrollo futuro, así como sobre los aspectos de accesibilidad relacionados. El proceso de VT se ha compuesto de las siguientes tareas:
 - a) Identificación de necesidades, fuentes y medios de acceso a la información. Se han determinado los aspectos susceptibles de ser vigilados, las fuentes de información a las que recurrir, así como los medios de acceso a dichas fuentes.
 - b) Búsqueda y tratamiento de la información. La búsqueda y selección de información relevante se ha realizado estableciendo un protocolo sistemático y periódico de búsqueda en las fuentes seleccionadas.
 - c) Valoración de la información. El equipo de trabajo ha contactado con personas expertas en I+D y accesibilidad que han analizado la información previamente validada para darle valor a través de sus consideraciones y recomendaciones.
3. Aproximación empírica, basada en el testeo de accesibilidad, sobre el dispositivo tecnológico más representativo de cada una de las áreas de acción consideradas prioritarias. Dicho testeo se ha llevado a cabo mediante pruebas directas con prototipos o con dispositivos ya desarrollados.

III. TENDENCIAS ACTUALES Y FUTURAS DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y LAS TIC

Actualmente, las tendencias TIC mundiales marcan una nueva manera de entender y abordar la innovación. La globalización de los mercados, una competencia en aumento constante y la transformación de la sociedad hacia una mayor interconexión implican, necesariamente, hacer frente a nuevos desafíos de futuro en los procesos de creación de valor en las empresas y en la sociedad.

Mientras las TIC e Internet influyen cada vez más en la economía europea, gracias al incremento de la utilización de las aplicaciones y servicios de banda ancha, junto con el aumento de uso de los dispositivos móviles (incluyendo los *smartphones*) y sus aplicaciones, el impacto de las TIC e Internet en las estructuras de la sociedad europea está cobrando más significado. Las TIC facilitan la transformación y aceleran los procesos sociales, tales como la globalización y la movilidad. Tienen un impacto en aspectos organizacionales, en la composición de las redes, en la capacidad de la gente para gestionar información en un proceso de aprendizaje que dura toda la vida, en las relaciones sociales, en la contribución de los usuarios a ampliar el conocimiento y la creación de contenidos etc. (European Commission, 2010).

Tradicionalmente, la tecnología ha desempeñado un papel muy importante en los procesos de innovación de las empresas, y seguramente seguirá siendo así en el futuro, pero se está produciendo una transformación en la que la tecnología está dejando de ser el motor de la innovación para convertirse en facilitadora de la misma. Esta nueva forma de abordar la innovación en el ámbito de la tecnología social inclusiva se inclina a involucrar más a los usuarios finales. Para la creación de nuevos programas y aplicaciones, se incluye cada vez más la participación de aquéllos en todo el proceso de diseño y desarrollo, y se tiende hacia el desarrollo multidisciplinar.

*«Hasta ahora, las tecnologías venían dadas y los usuarios se tenían que adaptar a esos principios tecnológicos o a esa capacidad tecnológica y se creaban una serie de necesidades al usuario. Ahora, la tendencia se está dirigiendo hacia la **personalización de esos servicios para encontrar las necesidades reales que un usuario pueda tener** y, de alguna forma, poder llegar a un mayor número, a un mayor segmento de población, sobre todo también reduciendo la brecha digital. Se puede decir que se trata de incrementar la capilaridad, de llegar a ver la tecnología a través de la personalización, y esa personalización viene dada por una **mayor participación de los usuarios en el proceso de diseño tecnológico.**» (E5-JM)*

*«El desafío que ya se está produciendo es la **incorporación de los usuarios como productores de ideas**, como productores de contenidos, como productores de servicios, como centro en todo lo que tiene que ver con la generación de tecnología y la generación de nuevos productos. En parte, esto se está cumpliendo, pues **en varios proyectos ya se ven los usuarios totalmente involucrados**, en varios proyectos y tecnologías los usuarios son el centro. Pero el desafío yo creo que está ahí, en hacer creer primero al usuario partícipe del desarrollo tecnológico desde sus comienzos y que la tecnología realmente responda a las necesidades que plantean estos usuarios.» (E6-SG)*

«Las asociaciones de usuarios tienen que tener más peso y tenemos que organizarlas mejor para que puedan implicarse de una forma natural en un proyecto de I+D+i.» (E5-JM)

Un aspecto directamente relacionado con el aumento de la implicación de los usuarios finales en el proceso de desarrollo tecnológico es la cuestión de la accesibilidad de estas tecnologías. Con respecto a ella, a las carencias y necesidades detectadas, y a las previsiones de futuro en este sentido, los expertos comentan:

«La **accesibilidad requiere de muchos más apoyos para que sea una realidad constatada**. Lo que falta es que se generalice. En España, en los organismos oficiales, la situación es positiva en las entidades que tienen relación con información masiva; sin embargo, no es así en el caso de las pequeñas empresas. En general, es insuficiente. Ej: Observatorio de la Accesibilidad Web de los portales universitarios de Discapnet.» (E3-CR).

«Nos **falta inconformismo**. Igual que antes te rebelabas porque las aceras no eran accesibles... y te atabas... ¿Cuánta gente se ata ahora porque la web no es accesible? Parece que no importa que Twitter no sea accesible, la acera se ve mucho más, y denuncias al Ayuntamiento, pero ¿cuándo vamos a pasar a la denuncia en las otras cosas?» (E3-CR).

«La **influencia que el Estado pueda tener en los procesos, en la accesibilidad de los procesos de compras públicas, es una estrategia que ha funcionado razonablemente bien en Estados Unidos, imagino que con muchísimas carencias, pero también ha mejorado la accesibilidad allí con la sección 508 y ahora se está intentando hacer en Europa también**. Y, fundamentalmente, para que eso sea posible **necesitamos normas**, (...) la ley al final, sobre todo en nuestro país, no es nada si no desarrolla un reglamento que haga referencia a una norma, hoy en día de AENOR, una norma que establezca cuáles son los elementos que pueden ser utilizados en un proceso judicial para discernir si una web es accesible o no, o si un sistema de teleasistencia es accesible o no, o un sistema de e-learning, etc.» (E4-AR)

«El gran freno que estamos teniendo es la **falta de estandarización en cuanto al diseño para todos**. Al no haber estandarización, cada fabricante hace lo que buenamente se le ocurre (o dicho de otra forma, lo que no se le ocurre, no lo hace - al no haber un estándar que tenga que cumplir, un sello)» (E9-CZ)

Uno de los acuerdos que surgen entre los expertos consultados es que hay que apostar por el «diseño para todos»:

*«El concepto «**diseño para todos**» (...) esa es la clave: hacer cosas específicas, especializadas y únicas no tiene mucho recorrido. (...) Hay que hacer una apuesta tremenda por el **diseño universal**, sobre todo teniendo en cuenta que, debido a la globalización, cada vez el coste hay que reducirlo más. Se está viendo que ya todo el mundo fabrica en China o en Marruecos hoy en día, pero siempre porque se ve que los costes de fabricación son fundamentales para poder tener mercado, y eso hace que haya que disminuirlos. Y la única forma de **disminuir costes es fabricando de forma masiva**, un número importante, tiradas muy importantes de elementos, de productos, (...) yo creo que el diseño universal es la base de todo, no a nivel de hardware, o sea, de dispositivos, sino también desde el punto de vista software» (E10-JG)*

*«El **diseño para todos** y la accesibilidad para todos (...) necesitamos que llegue a todos los ámbitos de la tecnología» (E9-CZ)*

No obstante, se detecta como uno de los mayores problemas para afrontar el cambio tecnológico, el de la propia aversión al cambio:

*«Las principales trabas que nos encontraremos en cualquier entorno para el **progreso tecnológico** serán principalmente **trabas sociales**, de aceptación de ese progreso tecnológico. Hay gente que no quiere permitir el avance, le asusta y tiene miedo a perder su poder.» (E1-JC).*

Otro de los grandes problemas relacionados con el avance tecnológico es el riesgo de que se cree una brecha digital:

«*Quienes más se van a ver afectados por los cambios tecnológicos serán las minorías dentro del colectivo de gente con discapacidad, principalmente aquellos con discapacidad sensorial o intelectual (peligro real de **exclusión debido a la brecha digital**).*» (E2-JR)

3.1. Principales áreas tecnológicas de avance

A continuación se presentan de forma sintetizada las áreas tecnológicas de avance que han detectado los expertos consultados. En los siguientes apartados se detallará más sobre cada una de ellas, teniendo también en cuenta los resultados de la vigilancia tecnológica realizada.

TABLA 2
Principales áreas tecnológicas de avance detectadas

Tecnologías y tendencias tecnológicas		Experto
Nuevas interfaces de relación persona-máquina	Interfaces táctiles	(E4-AR)
	Naturalización de la interfaz	
	Interfaces vocales que incluyan sentimientos	
	Comunicación a través de la mente	
	Tecnologías de voz	(E7-SG)
	Tecnologías semánticas	
	Interpretación contextual	
	Interpretación de emociones	
	Interpretación del pensamiento	(E1-JC)
Adaptación de las interfaces a la situación subjetiva del usuario		

TABLA 2 (Cont.)
Principales áreas tecnológicas de avance detectadas

Tecnologías y tendencias tecnológicas		Experto
	Sistema de reconocimiento de gestos	(E6-FF)
	Sistema de Realidad Aumentada	
	Entornos inteligentes	
	Interacción natural persona-entorno	
	Sistemas auto-adaptativos	
	Tecnología inteligente: rastreo de contexto	(E5-JM)
Entornos y dispositivos móviles	Miniaturización y sustitución del hardware de sobremesa por la interconexión de pequeños dispositivos móviles	(E4-AR) (E2-JR) (E1-JC)
	Teléfono móvil	(E8-LB)
	Android	
	Near Field Communication (NFC)	
	Tablets PC	(E9-CZ)
	Convergencia hardware	
	Smartphone	
	Ubicuidad	(E10-JG)
Cloud Computing y	La nube	(E5-JM) (E8-LB)

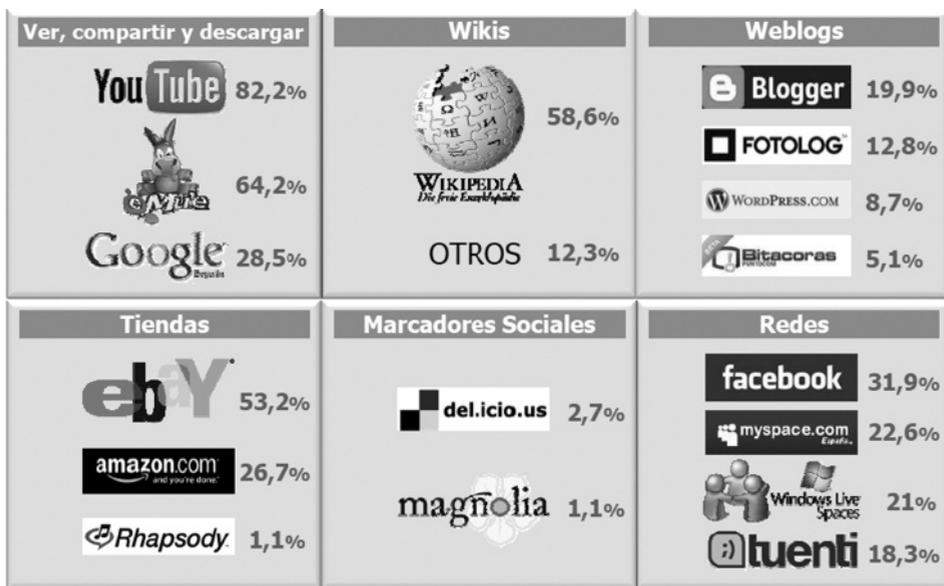
TABLA 2 (Cont.)
Principales áreas tecnológicas de avance detectadas

Tecnologías y tendencias tecnológicas		Experto
Virtualización de servicios	Deslocalización tecnológica	(E4-AR) (E3-CR)
	Virtualización tecnológica	
	Servicio en la nube	
	Virtualización de servicios	
	Orientación hacia el servicio	
	Personalización	
	Software service	
Sistemas de bajo consumo / Tecnología verde	Sistemas de bajo consumo	(E6-FF)
	Tecnología verde	(E9-CZ)
	Eficiencia energética	
Web	Web 2.0	(E8-LB) (E3-CR)
Otras	Telepresencia	(E9-CZ)
	Robótica de servicios	(E10-JG)
	Domótica	(E3-CR)
	TV Digital	

3.2. La Web 2.0

La Web es, sin duda, una tecnología que tiene gran influencia en nuestra sociedad. La aparición y extensión de redes sociales en Internet, (y, en general, de la Web 2.0), constituye uno de los fenómenos emergentes de mayor relevancia en los últimos años en relación con el uso de las nuevas tecnologías, tanto por el volumen de personas que las utilizan y el rápido y constante incremento de dicho volumen, como también por lo que suponen en cuanto al surgimiento de nuevos modos de relación social entre personas y grupos, y la modificación de los ya existentes. Pero, ¿qué es la web 2.0? Es un entorno en el que se puede ver, compartir y descargar archivos y videos, consultar en wikis y blogs, comprar en tiendas, consultar marcadores sociales, y acceder a redes sociales (Zed Digital, 2008). Los aspectos más destacados de la Web 2.0 son: que permite compartir información, que es interoperable, que su diseño está centrado en el usuario, y que tiene una naturaleza esencialmente colaborativa.

FIGURA 1
Qué es la Web 2.0



Fuente: (Zed Digital, 2008).

La revolución tecnológica asociada a la Web 2.0 ha supuesto la aparición de interfaces de usuarios que permiten la comunicación masiva y multidireccional, así como de plataformas que facilitan diferentes modalidades de interacción online.

Se considera red social el conjunto de personas o entidades que se relacionan entre sí, así como las interacciones que se generan o establecen entre ellas. En Internet, estas interacciones pueden producirse de maneras muy diversas; por ejemplo, mediante comentarios en blogs, intercambio de mensajes por correo electrónico o participación en foros. Con el auge de la Web 2.0, que permite mayor interactividad en la Web, se han desarrollado sistemas específicos destinados a favorecer el establecimiento de dichas relaciones. Aunque, popularmente, estos sistemas se conocen como «redes sociales», en lo sucesivo nos referiremos a ellos como «plataformas de redes sociales» para distinguirlos del concepto más amplio de «red social».

De acuerdo con los datos de la segunda oleada del Observatorio sobre Redes Sociales (BBVA, Microsoft y Telefónica, 2010), el uso de éstas se ha duplicado en el último año entre los internautas españoles de entre 16 y 45 años, pasando del 45 al 81%. También tiende a crecer el número de redes a las que pertenece un usuario (la media pasó de 1,7 en 2008 a 2,3 en 2009). Entre las nuevas prácticas en materia de tecnología, también asciende el acceso a las plataformas de redes sociales en Internet a través de los teléfonos móviles.

La última encuesta de Navegantes en la Red, realizada por la Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (AIMC, 2011), muestra el progresivo crecimiento del uso de las redes sociales por parte de los internautas españoles (estudio realizado entre octubre y diciembre de 2010 con una muestra de 39.709 personas mayores de 14 años). Aproximadamente, el 80% de la población internauta utiliza habitualmente alguna de ellas, con Facebook a la cabeza, usada por el 89,9%, seguida de Tuenti, con el 26,2% de los usuarios conectados a ella. No sólo crece el número de registrados en plataformas de redes sociales, también su uso: el 60,3% lo hace a diario.

*«La socialización de las interrelaciones es el mayor cambio que se está experimentando, porque aunque llevemos oyendo hablar de las **redes sociales** desde hace aproximadamente 2 años, es ahora cuando **todo el mundo está haciendo uso de ellas.**» (E2-JR)*

Junto con las tendencias señaladas, se detecta una disminución en el uso de las redes «Peer-to-Peer» (P2P), entre otras cosas porque parte de las actividades que permiten se realizan ahora a través de las plataformas de redes sociales y porque se aprecia un uso creciente de los medios audiovisuales en línea sin descargar los mismos (por *streaming*, como por ejemplo en YouTube)³. También están cobrando cada vez más importancia las arquitecturas distribuidas orientadas a servicios (Luthria y Rabhi, 2008), un sistema software que empaqueta la funcionalidad según los servicios que ofrece.

Con este panorama de uso masivo y extendido de este tipo de herramientas de la Web 2.0, (y de la que viene, la 3.0), los principales comentarios de los expertos consultados en relación con la accesibilidad de dichas herramientas son los siguientes:

*«Hay una normativa mundial, pero también la hay europea y nacional. Esta normativa no está implantada suficientemente. No se parte de cero, porque está toda la normativa WAI y muchos trabajos de la Oficina de la Accesibilidad Web (...), pero una cosa es que exista y otra que todo el mundo la cumpla. La **normativa sobre accesibilidad web siempre está en revisión**, ahora está la 2.0, pronto tendremos la 3.0 seguramente, es algo que está vivo.» (E3-CR)*

³ <http://www.adslnet.es/index.php/2009/02/20/el-p2p-deja-de-ser-interesante-para-los-internautas-en-favor-del-streaming-y-la-descarga-directa/>

*«También faltan herramientas que ayuden al cumplimiento de las normativas de accesibilidad. Por ejemplo, en cuanto a los contenidos (creación de pdfs accesibles, subtitulado...). Nosotros hace muchos años desarrollamos el TAW (Test de Accesibilidad en la WEB) que es de uso gratuito y que se sigue utilizando. (...) Vamos todos muy rápido, con poco tiempo, no hay mucho personal... pues tiene que haber **herramientas inteligentes que faciliten la accesibilidad en la web** (E3-CR).*

Se destaca, por otra parte, la participación colaborativa en Internet en España (diversos ejemplos que utilizan modelos colaborativos para promocionar la accesibilidad web también se pueden encontrar en la revista WAI Magazine⁴):

*«Las tecnologías se desarrollan sobre una infraestructura global, que en este caso es Internet, de modo que la evolución tecnológica también es bastante global (...) en España, tenemos una tasa o un **nivel de uso de las tecnologías 2.0** mayor que otros países europeos, lo cual es positivo. Creo que tenemos oportunidades, a nivel tecnológico, de uso de esos servicios, cada vez más colaborativos, en Internet. (...) **Este aspecto colaborativo en España es algo que destaca** y creo que eso nos puede dar una ventaja competitiva a la hora de definir estos servicios de una forma colaborativa o haciendo uso de la información que hay en Internet (...) es una oportunidad que se abre para España.» (E5-JM)*

En relación con estos servicios colaborativos, se encuentran los **gestores de contenidos, o Content Management Services (CMS)** que han permitido que las personas, sin necesidad de contar con demasiados conocimientos en informática, puedan crear y gestionar contenidos. Esto ha dado gran empuje a las plataformas de redes sociales y a la presencia

⁴ <http://wai.phpmagazine.net/>

de sitios web independientes cuyos contenidos han sido creados y mantenidos por los propios usuarios, sin necesidad de empresas u organizaciones que dirijan o formen personal especializado en la creación y gestión de contenidos para la Web. Estas aplicaciones, encargadas de proporcionar herramientas intuitivas y sencillas a los usuarios a través de una interfaz web, han sido adaptadas para la gestión de contenidos textuales, visuales, sonoros, matemáticos y lógicos. Algunos blogs técnicos o personales han emergido como escaparates donde publicar y evaluar diversos productos. La figura del bloguero o articulista independiente emerge gracias a los gestores de contenidos y publicaciones electrónicas independientes.

Los gestores de contenido han modificado, además, la forma de trabajar. Ahora se puede crear y editar contenidos de forma colaborativa y a distancia. Un escritor, administrativo, periodista o educador puede elaborar e introducir contenidos desde cualquier lugar donde pueda conectarse a la plataforma de gestión de contenidos. En el plano educativo, por ejemplo, profesores y alumnos de cualquier centro y cualquier lugar del mundo pueden compartir experiencias y materiales, y evolucionar en un camino conjunto de aprendizaje gracias a los gestores de contenidos.

A este respecto, los expertos señalan también la importancia del Aula 2.0 o Escuela 2.0:

*«(...) el **Aula 2.0** se está viendo como la solución más apropiada para dar respuesta a los problemas más acuciantes, como son los de integrar a alumnos con necesidades especiales y el proporcionar una homogeneidad en el plan formativo de los alumnos. (...) existirá la posibilidad de crear redes colaborativas entre profesor y alumno, utilizar el libro electrónico... Aparte de todo esto, el sistema educativo deberá ir preparando a sus alumnos para responder a las nuevas necesidades del mercado, donde los sistemas de producción están dominados por la robótica y las nuevas tecnologías.» (E1-JC).*

3.3. Computación Cloud

Internet se ha convertido en un entorno informático en el que se desarrollan, implementan y ejecutan nuevos tipos de sistemas software. Surge una enorme cantidad y variedad de recursos y servicios en este entorno. Se observa un potencial sin precedentes en los diversos enfoques de coordinación e integración de estos recursos y servicios en una escala global. Entre estos métodos, se encuentran la computación «grid», la computación orientada a servicio, la computación ubicua y la computación Cloud, por mencionar algunos. En contraste con los sistemas tradicionales, tales como sistemas independientes o redes de área local e intranets de empresa, el entorno informático de Internet es mucho más abierto, dinámico y autónomo.

Computación Cloud es un término usado hoy en día para describir el almacenamiento, acceso y compartición de datos, aplicaciones y capacidad computacional a través de la red. Utilizar cuentas de correo online como Hotmail o Gmail, almacenar los marcadores de Firefox online, compartir amistades en el ciberespacio a través de las plataformas de redes sociales como Facebook, mantener un blog en WordPress, y grabar videos personales y fotos en Youtube y Flickr, son simplemente algunos ejemplos de cómo muchas personas ya están trabajando y utilizando el Cloud a diario (Pew Research Center's Internet & American Life Project, 2010). La computación Cloud es el último paradigma en emerger en el ámbito de los sistemas de procesamiento y computación distribuidos. Esta tecnología surge ante la clara tendencia de concentración de recursos computacionales (formando grandes agrupaciones de sistemas) en grandes centros de datos, permitiendo compartir esta infraestructura para proveer servicios TIC bajo demanda.

*«Creo que buena parte de la gestión de la interfaz del usuario, de la comunicación entre el usuario y el sistema **va a empezar a delegarse a la nube**, a un sistema operativo y a unos recursos computacionales que no están en el agente de usuario sino que están en Internet en algún sitio.» (E4-AR).*

En esta línea, la computación Cloud se presenta al usuario como un punto único de acceso a todas sus necesidades de procesamiento y computación, asegurando una infraestructura robusta y disponible en cualquier momento. El precio del servicio al usuario dependerá de estas necesidades, siguiendo el modelo de negocio de «utility computing». Desde el punto de vista hardware, la persona usuaria tiene la sensación de disponer de infinitos recursos computacionales bajo demanda, eliminando las exigencias de aprovisionamiento de cada usuario.

Uno de los lemas de la computación Cloud es usar la Web como una plataforma, lo que facilita la deslocalización y la abstracción. Este tipo de arquitecturas no hacen ninguna asunción sobre la localización física tanto de máquinas como de datos, ni sobre la composición interna o la propiedad de sus componentes. El contenido requerido se encuentra en una colección de máquinas virtualizadas interconectadas.

*«Una tendencia que ya se ha iniciado pero que va a suponer una nueva generación del desarrollo tecnológico es la de la **deslocalización tecnológica**, también llamada **virtualización tecnológica**, que consiste en que tecnologías que normalmente están en local, es decir, en el dispositivo del usuario, ... en su propio dispositivo o que están en el entorno propio directo del usuario, van a estar de alguna forma funcionando de manera remota en servidores de servicios y de aplicaciones ubicados físicamente en otros emplazamientos. Esto va a permitir que podamos tener servicios más sofisticados...» (E5-JM)*

*«La **virtualización de servicios** hasta hace poco tiempo, un año a lo mejor, era algo por lo que las multinacionales no se decantaban claramente. Pero, recientemente, ya se está viendo una explosión que materializa esta tendencia, es decir, grandes empresas como Microsoft, Google, Siemens y otras multinacionales están utilizando esta tendencia a ofrecer los servicios que tradicionalmente han dado de una forma localizada, o en un sistema operativo que estaba pues instalado en el dispositivo del usuario, a través de servidores remotos. En el caso de Microsoft, ...dentro de unos meses va a salir ya el Word que está en la nube, por ejemplo. Y se puede decir que esta tendencia va a seguir una evolución exponencial.» (E5-JM).*

Con respecto a la accesibilidad, los expertos opinan que las tecnologías Cloud serán clave, ya que permitirán ejecutar productos de apoyo de forma remota y desde cualquier ordenador, siempre y cuando esté disponible en la nube. Gracias a esto, se harán accesibles contenidos y programas sin necesidad de tener que instalar software en el dispositivo de usuario.

*«En el ámbito de la discapacidad,..., yo creo que las tecnologías como la de **Cloud Computing**, que permite localizar servicios, etcétera, van a suponer una **clara ventaja** a nivel de la competitividad de las soluciones, productos de apoyo, soluciones adaptadas que hasta ahora se han ido proponiendo, pues, de alguna forma, esta tecnología va a permitir que se conviertan en soluciones realmente rentables y que no sean costosas como hasta ahora mismo son. (...) Gracias a este tipo de tecnologías, las personas, por ejemplo, con discapacidad van a poder hacer uso de esos productos de apoyo sin necesidad de que tengan que ser instalados en un puesto de trabajo. Esto para empezar va a suponer una liberación muy grande en cuanto a costes y, por tanto, en cuanto al ámbito de la discapacidad, de las personas mayores en el trabajo, del envejecimiento activo, del uso de tecnologías de apoyo sofisticadas en familias que tengan a lo mejor una renta media.» (E5-JM).*

3.4. Televisión digital

Con respecto a la televisión digital, cabe resaltar principalmente la aparición de la TDT (Televisión Digital Terrestre), que viabiliza la creación de nuevos canales, posibilita la difusión de diferentes contenidos, y permite la fácil multiplexación de contenidos alternativos o de información adicional en el flujo de transporte, es decir, facilita el envío de, por ejemplo, subtítulos o audio en versión original junto con los contenidos.

La aparición de la TDT, junto con el apagón analógico (2010), plantea nuevos retos de accesibilidad. La *Ley 7/2010, de 31 de marzo, Ge-*

neral de la Comunicación Audiovisual obliga a las cadenas que quieran emitir en abierto a seguir una serie de principios que garanticen la accesibilidad de sus canales. Concretamente, se obliga a ofrecer un número de horas de contenido subtulado para personas con sordera y un cierto porcentaje de tiempo de material en lengua de signos. La tendencia general de los operadores ha sido aumentar el número de horas emitidas de subtitulación, audiodescripción y lengua de signos, siendo esta última la que menos implantación tiene (Jiménez Lara, 2011).

Sin embargo, la realidad en materia de accesibilidad de la televisión digital terrestre (TDT) es mencionada por varios expertos en un sentido negativo:

«Yo, con la accesibilidad en la TV digital me he llevado una de las mayores decepciones... Creí que era algo que se iba a tener muy en cuenta... En ningún país he visto que la accesibilidad de la TV digital haya sido un proceso que caminara de la mano.» (E3-CR).

«El riesgo más inminente es el relacionado con la brecha digital, no tanto por el acceso a la educación, donde va a estar todo mucho más controlado, sino sobre todo en lo relacionado con el ocio y la información, donde todo va a tener que pasar por los medios audiovisuales, principalmente a través de la televisión digital.» (E2-JR).

«Hemos dado premios a proyectos que han hecho decodificadores accesibles, pero algunos se han quedado en la Universidad, otros están viendo si se venden en el Corte Inglés o en otras empresas... Pero ahí están, viendo pasar el tiempo, y la TV digital ya la tenemos en casa. Muchos decodificadores siguen sin ser accesibles: el CIDAT está trabajando en uno, INTECO en otro... Pero mientras tanto, pasan generaciones de personas. Es todo más cuestión de gestión que de investigación.» (E3-CR).

Acerca de la situación de España con respecto a otros países europeos, una de las personas entrevistadas opina:

«En cuanto a la TV digital, me da envidia Inglaterra porque tiene un buen sistema de subtítulo y de audiodescripción.» (E3-CR)

Por otro lado, además de la aparición de la TDT y su gran impacto, otra tendencia detectada es la mayor utilización de la IPTV (*Internet Protocol Television*), o transmisión de servicios de televisión a través de Internet (protocolo IP). Cabe resaltar la aparición de Apple TV⁵ que, entre otras cosas, ofrece el alquiler de las últimas novedades en HD (High Definition (alta definición)); de Google TV⁶, que da acceso a más de 40.000 programas y películas; y de Samsung Movies⁷.

3.5. Tecnologías y protocolos de comunicación: Tecnología NFC

De entre las diferentes tecnologías y protocolos de comunicación existentes, la tecnología NFC (Near Field Communication) cobrará previsiblemente gran importancia. Esta tecnología permite una comunicación inalámbrica de corto alcance (unos 10 cm) entre receptor y emisor.

El uso de este estándar inalámbrico se irá extendiendo hasta cubrir una gran diversidad de aplicaciones, desde transacciones financieras, tarjetas de pago en sistemas de transporte, etiquetado, tarjetas de identificación, etc. Se espera que el mercado para esta tecnología se incremente en los próximos años. Últimamente, la adopción de teléfonos móviles que incorporan la funcionalidad NFC se ha extendido rápidamente.

⁵ <http://www.apple.com/es/appletv/>

⁶ <http://www.google.com/tv/features.html>

⁷ <http://www.samsungmovies.es/>

«**NFC, Near Field Communication**, es una tecnología que, por ejemplo, Nokia está implementando en sus móviles y que facilita el intercambio de información. ... Facilitará mucho en el futuro, por ejemplo, las compras electrónicas entre particulares» (E8-LB)

Sobre la integración de NFC en *smartphones*, Nokia es un ejemplo. Renesas Electronics, empresa que ha adquirido el negocio de módems inalámbricos (*wireless modem business*) de Nokia⁸, presentó en diciembre de 2010 el primer microcontrolador industrial que integra NFC con funciones de seguridad para smartphones⁹, lo cual facilitará su integración en teléfonos móviles y la utilización de éstos para, por ejemplo, realizar micropagos.

Se está extendiendo tanto el uso de esta tecnología, que la API (*Application Programming Interface*) de Android 2.3 SDK (*Software Development Kit*) permite leer etiquetas NFC codificadas en el formato de mensaje NDEF (*NFC Data Exchange Format*), según especifica el *NFC Forum Type 2 Specification* (Android Developers, n.d.). Por supuesto, para poder tener acceso a este servicio, el teléfono móvil ha de ser compatible con la tecnología NFC. Esto facilitará que diversos programadores publiquen aplicaciones (por ejemplo en *Android Market*) que utilicen la tecnología NFC, lo que generalizará su uso para diferentes servicios.

Los ejemplos de uso de esta tecnología son diversos. Un caso es el proyecto *Mobile Shopping*¹⁰, finalizado con éxito de La Caixa, Telefónica y Visa. Se trata de la primera experiencia de pago por móvil en España, en la que han participado más de 1.500 usuarios y 500 comercios de Sitges, realizando pagos a través de tecnologías NFC¹¹.

⁸ <http://www.renesas.com/press/news/2010/news20100706.jsp>

⁹ <http://www.renesas.com/press/news/2010/news20101207.jsp>

¹⁰ <http://www.mobileshopping.es>

¹¹ <http://saladeprensa.telefonica.com/jsp/base.jsp?contenido=/jsp/notasdeprensa/notadetalle.jsp&id=0&origen=portada&idm=es&pais=1&elem=15900&titulo=%22la%20Caixa%22,%20Telef%F3n>

Así pues, NFC se está abriendo paso como plataforma de pago para móviles, como demuestra el hecho de que LG se encuentre trabajando en un sistema que permitirá el pago en Europa empleando esta tecnología. Se trata de puntos de venta en los que se podrá pagar a partir de 2012. Esta tecnología se instalará en el pequeño y medio comercio. Para esas fechas, ya habrá un amplio catálogo de teléfonos con chip NFC y empezarán a desarrollarse plataformas de identificación y pago por cercanía¹².

Existen también otros ejemplos de uso de esta tecnología en otros entornos y con objetivos muy diferentes. Tal es el caso de Assa Abloy, un proyecto en el Nordic Choice Hotels, junto con Giesecke & Devrient, TeliaSonera y VingCard Elsafe, que ha finalizado el primer piloto europeo que utiliza móviles con tecnología NFC para realizar el *check-in* y *check-out* en hoteles. Utiliza estos dispositivos como sustitutos de las llaves de las habitaciones¹³. Todos los huéspedes participantes en la prueba valoraron especialmente el no tener que esperar en la recepción del hotel, y la mayoría de ellos declararon que utilizarían este servicio si estuviera disponible hoy en día.

3.6. Tecnologías de interacción persona-máquina

En este apartado se hace un repaso de las principales tecnologías de interacción unimodales (es decir, que funcionan bien a través del tacto, o del habla, de la imagen, el lenguaje natural o la psicofisiología) que hacen posible la comunicación, haciendo especial énfasis en las tecnologías más mencionadas y resaltadas por los expertos como tecnologías de futuro. Se expone en qué consisten y cuál es su previsión de futuro. Todas ellas son áreas de investigación abiertas en las que ya existen resultados, pero donde sigue habiendo también mucho camino por recorrer. En el último apartado se tratarán las interfaces multimodales, con particular atención a las afectivas, ya que constituyen sin lugar a duda el futuro de las interfaces de interacción.

¹² <http://es.engadget.com/2011/02/02/lg-planea-lanzar-su-sistema-de-pago-nfc-en-europa-en-2012/>

¹³ <http://www.assaabloy.com/Web/Apps/IR/PressRelease.aspx?id=238&epslanguage=en&portletId=202268&pressrelease=1521926>

3.6.1. Interacción háptica

Las tecnologías hápticas son aquellas que están relacionadas con el sentido del tacto, más concretamente con el tacto activo. El tacto activo es el sentido del tacto relacionado con actos voluntarios (como la exploración de un objeto), en contraposición al tacto pasivo, que son aquellas sensaciones que se experimentan sin realizar ninguna acción para ello. Dentro del tacto activo, se distingue entre sentido táctil y sentido cinestésico. El sentido táctil se relaciona con los receptores cutáneos que detectan presión, temperatura y dolor. Por su parte, el sentido cinestésico se refiere a los receptores en músculos y tendones que permiten tener noción de la posición relativa de los propios miembros y de las tensiones que soportan, respectivamente. Los dispositivos hápticos son pequeñas máquinas que intercambian energía mecánica con el usuario. En la mayoría de los casos, se trata de dispositivos que interactúan con la mano, que es la parte del cuerpo más asociada con el tacto y con la exploración de objetos.

*«También se van a desarrollar mucho las **interfaces táctiles**, pero mucho mejores de las que tenemos ahora, incluyendo también interfaces táctiles que no sólo permitan la interacción táctil de entrada. Quiero decir, no sólo permiten que yo a través de movimientos míos o de gestos o de pulsar una determinada área en la pantalla introduzca la información en el sistema, sino que también las interfaces táctiles van a generar información táctil. Diría que va a ocurrir un poco más tarde, entre 5 y 10 años. Eso va a traer una mejora de la accesibilidad de interacción táctil para personas con discapacidad visual.» (E4-AR)*

La interacción háptica ha cobrado auge en estos últimos años con aplicaciones en medicina (simuladores quirúrgicos, rehabilitación), educación (representación de fenómenos físicos), entrenamiento (simuladores de vuelo y de operaciones de mantenimiento), industria (teleoperación y prototipado rápido), entretenimiento (videojuegos, parques temáticos), arte (escultura virtual y pintura 3D) y comunicaciones (telefonía móvil). Hoy en día, la tecnología háptica se considera como una de las bases de los nuevos paradigmas de interacción. En consecuencia, se está dedicando un gran esfuerzo multidisciplinar al estudio de la per-

cepción del tacto, ya que para un diseño eficaz de interfaces hápticas se requiere un profundo conocimiento sobre los límites y capacidades del sistema somatosensorial. Desafortunadamente, todavía no se conocen muchos de los mecanismos relacionados con el tacto. Es más, hay aspectos psicofisiológicos (enmascaramiento, adaptación, etc.) ya estudiados que no son bien entendidos (a veces, incluso ignorados) en el diseño de interfaces de usuario. En cualquier caso, el desarrollo de tecnologías que incorporen la interacción háptica supone en sí una mejora en la accesibilidad de dichas tecnologías, puesto que se abre el abanico de sentidos a través de los cuales será posible interactuar con los dispositivos. Esto permitirá, por ejemplo, un mayor acceso a la tecnología de las personas con sordoceguera o con limitaciones motrices.

Existen muchos tipos de dispositivos hápticos que, atendiendo a los sentidos táctil y cinestésico, se pueden clasificar en dos grandes grupos: dispositivos retroalimentadores táctiles y dispositivos retroalimentadores de fuerza. Los primeros estimulan la superficie de la piel y están involucrados en las sensaciones de presión, textura y temperatura, y los segundos afectan a las fuerzas y limitaciones de movimiento sobre el cuerpo humano.

Los dispositivos que implementan la retroalimentación táctil suelen ser actuadores diseñados para estimular determinados tipos de terminaciones nerviosas mediante diferentes tecnologías. La mayoría de ellos operan sobre la yema del dedo debido a su mayor agudeza táctil, aunque se han probado en otras zonas como la boca, lengua, espalda, torso y muslos. Hoy en día, los dispositivos más comunes son:

- Los **actuadores vibrotáctiles** son dispositivos que tienen como objetivo producir vibraciones detectables por la piel. Las aplicaciones son muy variadas y abarcan campos como telefonía móvil, aplicaciones militares, simulación, entretenimiento, etc.
- Las **matrices de puntos táctiles** son dispositivos diseñados para presentar al usuario relieves detectables con la yema del dedo. El funcionamiento se basa en un conjunto de elementos que pueden ser activados de forma independiente para cambiar su altura. Así, la tecnología de matrices de puntos táctiles viene siendo usada desde hace mucho tiempo para la creación de líneas braille.

Además de los dispositivos basados en tecnologías de retroalimentación táctil, también existen los dispositivos basados en retroalimentadores de fuerzas o cinestésicos. La retroalimentación cinestésica tiene como objetivo limitar el movimiento parcial del usuario. Entre los dispositivos más utilizados basados en esta tecnología se encuentran:

- El **retroalimentador de fuerza puntual**, que consiste en un sistema mecánico que tiene como objetivo detectar los movimientos del usuario y ejercer una fuerza sobre éste en una dirección determinada que dependerá de los movimientos detectados. Es este el modo en que se establece la retroalimentación de fuerza que permite a este dispositivo simular la existencia de objetos virtuales. Este planteamiento ofrece una gran variedad de posibilidades que hacen que estos sistemas sean muy útiles en áreas como medicina, diseño artístico, interfaces de usuario 3D, entretenimiento, etc.
- Los **exoesqueletos** son estructuras que se sitúan en torno al cuerpo de la persona con el objetivo de limitar su capacidad de movimiento de acuerdo a la sensación háptica que se desea producir. Dentro de este grupo, se distinguen dos tipos de dispositivos según si la persona lleva o no consigo el exoesqueleto. A diferencia de los retroalimentadores puntuales, pueden ejercer fuerzas en varias direcciones y en varios puntos del espacio simultáneamente.
- Los **periféricos con añadidos hápticos** son una evolución de periféricos tradicionales a los que se les agrega algún actuador mecánico para producir fuerzas. Ejemplos de este caso son los joysticks con retroalimentación de fuerza, volantes usados en videojuegos y simuladores de conducción y ratones a los que se les incorporan motores que dificultan o favorecen los movimientos del ratón en función de las necesidades de la aplicación.

3.6.2. *Tecnologías de procesamiento del habla*

Disponer de máquinas con las que sea posible establecer una comunicación oral fluida es una manera de derribar muchas de las barreras que impiden la integración total de las personas con discapacidad en

nuestra sociedad. Entre los sistemas de tratamiento del habla, los dos más populares son: los sistemas de reconocimiento del habla y los sistemas de síntesis del habla.

Un sistema automatizado de reconocimiento del habla ha de ser capaz de procesar de forma eficaz la información asociada al habla a distintos niveles (fonético, fonológico, sintáctico, semántico, de contexto, etc.) y de resolver posibles ambigüedades e incertidumbres en cada uno de esos niveles. La tarea a la que tienen que hacer frente los sistemas de reconocimiento de voz es de una gran complejidad debido a la extrema variabilidad que puede presentar el habla (Junqua & Haton, 1995). El reconocimiento del habla permite transmitir órdenes a una máquina sin necesidad de utilizar teclas o botones, por lo que es especialmente adecuado como ayuda para las personas que tienen dificultades de manipulación con las manos. Entre las aplicaciones más comunes está el reconocimiento de voz que prestan los sistemas operativos o las aplicaciones de telefonía para personas sordas, que son capaces de transformar un mensaje hablado en su equivalente escrito. Muchos teléfonos o manos libres de coches tienen incorporados sistemas de reconocimiento de voz. Por ejemplo, Android, el sistema operativo para teléfonos inteligentes, desde su versión 2.1 introduce un «teclado por voz» (voice-enable keyboard) que permite dictar texto en vez de tener que escribirlo¹⁴. Algún otro ejemplo de sistemas de reconocimiento de voz son Loquendo¹⁵, Vocali¹⁶, y Dragon¹⁷.

Respecto a la síntesis de voz, la tarea tampoco es sencilla, ya que para que el receptor se encuentre lo más cómodo posible, la voz sintetizada debe ser natural (es decir, sonar como la voz de una persona real) e inteligible (es decir, comprensible de forma inmediata para el oyente). Por su parte, algunas de las aplicaciones más comunes de la síntesis de voz en el campo de la accesibilidad son los lectores de pantalla, que son frecuentemente utilizados por personas con dificultades para la lectura, o los generadores de voz, que utilizan aquellas personas con dificultades

¹⁴ <http://developer.android.com/resources/articles/speech-input.html>

¹⁵ <http://www.loquendo.com>

¹⁶ <http://www.vocali.net/es/index.html>

¹⁷ <http://www.nuance.com/dragon/index.htm>

para hablar. VoiceOver es un lector de pantalla desarrollado por Apple y es una característica incluida por defecto en los ordenadores Mac¹⁸ y en los teléfonos iPhone 4 y iPhone 3GS¹⁹. Otros ejemplos de lectores de pantalla son Jaws²⁰, Nuance TALKS&ZOOMS²¹, o NVDA²². Este último tiene la peculiaridad de ser de código libre (el código de NVDA está publicado y puede consultarse), gratuito (de uso) y portable (puede ejecutarse desde un USB, con lo que una persona ciega podría utilizar cualquier ordenador si lo lleva en su USB); la desventaja de este software es que sólo funciona para el sistema operativo Windows.

El reconocimiento de voz y la síntesis del habla son las tecnologías relativas al procesamiento del habla más relevantes y que se encuentran en un estado más avanzado de implantación en la sociedad. Al mismo tiempo, dentro de este ámbito existen otras tecnologías que están emergiendo en la actualidad y cuyos avances en la investigación no son todavía suficientes como para haber permitido su consolidación en la sociedad. Entre ellas se incluyen el reconocimiento del locutor, la traducción del habla, la síntesis de voz expresiva, la conversión de voz y la generación de una voz sintética a la carta para aquellas personas que han perdido su capacidad de hablar y quieren utilizar una voz sintética lo más semejante a la que fue su propia voz.

3.6.3. *Tecnologías de procesamiento de imagen*

El procesamiento digital de imágenes es una disciplina que combina, a su vez, la informática, la robótica, la física, la neurobiología, la Inteligencia Artificial y la estadística, entre otras. Su objetivo es el análisis de una imagen, una foto o una secuencia de imágenes de vídeo, para generar como salida un conjunto de características o parámetros relacionados con la imagen, una imagen procesada, o un conjunto de decisiones o respuestas a partir de este procesamiento.

¹⁸ <http://www.apple.com/accessibility/voiceover/>

¹⁹ <http://www.apple.com/accessibility/iphone/vision.html>

²⁰ <http://www.freedomscientific.com/jaws-hq.asp>

²¹ <http://www.nuance.com/for-individuals/by-solution/talks-zooms/index.htm>

²² <http://www.nvda-project.org/>

Entre las áreas de aplicación de la visión artificial se encuentran las siguientes:

- La **detección de eventos** aplicada, por ejemplo, a los sistemas de videovigilancia, permite detectar cambios en secuencias de imágenes o contar individuos.
- El **análisis y el reconocimiento** de una imagen para comprobar si ésta contiene o no un determinado objeto, persona u otro elemento. Un ejemplo clásico de este área es el reconocimiento óptico de caracteres de texto, conocido habitualmente como OCR (del inglés Optical Character Recognition).
- La **extracción, organización y recuperación de información de conjuntos de imágenes** para, por ejemplo, indexar bases de datos de imágenes, ayudar en el análisis de imágenes médicas y biológicas o recuperar imágenes relevantes según una consulta realizada sobre su contenido.
- Los **sistemas interactivos**, donde la visión por computador suele ser utilizada como entrada del sistema, ya sea en procesos industriales automatizados, vehículos autónomos o sistemas de interacción hombre-máquina.

A continuación se revisan las tecnologías más importantes relacionadas con el procesamiento de imágenes. Se pueden dividir en dos subgrupos según se dediquen al análisis o a la síntesis de imágenes. Dentro del análisis de imágenes es posible encontrar las siguientes:

- **Reconocimiento facial automático:** permite identificar de forma automática a una o más personas a partir de una imagen o una secuencia de vídeo.
- **Reconocimiento de emociones faciales:** permite distinguir gestos faciales y relacionarlos con determinadas emociones.
- **Reconocimiento de caracteres:** consiste en interpretar, mediante el procesado de imagen, símbolos gráficos como la escritura.

- **Seguimiento y reconocimiento de acciones:** permite analizar acciones humanas simples como andar, saltar, caer, etc. Se trata de una tecnología que aún está en período de investigación. Hoy en día, pueden realizarse sistemas robustos que detecten personas, hagan su seguimiento y analicen la acción que llevan a cabo si el escenario es conocido y la persona realiza acciones sencillas; en otros casos los resultados no son tan buenos.
- **Seguimiento del movimiento de mirada:** es capaz de determinar la posición del ojo en cada momento, lo cual puede utilizarse como herramienta de comunicación para las personas con discapacidad física severa.

*«... el tema de lengua de signos es como un sistema más allá todavía de lo que sería un **sistema de reconocimiento de gestos** típico para cualquier persona.» (E6-FF).*

Existen algunos trabajos previos acerca de la detección de gestos sencillos mediante el análisis y procesamiento de imágenes, tales como levantar la mano, apuntar y otros, pero no se ha avanzado mucho en la detección e interpretación de lenguaje de signos. Un ejemplo es el trabajo de los investigadores de la Universidad de las Islas Baleares y del Instituto de Robótica e Informática Industrial de la Universidad Politécnica de Cataluña (Varona, Jaume-i-Capó, González, & Perales2009); se trata de una investigación sobre el reconocimiento de movimientos humanos como forma de interactuar de manera natural con los ordenadores.

Una tecnología que está cobrando cada día más fuerza es el etiquetado con simbología de Data Matrix. Un símbolo Data Matrix es una especie de código de barras que puede guardar uno o varios tipos de datos, representándolos como una sucesión de puntos negros y blancos dentro de un área cuadrada o rectangular de pequeño tamaño, de forma similar a los códigos de barras tradicionales, aunque éstos almacenan los

datos como una secuencia de líneas verticales de distinto grosor y con mucha menos capacidad (Fundación Vodafone España, n.d.). Uno de los más representativos es el definido por las especificaciones SG1 [*GS1 General Specifications* (2009), Versión 9.0.], el estándar bidimensional (2D) Data Matrix ECC-200. Este tipo de códigos es el propuesto en el estándar para medicamentos según la *European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations* (EFPIA).

En la parte de síntesis de imágenes, las dos tecnologías más relevantes son las siguientes:

- **Animación Facial**, que permite la animación de rostros virtuales, sean foto-realistas o no.
- **Motion Capture**: que permite la grabación de movimiento de una persona por parte del ordenador para su posterior análisis y reproducción. El movimiento capturado puede ser facial, de cuerpo entero o de una parte determinada. Sus aplicaciones en accesibilidad estarían ligados al análisis del movimiento de personas para, por ejemplo, calcular el grado de progreso de una rehabilitación.

Se constata también la relevancia de la **realidad aumentada**. Esta tecnología busca involucrar más al usuario, sobreponiendo a imágenes capturadas con una cámara otras imágenes; agrupa aquellas tecnologías que permiten la superposición, en tiempo real, de imágenes, marcadores o información generados virtualmente, sobre imágenes del mundo real. Se crea, de esta manera, un entorno en el que la información y los objetos virtuales se fusionan con los objetos reales ofreciendo una experiencia tal para el usuario que puede llegar a pensar que forma parte de su realidad cotidiana olvidando incluso la tecnología que le da soporte (Fundación Telefónica, 2011). Un ejemplo práctico es una aplicación desarrollada por la UPC, cuyo objetivo es la orientación de los estudiantes con discapacidad en el Campus²³.

²³ <http://www.compromisorse.com/acciones-rse/2011/06/20/una-aplicacion-para-smart-phones-mejora-la-orientacion-de-los-estudiantes-con-minusvalia-de-la-upc/>

«El **sistema de realidad aumentada** (...) la idea es combinar la realidad con realidad virtual, de modo que aparezcan elementos de realidad virtual sobre la realidad. Es decir, que haya una mesa de verdad y encima haya un jarrón virtual, por ejemplo. (...) todavía estamos bastante lejos de lo que sería realidad aumentada realista, es decir, que lo que se esté dibujando (...), por ejemplo, en caso de probadores virtuales para las tiendas, (...) estés delante de un espejo y el vestido sea virtual, y tú te estés girando y el vestido se esté girando contigo.» (E6-FF).

3.6.4. Tecnologías basadas en psicofisiología

Las tecnologías de interacción basadas en psicofisiología son aquellas que usan registros fisiológicos del usuario para determinar sus estados cognitivos o emocionales y para, sobre esta base, modificar en tiempo real el entorno, máquina u ordenador, con los que la persona interactúa. Estas interfaces abren nuevos canales de información, diferentes a los tradicionales, entre el ordenador y la persona.

«El siguiente paso va a ser **la naturalización de la interfaz** de usuario con esos dispositivos que no son el ordenador, el ordenador también por supuesto va a seguir esa evolución, pero no va a ser necesariamente el principal medio de interacción, tal y como lo conocemos, el PC de sobremesa o el PC portátil con los servicios.» (E4-AR)

«Se trata de **leer lo que el usuario piensa**, es decir, que el interfaz se haga totalmente intangible. Yo pienso, el ordenador lo detecta y reacciona. Para más adelante, en un periodo de más de 15 años, los objetivos consistirían en todo lo contrario, que el **ordenador me transmitiera información directamente al cerebro**. Esta tendencia tiene una previsión de implantación a largo plazo, entre 8 y 9 años, sobre todo por el aspecto de la privacidad.» (E1-JC).

Allanson & Fairclough (2004) proponen una clasificación de las técnicas de interacción basadas en psicofisiología y establecen una agenda para la investigación futura en el área de la Computación Psicofisiológica. En su trabajo, se distinguen las siguientes líneas:

- **Sistemas de adaptación biocibernética (ABS, Adaptive Biocybernetic System):** Este tipo de interfaces proponen la modificación, en tiempo real, de la apariencia o funcionalidad de la interfaz persona-ordenador, basándose en el estado mental del usuario de dicha interfaz, siendo este estado medido mediante registros psicofisiológicos. El objetivo último es adaptar la máquina al estado del usuario con el fin de mejorar la eficacia en la ejecución de tareas. Dentro de los ABS se distinguen:
 - **Los sistemas de automatización adaptativa:** Tienen en cuenta el estado de conciencia del usuario (fatiga mental, pérdida de atención) durante la ejecución de una o varias tareas.
 - **La computación afectiva:** Tiene en cuenta el estado emocional del usuario en relación con su actividad con la máquina. De la computación afectiva se hablará en un apartado posterior.
- **Sistemas de *biofeedback*:** En este caso, el estado de la persona monitorizado con registros psicofisiológicos es la base para realizar cambios en la interfaz persona-máquina con el fin de realimentar al usuario con la información de su estado mental o emocional. La diferencia del *biofeedback* con las interfaces adaptativas es que en estas últimas es el sistema el que se adapta al usuario, mientras que en el *biofeedback* es el usuario quien trata de autorregularse adaptándose a sus propias señales fisiológicas. Su objetivo es servir tanto como sistema de terapia para diversas disfunciones psicológicas, como para la educación de personas con déficits cognitivos. Por ejemplo, se usa para mitigar el déficit de atención o de aprendizaje que se presenta en algunos trastornos del desarrollo, como el autismo.
- **Interfaces cerebro-ordenador (BCI (Brain-Computer Interface)):** Este tipo de interfaces consiste básicamente en el análisis de la

actividad cerebral con la finalidad de controlar un componente externo.

- El estudio del cerebro a través de las nuevas tecnologías ha permitido la aparición de sistemas de detección e interpretación de la actividad cerebral de los individuos. Al principio, estos avances tecnológicos se orientaron hacia fines médicos y psiquiátricos, pero el abaratamiento de ciertas tecnologías y la especialización y potenciación de cálculo de los modernos sistemas informáticos han facilitado la aparición de nuevos enfoques y objetivos.
- Para interactuar con nuestro entorno realizamos tareas físicas y sensoriales: tocamos, presionamos, nos movemos, hablamos, escuchamos, etc. Pero todas estas tareas se originan en una actividad mental en nuestro cerebro. Para las personas que no pueden realizar tareas físicas o sensoriales debido a un perfil de discapacidad determinado se abre una posibilidad de atajar la comunicación con el entorno buscando la petición del usuario en su origen, el cerebro. De esta forma, personas que no son capaces de manipular controles físicos o sensoriales pueden controlar, en teoría, interfaces software a través de su mente. Así, una persona sin movilidad en brazos, piernas y cuello podría controlar un sistema domótico, una silla de ruedas o un ordenador personal.
- La detección de un estado de ánimo, la evocación de un pensamiento, la detección de un esfuerzo mental o la determinación del nivel de atención de una persona son actividades cerebrales que se pueden detectar a través del análisis de la actividad eléctrica del cerebro. Para conseguirlo existen dos métodos, ambos consistentes en la utilización de un detector de actividad electroencefálica. Para ello se deben colocar sensores en ciertas partes de la cabeza del individuo a analizar. Uno de los métodos es más invasivo, ya que requiere de una intervención quirúrgica para colocar los sensores en un nivel subcutáneo. El otro método consiste en utilizar una red o sombrero con una malla de sensores distribuidos por su superficie.
- La ventaja del método invasivo frente al no invasivo es la reducción de ruido o actividad eléctrica no perteneciente al cerebro del

individuo, y la detección de actividad en zonas más acotadas del cerebro. El uso del gorro o red en la cabeza evita la necesidad de operar a la persona, pero amplía el margen de error al interpretar la actividad electroencefálica, ya que el gorro puede estar mal colocado o afectarle campos magnéticos cercanos al usuario, o la propia electricidad estática de textiles o del cuero cabelludo.

- Un sistema informático recoge la información de cada sensor para crear un mapa virtual de potencias eléctricas del cerebro del usuario por zonas diferenciadas. De esta forma, se pueden establecer patrones de tareas mentales o de reacción electroencefálica a voluntad de la persona usuaria. Una vez que la interfaz de detección electroencefálica reconozca un patrón, podrá llevar a cabo la tarea que, en teoría, el usuario está solicitando. Para provocar, a voluntad, estos patrones de actividad electroencefálica existen dos métodos principales: la **evocación visual** y la **ejecución de una tarea mental**.
- La **evocación visual** consiste en la estimulación de la actividad cerebral visualizando un punto fijo de un tablero de luces de distintos colores y frecuencias de parpadeo. Esta actividad tiene una repercusión clara en la actividad cerebral de personas entrenadas con estos sistemas, y permite la diferenciación de patrones de actividad electroencefálica con bastante precisión para un catálogo de estímulos acotado.
- El **sistema de tareas mentales** requiere el estímulo del cerebro mediante la voluntad del usuario que realiza una tarea mental como la de querer mover el brazo u otro proceso mental determinado. Este método crea reacciones cerebrales más difusas y complejas de interpretar, y además supone un mayor entrenamiento por parte del usuario.
- La actividad de reconocimiento de un patrón cerebral es bastante complicada debido a la presencia de contaminación en la actividad electroencefálica de las personas. Esta contaminación puede proceder tanto de emociones del propio usuario como de problemas con los sensores. Todo ello conlleva que el número de patrones de ac-

tividad electroencefálica contemplados por el sistema informático no sea muy amplio. En el caso del método de tareas mentales, por ejemplo, se considera un logro que un usuario pueda realizar, a voluntad, patrones para cinco tareas mentales. Lo habitual es que se consigan uno o dos patrones de tareas. La solución adoptada por muchos proyectos es la simplificación de funciones de la interfaz. Por ejemplo: en una interfaz domótica para controlar varias características del hogar, se ofrece un menú de opciones en profundidad. El usuario, utilizando dos tareas mentales, puede navegar recorriendo cada opción y activar la que se encuentre seleccionada en ese momento. El problema de este método es que para menús complejos o con muchas opciones, el proceso de control resulta largo y agotador debido al ejercicio mental necesario para completar un proceso de selección y configuración de un aspecto domótico.

- En el caso del sistema de detección de patrones por evocación, el catálogo es más amplio debido a que este sistema provoca reacciones cerebrales más claras. Pero este sistema no es aplicable a las personas con discapacidad visual. La evocación por estímulos sonoros o hápticos aún no se ha estudiado con la misma profundidad que la de estímulos visuales, por lo que sus patrones de actividad electroencefálica no se conocen aún.
- Uno de los grandes problemas del control mediante la actividad cerebral es que cada individuo posee patrones de actividad electroencefálica distintos, en gran parte, a los del resto, por lo que el sistema informático debe ser personalizado para cada usuario, al menos con la tecnología actual. Además, en muy pocas investigaciones y proyectos se utilizan perfiles de cerebros enfermos o dañados, por lo que muchos de los patrones electroencefálicos aceptados en un catálogo de patrones general no se ajusta a las personas con discapacidad cognitiva.
- Unido a este problema, se ha de mencionar que los usuarios deben realizar un entrenamiento para poder crear estos patrones reconocibles por el sistema informático a voluntad. En este entrenamiento se han desarrollado varias aplicaciones relacionadas con la informática, bien sean aplicaciones de juego, como la de

controlar un pequeño coche por pantalla, bien otras como controlar un teclado virtual.

- Todo lo anterior hace pensar que el control de dispositivos externos a través del pensamiento es algo que no puede generalizarse en un corto plazo de tiempo.
- La comunicación inversa, desde la máquina al cerebro humano, actualmente y por la información que se ha podido recoger, está aún en un estado de desarrollo muy bajo. La complejidad de transmitir la información de conceptos, imágenes o experiencias desde una máquina al cerebro es elevada. Actualmente la solución que se utiliza, sobre todo para las soluciones de prótesis, es utilizar el sistema nervioso del paciente como conexión, en lugar de transmitir la información directamente al cerebro. Así, existen implantes que se colocan en la retina, el oído medio o las terminaciones nerviosas de las extremidades.

«interacción cerebro-entorno, BCI, interacción cerebro-computador, para personas que tengan cierta discapacidad son sistemas en los que se tiene que trabajar bastante.» (E6-FF)

«Incluso a través de otros mecanismos de interacción como puede ser la comunicación a través de la mente,... se habla mucho hoy día de utilizar la mente como medio de interacción, pero yo a eso sí que le veo un umbral de tiempo no inferior a los 15 años.» (E4-AR)

Interpretación de imágenes por el cerebro: «la UCM y la Universidad Pompeu Fabra están trabajando al respecto pero tienen muchas limitaciones. Se transmite al usuario una imagen y se examina qué reacción tiene el cerebro a la hora de interpretar y comprender lo que está viendo el usuario.» (E1-JC)

*«Nuevas vías de interacción: dentro de este ámbito se encuentran las tecnologías de voz, las tecnologías semánticas, **interpretar contextualmente lo que está diciendo una persona** para saber dar la mejor respuesta, gestionar expectativas y, también, la visión artificial, ser capaces de interpretar emociones. Confiamos y creemos plenamente en que es una línea de futuro y es una línea de trabajo a nivel internacional.» (E7-SG)*

Estas tecnologías pueden tener múltiples aplicaciones como, por ejemplo, la posibilidad de realizar sistemas de educación o entrenamiento adaptativo que regulen su nivel de dificultad basándose en parámetros ergonómicos del individuo entrenado. En la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL, Suiza) han creado un programa que conecta el cerebro a máquinas y ordenadores para manejarlos con el pensamiento²⁴. Respecto a la disponibilidad de esta tecnología, José del R. Millán, director del proyecto, considera que aún faltan otros dos años más hasta que esta tecnología madure. Otro ejemplo relacionado ha sido el desarrollado en la Universidad de Utah, demostrando la viabilidad de traducir señales cerebrales correspondientes a palabras pensadas en palabras escritas en un ordenador²⁵.

3.6.5. Interacción multimodal

El concepto de multimodalidad hace referencia a la capacidad de utilizar varios «modos» de comunicación e interacción entre las personas (a través de todas sus capacidades sensoriales) y los servicios presentes en su entorno tecnológico, teniendo en cuenta factores específicos personales, ambientales y situacionales. La multimodalidad resulta clave a la hora de interactuar con una máquina. De esta forma, si la comunicación se establece de forma visual y auditiva y el interlocutor es un personaje virtual o avatar, la comunicación es más efectiva.

²⁴ http://www.elpais.com/articulo/Pantallas/Maquinas/obedecen/mente/elpepirtv/20101031el-pepirtv_2/Tes

²⁵ <http://accesibilidadenlaweb.blogspot.com/2010/09/comunicarse-con-la-mente.html>

El objetivo básico de la multimodalidad es permitir la interacción sencilla y natural de cualquier persona con los servicios y aplicaciones de las redes de información basadas en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) empleando, para ello, los múltiples modos de interacción persona-máquina de que dispone. En un plano tecnológico inferior, la multimodalidad busca la integración de las tecnologías de interacción persona-máquina, también denominadas tecnologías de base, que dan soporte a los distintos modos de comunicación con el usuario durante la realización de una tarea determinada. De esta forma, se permite a los usuarios interactuar con las aplicaciones introduciendo y recibiendo información de múltiples formas. Como ejemplo, la información de entrada de un sistema multimodal podría obtenerse de la integración del reconocimiento de la señal de voz y de la expresión facial de un usuario, mientras que la salida del sistema podría componerse de voz sintetizada e información visual en forma de imágenes o vídeos. De forma implícita, un sistema multimodal permite la necesaria convergencia de los distintos modos de interacción persona-máquina y los sistemas multimedia, que permiten, para un mismo modo, expresar la información a partir de diferentes recursos (por ejemplo, video, animaciones y texto en el modo de interacción visual, etc.).

La multimodalidad puede tener grandes aplicaciones para las personas con discapacidad:

*«Una cosa que falta en España, que se está empezando en otros países, es que llames a un centro, a un número de información, de emergencias... **puedas enviar una llamada por texto, por voz, por lengua de signos, etc., y siempre llegue a esa centralita.** (...) El Total Conversation, que se inventó en Suecia, pero que en España no existe. No se trata sólo de que el dispositivo sea accesible sino también el sistema al que llamas, que todo sea accesible.» (E3-CR)*

Entre las ventajas inherentes a un sistema multimodal, destaca la redundancia de información introducida en el sistema a través de los diferentes modos de interacción utilizados para resolver una misma tarea. Ya que diferentes modos de entrada son capaces de transmitir in-

formación complementaria sobre una misma tarea, es posible incrementar la precisión de las tecnologías base de reconocimiento combinando esta información. Por ejemplo, la combinación del reconocimiento del movimiento de los labios y la voz puede reducir de forma significativa los errores de un reconocedor en un entorno ruidoso; a este proceso se le denomina «desambiguación de errores». Basado en el mismo principio de redundancia, la multimodalidad permite complementar de forma eficaz aquellas funcionalidades de difícil accesibilidad mediante un único modo de interacción, como ciertas aplicaciones de control por voz, además de permitir mayores niveles de seguridad a través del encriptado de fuentes adicionales de información.

Otros beneficios más prácticos del uso de las interfaces multimodales son la naturalidad significativa y la eficiencia de la interfaz derivadas del uso simultáneo de los diferentes modos de comunicación humana, en función de las preferencias del usuario y de las condiciones ambientales. Además, los servicios multimodales serán esenciales para desplegar una amplia gama de potentes y atractivos servicios que cubran la necesidad de rentabilizar (incrementando el tráfico de datos) las redes de comunicación del futuro y, al mismo tiempo, permitir una interoperabilidad efectiva entre los diferentes fabricantes.

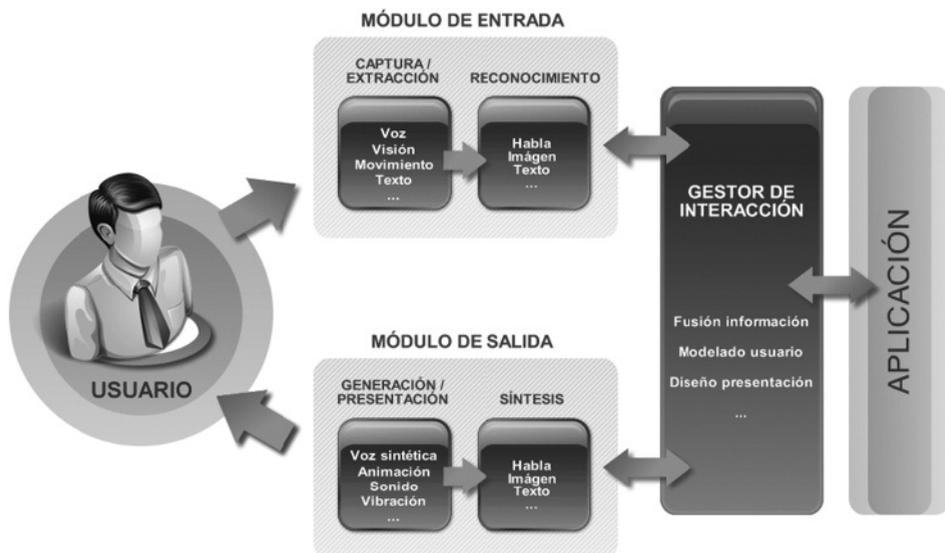
Por otro lado, la principal problemática asociada a un sistema multimodal es el incremento de las necesidades computacionales, al integrar varios modos de interacción. Este hecho disminuye el ancho de banda efectivo disponible por el módulo de salida del sistema, lo que puede deteriorar la calidad en la presentación de la información, a la vez que se ralentiza la sincronización de los modos (por ejemplo, el auditivo y el visual).

Según las pautas establecidas por el grupo de trabajo de interacción multimodal del consorcio W3C (*World Wide Web Consortium*), en cualquier sistema multimodal se pueden distinguir al menos los siguientes componentes:

- *Usuario*: es quien interacciona con el sistema a través de eventos y acciones de diversa modalidad.

- *Módulo de entrada:* este componente abarca el flujo de entrada de las distintas tecnologías base del sistema multimodal. En un primer módulo de procesamiento, son capturadas las señales procedentes de los diferentes modos de entrada, realizándose la extracción de características de cada señal. Esta información sirve como entrada de un módulo de reconocimiento (de habla, de texto, de imagen, etc.).
- *Módulo de salida:* incluye la operativa de las tecnologías de interacción de los modos de salida. Presenta una primera etapa de síntesis de información de diversa naturaleza que, después, es presentada al usuario en el formato que determinan los componentes de generación y de estilo.
- *Gestor de interacción:* se encarga de coordinar el flujo de ejecución a partir de la integración/combinación de la información de los módulos de entrada y salida.
- *Aplicación:* Este módulo representa las funciones de la aplicación.

FIGURA 2
Componentes genéricas de un sistema multimodal



Fuente: *Elaboración propia.*

Un buen ejemplo de dispositivo multimodal es Kinect²⁶, el periférico de la Xbox de Microsoft. Inicialmente conocido como «Proyecto Natal», este proyecto de investigación estudiaba el desarrollo de lo que luego se dio a conocer como Kinect. En junio de 2010, Microsoft anunció este nuevo nombre, proveniente de la fusión de las palabras «kinetic» y «connect». Según el documento «Project Natal Fact Sheet» (Microsoft, 2009), esta «nueva experiencia de juego y entretenimiento sin-mandos para la Xbox 360» hace seguimiento del movimiento de todo el cuerpo humano y voces de los usuarios gracias a la combinación de una serie de sensores: una cámara RGB, sensor de profundidad, micrófono *multiarray* y un procesador adaptado en el que se ejecuta código propietario de Microsoft.

Otro ejemplo de dispositivos que utilizan técnicas multimodales son los que realizan seguimiento de ojos (*eye-tracking*) mediante videoculografía, como hacen los sistemas de IRISCOM²⁷ y tobii²⁸, que permiten utilizar el ratón en la pantalla de un ordenador gracias a esta técnica. Para poder conseguirlo, es necesaria mucha precisión, de modo que sea posible determinar dónde está mirando el usuario. El sistema de IRISCOM se compone de una cámara y dos emisores de luz infrarroja que son acoplados a un ordenador personal. La cámara recoge la imagen del ojo y el reflejo que los dos emisores provocan sobre el iris. Un software específico interpreta esta imagen, calcula dónde mira el ojo, y convierte esa posición en coordenadas para el ratón. El sistema que sigue tobii es similar, y está recogido en Tobii, (n.d.).

La incorporación de nuevas pautas de interacción multimodal en la redes de comunicación del futuro debe ser abordada teniendo en cuenta la integración de nuevas tecnologías, así como las necesidades y preferencias de los usuarios en su entorno tecnológico específico. Siguiendo esta línea, en la actualidad se está completando un avance gradual desde los sistemas unimodales a una integración real de gran variedad de modos de interacción en los terminales de usuario. Para ello, se está destinando un importante número de esfuerzos en la propuesta

²⁶ <http://www.xbox.com/es-es/kinect>

²⁷ <http://www.iriscom.org/>

²⁸ <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-integration/global/>

de nuevas tecnologías de interacción persona-máquina que ofrezcan nuevos modos de interacción que proporcionen vías de acceso más simples y con un alto grado de naturalidad adaptados a los terminales y servicios de las futuras redes de información. El diseño de arquitecturas de integración flexibles para incorporar las diferentes tecnologías de base, el desarrollo de modelos de integración de resultados (su interpretación y desambiguación), y el planteamiento de nuevos conceptos y metodologías de diseño de interfaces multimodales, son otras de las principales líneas abiertas de trabajo que junto a la propuesta de nuevos modos de interacción conforman la realidad investigadora actual en torno a los sistemas multimodales.

En concreto, el nivel de desarrollo de los sistemas de gestión de interacción multimodal no se encuentra tan evolucionado como el de las tecnologías base. En esta tarea, cobra gran importancia la dificultad vinculada al control temporal o sincronismo de los diferentes modos. Recientemente se han desarrollado diversos marcos teóricos para la fusión efectiva y eficiente de la información multimodal, así como su sincronización, empleando para ello herramientas avanzadas de procesamiento de señal. No obstante, esta línea de investigación se encuentra en una fase temprana, por lo que se hace necesario obtener avances significativos a corto plazo.

Junto con las líneas de investigación anteriores, en un plano menos científico-tecnológico, es importante resaltar el gran esfuerzo que se está realizando para establecer estándares de representación de la información de los sistemas multimodales, con objeto de garantizar la interoperabilidad entre servicios y aplicaciones, así como de disponer de resultados industrializables a corto plazo. Esta dinámica está originando importantes estándares *de facto*, como son algunas de las iniciativas presentadas por el consorcio W3C a través de la *Multimodal Interaction Activity*.

La multimodalidad afectiva

Mehrabian (1968) explica cómo las emociones también afectan a las interacciones sociales y a la comunicación. Este autor creó la regla «7%-38%-55%», según la cual existen básicamente tres elementos en

la comunicación cara a cara: palabras, tono de voz y lenguaje corporal. El mensaje percibido estará influenciado en un 7% por las palabras, en un 38% por el tono de voz y en un 55% por el lenguaje corporal. Los dos últimos elementos pueden incluso llegar a cambiar el significado de la comunicación verbal. Por otro lado, según el estudio de Reeves & Nass, (2003), las personas presentan comportamientos sociales incluso cuando interactúan con ordenadores. En suma, si por un lado las emociones influyen en la interacción de tal manera que incluso pueden llegar a cambiar el significado del mensaje y, además, las personas se comportan de forma social incluso al interactuar con ordenadores, parece interesante tener en cuenta estos aspectos al diseñar una interfaz. De esta forma, la comunicación es más similar a la que establecemos los seres humanos al comunicarnos entre nosotros, y el uso de varias modalidades sirve para reforzar el mensaje a transmitir y para permitir el reconocimiento de estados afectivos no básicos en el interlocutor, como el interés, la frustración o el aburrimiento.

«(...) , ahora mismo con las máquinas nos comunicamos con el teclado, con la pantalla del monitor, con el ratón y eso no es una forma natural, la forma natural es como me comunico yo con la gente que está delante, que es mediante gestos, mediante la voz y que ellos reconocan mis emociones.» (E6-FF)

Las tecnologías para el reconocimiento y síntesis de rasgos emocionales son aquéllas orientadas a captar y analizar con mayor o menor profundidad los gestos del usuario, sus movimientos, expresiones e inflexiones en la voz, entre otras características. Estas tecnologías se basan principalmente en:

- **Reconocimiento afectivo audiovisual:** encargado de proporcionar un reconocimiento del estado afectivo del usuario a partir de información visual y acústica (derivada del habla).
- **Reconocimiento automático de emociones en el habla:** cuyo objetivo es conocer el estado emocional del usuario para que el sistema se adapte a sus necesidades emocionales.

*«Lo veo como un poco más a largo plazo, 5 ó 10 años o incluso un poco más, por ejemplo, si pensamos en **interfaces vocales que incluyan sentimientos**, bien sea una máquina capaz de expresar sentimientos o capaz de reconocer los sentimientos que yo estoy transmitiendo a través de mi voz.» (E4-AR)*

Una vez recogidos los datos, se realiza el procesamiento de la información. Para ello, se usan aquellas tecnologías destinadas a manipular la información de entrada conforme a unos parámetros definidos para producir la información que se mostrará a través del módulo de salida. Las tecnologías de interacción multimodal relacionadas con la información de entrada incluyen:

- **Lenguajes de marcas para la predefinición de la interacción emocional a través de avatares:** su finalidad es permitir predefinir el tipo de interacción emocional que debería tener un sistema ante los eventos del usuario.
- **Modelos cognitivos emocionales:** permiten conocer el estado emocional del usuario y adaptar las respuestas de la aplicación de acuerdo al mismo.

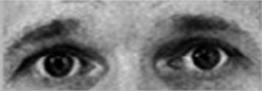
Finalmente, la salida de la interfaz engloba aquellas tecnologías destinadas a generar una respuesta multimodal coherente con la información captada por el módulo de entrada y con el propósito de la aplicación o contexto de uso.

- **Síntesis audiovisual de caras parlantes:** permite generar de forma automática la apariencia y movimientos faciales de un avatar a partir de información de texto y voz.
- **Animación gestual y corporal de personajes virtuales:** permite utilizar representaciones visuales de seres vivos en entornos virtuales, dotando de vida al entorno y así haciéndolo más realista y cercano.

- **Expresión corporal de las emociones por actores virtuales:** permite aplicar a los personajes virtuales movimientos que transmitan emoción.
- **Animación facial emocional:** con esta tecnología, se puede dotar de afectividad a la interacción multimodal a través de personajes virtuales. La representación basada en el movimiento de los músculos faciales más utilizada es la definida en Ekman & Friesen (1978: *Facial Action Coding System* (FACS)). En esta representación, se definen cuarenta y cuatro unidades de acción (*Action Units* o *AUs*) que definen los posibles movimientos musculares de la cara. Además, combinaciones de estas AUs forman las seis emociones universales. Ekman y Friesen desarrollaron una tabla en la que muestran las combinaciones de las unidades de acción AUs que dan lugar a la expresión de cada emoción básica.

FIGURA 3

Algunas unidades de acción y su combinación para la definir emociones

AU	Descripción	Imagen Ejemplo
6	Levantar mejillas	
12	Estirar esquinas labios	
1	Elevar parte interior cejas	
4	Bajar cejas	
15	Abatir esquinas labios	

Emoción	Combinación de AUs
Alegría	6 + 12 + 25
Tristeza	1 + 4 + 15
Disgusto	10 + 17 + 4
Enfado	4 + 5 + 7 + 24
Sorpresa	1 + 2 + 5 + 26
Miedo	1 + 2 + 4 + 5 + 20 + 25

Fuente: Ekman y Friesen (1978).

3.7. Nuevos dispositivos de acceso

Las tecnologías de interacción presentadas en el apartado anterior han de ser soportadas en nuevos dispositivos de acceso, habilitando nuevos canales de interacción natural. Los dispositivos móviles, incluyendo netbooks, tablets y otros, están transformando el mundo en el que vivimos gracias a las experiencias móviles e interconectadas que ofrecen²⁹. Por otra parte, Accenture informa de que este año se prevé una caída del 39% en las ventas de ordenadores, mientras que se estima una subida de un 26% en las de los *smartphones* (teléfonos inteligentes) y de un 160% en las de las tablet PC (Accenture, 2011).

Según (E1-JC), una de las principales tendencias para los próximos cinco años en investigación e innovación tecnológica a nivel mundial es la mayor miniaturización de los sistemas hardware:

*«Miniaturización y sustitución del hardware de sobremesa por la interconexión de **pequeños dispositivos móviles**.» (E1-JC)*

Esto tiene como consecuencia que se tienda a la integración de diferentes tecnologías y servicios en un mismo dispositivo.

*«Antes estábamos viendo una **convergencia** digamos que **a nivel de software**, a nivel de servicios, esos eran los operadores, empezaban a darte telefonía, más Internet, ahora ya también te dan televisión, etcétera. Pero ahora es la **convergencia a nivel de hardware**, poder hacer llamadas por el televisor, el iPad sirve como ordenador, etcétera. Como una **convergencia de todos los servicios y dispositivos en un único depositario**, por llamarlo así.» (E9-CZ)*

²⁹ <http://www.itpymes.es/tic/noticias/1008283036803/idf-ejecutivos-intel-analizan-evolucion.1.html>

«Progresivamente yo también pienso que, probablemente, esa es la primera fase de esta evolución, el **teléfono móvil o una tableta de interacción táctil**. Pero probablemente esa interacción va a pasar a estar en cosas que utilizamos cada día, por ejemplo: mi despertador me va a decir el tiempo, me va a decir cómo está el tráfico, me va a decir la información que yo quiero conectado a Internet, va a parecer un simple despertador pero me va a permitir conectar a un montón de servicios y no sólo a la interfaz típica de ordenador.» (E4-AR)

«**Tradicionalmente, nuestro acceso al ordenador, a los servicios electrónicos, a Internet, porque ahora ya todo pasa por Internet, ha sido fundamentalmente a través del ordenador y lo que pienso es que eso va a dejar de ser así**. Te diría que simplemente porque es un «rollo» encender un ordenador estando en casa y simplemente darle al play o al botón de conectar y esperar a que se cargue el sistema operativo. Lo más normal va a ser utilizar el **teléfono móvil o un iPad** que tengamos por ahí cerca.» (E4-AR)

En estos dispositivos se puede enriquecer la integración de tecnologías de interacción persona-máquina y, por tanto, mejoran la comunicación del usuario con servicios y contenidos digitales.

«La siguiente tendencia de mercado eran tanto los **smartphones** como **iPad** (...) esto ya es una tendencia mundial, que la estamos viendo cada día más y han ganado definitivamente la batalla como líderes de la interfaz de usuario.» (E9-CZ)

En cuanto a sistemas operativos de estos nuevos dispositivos, los expertos piensan que Android va a ser el futuro:

«**Android**, de la mano de los dispositivos móviles. El hecho de que sea libre, de que se pueda hacer comunidad alrededor de eso, que van a salir cada vez más y más aplicaciones para esto, (...) yo creo que va a ser el sistema operativo del futuro para entornos móviles sin duda.» (E8-LB)

Algunos de los expertos entrevistados destacan también el tema de la accesibilidad en los móviles:

«**También hay avances en cuanto a la accesibilidad en dispositivos móviles.**» (E3-CR)

Apple agrupa en una página web³⁰ muchas de las soluciones de accesibilidad disponibles tanto hardware como software para iPhone, iPad, y iPod touch. Se muestran desde unos auriculares de bucle magnético (*TecEar Music Link T-coil inductive ear loop*), a un programa de comunicación alternativa (*Proloquo2Go*), o una aplicación de lengua de signos americana (*Sign4me*). Además, el iPhone incluye un lector de pantalla, llamado VoiceOver. Por otra parte, Codefactory ha publicado varias aplicaciones para dar accesibilidad a Android, tales como el lector de pantalla *Mobile Speak*³¹, un reconocedor de color, *Color Recognizer*³², y el magnificador *Mobile Magnifier*³³.

Sin embargo, hay un gran peligro en cuanto a la accesibilidad en nuevos dispositivos:

«**Accesibilidad en dispositivos móviles, también hay rupturas: surge un nuevo modelo y a lo mejor no es tan accesible como el anterior**» (E3-CR).

³⁰ <http://www.apple.com/accessibility/resources/iphone.html>

³¹ <http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=316>

³² <http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=315>

³³ <http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=312>

Dentro de este apartado de nuevos dispositivos cabría mencionar la robótica asistencial.

*«La robótica ha pegado un cambio radical (...) de lo que era antes la robótica industrial ahora todas las tendencias marcan a **la robótica de servicios** (...), por ejemplo: la robótica de servicios dentro del hogar. La robótica puede tener bastantes aportaciones, sobre todo pensando en la discapacidad y el envejecimiento.» (E10-JG)*

Diversos proyectos buscan sacar un partido social a los robots. Por ejemplo, ACROSS (Auto-Configurable Robots for Social Services), cuyo objetivo es «modificar la concepción actual de la robótica social, estancada en proveer servicios preestablecidos y difícilmente reconfigurables, dando el paso a crear sistemas inteligentes, capaces de auto-reconfigurarse y modificar su comportamiento de forma autónoma mediante capacidad de comprensión, aprendizaje y acceso a software remoto»³⁴.

³⁴ <http://www.acrosspse.com/across/servlet/Portada>

IV. SITUACIÓN DE ACCESIBILIDAD DESDE EL PUNTO DE VISTA NORMATIVO

Existe un problema dentro del entorno de las TIC y su incidencia en las políticas nacionales para garantizar el derecho de los ciudadanos a un efectivo uso en igualdad de condiciones de los bienes, productos y servicios relacionados con la Sociedad de la Información y las Comunicaciones. Mientras en cualquier área de otras actividades y sectores (infraestructuras, transportes, educación, etc.), los Estados disponen de medios efectivos para garantizar determinados principios y condiciones necesarios de accesibilidad, en el sector de las TIC aparece un factor que no ocurre en los demás: prácticamente la totalidad de los bienes y productos se diseñan y fabrican fuera de nuestras fronteras, e incluso fuera del territorio de los países comunitarios. La capacidad de presión sobre las grandes corporaciones del sector TIC se muestra, en estas circunstancias, frecuentemente muy limitada, y difícilmente influenciada en muchos casos por obligaciones nacionales.

No obstante, la legislación debe ser la herramienta básica para lograr la inclusión de los usuarios con discapacidad entre los usuarios generales de las TIC. De igual forma, la legislación debe guiar y orientar a los gestores públicos y a los empresarios sobre los criterios que se deben tener en cuenta en el desarrollo de productos y servicios web adaptados a los requerimientos de la sociedad actual.

España posee un cuerpo normativo extenso y robusto al respecto, desarrollado en los últimos diez años. En lo referente a las personas con discapacidad, los últimos seis años han supuesto un avance esencial en el camino hacia la igualdad de derechos y la no discriminación. Se puede afirmar que España se encuentra entre los países líderes en el mundo respecto a la garantía de derechos de colectivos poblacionales en riesgo o especial dificultad, entre las cuales se hallan incluidas las personas con discapacidad. Sin embargo, en España, al igual que en la mayoría de los

países, la legislación, o las legislaciones nacionales, se encuentran limitadas por estar enmarcadas, como se ha comentado, en un sector, el tecnológico, donde quien manda son los grandes fabricantes y productores TIC, que actúan en función de sus líneas de negocio y de rentabilidad económica.

La amplia y robusta normativa legal desarrollada en España establece obligaciones en el campo de las tecnologías, especialmente en aquellas centradas en las telecomunicaciones, informática y medios audiovisuales. Además, tanto en la accesibilidad web como en equipamientos hardware del ordenador y aplicaciones vinculadas, la legislación se ha visto reforzada con normativa técnica (UNE 139801:2003, UNE 139802:2003, UNE 139803:2003, UNE 139804:2007).

La legislación aprobada en estos últimos años se encuentra distribuida en dos grandes bloques. Por un lado, aquella que se encuentra regulada en textos legales específicos e íntegros en la totalidad de su redacción para las personas con discapacidad, siendo los más representativos la Ley 51/2003 y el Real Decreto 1494/2007. Por otra, introduciendo artículos concretos o referencias en su articulado, dentro de leyes o Reales Decretos generales, destinados a tratar de garantizar la accesibilidad de bienes, productos o servicios por parte de las personas con discapacidad. Estos han sido introducidos, siguiendo los criterios informadores de la Convención de Derechos de las Personas con Discapacidad de UN, en prácticamente toda la legislación promulgada en España en estos años, desde la educación, el entorno laboral, los transportes o la cultura. Haciendo un repaso de nuestro sistema legal vigente, relacionado con las TIC y la denominada Sociedad de la Información y del Conocimiento, conviene recordar como más significativas:

1. Específica de la discapacidad:

- Ley 51/2003 de Igualdad de Oportunidades, No discriminación y Accesibilidad Universal.
- LEY 27/2007, de 23 de octubre, por la que se reconocen las lenguas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y sordociegas.

- REAL DECRETO 1494/2007, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.
- LEY 26/2011, de 1 de agosto, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.
- REAL DECRETO 1276/2011, de 16 de septiembre, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad.

2. Legislación general:

- LEY 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.
- LEY 34/2002 de Servicios de Sociedad de la Información y del Comercio Electrónico.
- REAL DECRETO 424/2005, de 15 de abril, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios.
- LEY 10/2005 de 14 de junio, de Medidas Urgentes para el impulso de la Televisión Digital Terrestre, de Liberalización de la Televisión por cable y de Fomento del Pluralismo.
- LEY 17/2006, de 5 de junio, de la radio y la televisión de titularidad estatal.
- LEY 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos.
- LEY 56/2007, de 28 de diciembre, de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información.

- REAL DECRETO 899/2009, de 22 de mayo, por el que se aprueba la carta de derechos del usuario de los servicios de comunicaciones electrónicas.
- LEY 7/2010, de 31 de marzo, General de la Comunicación Audiovisual

Toda la legislación aprobada se refiere a tecnologías y servicios TIC tradicionales que tienen ya una implantación y trayectoria en el tiempo. Sin embargo, **no existe legislación con perspectiva de futuro que permita incluir en ella los nuevos avances tecnológicos, en muchos casos vinculados a servicios y usos multimodales.** De esta forma, tecnologías y desarrollos relacionados con las TIC que han empezado a ser relevantes en el último año y medio, no tienen o tendrían difícil cabida en la legislación actualmente vigente. **Tecnologías como las pantallas táctiles, la realidad aumentada, la telefonía de tercera generación, la tecnología NFC o los nuevos servicios interactivos que empiezan a introducirse a través de la TDT, no tienen reflejo en la actual regulación legal** y, por tanto, las personas con discapacidad carecen de medios legales efectivos que garanticen el ejercicio de su derecho a una utilización no discriminatoria de las mismas.

El problema no es exclusivo de España. Es más, si se observa el panorama al analizar espacios económicos más amplios, como el de la UE, la problemática se acrecienta, al incrementarse la dificultad de establecer directrices legales que puedan obligar a una pluralidad de Estados, cada uno con sus diferentes situaciones económicas, sociales y/o demográficas, a seguir una misma línea normativa en este sentido.

Hay una realidad evidente, la lentitud de las administraciones y de sus mecanismos nacionales para promulgar normativa legal, o adaptarla, frente a la velocidad tecnológica. En España, se aprobó la primera normativa legal de condiciones básicas de accesibilidad a la sociedad de la información a finales de 2007, cuando ya la Sociedad de la Información y del Conocimiento estaba no sólo plenamente implantada, sino avanzando a pleno ritmo. La escasa normativa que establecía condiciones de accesibilidad anteriormente se refería al servicio de telefonía universal, telefonía fija, de acceso electrónico de los ciudadanos a la administración

electrónica, y algunas referencias a la accesibilidad a la TDT. Ciertamente, como se aprecia, se abarca un muy restringido abanico de los bienes, productos y servicios relacionados con las TIC, y siempre pensando en tecnologías existentes, nunca previendo la introducción de otras nuevas.

Es completamente necesario cambiar la metodología y la filosofía que debe impregnar la normativa legal en el campo de las TIC, buscando desarrollar normativa abierta, flexible, adaptable y fácilmente modificable. En cualquier otro caso, no sólo seguirá quedando obsoleta la regulación legal de los Estados frente a la evolución de las TIC, sino que cada vez habrá más separación entre una y otras. Simultáneamente, es perentorio trabajar en normativa técnica avanzada, única puerta de escape que pueden tener las empresas para eludir la accesibilidad frente a las obligaciones legales.

Tanto el CERMI como el sector asociativo de la discapacidad, incluidas las empresas del grupo Fundosa, están posicionadas muy cerca y continuamente del ámbito político y de las Administraciones públicas. Esta cercanía se produce principalmente debido a la labor que realiza el CERMI en todo lo relacionado con el desarrollo e impulso legislativo, respaldándose cada vez más en las posturas favorables de la UE y el impulso dado por la Convención de UN. Además, la discapacidad tiene tanto en un nivel central como autonómico y local, representantes con discapacidad en órganos políticos y de los distintos niveles de la Administración. Por último, la discapacidad ha conseguido introducirse con éxito en órganos consultivos y de control de las políticas sociales, como serían el Consejo Nacional de la Discapacidad, múltiples comisiones, foros sobre diversos temas de interés para la discapacidad (el último, el de cultura inclusiva), y relaciones directas, como sería el caso ONCE-Gobierno.

Estas circunstancias no se dan con la misma intensidad en la relación con la industria y la empresa, aunque se están produciendo avances. El acercamiento con el sector privado se está desarrollando a través de dos ámbitos principalmente: el de las Fundaciones de la empresa, y el que se produce en general a través de las áreas de RSC de las mismas, con convenios de colaboración. En cambio, la discapacidad no tiene integrados dentro de los órganos de decisión y de influencia de las em-

presas a profesionales con discapacidad, a diferencia de lo que ocurre en el ámbito político.

El esfuerzo de la discapacidad en relación a la tecnología se focaliza a través de proyectos de I+D+i, que si bien se materializan muchas veces en consorcios con empresas privadas, estos quedan posteriormente en muchos casos fuera de los procesos de fabricación y comercialización. Ello es debido, en esencia, a:

1. Los proyectos no siempre se definen contemplando el estado de la técnica y las necesidades y expectativas reales de los usuarios.

2. No se desarrolla todo el proceso de la I+D+i para la puesta en el mercado de un nuevo producto o servicio cuya tecnología requiere de madurez. Es decir, en ocasiones se crean consorcios para llevar a cabo proyectos de investigación industrial, sin considerar que resulta necesario un desarrollo experimental como paso previo al lanzamiento de un producto o servicio al mercado.

3. No se define el modelo de negocio de los productos o servicios que se pretenden generar como resultados de los proyectos en la fase inicial de los mismos. Es decir, se identifica una necesidad tecnológica y se crea un consorcio empresarial para la búsqueda de soluciones, pero no se analizan cuestiones como el valor añadido del producto o servicio frente a la competencia, modos de distribución, precio para el usuario, beneficios, etc. En este sentido, resulta fundamental que las empresas sean conscientes de la rentabilidad de su inversión desde el inicio para conseguir una implicación real en el desarrollo de los nuevos productos y servicios.

4. Las ayudas económicas a la I+D+i en forma de subvenciones y préstamos, aunque resultan esenciales para que muchas empresas lleven a cabo proyectos complejos, en ocasiones dan lugar a que las entidades que las reciben no siempre busquen el retorno de la inversión. En este sentido, la Administración Pública está exigiendo de forma muy acertada información sobre el plan de explotación de los resultados de los proyectos. Esta acción se ha de complementar con la valoración por parte de las entidades prestadoras de ayudas del cumplimiento de objetivos.

El sector asociativo de la discapacidad se relaciona con la empresa TIC privada de manera parcial, y la mayoría de las veces independiente y «solitaria», con convenios y acuerdos con cada sector o federación (e incluso asociaciones locales) para lograr subvenciones, o acceder en condiciones más favorables a servicios. Resulta necesario hacer un mayor esfuerzo en trabajar como conjunto colectivo de la discapacidad en el desarrollo de producción y diseño de base de manera real.

En síntesis, el esfuerzo de la discapacidad en el entorno TIC queda aún limitado, en esencia, a un proceso de «vigilancia» y no de iniciativa, y en todo caso en acceso a determinados servicios. No se está ejerciendo todavía una presión tan fuerte y cercana a las direcciones de la industria y la empresa, como se hace en el ámbito político. Y este salto cualitativo es completamente necesario.

Por otra parte, viendo la limitada efectividad que la legislación actual puede llegar a significar para avanzar en un sistema de verdadera garantía de derechos sobre la no discriminación en el acceso y usos a los bienes, productos y servicios tecnológicos, se deben buscar los procedimientos necesarios para avanzar de manera urgente en un fortalecimiento legal de derechos, tanto en los ámbitos internos de cada país, como en espacios sobre-estatales, como es el comunitario de la UE. En este sentido, **un papel esencial lo debe jugar la Convención de Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD) que, una vez ratificada institucionalmente por el Consejo Europeo, debe obligar tanto a las instituciones europeas como a las legislaciones nacionales de cada país a formar un cuerpo legal sólido, actual y eficaz en el camino a la accesibilidad y usabilidad tecnológica.** La CPDP establece en su art. 9 obligaciones para los Estados y, desde este punto de vista, pueden ser eficaces alianzas y estrategias multinacionales desde espacios conjuntos como la propia UE.

4.1. Implicaciones de la Convención de Derechos de las Personas con Discapacidad

El 13 de diciembre de 2006 se aprobó la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Este nuevo instrumento supone importantes consecuencias para las personas con dis-

capacidad y, entre las principales, se destacan la «visibilidad» de este grupo ciudadano dentro del sistema de protección de derechos humanos de Naciones Unidas, la asunción indubitada del fenómeno de la discapacidad como una cuestión de derechos humanos, y el contar con una herramienta jurídica vinculante a la hora de hacer valer los derechos de estas personas.

La Convención entró en vigor en España el 3 de mayo de 2008. Desde entonces, una de sus principales utilidades es su conversión en herramienta jurídica, a la hora de presentar o iniciar acciones legales o reclamaciones judiciales. La Convención supone una nueva herramienta judicial, que forma ya parte del ordenamiento jurídico interno español, una vez ratificada el 23 de noviembre de 2007.

En virtud de esta Convención, los Estados Partes se comprometen a adoptar una serie de medidas para asegurar y promover el pleno ejercicio de todos los derechos humanos y las libertades fundamentales de las personas con discapacidad, sin discriminación alguna por motivos de discapacidad (Art. 4). El artículo 3 de la Convención define sus principios inspiradores, entre los que se cita expresamente, en su letra f) el de la accesibilidad.

Más concretamente, según lo establecido en el artículo 9, a fin de que las personas con discapacidad puedan vivir de forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida, los Estados Partes se comprometen a adoptar medidas apropiadas para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertas al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales. Estas medidas incluirán la identificación y eliminación de obstáculos y barreras de acceso en los servicios de información, comunicaciones y de otro tipo, incluidos los servicios electrónicos y de emergencia.

A renglón seguido, en ese mismo artículo 9, los Estados Partes también se comprometen a adoptar las medidas pertinentes para:

- Desarrollar, promulgar y supervisar la aplicación de normas mínimas y directrices sobre la accesibilidad de las instalaciones y los servicios abiertos al público o de uso público.
- Asegurar que las entidades privadas que proporcionan instalaciones y servicios abiertos al público o de uso público tengan en cuenta todos los aspectos de su accesibilidad para las personas con discapacidad.
- Promover otras formas adecuadas de asistencia y apoyo a las personas con discapacidad para asegurar su acceso a la información.
- Promover el acceso de las personas con discapacidad a los nuevos sistemas y tecnologías de la información y las comunicaciones, incluida Internet.

Además, los Estados Partes deberán adoptar todas las medidas necesarias para garantizar el goce efectivo de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con los demás, de derechos tales como:

- Derecho a vivir de forma independiente y a ser incluido en la comunidad (Art. 19).
- Derecho a la habilitación y rehabilitación para lograr y mantener la máxima independencia, capacidad física, mental, social y vocacional, y la inclusión y participación plena en todos los aspectos de la vida (Art. 26).
- Derecho a tener la oportunidad de ganarse la vida mediante un trabajo libremente elegido o aceptado en un mercado y un entorno laborales que sean abiertos, inclusivos y accesibles a las personas con discapacidad (Art. 28).
- Derecho a participar en la vida política y pública (Art. 29).
- Derecho a participar en la vida cultural, las actividades recreativas, el esparcimiento y el deporte (Art. 30).

- Derecho a la libertad de expresión y de opinión y acceso a la información. (Art. 21).

En pleno desarrollo de la sociedad de la información, el completo ejercicio de estos derechos está íntimamente conectado con la garantía de unos niveles adecuados de accesibilidad de los servicios ofrecidos y de los medios tecnológicos utilizados por la Administración, como prestador de servicios a la ciudadanía, como agente empleador y como promotor y garante de ese nuevo modelo social.

Al ratificar el Reino de España el Protocolo Facultativo de la Convención el pasado 27 de noviembre de 2007, el Estado reconoce la competencia del Comité de Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad para recibir y considerar las comunicaciones presentadas por personas o grupos de personas sujetos a su jurisdicción que aleguen ser víctimas de una vulneración por parte del Estado español de cualquiera de las disposiciones de la Convención, o en nombre de esas personas o grupos de personas. Es decir, las personas con discapacidad o sus organizaciones representativas pueden presentar una queja o reclamación internacional alegando que en España se violan sus derechos humanos, ante incumplimientos relacionados con la falta de accesibilidad de las herramientas tecnológicas utilizadas por la Administración.

4.2. Europa

Si lentos son los mecanismos de actuación nacionales, en lo que respecta a la redacción de leyes, más preocupante es la lentitud de las instancias europeas, que además tienen una influencia fortísima en las normativas nacionales, muchas veces limitando el margen de maniobra de éstas. Fuera de las regulaciones generales principalmente basadas en el sector de las Telecomunicaciones, el camino de la UE hacia una plena garantía en el ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad se ha basado en Comunicaciones y planes de actuación, esencialmente. Como últimos pasos, tendríamos la ratificación también por parte de la UE de la CDPD y la Estrategia Europea de Discapacidad 2010-2020.

En diciembre de 2008, la Comisión Europea adoptó la Comunicación «Hacia una Sociedad de la Información accesible». Este documento propone sugerencias para mejorar tanto la accesibilidad web (el acceso a Internet) en particular, como la accesibilidad (acceso a los equipos electrónicos), en general.

En el documento se expresa que «la sociedad europea genera cada vez más productos y servicios informáticos. Sin embargo, en este sentido, algunos sectores de la población como las personas con discapacidad y/o de la tercera edad siguen excluidos. La Comisión Europea quiere, a tal efecto, reforzar un enfoque común en materia de accesibilidad electrónica y de accesibilidad web».

Por este motivo, se considera necesario, desde la Comisión Europea, reforzar un enfoque común en materia de accesibilidad tanto tecnológica como a Internet. Desde el documento, se considera la accesibilidad electrónica como la integración de las personas con discapacidad y/o de la tercera edad en las TIC, afirmándose que, en el marco de la sociedad de la información, los ciudadanos deben tener igual acceso a ordenadores, teléfonos, televisión, administración pública en línea, compras de productos y servicios, centros de llamadas, terminales de auto-servicio, cajeros automáticos y máquinas expendedoras de billetes, etc. Igualmente, se afirma que la ausencia de accesibilidad electrónica puede provocar una seria brecha digital que excluya a sectores de la población de la sociedad. La UE prevé dar respuesta a estas cuestiones a través del fomento del diálogo entre los actores que tendrá como fin establecer prioridades y enfoques en materia de accesibilidad electrónica. El planteamiento político de la Comisión, en este sentido, tiende hacia la mejora del marco político dedicado a cuestiones de investigación e innovación. Por otra parte, se plantea la propuesta de normas que se basen en la cooperación y el intercambio de buenas prácticas por parte de todos los implicados.

En cuanto a políticas europeas que faciliten o promocionen la accesibilidad a las TIC, el origen se ubica en los planes eEurope, que constituyen una iniciativa política cuyo fin es «asegurar que la Unión Europea obtenga el máximo provecho de los cambios que está produciendo la sociedad de la información». Si bien el objetivo primero de estos pla-

nes —como se puede deducir de la propia descripción que se ha transcrito desde la página de la UE— no es lograr la accesibilidad universal, sí contemplan desde su origen ciertas cuestiones relacionadas con ella, entre las cuales destacan algunos de los objetivos principales que se plantearon en su inicio y que suponen de forma latente la necesidad de establecer principios de accesibilidad universal o programas que apoyen proyectos con este fin. Los objetivos de esta iniciativa política fueron:

- Llevar la era digital y la comunicación en línea a cada ciudadano, hogar y escuela y a cada empresa y administración.
- Crear una Europa que domine el ámbito digital, basada en un espíritu emprendedor dispuesto a financiar y desarrollar las nuevas ideas.
- Velar por que todo el proceso sea socialmente integrador, afirme la confianza de los consumidores y refuerce la cohesión social.

Para alcanzar estos objetivos, se propusieron diez acciones prioritarias que se llevarían a cabo por medio de la actuación conjunta de diversos órganos de la UE con apoyo de las empresas (no debe olvidarse que el plan tiene como objetivo prioritario el avance económico) y los estados miembros, que —según el documento— tenían la siguiente obligación en cuanto a accesibilidad: «Antes de que finalice 2001, la Comisión y los Estados miembros deben comprometerse a que el diseño y el contenido de todos los sitios web públicos sean accesibles a los discapacitados».

Por otra parte, en el texto de la «Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea» se expresa claramente la prohibición de toda discriminación y en particular la ejercida por razón de sexo, raza, color, orígenes étnicos o sociales, características genéticas, lengua, religión o convicciones, opiniones políticas o de cualquier otro tipo, pertenencia a una minoría nacional, patrimonio, nacimiento, discapacidad, edad u orientación sexual. Este punto indica claramente la importancia de generar políticas que faciliten el acceso universal a las tecnologías de la información con el fin de evitar la brecha digital en todas sus manifestaciones.

En este sentido, también en el Manifiesto de las Mujeres con Discapacidad en Europa³⁵ se recoge la necesidad de garantizar la accesibilidad de todos los bienes y servicios, sean tecnológicos o no, para mujeres y niñas con discapacidad, en igualdad de condiciones con el resto de la población. En la actualidad se están estudiando las posibles implicaciones de la perspectiva de género en el campo de la accesibilidad tecnológica. Los resultados de estos estudios son concluyentes respecto a que, si bien una serie de condicionantes sociales suponen aún la discriminación de las mujeres en el uso de la tecnología (fundamentalmente debido al todavía menor acceso de las mismas a la educación superior y al mundo laboral), la existencia de barreras de accesibilidad propias de la tecnología no es distintiva por sexo de la persona usuaria. Sí resulta fundamental garantizar que los servicios específicos para mujeres (como los relacionados con la salud sexual femenina, la maternidad o la violencia de género) resultan totalmente accesibles.

³⁵ <http://www.cermi.es/es-ES/MujeresDiscapacidad/Publicaciones/Paginas/Manifiestos.aspx?TSMEIdPub=14>

V. ESTUDIO DE LAS ÁREAS TECNOLÓGICAS PRIORITARIAS

5.1. Entornos prioritarios

Los entornos que se han seleccionado en este estudio prospectivo, para comprobar en qué medida se reflejan en ellos los principales avances en cuanto a las tendencias tecnológicas que se identificaron y comentaron anteriormente, son los siguientes (en cada caso se señalan los expertos que han ratificado durante la consulta la relevancia del entorno):

ENTORNO	EXPERTO
Educativo	(E1-JC) (E2-JR) (E3-CR) (E9-CZ)
Salud / Doméstico	(E1-JC) (E2-JR) (E3-CR) (E4-AR) (E5-JM) (E10-JG) (E7-SG)
Laboral	(E1-JC) (E3-CR) (E5-JM)
Urbano	(E3-CR) (E4-AR)
Compras, bienes y servicios	(E3-CR) (E4-AR) (E8-LB)

5.2. Selección de dispositivos y servicios

De cara a la selección de dispositivos y servicios para el testeo de la accesibilidad, se han tenido en cuenta las tendencias citadas por los expertos y detectadas en la vigilancia tecnológica, tendencias aplicadas en cada caso a uno o varios de los entornos establecidos. Lo que puede resultar más difícil a día de hoy es seleccionar para el análisis dispositivos o servicios representativos de tendencias que tal vez no se concreten hasta dentro de un lustro o más. En cualquier caso, desde el punto de

vista de dicho análisis, se puede abordar mediante la selección de aquellos dispositivos o servicios que son tendencia actual o que se prevé que estarán disponibles en el mercado a corto plazo (mediante la evaluación de prototipos). Las principales tendencias son las siguientes:

Interoperabilidad (dispensadores de billetes, electrodomésticos, información sobre transportes, activación de semáforos...): se trata de un tema especialmente influyente en los entornos urbano y doméstico. Claramente, en el ámbito de la teleasistencia y la vida independiente, la interoperabilidad es el tema más destacado (véase el informe de prospectiva e-salud 2020). Un ejemplo de tendencia prevista entre 2011 y 2015 es un concentrador en la entrada del hogar que permitirá la conexión de las diferentes redes internas del hogar (teleasistencia, domótica, etc.) con los sistemas de servicios sanitarios. De esta forma, las personas mayores podrían acceder a todos los beneficios y servicios tecnológicos de su hogar a través de un único interfaz adaptado a sus necesidades y habilidades. A su vez, esta interfaz puede estar monitorizada o controlada por un servicio de teleasistencia orientado a la supervisión y asistencia de los miembros de ese hogar, para aquellas personas que no puedan gestionar los servicios domóticos existentes en su casa.

Smartphones: el desarrollo tecnológico de los smartphones (hoy por hoy iOS y Android) influye en diversas áreas (como la realidad aumentada) y en aplicaciones. En este sentido, lo adecuado es escoger dispositivos representativos que ilustren las tendencias del mercado. Afectan a todos los entornos, aunque la propuesta es asociar su análisis en un nivel de dispositivo con el entorno laboral, ya que poco se puede prever sobre el futuro de este entorno más allá de una mayor implantación del teletrabajo, el acceso a servicios tecnológicos y teleasistencia desde zonas rurales, y de la influencia que el manejo de los móviles de última generación puede tener en el aumento de posibilidades de trabajo para las personas con discapacidad (p.e., Proyecto Alfabetización TIC-Móvil). En cuanto al nivel normativo, el reto es la accesibilidad en dispositivos móviles.

Realidad aumentada: ya posicionada para entrar en el sector de consumo de forma generalizada. Hasta ahora, sus aplicaciones se centran principalmente en el ocio y el marketing, aunque es previsible su

extensión a otras áreas, como turismo, educación o salud. Desde el punto de vista de la prospectiva, es especialmente interesante mencionar las aplicaciones sobre el entorno urbano y la educación.

Creación de contenidos digitales (aplicaciones 2.0): un aspecto fundamental para que muchas de las aplicaciones hacia las que se orienta la sociedad de la información realmente lleguen a todos es garantizar la accesibilidad de estas aplicaciones (que incluyen también las redes sociales). También como reto emerge la accesibilidad de los contenidos educativos.

Desarrollo de los tablets: constituyen tendencia, incluso llegando a eliminar del mercado a los e-readers. Algunos ejemplos son la Tablet de Amazon (Samsung) o la ifree Tablet (accesible, Universidad de Córdoba). Se pueden analizar como dispositivo representativo del aprendizaje móvil (p.e., aplicaciones e-learning en tablets).

Kinect: cuenta con múltiples aplicaciones (p.e., el reconocimiento corporal, muy en línea con el control domótico). Existe ya debate sobre cuestiones de accesibilidad en Kinect. El futuro se orienta hacia los gestos personalizados y las transferencias de perfiles.

Pagos NFC: aplicable principalmente al entorno de compras y servicios.

Registro telemático, firma electrónica, facturación electrónica, certificados electrónicos: aplicable principalmente al entorno de compras y servicios.

Servicios en la nube: transversal a todos los entornos y beneficiando, principalmente, a la movilidad de las personas y la gestión de información y servicios desde cualquier localización, sea una zona rural, un dispositivo móvil o un puesto de trabajo temporal.

TV digital aplicada a la teleasistencia (véase el informe de prospectiva e-salud 2020): la televisión digital será uno de los medios principales para proporcionar servicios sanitarios asistenciales, formativos e informativos, sobre todo a habitantes de zonas rurales y personas ma-

yores, quienes especialmente necesitan un dispositivo o interfaz que les sea conocido para minimizar la curva de aprendizaje de estos nuevos servicios. La televisión es la candidata más idónea para esta tarea, al tratarse de un dispositivo presente en el hogar desde hace muchos años.

A modo de síntesis, la propuesta de dispositivos y servicios destacados en los diferentes entornos considerados, es la siguiente:

- Para el entorno educativo: **tablets** (aprendizaje móvil), e-readers, pizarras digitales, plataformas LMS integradas en redes sociales o aplicaciones de realidad aumentada.
- Para el entorno laboral: análisis de **smartphones** en el contexto de sus posibilidades de integración en el mercado laboral para personas con discapacidad; servicios en la nube de carácter colaborativo o individual; telecontrol de elementos mediante interfaces visuales, táctiles, gestuales, hápticos o mentales.
- Para el entorno urbano: paneles urbanos o **realidad aumentada** aplicada a la información sobre transportes, turismo, asistencia geoposicional, etc.; etiquetado RFID o NFC para transmisión de información y reconocimiento de edificios, productos o servicios en la calle.
- Para el entorno de la teleasistencia: **aplicaciones de la televisión digital**, Internet en la televisión o **interoperabilidad entorno doméstico y e-salud y aplicaciones de realidad aumentada**.
- Para el entorno de compras y servicios: micropagos por móvil/**transacciones móviles (NFC)**/ marketing adaptado y personalizado; sobre pago NFC: Gingerbread (Android 2.3), que soporta la tecnología NFC (pagos móviles); plataformas de televisión en Internet con soporte de tiendas virtuales o servicios de contenidos a la carta.
- Además, desde un punto de vista transversal, se analizan la Kinect, Nintendo Wii, servicios en la nube, y software para editar contenidos 2.0.

A la hora de seleccionar los **dispositivos portátiles**, tanto **tablets** como **smartphones**, es necesario prestar atención a las tendencias del mercado, por lo que había que analizar dispositivos de las dos grandes plataformas para dispositivos portátiles: Android y Apple iOS. Por esta razón fue necesario que tanto los tablets como los smartphones candidatos al análisis en el marco de este estudio pertenecieran a estas dos plataformas. Se incluyeron, por tanto, en el catálogo de dispositivos los siguientes elementos: Apple iPad, Apple iPhone, Tablet Android (Motorola Xoom y Samsung Galaxy tab P1010) y Smartphone Android (Google Nexus S). Otras plataformas como Meego, Windows phone serie o el próximo Windows 8 seguirán la evolución y tendencias de las dos plataformas principales, ya que es donde se localizan, desde hace varios años, todas las innovaciones de interfaz y servicios. Además, a través de estas dos plataformas es posible acceder a la mayoría de accesorios y servicios ubicuos de comunicación o detección inalámbrica, ya que los fabricantes de hardware y software han demostrado repetidamente apostar por una o ambas plataformas para dispositivos móviles.

En el caso de la **televisión digital**, es necesario incluir un dispositivo que, bien sea compatible con alguna de las plataformas de televisión digital presentes en el mercado presente y futuro, como Google TV; o bien sea una televisión que permita consumir servicios en Internet, por la Web o a través de un servicio similar. El principal motivo para optar por un aparato de televisión con conexión a Internet es la tendencia clara de identificar y utilizar a Internet como canal renovador e innovador tecnológico. A través de Internet se accederá a contenidos y servicios que actualmente sólo podemos intuir. Al utilizar este dispositivo podemos ir adaptándonos a las tendencias de Internet y el mercado televisivo. Se ha optado por un codificador compatible con GoogleTV, como es el Logitech Revue y un aparato con conectividad a Internet, como es el Sony Bravia, compatible con la plataforma AppliCast.

Dentro de los **gestores de contenidos** de la Web 2.0 se encuentran diversos candidatos, todos con gran representación de usuarios en el mundo. Entre ellos destacan: Wordpress, Joomla, Drupal y Blogspot. Estos gestores de contenidos están demostrando una gran capacidad de adaptabilidad a las nuevas versiones de los estándares de la Web, por lo que se asume que tendrán una larga vida en Internet. Además, estas

plataformas utilizan tecnologías comunes a las que utilizan las grandes redes sociales que dominan el Internet actual.

El dispositivo **detector/intérprete de movimientos corporales** es de fácil elección, ya que Microsoft ha demostrado tener, en la actualidad, el más preciso y eficiente que, además, ha tenido una gran aceptación tanto por el mercado como por la comunidad de desarrolladores e investigadores, gracias al potencial de sus librerías oficiales y no oficiales. Habría que prestar atención a los movimientos en este campo de otros grandes fabricantes de productos para el ocio en el hogar, como Nintendo, Sony, Apple y Samsung.

El sector de **nuevos materiales**, bien sean superficies dinámicas en cuanto a su aspecto visual o su rigidez, o bien tejidos inteligentes o contenedores termoestables, queda fuera de este estudio, ya que suponemos que los dispositivos estudiados se beneficiarán de o interactuarán con estos nuevos materiales.

Dentro de los **interfaces de comunicación persona-máquina a través del pensamiento** encontramos posibles candidatos que están siendo desarrollados en universidades y centros de investigación. Con este tipo de interfaces se pueden sustituir otros métodos de control. La característica común de todos estos métodos de interpretación del pensamiento para controlar un interfaz es la necesidad de un aprendizaje y entrenamiento por parte del usuario. Dentro de este tipo de tecnologías también se ha de mencionar la incipiente aparición de experimentos y estudios para realizar la comunicación inversa, esto es, transmitir información de la máquina al cerebro, permitiendo enviar imágenes, sonidos o conceptos a una persona que no pueda usar sus órganos para recibir esta información. Esta tecnología, actualmente, está en fase teórica no habiéndose publicado ningún experimento práctico con resultados satisfactorios.

5.3. Situación y tendencias en accesibilidad

A continuación se presentan los resultados del análisis de la accesibilidad de los dispositivos y herramientas seleccionados en el estudio.

En algunos casos se han analizado varios del mismo tipo (como es el caso de los gestores de contenidos). En cada apartado se hace un breve resumen de la evolución del dispositivo o herramienta, para después presentar los principales resultados de la evaluación de accesibilidad y algunas propuestas de futuro.

5.3.1. Los gestores de contenido: Wordpress, Drupal, Joomla, Moodle, Symders y Zenokers

Se ha elegido este tipo de herramientas porque en el marco actual tecnológico y social es Internet el ámbito en el que más contenidos se crean y se comparten. Los gestores de contenidos son los representantes más claros y utilizados a la hora de crear contenidos en y para Internet o para dispositivos electrónicos. Se emplean en el entorno laboral y el personal, tanto en las redes sociales como en los métodos de divulgación de contenidos de la Web 1.0, y es relevante para todos los entornos, de manera especial para el educativo.

Evolución de los gestores de contenido

Los primeros intentos por parte de los desarrolladores para hacer que los usuarios de Internet participasen aportando opiniones o contenidos consistían en el uso de formularios web rudimentarios en los que el contenido principal era el texto.

Con la evolución de nuevas tecnologías asociadas a los navegadores web, como Javascript o Java, estos formularios web fueron ampliando su funcionalidad, incluyendo capacidades para formatear el texto o para añadir estilo y color, enriqueciendo de este modo los contenidos. Estos formularios web pasaron a denominarse editores Wysiwyg («what you see is what you get»). Se denominan así porque la persona que introduce el contenido puede ver directamente el resultado final al que accederán el resto de usuarios que visiten la página web.

Con la aparición de portales comunitarios, precursores de las actuales redes sociales, los usuarios comienzan a crear y modificar conte-

nidos de forma colaborativa. Los editores Wysiwyg evolucionan para poder gestionar a múltiples usuarios editores y variadas versiones de un contenido. Ya no es suficiente con poder gestionar contenidos, es necesario hacerlo con todo un portal con diversas secciones y canales. Aparecen, de forma oficial, los gestores de contenido.

El modelo de gestión de contenidos pasa a ser más semejante al que se sigue en la prensa escrita. Aparecen los perfiles de redactor, o administrador de contenidos, editores, usuarios encargados de crear y editar contenidos, y los clientes, que son los usuarios visitantes del portal web que consultan los contenidos publicados.

Ubicuidad de los gestores de contenido

En un primer momento los gestores de contenido se basaban en aplicaciones de escritorio que mantenían una conexión con la base de datos del portal web. Esto limitaba la ubicuidad de los usuarios participantes en la tarea de gestión de contenidos de un portal, ya que para poder realizar su tarea debían acceder a un equipo informático en donde se encontrase instalado el cliente de gestión de contenidos.

La corriente del software libre, junto al aumento de potencia de los sistemas operativos y los navegadores web, permiten sustituir los clientes basados en aplicaciones de escritorio por otros basados en aplicaciones web. El usuario que participa en la gestión de contenidos de un portal sólo debe cumplir como requisito el poder conectarse a la World wide web. Con esto, Internet se vuelve más dinámico aún, es posible crear y modificar un contenido en cualquier momento y lugar. Los grupos colaborativos se dispersan y desaparece la barrera de la distancia a la hora de colaborar en la gestión de un portal web.

Evolución de los contenidos en la Web 2.0

Las tecnologías asociadas a los navegadores web siguen evolucionando y los contenidos que pueden ser gestionados por un editor Wysiwyg aumentan. Contenidos visuales como imágenes o vídeos pue-

den ser creados y gestionados a través de la Web, y también se puede crear y editar música y sonidos. Los editores Wysiwyg pasan a gestionar contenidos multimedia.

La Web 2.0 amplía su catálogo de contenidos para los usuarios. Ya no sólo pueden compartir contenidos textuales, fotografías, dibujos, vídeos y sonidos creados por ellos, sino que invaden Internet y aparecen las redes sociales y servicios especializados en alguno de estos tipos de contenidos, como los servicios para publicar y compartir fotografías, editar sonidos y música o publicar vídeos de diversos niveles de profesionalidad.

Principales gestores de contenido

En la actualidad, los gestores de contenido con más webs representativas en Internet pertenecen a la categoría de software libre. Aunque hay algunos de software privativo, son demasiado específicos para las necesidades de un cliente determinado, por lo que no permiten ser tomados en cuenta para esta prospectiva tecnológica. Por esta razón, las observaciones y análisis realizados han recaído sobre los tres principales gestores de contenidos en Internet de la actualidad: Wordpress, Drupal y Joomla. No hay que olvidar el ámbito de la teleformación, que también se ve beneficiada por estas herramientas. Moodle es la plataforma para crear cursos telemáticos más utilizada en Internet. Por esta razón, pasó a formar parte del catálogo de gestores de contenido evaluados en esta prospectiva tecnológica.

Hay otros gestores de contenidos en el mercado, pero la mayor parte de ellos copia o imita las soluciones y servicios que utilizan estos cuatro paquetes de software.

La creciente importancia de la Web semántica nos ha llevado a añadir dos gestores de contenido más, ya que se trata de gestores de contenidos semánticos. Los seleccionados son los que poseen un grado de madurez suficiente para considerar que pronto tomarán relevancia en Internet. Se trata de Symdex y Zenukers.

Uso específico de los gestores de contenido evaluados

En la actualidad, para crear un sitio web personal a modo de bitácora o blog, la plataforma más utilizada en Internet es Wordpress. La propia Microsoft ha demostrado confiar en este gestor de contenidos al forzar la migración de los usuarios de MySpace a Wordpress.com, el portal oficial y público del mismo. Su éxito se debe a la facilidad para comenzar a crear contenidos y mantener un sitio web de forma rápida y simple, ya que este gestor está orientado, principalmente, a la generación de webs sencillas y bitácoras personales. Tanto personas anónimas como estudiantes o gente que simplemente quiere compartir información, utilizan Wordpress y sus plantillas para crear, por ejemplo, portales de noticias.

Para la generación de portales más complejos, las comunidades de desarrolladores de Drupal y Joomla han creado *widgets*³⁶, módulos, plantillas y documentación para todo usuario que así lo quiera. Tanto Drupal como Joomla requieren de mayores conocimientos para su instalación y gestión, pero su alta escalabilidad y personalización hace que cualquiera de estos dos gestores de contenidos sea la mejor elección para portales de múltiples secciones y varios usuarios gestionando contenidos.

Para la creación de contenidos formativos o cursos telemáticos para actividades de e-learning, Moodle es uno de los mayores representantes en Internet, con una amplia comunidad de usuarios y desarrolladores creando extensiones y documentación, y aportando soporte técnico.

Infraestructura y escalabilidad

Aunque los primeros gestores de contenido eran de carácter monolítico, con pocas características de modularidad y ampliación, el uso de metodologías para grupos de desarrollo dispersos ha permitido que

³⁶ Un Widget es una pequeña aplicación web orientada a una sola función, por ejemplo, mostrar el tiempo en una localidad, una calculadora simple, una opción para acceder a la página en otro idioma utilizando un servicio de traducción en línea o, simplemente, publicidad interactiva. El uso de widgets permite ampliar la funcionalidad de una aplicación o sitio web de forma rápida y ordenada.

posteriormente la gran mayoría de estas aplicaciones se diseñe de forma modular, con una gran capacidad de ampliación.

Todos los gestores de contenido evaluados admiten la incorporación de módulos con nuevas funcionalidades. Estos módulos pueden ser desarrollados para un gestor de contenido en concreto o tratarse de módulos independientes, widgets, o servicios web asociables a casi cualquier gestor de contenido. Estos servicios web o widgets garantizan que los gestores de contenidos evolucionarán, en su mayor parte, hacia la denominada Web 3.0, en la que la semántica toma mayor importancia.

El uso de plantillas de diseño personalizables y compartidas por las comunidades de usuarios asociadas a cada gestor de contenido permite que los portales web presenten diversidad en su diseño y estilos de tratamiento de tales contenidos. Esto anima a pensar en la permanencia, en el futuro, de estos gestores de contenido, ya que Internet ha demostrado que sólo las herramientas que muestran un equilibrio entre la flexibilidad en funciones y diseño y la sencillez triunfan por un largo periodo de tiempo.

El empleo de tecnologías de software libre en todos los paquetes y aplicaciones necesarias para la ejecución de estos gestores de contenido hace que la instalación de los motores para su correcta ejecución sea relativamente sencilla, ya que existe gran cantidad de documentación para diversos perfiles de usuario. Además, algunos portales ofrecen instalaciones ya creadas con soporte para algunos o todos estos gestores de contenido, simplificando así la labor a las personas que los utilicen.

Accesibilidad en los gestores de contenido

Todos los gestores de contenido, con una instalación básica de módulos, widgets y plantillas, presentan problemas de accesibilidad según WCAG 1.0 y 2.0³⁷, tanto para la parte pública como para la privada de los portales generados utilizándolos.

³⁷ WCAG 1.0: <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>
WCAG 2.0: <http://www.w3.org/tr/wcag20/>

Pero es necesario mencionar, de forma individualizada, las distintas iniciativas en pro de la accesibilidad de cada una de estas aplicaciones.

Moodle, por ejemplo, presenta barreras importantes, al incluir reproductores e interfaces de examen creados con tecnologías con bajo nivel de accesibilidad, como pueden ser objetos Flash o applets de Java. Esto limita enormemente el acceso a usuarios de productos de apoyo. En cuanto a los problemas de semántica y estructura, son solucionables, en la mayoría de los casos, utilizando plantillas y extensiones creadas por la comunidad de usuarios de Moodle, ya que la comunidad de desarrolladores aún no está totalmente sensibilizada con la problemática de la accesibilidad. Entre estos problemas de semántica y estructura destaca la presencia de estructuras de encabezado erróneas, uso inapropiado de marcas de listas y citas y exportación de los contenidos a otro formato, como documentos PDF, con errores de accesibilidad en su marcado semántico.

La comunidad de desarrolladores y usuarios de **Wordpress** ha diseñado plantillas y componentes que permiten mostrar contenidos y portales completos que cumplan los criterios de WCAG 1.0 o 2.0. Queda en manos de quienes redacten nuevos contenidos seguir y conocer las normas de estilo para que tales contenidos no generen nuevas barreras de accesibilidad. Pero estas soluciones sólo afectan a la parte pública del sitio web creado con Wordpress. En la parte privada existen algunas barreras que, aunque mínimas, afectan a usuarios de esta herramienta que accedan utilizando un lector de pantallas o sistema de reconocimiento de voz, ya que los principales problemas están relacionados con el uso de Javascript de forma intrusiva al ciertas tareas, o con la presencia de enlaces o imágenes sin identificadores textuales apropiados.

Drupal y Joomla también poseen estilos y plantillas que permiten crear portales que cumplan con los requisitos de WCAG 1.0 y 2.0 pero, al igual que Wordpress, es en la parte privada donde aparecen las mayores barreras de accesibilidad. **Drupal es, de todos los gestores de contenido evaluados, el que menos barreras de accesibilidad presenta.** Todas ellas se relacionan, en mayor o menor medida, con el uso inapropiado de Javascript, identificadores erróneos para enlaces, botones e imágenes, y estructuras semánticas incorrectas. Ha de mencionarse

que, tanto la comunidad de usuarios de Drupal como la de Joomla, han demostrado estar cada vez más sensibilizados con la accesibilidad. La prueba es que en cada nueva versión de estos gestores de contenidos se soluciona alguno de los problemas de accesibilidad reportados por los usuarios a la comunidad de desarrolladores.

En el caso de **Zenukers y Symdex**, aunque no existen problemas de estructura semántica, al tratarse de gestores de contenido especializados en este tipo de marcado de información, la presencia de Javascript intrusivo y la carencia de alternativas apropiadas a contenidos visuales crean barreras de accesibilidad tanto en la parte pública como en la privada de los portales generados utilizando estas aplicaciones web.

Adaptación a perfiles profesionales y comunidades virtuales

Como ya se ha indicado, todos los gestores de contenido evaluados permiten ampliar su funcionalidad a través de extensiones, módulos o widgets. Esto permite que aparezcan portales generados con Wordpress, Joomla, Symdex o Drupal orientados a contenidos visuales, revistas electrónicas o portales de comercio electrónico en los que se utilizan módulos o parte del motor de estos gestores de contenido.

Las herramientas de gestión de contenidos han permitido la aparición de **plataformas de redes sociales**, tanto de carácter general como especializado. Esto ha provocado el surgimiento de nuevos perfiles profesionales y la reorientación de otros ya existentes, debido a los requerimientos de la nueva sociedad de Internet. Periodistas, formadores, divulgadores de información, artistas, investigadores y estudiantes se benefician, directamente, de los portales generados por estos gestores de contenido. También ciertas modalidades laborales se ven beneficiadas por algunas o todas las características asociadas a este tipo de herramientas. Por ejemplo, el teletrabajo, ya que los gestores de contenido permiten desempeñar al trabajador su función desde cualquier lugar en el que pueda conectarse a Internet.

Así mismo, los estudios a distancia ven mejorada su experiencia de usuario gracias a las nuevas funciones de la Web 2.0. Además, el estu-

diante con limitaciones de movilidad o desplazamiento puede acceder a los contenidos educativos desde cualquier lugar con un dispositivo adaptado a sus necesidades.

El futuro de los gestores de contenido: propuestas de mejora

Los gestores de contenido, en sus comienzos y en la actualidad, están muy ligados a la Web y seguirán estándolo, ya que su camino evolutivo es similar. La tendencia a la conexión continua a Internet y la progresiva desaparición de los soportes físicos en pro de los contenidos en la nube hacen pensar que las personas necesitarán herramientas más intuitivas y eficaces para gestionar los contenidos de esa nube que interconectará a todos los usuarios a través de los contenidos creados y gestionados por ellos. Internet nació para comunicar a las personas, la Web para transmitir la información de las personas, la Web 2.0, para conectar a las personas, y la nube para conectar sus contenidos.

Los métodos de acceso a la Web están cambiando y evolucionando. Los **interfaces táctiles** son el canal más moderno en el mercado para este fin. Los gestores de contenidos se han adaptado rápidamente a este método de control, ya que es similar al método anterior, consistente en un puntero de ratón y una entrada por teclado. Con la futura incorporación de nuevos métodos de acceso a la Web, como **los interfaces por reconocimiento de voz, gestos y hápticos**, los gestores de contenido deberán incorporar nuevos modos de control para soportar los nuevos canales de entrada de información.

5.3.2. La televisión digital

La televisión actual, gracias a la digitalización y la conexión a Internet, se está convirtiendo en un canal de comunicación primordial en el hogar.

Las personas están habituadas a la presencia de la televisión en casa, con un método de comunicación unidireccional (desde el emisor al receptor-televidente). Al surgir Internet y las tecnologías de comunicación

inalámbrica, comienzan a aparecer servicios transversales que se acoplan a los receptores de televisión. Con la posibilidad de compras por vía telemática y la conectividad a Internet empiezan a estar disponibles servicios como el «Pay per view» o el «Go to market». Con ellos, **el telespectador puede elegir qué, cuándo y cómo ver un contenido audiovisual.**

La televisión digital está siendo adoptada por la población como un ordenador personal simplificado y conectado a Internet. Aunque esta adopción es más clara en unos países que en otros.

Canales de comunicación y control

Los dispositivos de televisión digital utilizan principalmente como canales de salida de información, su pantalla y los altavoces. De esta forma se consigue un canal de comunicación multimedia. El tamaño de la pantalla, así como su calidad y resolución, dependerán del modelo y fabricante del dispositivo. Los canales de salida audibles podrán ser modificados a través de dispositivos externos, como complementos de *home cinema* o altavoces externos.

En la actualidad, las pantallas de dispositivos de televisión carecen de sensores táctiles, por lo que éstas se consideran únicamente canal de salida. Las pantallas más modernas permiten una definición y nitidez de imagen muy superior a las presentes hace 5 años. La última tendencia en pantallas de televisión se enfoca en el soporte de visualización de contenidos en tres dimensiones. Esta tecnología se concentra en cuatro tecnologías base, dos de las cuales requieren del uso de unas gafas que permitan filtrar las imágenes de la pantalla para que cada ojo pueda recibir la información apropiada. Por otra parte, la mayoría de televisores poseen conectores de salida de video RCA, HDMI o euroconector. Estas conexiones también hacen las funciones de canales de entrada para recibir contenidos audiovisuales de un dispositivo externo. Los modelos más modernos incluyen micrófono y webcam para los servicios de voz sobre IP utilizando la conexión a Internet de estos terminales de televisión digital.

Además, algunos dispositivos de televisión incluyen o son compatibles con periféricos del tipo «Set-top box» que permiten acceder a con-

tenidos de la Web. El Set-top box proporciona un interfaz hardware para conexiones Ethernet, ADSL o 3G, que permite acceder a Internet y, mediante un interfaz software, explorar e interactuar con diversos servicios de la Web como la consulta de páginas y contenidos de la Web 2.0.

Los principales canales de entrada de los dispositivos de televisión suelen ser botones físicos, bien en el propio dispositivo o en un control remoto. Algunos modelos de última generación incluyen conexiones USB o conectividad inalámbrica WIFI 802-11 para poder introducir contenidos o conectar periféricos de entrada como cámaras digitales, teclados inalámbricos o controles de juego.

Servicios asociados a la televisión

La televisión ofrece principalmente un servicio de recepción de información visual y sonora agrupada en canales o frecuencias de emisión. Este servicio, en principio, y como hemos visto, es unidireccional. El usuario sólo puede filtrar la información visual y sonora de un canal concreto, y recibirla a través de la pantalla, e ignorar el resto. Además, la evolución de la señal de televisión ha permitido la aparición del **tele-texto**, un canal de información a través de texto y color que permite difundir contenidos a petición del telespectador, seleccionando las páginas de una revista digital de un máximo de 999 páginas. Esta revista digital es actualizada, normalmente, cada día por los responsables de cada cadena de televisión.

Con la aparición de la **televisión digital**, tanto la terrestre como la televisión por cable y por satélite, los aparatos de recepción de televisión han experimentado mejoras para soportar el nuevo modelo de difusión de contenidos. Al digitalizarse la televisión, el telespectador puede interactuar con los contenidos y realizar más acciones. Junto a la información visual y sonora de un canal de televisión, se incluyen contenidos de subtítulos, más canales sonoros, información sobre la emisión actual y la programación de la cadena televisiva que se está visualizando (EPG en TDT).

Los televisores más modernos que incluyen un Set-top box pueden conectarse a Internet y multiplicar así los servicios disponibles a través de

la Web 2.0. A través de un interfaz genérico, como el que proporciona Android con el modelo de GoogleTV, o a través de sistemas operativos propietarios, un usuario puede navegar por páginas web, comprar productos a través de eBay o en las versiones online de centros comerciales, establecer videoconferencias con usuarios de redes de este servicio o acceder a plataformas de redes sociales. También es posible, gracias a esta conectividad a otros equipos remotos, acceder a un servicio de adquisición o alquiler de nuevos contenidos. Es lo que se conoce como *Go to market*. Con este servicio, el usuario puede comprar películas, series, documentales, música, conciertos y demás contenidos audiovisuales de una o varias cadenas de televisión para poder disfrutar de ellos cuando quiera.

Algunos de estos dispositivos de televisión cuentan con Android o algún otro sistema operativo que pueda ser modificado, y si poseen conectividad inalámbrica, pueden compatibilizarse con algunos dispositivos domóticos convirtiendo a la televisión en un control domótico del hogar.

Estas características permiten la aparición en el mercado de dispositivos o electrodomésticos vinculados a un dispositivo de control central, que puede ser una televisión, como está sucediendo con la aparición de medidores de glucosa en sangre, básculas o medidores de presión arterial. Todos estos datos recogidos por estos dispositivos pueden ser enviados a la consulta del médico del paciente y, a través de una videoconferencia con la cámara de la televisión, entablar una consulta médica entre el paciente y el facultativo médico.

Barreras de accesibilidad

Las **barreras de accesibilidad** más evidentes al controlar un dispositivo de televisión son las **físicas**. Ni los botones incluidos en la carcasa del dispositivo ni los del control remoto suelen poseer un relieve ni un tamaño suficientes como para ser manipulados con facilidad. Además, no existe una normativa vigente que estipule la distribución, etiquetado y ergonomía de los controles remotos para televisión y otros electrodomésticos. Estos problemas afectan principalmente a personas con discapacidad física, al no poder manipular los controles, y a personas con discapacidad visual, al no poder identificarlos de forma apropiada.

La principal barrera de accesibilidad en los diversos servicios asociados a la televisión está relacionada con la **carencia de alternativas**. Esto es, por ejemplo, los servicios o contenidos visuales carecen de una alternativa sonora o textual, y los servicios con texto no poseen una salida mediante síntesis de voz.

Otras barreras de accesibilidad están relacionadas con la imposibilidad de personalizar los contenidos: cambiar el tamaño de letra de los subtítulos o la información del canal no es posible en muchos dispositivos.

Algunas barreras del **interfaz software** están relacionadas con el propio sistema operativo del dispositivo o del set-top box empleado. Android no posee, actualmente, una capa de accesibilidad suficiente como para satisfacer las necesidades de algunos productos de apoyo más exigentes, como lectores de pantalla, magnificadores y reconocedores de voz. En las pruebas realizadas con algunos dispositivos de televisión con Android se ha constatado, por ejemplo, que el sistema de reconocimiento de voz utilizado por esta plataforma (Google voice) no estaba disponible para la distribución de Android instalada en el televisor evaluado; en cambio, sí lo está en multitud de tablets y smartphones compatibles con esta plataforma de Google.

En el caso de sistemas operativos propietarios, salvo el caso del set-top box de Apple, más conocido como Apple TV, todos carecen de productos de apoyo o capa de accesibilidad para desarrollarlos para usuarios con discapacidad.

Navegar por la Web en un televisor puede resultar una tarea compleja debido a que este tipo de dispositivos no se puede clasificar como un ordenador ni como un dispositivo móvil. Los interfaces web dependientes de dispositivo presentan multitud de problemas al ser utilizados por un interfaz de televisión. Esto se debe a que no existe un puntero de ratón ni es posible tocar la pantalla. En su lugar, hay que utilizar un foco virtual para saltar entre enlaces y controles de formulario. Esto impide acceder a la información y las funciones relacionadas pasando el puntero del ratón por encima de un contenido o elemento interactivo, y también la posibilidad de saltar rápidamente de un área de la página a otra. Un error de diseño en la página web para definir el salto por ta-

bulación entre enlaces y controles de formulario puede provocar que la televisión se bloquee y el usuario se frustre.

Otro problema de la Web y la televisión es el uso de tecnologías no reconocidas. Normalmente los Set-top boxes incluyen soporte de Javascript y Flash, por lo que los contenidos que utilicen estas tecnologías sí podrán ser visualizados. Pero en la Web hay más tecnologías, como Silverlight (de Microsoft), Java y otras propietarias. Los contenidos que utilizan tecnologías no soportadas por los interfaces Web de la televisión digital no podrán ser visualizados ni utilizados por los telespectadores.

Soluciones para las barreras de accesibilidad en la TV digital

Parte de las barreras de accesibilidad de la televisión se originan en los propios creadores de contenidos. Las cadenas de televisión tienen la responsabilidad de aportar subtítulos, audiodescripciones e información en lengua de signos para los programas televisivos y otros contenidos emitidos.

Muchas de estas barreras pueden solucionarse utilizando un dispositivo de televisión digital que implemente servicios extra. Por ejemplo, un televisor que permita utilizar una síntesis de voz para ofrecer una alternativa a los contenidos de subtítulos, EPG o similares; o que incorpore características que hagan posible personalizar el color, tamaño y tipo de fuente de letra para subtítulos y otras informaciones. En el caso de dispositivos con Android o sistemas operativos programables o abiertos, es posible el desarrollo de algún producto de apoyo que, junto a un dispositivo de control externo (ratón, trackball, webcam o micrófono) permita controlar el interfaz del dispositivo a través de gestos, sonidos o pulsaciones.

5.3.3. Smartphones y tablets

Los dispositivos informáticos de uso comercial persiguen el objetivo de ser utilizados en todo momento y de permitir, también en cualquier momento, la conectividad con otros dispositivos y fuentes de información. Los dispositivos móviles se han convertido, actualmente, en inter-

mediarios entre las personas y los servicios electrónicos relacionados con el Cloud Computing, las redes sociales y el consumo de contenidos multimedia. Esto se hace cada vez más evidente al analizar actividades y procesos relacionados con el ámbito educativo, laboral y comercial.

Los estudiantes utilizan la Web para adquirir nuevos conocimientos y contenidos, relacionarse con compañeros de clase y profesores o acceder a procesos formativos a distancia debido a limitaciones físicas, sociales o de horario.

Muchos profesionales utilizan Internet y sus dispositivos móviles como extensión de su oficina o como herramienta de adquisición y gestión de información relacionada con su labor.

Bancos y comercios han encontrado en Internet un nuevo canal de comunicación con sus clientes, aportando mayor confianza y seguridad para estos últimos. Métodos de pago más seguros, control total por parte del cliente del proceso de pago y estado de cuentas bancarias y servicios promocionales de publicidad geoposicional hacen que estas nuevas tecnologías sean rápidamente adoptadas para multitud de tareas comerciales y financieras.

Evolución de los dispositivos móviles

El teléfono móvil ha sufrido continuas mejoras y evoluciones desde su primera aparición, en la segunda mitad del siglo XX. La evolución de otras tecnologías ha provocado una mejora en su autonomía, y en la calidad en la emisión y recepción de información audible en llamadas, así como en la incorporación de nuevas funcionalidades y servicios.

A finales del siglo XX, el teléfono móvil compartía ciertas funciones propias de agendas electrónicas. Algunos fabricantes decidieron incorporar a sus agendas electrónicas personales (PDA) la función de conectividad GSM para realizar y recibir llamadas telefónicas. Estas dos tecnologías se unieron para crear el **smartphone**.

Esta unión de tecnologías para originar un nuevo producto es algo bastante habitual en el mercado tecnológico para productos comerciales.

De hecho, actualmente estamos viviendo la consolidación de una nueva unión: la del smartphone y los ordenadores portátiles. Esta unión ha originado la aparición del **tablet**. Aunque este concepto ya se definió a principios de la década de los 90, no ha sido hasta hace un par de años que el producto resultante ha tenido un gran éxito comercial y los clientes lo han adoptado como una herramienta útil, asequible y eficaz.

La tecnología de conectividad inalámbrica también ha evolucionado para satisfacer las demandas de los usuarios: conexiones de banda ancha más rápidas para el consumo de contenidos multimedia a través de dispositivos móviles, conexiones inalámbricas a poca distancia y seguras para realizar intercambios de información o completar procesos relacionados con servicios de compra o identificación, etc. Toda esta evolución ha provocado que las especificaciones mínimas para un teléfono móvil hayan cambiado con el tiempo: de un simple dispositivo para realizar llamadas de voz, a uno con pantalla táctil, cámara digital integrada y suficiente potencia acústica como para ser considerado un dispositivo multimedia polifacético.

El smartphone cuenta con multitud de canales de entrada y salida de información. Esto permite que los servicios de conectividad puedan utilizar diversos tipos de contenidos: imágenes, sonido, vídeo, texto de pequeñas o grandes dimensiones, aplicaciones software, etc.

En relación específicamente con el **ámbito del trabajo**, el concepto de oficina móvil está asociado al uso de un smartphone con conectividad permanente. A través del mismo, es posible gestionar muchos aspectos de la vida laboral y social fuera del hogar y la oficina.

El enfoque de interfaz utilizado en los smartphones, más intuitivo y cómodo que en equipos portátiles y de sobremesa, ha seducido a muchos usuarios, pero las dimensiones limitadas de la pantalla de estos dispositivos no permitían la sustitución de los equipos de sobremesa y portátiles por uno de ellos. El mercado ha decidido satisfacer esta nueva necesidad ampliando el tamaño de pantalla y de potencia hardware de los smartphones, creando así el producto conocido como tablet. Este producto se ha orientado más hacia la sustitución del papel y las pantallas del ordenador. La tablet ha tenido una cálida acogida como dis-

positivo de entretenimiento para el salón y como equipo informático para trabajo de campo y reuniones.

La interfaz táctil es más intuitiva, ya que desde la infancia utilizamos los dedos y gestos físicos para interactuar con nuestro entorno. La adopción de este modelo táctil por parte de smartphones y tablets ha provocado que muchas personas que carecían de conocimientos en informática o no querían adquirirlos hayan optado por estos dispositivos para interactuar con el nuevo modelo de sociedad electrónica.

Actualmente la tendencia de **estructura física**, tanto para smartphones como para tablets, está definida por la búsqueda de un dispositivo de poco grosor con un tamaño de pantalla apropiado para sus objetivos, y con muy pocos botones físicos. En el caso de los smartphones, se busca el equilibrio de una pantalla entre 3,4 y 4,5 pulgadas con un peso inferior a 180g. Dentro de las tablets encontramos dos categorías principales: pantallas de 7 pulgadas y un peso inferior a 500g, y más de 9 pulgadas de pantalla y un peso entre 550g y 900g.

Muchos modelos de smartphones y tablets siguen la estela de diseño definida por Apple, al observar la buena acogida del público para estas formas de dispositivos. La prueba de este hecho está en el surgimiento de litigios entre empresas fabricantes por denuncias de copia de características o infracción de patentes. Esto indica que el concepto de smartphone y tablet ha madurado lo suficiente como para identificarse cada dispositivo con una forma física determinada, como sucede con ordenadores de sobremesa o equipos portátiles.

Acceso a la Web

Los smartphones y tablets pueden acceder a las diversas páginas y servicios que ofrecen la Web, incluidos muchos servicios de la Web 2.0. La mayoría de sistemas operativos para dispositivos móviles ofrece navegadores web lo suficientemente potentes para acceder, con relativa comodidad, a páginas de Internet. A través de la Web, los usuarios pueden acceder a multitud de servicios educativos, de entretenimiento, comerciales o relacionados con su perfil laboral.

Aplicaciones nativas

Debido a las diferencias en la interfaz y en el modo de empleo de un smartphone o tablet para navegar por Internet, muchas empresas han decidido crear versiones de sus páginas optimizadas para este tipo de dispositivos. Pero otras han visto inviable esta posibilidad debido a la complejidad de dichas páginas, o a las características y tecnologías presentes en las mismas, por lo que han optado por desarrollar aplicaciones nativas que utilicen el 100% del hardware y el software para alcanzar una mejor experiencia de usuario. Así, por ejemplo, las aplicaciones nativas tienen mayor calidad de visualización de contenidos por pantalla en un dispositivo móvil, ya que la renderización del contenido es directa a la pantalla y no tiene que pasar por un filtro web, como sucede al utilizar el navegador del dispositivo. Además, la aplicación nativa puede acceder a recursos hardware del dispositivo que, en muchos casos, no están disponibles a través del navegador web, como la información de geolocalización, el uso de acelerómetros o giroscopios, el acceso a librerías de fotos o vídeos del dispositivo, o a las funciones de llamada telefónica o mensajería instantánea.

Con la aparición e integración de los servicios de tienda de aplicaciones software, la adopción de aplicaciones nativas frente a servicios web se ha disparado. Los usuarios disponen incluso de un catálogo con funciones de búsqueda para encontrar aplicaciones de forma más efectiva.

Control domótico

La incorporación de la domótica en el hogar es cada vez más común. La aparición en el mercado de electrodomésticos con conectividad inalámbrica o compatibilidad con sistemas de control domótico ha permitido la gestión del hogar de forma informatizada. El problema es que, hasta hace relativamente poco, el control domótico debía llevarse a cabo desde un panel de control físico en el hogar.

Con la mejora en la seguridad de las conexiones inalámbricas e Internet se han ido adoptando, cada vez más, las conexiones remotas al hogar y la oficina. Esto ha provocado que los fabricantes modifiquen

los interfaces domóticos para soportar estas conexiones remotas, ofreciendo interfaces web o protocolos de comunicación externa a través de conectividad inalámbrica. Esto ha sido aprovechado por los smartphones y tablets para convertirse también en un **mando a distancia multifunción para el hogar**.

Este cambio de la interfaz física de los controles domóticos puede ayudar a la superación de muchas de las barreras de accesibilidad de la domótica. Actualmente, los fabricantes de componentes domóticos diseñan interfaces hardware y software con multitud de barreras de accesibilidad, tanto por problemas en los contenidos Web para este tipo de interfaces como por otros relacionados con controles físicos difícilmente manipulables o identificables mediante la vista o el tacto.

Algunos fabricantes o empresas especializadas en accesibilidad han comenzado a diseñar aplicaciones nativas e interfaces optimizadas para smartphones y tablets que sean capaces de conectarse con componentes domóticos de muchos fabricantes.

Google, con la publicación de su versión de Android para tablets, anunció la aparición de un **estándar de comunicación entre dispositivos para establecer comunicaciones y control remoto**. Este nuevo protocolo, llamado Android open accesory, ha sido apoyado por varios fabricantes de hardware en todo el mundo, por lo que existen grandes esperanzas de que la domótica y la accesibilidad se beneficien de esta interconectividad universal entre dispositivos.

Realidad aumentada

La incorporación de sensores de captación de información del entorno del dispositivo y la conectividad a Internet ha permitido la creación de un nuevo concepto de interacción con el entorno del usuario más conocido como realidad aumentada.

El uso de las cámaras, micrófono y demás sensores de un Smartphone permite conocer a una aplicación diversos aspectos del entorno del usuario. Esta información, convenientemente procesada por un ser-

vicio en Internet, puede devolver una ampliación de esta información para el usuario.

Este resultado puede ser visto u oído superpuesto a la información original. Por ejemplo, visualizando datos de un objeto fotografiado o escuchando una transcripción de la letra de una canción en otro idioma.

Este nuevo uso de tecnologías combinadas permite realizar operaciones tan distintas como consultar el precio de un producto que el usuario fotografíe, leer sus características, realizar una comparativa de precios entre los diversos comercios que lo vendan y estén cercanos a la posición física del usuario o, directamente, realizar la compra del producto a través de la plataforma de comercio electrónico de su comercio preferido.

El trabajo, el estudio y otras actividades sociales se ven beneficiadas por esta nueva tecnología, al permitir interactuar con el entorno de una forma más rápida e intuitiva y poder comunicar el entorno del usuario con los servicios e informaciones presentes en Internet. Jugar, comprar, comunicarse o analizar aspectos de nuestro ambiente será algo intuitivo e inmediato.

Esta tecnología, actualmente, se utiliza para procesos de comercio electrónico, juegos interactivos y tareas laborales relacionadas con el análisis de localizaciones físicas, turismo y restauración.

Existen aplicaciones que utilizan la realidad aumentada para ofrecer información de edificios o monumentos fotografiados, medir distancias en terrenos, realizar transcripciones y subtítulos para personas sordas en conferencias y reuniones o convertir todo el espacio de exposición de una tienda en el catálogo de compra de productos realizando fotografías de estanterías y productos, o firmar un documento electrónico a través de una fotografía a nuestra firma, utilizando el certificado digital almacenado en nuestro dispositivo.

Un caso extremo del uso de esta tecnología es la existencia de aplicaciones que permiten evaluar ciertas enfermedades de la piel utilizando la cámara del dispositivo junto a una aplicación especializada.

Comercio electrónico y publicidad

El comercio electrónico, así como la publicidad comercial, están enfocados principalmente hacia la Web. Los usuarios, desde sus casas u oficinas, acceden a ofertas y catálogos de productos y realizan transacciones a través del navegador web. Desde hace poco, el paradigma del uso de Internet está cambiando gracias a la conectividad móvil, y el mercado se ha percatado de ello.

Así, la publicidad está adoptando **soluciones de geolocalización gracias a la inclusión de receptores GPS en smartphones y tablets**. De esta forma, una persona que acceda a Internet desde un punto determinado del planeta puede recibir publicidad acorde a las ofertas y establecimientos cercanos a su posición. Esto hace que la publicidad sea más interesante para el usuario y tenga más éxito que la ofrecida en otros medios, como la televisión o la Web convencional.

La publicidad móvil, incluso, está adaptándose a los nuevos usos del software en aplicaciones de dispositivos móviles, presentando **canales y métodos de visualización publicitaria para aplicaciones nativas de dispositivos móviles**, como es el caso de iAds de Apple o Google AdSense para multitud de plataformas. Muchos desarrolladores han adoptado este modelo de comercialización para sus aplicaciones nativas o servicios Web: ofrecen su aplicación o servicio de forma gratuita y el desarrollador recibe ingresos de la visualización de la publicidad por parte de los clientes.

En el ámbito de este nuevo comercio electrónico, el usuario, tras recibir la publicidad y demostrar su interés, sólo tiene que cerrar la transacción comercial realizando el pago. Esta tarea, tradicionalmente realizada en metálico o con tarjeta de débito, está cambiando por métodos más seguros, al emplearse dispositivos con identificación lógica, biométrica o por contraseña. Los métodos anteriores eran más inseguros, debido a la posibilidad de robo de dinero o tarjeta de crédito; ahora el dispositivo móvil sólo es un canal entre el comercio, el banco y la aceptación del usuario, por lo que el robo del dispositivo no implica que un tercero pueda acceder a la aceptación del usuario para completar la transacción comercial. Con este fin, se han desarrollado métodos de comunicación seguros, como la tecnología **Near Field Communication (NFC)**.

La realización una transacción comercial a través de un dispositivo móvil presenta tres puntos de inseguridad: emisión de ondas de comunicación, identificación de los distintos agentes, y aceptación de la operación. Un ladrón puede intentar capturar las ondas de comunicación inalámbrica, suplantar al comerciante o al cliente y simular una aceptación en el cobro o pago de un producto. La tecnología NFC soluciona estos tres problemas de la siguiente forma: la comunicación inalámbrica se realiza a una corta distancia; más concretamente, en una esfera de entre 10 y 60 cm. de radio. Cada parte de la transacción es identificada por el otro usuario en su interfaz y por un número de identificación individual de cada receptor/emisor hardware de tecnología NFC. Por último, la aceptación del pago o cobro debe realizarse justo en el momento de la transacción, por lo que tanto vendedor como cliente se encuentran físicamente juntos.

La tecnología NFC está siendo adoptada por la mayoría de fabricantes de dispositivos móviles e, incluso, algunos fabricantes de hardware han anunciado ya la creación de accesorios para dar soporte NFC a smartphones y tablets sin esta funcionalidad. Por otra parte, muchas entidades financieras y crediticias, como Mastercard, han reconocido los beneficios de esta tecnología para sustituir las tarjetas de crédito.

Pero la NFC no sólo permite realizar tareas de comercio electrónico; esta tecnología permite **también identificar y obtener información de etiquetas**, de pequeño tamaño, que pueden ser colocadas en prendas de vestir, medicamentos, contenedores de alimentos, etc. De esta forma, quienes tienen problemas para identificar estos productos, como personas ciegas o mayores, pueden acercar la caja al teléfono y obtener la información de la etiqueta, e incluso, si es posible, obtener un mayor detalle gracias a Internet.

Esta tecnología, a diferencia de la identificación por códigos de barra o bidimensionales, no exige localizar la etiqueta de identificación; es suficiente con acercar el producto etiquetado al dispositivo. En situaciones con varios productos con etiqueta NFC, el dispositivo móvil puede presentar un listado de todos los productos detectados o, el caso más idóneo para una persona ciega, el producto más cercano al dispositivo. Esto permitiría identificar prendas dentro del armario o alimentos sin necesidad

de sacarlos del refrigerador. Las etiquetas NFC tienen un coste de fabricación bajo, y permiten almacenar bloques de texto semejantes al volumen de datos de un código QR (entre 1024 y 4096 caracteres); además, el proceso de identificación de etiquetas es relativamente rápido (entre 3 y 30 segundos dependiendo del número de productos cercanos al dispositivo).

Esta tecnología está siendo adoptada también como sustituto o soporte seguro para firma electrónica de procesos y actividades de certificación personal. Los certificados digitales pueden ser duplicados o sustraídos de los diversos soportes de almacenaje de un usuario, pero el vincular un certificado digital a un dispositivo concreto con una huella digital NFC concreta aumenta notablemente el nivel de seguridad. Esta solución ha sido avalada por grandes compañías aseguradoras y bancos y se han comenzado estudios para el desarrollo de soluciones software y hardware que combinen certificados digitales con comunicación NFC.

Teletrabajo y oficina móvil

Los smartphones y tablets han demostrado tener mayor potencial de conectividad y movilidad que otros dispositivos portátiles, al ser de menor peso y tener mayor conectividad, puesto que soportan otras tecnologías de conexión.

El continuo aumento de potencia en estos dispositivos los ha ido acercando al rendimiento ofrecido por el equipo informático de sobremesa de una oficina, a la hora de realizar tareas ofimáticas. Esto ha permitido que el smartphone o el tablet sustituyan a estos equipos de oficina para realizar ciertas tareas del ámbito laboral cuando el trabajador no se encuentre físicamente cerca de su equipo oficial de trabajo.

El desvincularse de la necesidad de estar físicamente delante del equipo informático de la oficina ha permitido que muchas personas de distintos sectores (como arquitectos, diseñadores, comerciales o analistas), puedan hacer su trabajo en diferentes ubicaciones. El smartphone se convierte, así, en una extensión funcional del equipo de la oficina y se rompen las limitaciones físicas y de horario que esta ubicación fija conlleva.

La mayor versatilidad en la interfaz de las pantallas táctiles ha permitido que ciertas aplicaciones nativas o servicios web resulten más idóneos para algunos perfiles laborales que el uso de un equipo informático de sobremesa. Además, las pantallas táctiles presentan menores barreras de accesibilidad para algunos perfiles de discapacidad que los equipos informáticos tradicionales. Esto ha permitido la incorporación de personas con discapacidad a un mayor número de sectores laborales y nichos de mercado. Junto con la posibilidad del trabajar en remoto, se hace necesaria la conexión entre smartphones y tablets, y el teletrabajo.

Algunos ejemplos de superación de barreras de accesibilidad al usar tablets o smartphones en el trabajo son, por ejemplo, la sustitución de tablillas de estado de salud en hospitales, gracias a lo que médicos o enfermeras con alguna discapacidad, por ejemplo fisioterapeutas ciegos, podrían leer el contenido de estos datos de forma autónoma y, además, los datos podrían ser actualizados de forma inmediata.

Otro ejemplo de adaptación del puesto laboral se ha realizado al ofrecer todo el interfaz de gestión CRM de una empresa a través de una aplicación en un tablet para un usuario con apuntador bucal utilizando su dispositivo con un anclaje a su silla de ruedas.

Tablets y educación

La presencia de las nuevas tecnologías en nuestra sociedad está provocando un cambio en el modelo educativo de muchos países. Así, por ejemplo, la llamada **escuela 2.0** está siendo adoptada en muchas comunidades autónomas españolas. Los alumnos, además de los conocimientos clásicos sobre artes y ciencias, deben conocer la realidad de su entorno social y tecnológico, y comprender el uso de estas nuevas tecnologías.

El cambio educativo adoptado inicialmente consistía en proveer a las aulas de equipos de sobremesa. Este coste resulta, en muchos casos, excesivo para las arcas de los centros educativos. Además, el alumno no puede utilizar la herramienta de estudio fuera del aula. En un segundo intento se optó por proporcionar equipos portátiles a los alumnos, pero esta solución puede ser aún más cara.

Unido al problema económico, se da el de la necesidad de aprendizaje en el uso de estas tecnologías por parte de alumnos y profesores. Para la correcta utilización de un equipo informático (de sobremesa o portátil) se requieren ciertos conocimientos de uso y mantenimiento.

Por todo lo dicho, **la tablet se ha alzado como el dispositivo ideal para la escuela y la universidad**, gracias a sus particulares características de conectividad, movilidad, autonomía e interfaz intuitiva. Algunos Estados de Norteamérica, Corea del Sur y otros países ya están apostando por el uso de tablets en las escuelas de forma obligatoria; incluso, en Corea del Sur pretenden sustituir el material de estudio por contenidos multimedia y libros electrónicos visualizados en la tablet.

El **libro electrónico**, gracias a la pantalla táctil de las tablets, evoluciona hacia un concepto de contenido dinámico e interactivo. No se limita a mostrar los contenidos, sino que ahora también puede mostrar vídeos y animaciones didácticas, e incluso hacer las veces de cuaderno de trabajo para el alumno, recogiendo los resultados de los ejercicios y corrigiendo, al instante, las tareas. El profesor pasa a tomar una postura de guía durante la actividad formativa, en lugar de impartir los conocimientos y corregir los ejercicios.

Gracias a la conectividad de estas nuevas herramientas de estudio, el alumno puede retomar su actividad de aprendizaje en cualquier lugar y a cualquier hora. También puede contactar con sus profesores y compañeros a través de los canales de comunicación electrónica. **Así, el aula se globaliza y el estudio se hace ubicuo.**

Además de lo dicho, una de las principales ventajas de usar estas tecnologías radica en que las tablets y los contenidos electrónicos pueden presentar menos barreras de accesibilidad que las herramientas clásicas y el libro de texto. Gracias a la posibilidad de personalizar la presentación de los contenidos o de incluir alternativas a contenidos visuales y sonoros, un aula inclusiva es más factible en un entorno educativo que utilice este tipo de herramientas. En relación con esto, uno de los problemas de la educación integrada es la presencia de productos de apoyo y métodos de trabajo específicos del alumno con discapacidad que, habitualmente, son desconocidos para los profesores. Esto crea una

barrera mental a la hora de educar al alumno con discapacidad. Algo similar sucede entre éste y sus compañeros de aula. La existencia de diferencias en las herramientas y métodos de trabajo crea un agravio comparativo que supone muchas veces la exclusión de los alumnos con discapacidad de los grupos sociales del aula. La homogeneidad que proporcionan las nuevas tecnologías permite eliminar estas diferencias.

Ahora bien, todo esto es posible siempre y cuando se superen las barreras de accesibilidad presentes en los dispositivos, contenidos y canales de comunicación. Las barreras de accesibilidad actuales en estos dispositivos son las físicas propias de cada uno y las que presenten los contenidos.

Se ha demostrado que un dispositivo táctil, con un buen soporte de accesibilidad, puede permitir acciones para alumnos con discapacidad que de otra manera podrían ser imposibles o muy costosas. Por ejemplo, gracias a una pantalla táctil con un buen lector de pantallas, una persona ciega puede explorar el mapa de calles a su alrededor, como permite hacer la aplicación Ariadne GPS para iPhone; también, un temporizador programable o activable por un toque simple en pantalla permite pasar las páginas de un libro electrónico de forma automática para que un alumno con discapacidad física pueda leer con comodidad; por último, las tablets se están utilizando como tableros de comunicación aumentada para alumnos con discapacidad cognitiva, con más éxito que los tableros convencionales, debido al potencial y dinamismo de la pantalla táctil, que permite modificar el número de fichas o elementos de comunicación que muestra el tablero en cada momento.

Barreras de accesibilidad en smartphones y tablets

Este tipo de dispositivos presenta barreras de accesibilidad físicas y lógicas. Así, por ejemplo, muchos de los tablets y smartphones del mercado carecen de una superficie trasera plana, por lo que utilizarlos de forma paralela al suelo sobre una mesa o un atril puede provocar que el dispositivo presente inestabilidad al presionar en algunas partes del frontal del mismo.

Los botones físicos incluidos en estos dispositivos suelen ser de pequeño tamaño y poco relieve. Además, carecen de marcas táctiles para

su correcta identificación. Una persona ciega podrá identificar su función por la posición, pero alguien con discapacidad física puede encontrar problemas graves al manipular este tipo de controles. Además, muchos de estos controles se sitúan en los laterales del dispositivo y no en su frontal. Algunos dispositivos específicamente diseñados para personas con discapacidad, como la **iFree tablet**, ofrecen botones de mayor superficie y relieve, aunque incluyan algún conector o pestillo para funciones de bloqueo o apagado.

La tendencia del mercado es eliminar todos o la mayor cantidad posible de botones físicos, utilizando, en cambio, botones mostrados en la pantalla táctil. Esto puede beneficiar notablemente a los usuarios con discapacidad motriz que utilicen apuntadores o licornios, ya que encontrarán toda la funcionalidad del teléfono en el frontal del mismo. Pero también puede provocar problemas de accesibilidad importantes para otros perfiles de discapacidad, como es el caso de personas con discapacidad visual o física severa. Los controles mostrados en la pantalla táctil deben ser compatibles (identificables y activables) con los productos de apoyo y la capa de accesibilidad del dispositivo. Esto es así en el caso de iPhone, iPad e iPod touch o dispositivos específicos como la iFree tablet, por lo que un usuario podrá activar botones en estos dispositivos usando el lector de pantallas, el magnificador o sistema de reconocimiento de voz. Pero no ocurre así en otras plataformas, como Android o Windows Phone Series, lo que impide a estos perfiles de usuarios emplear dispositivos para estas plataformas. Esto hace pensar que gran parte de la responsabilidad de la accesibilidad recae en los fabricantes de dispositivos pero, en mucha mayor medida, en los fabricantes de sistemas operativos para dispositivos móviles, como se ve claramente cuando el usuario con discapacidad utiliza aplicaciones en la Web o aplicaciones nativas a través de un dispositivo adaptado o con un producto de apoyo.

Tanto las tablets como los smartphones utilizan los contenidos y servicios ofrecidos en la Web. Pero la Web es anterior a estos dispositivos y muchas páginas y servicios no están enfocados a este perfil de dispositivo y han aparecido barreras de accesibilidad relacionadas con las limitaciones software y hardware de estos dispositivos, así como otras relacionadas con el modo de empleo de los mismos.

Muchas páginas Web se han diseñado para ser visualizadas en pantallas de, al menos, 14 pulgadas de tamaño. El acceder a estas páginas en pantallas notablemente inferiores provoca errores graves de visualización, bien sean tamaños de letra demasiado pequeños, aparición de barras de scroll horizontal y vertical que provocan una mala experiencia de usuario, o imposibilidad de ver algunos gráficos más grandes que la propia pantalla del dispositivo.

Algunos métodos de navegación de la Web 2.0 utilizan el puntero del ratón para gestionar nuevos contenidos o funciones. Por ejemplo, al pasar este puntero por una zona determinada, se desplegará un menú de navegación. Este tipo de enfoque para los mecanismos de navegación de una Web, orientados a eventos de dispositivo, es totalmente incompatible con los que no utilizan un ratón, como es el caso de los smartphones y tablets.

Por otro lado, el uso de tecnologías no soportadas por el W3C, o que requieren de extensiones o reproductores de contenidos que exigen muchos recursos software, ha provocado que muchos contenidos de la Web resulten incompatibles o incómodos de consultar a través de un smartphone o tablet. El soporte de objetos Flash, Applets Java o interfaces Silverlight no está contemplado en muchas de las plataformas o sistemas operativos para dispositivos móviles o, si soportan algunas de estas tecnologías, lo hacen de forma defectuosa debido a los problemas que genera la no existencia de puntero de ratón, el tamaño de pantalla limitado o los recursos hardware insuficientes.

Muchos de los servicios web para la Nube están adaptando sus interfaces web a un modelo de navegación orientado a smartphones, simple y eficaz, pero esto implica que se sigan orientando las interfaces a dispositivos específicos, lo que puede crear otras barreras para los usuarios que accedan al servicio desde otro dispositivo distinto. Por ejemplo, un servicio puede esperar a que el usuario gire su dispositivo para comenzar a realizar una tarea, y esto resulta del todo imposible en uno que carezca de acelerómetro o giroscopio.

Las barreras de accesibilidad de las aplicaciones nativas son, en gran parte, responsabilidad de los desarrolladores, aunque la plataforma utilizada por el dispositivo jugará un papel primordial.

Es conocido el hecho de la carencia de capa de accesibilidad de **Windows Phone Series**, el sistema operativo de Microsoft para smartphones y tablets. La justificación de **Microsoft**, de forma oficial, es que no tuvieron tiempo de desarrollarla y querían sacar al mercado su sistema operativo en una fecha determinada. Esto ha provocado que, actualmente, sea imposible desarrollar un lector de pantallas o magnificador para usuarios con discapacidad visual, ya que este tipo de software necesita un modelo de objetos de la interfaz con algunas características de accesibilidad proporcionadas por la capa de accesibilidad del sistema operativo, que en este caso no existe.

Android, el sistema operativo para dispositivos móviles soportado por **Google**, desarrolló una capa de accesibilidad para los usuarios con discapacidad visual. Pero la incorporación de la misma se realizó de forma transversal a otros módulos clave del sistema operativo, provocando que el uso de estas características de accesibilidad resulte optativo para los desarrolladores. Además, existe poca documentación sobre accesibilidad para esta plataforma, por lo que el desarrollo de aplicaciones accesibles para personas ciegas es responsabilidad total del desarrollador de Android; así, sólo aquellas personas concienciadas y conocedoras de estas necesidades emprenderán desarrollos utilizando esta capa de accesibilidad.

Google publicita su concienciación e interés *en pro* de la accesibilidad de sus sistemas y servicios pero, actualmente, su defectuosa capa de accesibilidad para Android impide que una persona ciega pueda acceder al 90% de las funciones del teléfono, a menos que instale aplicaciones específicas para ciegos. Un ejemplo más flagrante de las limitaciones de este desarrollo de accesibilidad es que un usuario ciego está obligado a utilizar dispositivos que incluyan un cursor físico (trackball o joystick). Teniendo en cuenta de que cada vez más aparecen dispositivos sólo con pantalla táctil, el catálogo de dispositivos con Android utilizables por personas ciegas se va reduciendo. Existen soluciones que crean un entorno accesible para el usuario ciego, como es el caso de la aplicación Mobile accessibility for Android de la empresa Codefactory. Pero ni siquiera esta aplicación soluciona una tarea tan sencilla como la de apagar el teléfono. Este proceso requiere de navegar por un menú de opciones, pero si el teléfono carece de cursor físico, el usuario ciego

no podrá acceder a la opción de apagar. Esto se debe a limitaciones de la plataforma Android y su capa de accesibilidad que, ni siquiera un entorno cerrado accesible, puede ofrecer una solución suficiente al problema.

Apple, para la tercera versión de su sistema operativo para dispositivos móviles, decidió incluir una capa de accesibilidad robusta en el propio núcleo del sistema operativo. Esto ha dado lugar a que muchos desarrolladores, al utilizar controles visuales de la librería estándar, diseñen interfaces accesibles sin saberlo.

Unido a esto, Apple decidió incluir un lector de pantallas (VoiceOver) y un magnificador (Zoom) en el sistema, así como ciertas características para personas con hipoacusia parcial. Con cada nueva versión del sistema operativo se incluyen mejoras en accesibilidad, la prueba es que para la versión que saldrá al mercado en el último trimestre de 2011 se han incluido nuevos perfiles de usuarios con discapacidad, además de los ya contemplados de discapacidad visual total y parcial e hipoacusia parcial.

Otras plataformas basadas en **GNU Linux**, como **Maemo** y **Meego**, nacieron sin capa de accesibilidad. Se está intentando remediar este problema adoptando las capas de accesibilidad existentes en los escritorios visuales de GNU Linux. Esta opción se justifica en el uso de librerías gráficas de Linux utilizadas en estas plataformas para dispositivos móviles. El problema está en que aunque el modelo de uso de estas interfaces, en un nivel visual, se ha adaptado al concepto de dispositivo móvil, la capa de accesibilidad no ha sido adaptada. Esto provoca, por ejemplo, que los productos de apoyo de Linux, aunque puedan ejecutarse en un teléfono móvil o tablet, no puedan ser utilizados porque requieren el uso de un ratón o teclado físico, y aún no se han proporcionado alternativas y soporte para pantallas táctiles dentro de la capa de accesibilidad.

Pero los dispositivos móviles como smartphones y tablets no sólo presentan barreras de accesibilidad en su hardware y su software. Algunas actividades relacionadas con el uso de estos dispositivos presentan una barrera de accesibilidad relacionada con la propia modificación de

la posición espacial del dispositivo, como sucede a la hora de utilizar tecnología NFC. Las barreras de accesibilidad relacionadas con esta tecnología se presentan en la interfaz software de algunas aplicaciones de micropagos, diseñadas sin criterios de accesibilidad y no compatibles con productos de apoyo, pero también existen barreras de accesibilidad relacionadas con la necesidad de acercar el dispositivo al producto o a la plataforma de pago. Dicha plataforma de pago es uno de los métodos aceptados para la realización de micropagos vía NFC. Consiste en una superficie situada en el mostrador del establecimiento comercial que hará de receptor NFC para conectar con el dispositivo móvil del cliente y establecer una conexión segura. Esto se debe a la limitación en distancia al comunicar los dispositivos para realizar las transacciones oportunas. El usuario no sólo debe poder girar el dispositivo, también ha de manipularlo para acercarlo a otro dispositivo u objeto receptor.

5.3.4. Métodos de control de interfaces software

Los dispositivos electrónicos utilizan una interfaz software, bien sea visual, auditiva o háptica, para comunicarse con el usuario. De esta forma, un dispositivo puede adaptarse a las necesidades y preferencias de un usuario cumpliendo de forma más eficaz los objetivos para los que fue diseñado. Los métodos de control de esta interfaz software han sido, principalmente, controles físicos como botones, diales de selección o barras de deslizamiento. Los controles físicos exigen una mayor atención por parte del usuario para su manipulación y, además, crean barreras de accesibilidad importantes para algunos perfiles de usuarios con discapacidad. Por todo esto, las empresas y universidades buscan métodos de control más cómodos y accesibles.

Controles físicos

Gracias a las tecnologías de conexión inalámbrica, el control remoto para electrodomésticos es una realidad desde hace décadas. La posibilidad de adaptar botones y controles físicos a un perfil de discapacidad determinado es posible, aunque supone un esfuerzo apreciable y, además, no suele ser una solución estándar. El uso de frecuencias normali-

zadas para los controles remotos ha permitido la creación de controles remotos universales, ya que pueden controlar varios dispositivos y electrodomésticos.

Dentro de los controles físicos se han generado controladores de foco (ratones, trackballs o apuntadores para superficies táctiles), cursores (joysticks, joystick o controladores de 5 direcciones) teclados (qwerty o dvorak, T9 o numéricos, compactos y extendidos, etc.), y controles de selección progresiva (ruedas de dial, barras de deslizamiento, pestillos progresivos, etc). Todos ellos tienen una réplica software para un nuevo modelo de interfaz definido por el uso de superficies táctiles, cuyo mayor representante es la **pantalla táctil**.

Este nuevo modelo de interfaz permite crear, en una misma superficie, un canal de entrada y salida de información entre el usuario y la máquina, por lo que, en primer lugar, el beneficio más evidente es el ahorro de espacio en los dispositivos. Antes de la adopción de la pantalla táctil para electrodomésticos y dispositivos, era necesario utilizar un espacio distinto para el canal de salida y el de entrada. En el canal de salida se colocaba una pantalla de cristal líquido o indicadores luminosos, mientras que la zona reservada para la introducción de datos era ocupada por controles físicos. Esto provocaba un límite en la capacidad de reducción del tamaño de algunos dispositivos portátiles como teléfonos, agendas electrónicas o controles remotos.

Una pantalla es una superficie dinámica que puede reutilizar un área de su superficie de manera prácticamente infinita. De esta forma, una pantalla táctil puede mostrar infinitos controles que, además de visualizar en tiempo real su estado y su modificación al ser activados mediante el tacto, pueden ofrecer información sobre el resultado de la manipulación del control, convirtiendo a este método en un mecanismo muy intuitivo y cercano a la forma de manipulación habitual de las personas. Desde nuestra infancia, las personas manipulamos objetos a través de nuestras manos. El paradigma definido por los ordenadores de sobremesa y los entornos gráficos, en el que una acción sobre un periférico apuntador (ratón) provocaba una reacción en la pantalla, planteaba problemas de comprensión para personas mayores y niños, ya que la relación entre acción y efecto no era del todo clara. Con las pantallas táctiles,

este paradigma desaparece, y se crea un método más directo en el que la acción y el efecto se aprecian sobre la misma área visual. La mejora en usabilidad de las pantallas táctiles frente al uso de interfaces físicos separados del canal de salida es notable. Todas las razones expuestas han provocado que muchos fabricantes adopten esta solución para sus productos tecnológicos.

Las **pantallas resistivas** (tecnología que requiere de una presión determinada por parte del usuario utilizando un apuntador o el dedo), han dejado paso a la tecnología de **pantallas capacitivas**, más moderna y que no requiere del esfuerzo del usuario para activar un elemento, sino que un simple roce en la pantalla es suficiente para transmitir el impulso eléctrico de activación.

Una de las principales barreras de accesibilidad relacionadas con las pantallas táctiles es la **pérdida de referencia física entre controles**, por lo que usuarios que utilicen el tacto para orientarse en un control de mandos, caso habitual de personas ciegas o con baja visión, encontrarán multitud de problemas y una experiencia de usuario insatisfactoria.

La solución a estos problemas pasa por proporcionar una interfaz de salida por voz, sonido o háptica que transmita información sobre qué se está tocando en la pantalla y qué resultado se ha obtenido tras la activación. Esto requiere, normalmente, de un cambio en el modelo lógico de tratamiento de la pantalla táctil. El modelo lógico habitual sigue este simple diagrama conceptual: «pintar» la pantalla, registrar si se ha pulsado ésta, obtener las coordenadas de la pulsación, pasar las coordenadas a la aplicación en ejecución, activar el control, «pintar» pantalla con resultado.

En ese modelo lógico es necesario incluir una cláusula para la capa de accesibilidad que permita, en caso de tener activado un producto de apoyo como un lector de pantalla, notificar mediante voz u otro canal accesible para el usuario, qué elemento está siendo tocado, y no activarlo hasta que el usuario realice el gesto pertinente en la pantalla. Este problema es característico de Android, el sistema operativo de Google para dispositivos móviles. La capa de accesibilidad no está integrada en el

modelo lógico de la pantalla táctil, lo que provoca que el usuario con discapacidad visual no pueda utilizar la pantalla táctil como superficie a explorar, ya que al tocar la pantalla la aplicación en ejecución activa el control antes de que el lector de pantallas notifique al usuario qué está tocando.

Por otro lado, **las pantallas resistivas y los botones físicos presentan barreras para aquellas personas con discapacidad física que no pueden hacer un esfuerzo a la hora de pulsar o manipular un control.** Personas con fibromialgia o discapacidades físicas que les limiten el uso de los miembros superiores han encontrado la solución gracias a las **pantallas capacitivas**, donde no se requiere de un esfuerzo notable para manipular el dispositivo.

En el caso de usuarios con discapacidad motórica severa, ya existen en el mercado apuntadores y licornios compatibles con pantallas táctiles resistivas y capacitivas. El problema para este perfil de usuarios es la necesidad de realizar algunos gestos a una velocidad determinada, o que requieran la pulsación de la superficie táctil con más de un dedo (gestos multitáctiles). La solución en estos casos es la incorporación de un módulo de personalización de gestos para el dispositivo.

Control por voz

Desde el último cuarto del siglo XX, varias universidades y empresas tecnológicas han estudiado, con gran éxito, la generación de voz sintética a través de dispositivos electrónicos. Junto a esta investigación se ha llevado a cabo el estudio del reconocimiento del lenguaje, para varios idiomas. Con estas investigaciones se ha buscado la creación de una interfaz más cómoda y humana, utilizando una de las acciones sociales más comunes entre las personas: hablar y escuchar.

Se han desarrollado **sistemas de reconocimiento de voz** simples que son capaces de identificar conjuntos inferiores a 30 comandos de voz. Este tipo de aplicaciones, muy utilizadas en teléfonos y agendas electrónicas para funciones de llamada o reproducción rápidas, no requiere de un nivel de procesamiento elevado para el dispositivo ni de un apren-

dizaje previo del usuario, pero un sistema de este tipo que sea completo debe poder comprender toda la información verbalizada por el usuario y procesarla de forma apropiada. Este sistema de reconocimiento de voz limitado, más conocido como **comandos de voz** en muchas plataformas, no merece nuestra atención, ya que no supone ninguna innovación tecnológica en la actualidad.

Los investigadores han tenido que buscar métodos para discriminar significados por contexto, distinguir entre acentos y dialectos, ruidos de fondo y control de las pausas del habla de cada persona para poder hacer que el sistema de reconocimiento de voz comprenda y procese el correcto significado de un mensaje de voz.

Los **sistemas de reconocimiento de voz**, en su mayoría, requieren de un aprendizaje tanto por parte del usuario, (fundamentalmente los comandos vocales), como por parte del propio sistema, para comprender el acento del usuario. En primer lugar, el usuario debe aprender una serie de comandos para controlar la interfaz, a semejanza de una aplicación software o control remoto de un electrodoméstico. De este modo, podrá utilizar las diversas funciones del sistema de reconocimiento de voz para dictar contenidos, corregir errores durante el dictado o controlar algunas aplicaciones del sistema operativo.

Durante este periodo de aprendizaje del usuario, el sistema de reconocimiento de voz aprende también sobre la forma de hablar de aquél, evalúa sus pausas, examina la pronunciación de algunos fonemas conflictivos (como el ceceo y seseo en el idioma español), o el uso de un dialecto. También estudia el entorno acústico del usuario para aprender a discriminar entre el sonido de su habla y el ruido de fondo.

Todo esto requiere una gran capacidad de proceso y almacenaje, por lo que, hasta hace relativamente poco, los sistemas de reconocimiento de voz estaban acotados al uso de equipos informáticos de sobremesa de media y alta gama, o a interfaces empotrados para servicios telefónicos.

Con el uso de la programación distribuida, la conexión permanente a Internet, los servicios web y el Cloud Computing, se ha modificado el paradigma del sistema de reconocimiento de voz. Ahora un disposi-

tivo cliente se encarga de capturar el audio generado por el usuario y enviarlo a un servidor de procesamiento de la señal sonora, utilizando la conectividad inalámbrica del dispositivo. Este servidor posee un potencial de procesamiento muy superior al de cualquier equipo de sobremesa, y una base de datos sobre pronunciación, dialectos y ruidos de fondo que le permite reconocer las palabras con mayor efectividad que un sistema de reconocimiento de voz local. Una vez procesado el audio, el servidor devuelve al dispositivo cliente una cadena de texto con el resultado del procesamiento. De esta forma, el usuario puede utilizar un sistema de reconocimiento de voz más eficaz en dispositivos con menos potencia de procesamiento y almacenaje. Un ejemplo de este modelo de servicio es **Google Voice**, incluido en Android, o **Google Chrome**. Este modelo está siendo adoptado por otros fabricantes y empresas, tanto de telefonía como de desarrollo de sistemas de reconocimiento de voz, como **Nuance**, que está adaptando su producto Dragon Naturally Speaking (compatible con Windows y de uso en local) a este modelo del Cloud Computing, como se puede apreciar en la aplicación para iPhone e iPad llamada Dragon dictate.

Aunque gracias a lo expuesto, la tecnología de reconocimiento de voz ha experimentado una mejora notable, siguen apareciendo problemas importantes relacionados con **perfiles de pronunciación de personas con discapacidad**. El tartamudeo o la deformidad en labios, lengua o paladar dan lugar a perfiles no contemplados, aún, por los grandes fabricantes de sistemas de reconocimiento de voz.

Otro de los problemas es la necesidad, en los dispositivos de carácter genérico, de pulsar un botón o realizar un gesto para comenzar el proceso de escucha del sistema de reconocimiento de voz. En sistemas específicos para personas con discapacidad física se opta por la solución de escuchar en todo momento hasta que el usuario verbalice una palabra o comando de voz para indicar al sistema que quiere transmitir una orden, pero este modelo no es adoptado por sistemas comerciales, ya que supone un gasto energético importante para el dispositivo, por lo que la autonomía de teléfonos y dispositivos portátiles se reduciría notablemente. En este sentido, los fabricantes mantienen la postura de que esta solución beneficia a un mínimo de usuarios y va en detrimento de la experiencia de una gran mayoría.

Control por gestos

La evolución tecnológica de cámaras digitales e interpretación de imágenes ha posibilitado acercar al hogar tecnologías de tratamiento de figuras e imágenes en formato digital. Todo esto ha permitido la aparición de tecnologías que pueden crear nuevos métodos de control de interfaces sin necesidad de controles físicos.

Gracias a la mejora en las cámaras digitales para el hogar, ampliando su resolución y el nivel de captación de frecuencias de color (llegando en algunos casos hasta el nivel de infrarrojos) se han podido desarrollar **aplicaciones de carácter lúdico, social y de teleasistencia.**

Empresas como **Nintendo** y **Microsoft** han comercializado productos de ocio electrónico para el hogar que utilizan cámaras digitales y periféricos de control del movimiento. Por ejemplo, Nintendo, con su **WII**, ha optado por el uso de un dispositivo apuntador en 3 dimensiones, el mando de control del aparato. Esta tecnología permite recoger e interpretar la posición y movimientos del usuario a través de sus manos. Microsoft, con su **Kinect**, ha ido más allá, suprimiendo el uso de cualquier dispositivo apuntador sostenido por el usuario. A través del uso de una cámara de infrarrojos, el dispositivo registra e interpreta la posición corporal del usuario y la compara con registros anteriores para establecer un patrón de movimiento.

Ambos dispositivos se han orientado al uso lúdico, ofreciendo nuevas experiencias de ocio electrónico para el hogar. Gracias a los propios fabricantes y también a comunidades de programadores, se han desarrollado librerías para controlar estas cámaras y periféricos en otras plataformas y crear nuevas funciones distintas de las del ocio electrónico. Así, por ejemplo, el mando de la **WII** se ha utilizado para desarrollar aplicaciones de pizarras digitales para la escuela: gracias a un proyector o picoprojector, el profesor puede interactuar con la imagen proyectada utilizando el mando a modo de apuntador físico. También se ha utilizado este dispositivo de Nintendo para crear interfaces alternativas para dispositivos domóticos, como el **iFree tablet**, o para desarrollar **aplicaciones enfocadas a terapias físicas** para personas mayores, mediante la realización de ejercicios mecánicos en los que se controla la velocidad y

esfuerzo del paciente, permitiendo al terapeuta un mayor control del ejercicio del paciente para la mejora de su recuperación o tratamiento.

Por otra parte, una de las mejores alternativas de Kinect es la posibilidad de utilizar varios de estos dispositivos para **construir un modelo en tres dimensiones de una estancia**. Gracias a esto se pueden conseguir aplicaciones tan interesantes como modelos de objetos del entorno para la interpretación de lengua de signos; cálculos de trayectorias para evitar obstáculos para una persona en silla de ruedas o ciega; o la creación de una interfaz de control a través del movimiento de cualquier parte del cuerpo, adaptable a cualquier sistema domótico o informático.

En cuanto a los **problemas de accesibilidad** de estos dispositivos, en primer lugar, la Wii exige que se pueda sujetar el dispositivo y realizar unos mínimos movimientos con el apéndice que sujete el mando de control. Además, en la mayoría de sus usos se requiere realizar un movimiento determinado en respuesta a una notificación visual mostrada por la pantalla conectada al dispositivo. Muchos de estos problemas se han solucionado en desarrollos específicos para personas con un perfil de discapacidad determinado, bien permitiendo realizar gestos o movimientos en tramos más cortos o a velocidades no soportadas originariamente, o aportando *feedbacks* sonoros para que el usuario sepa qué tiene que hacer y el resultado obtenido tras el movimiento.

El principal problema de Kinect es que, para interpretar y predecir los gestos corporales del usuario, se debe definir un modelo lógico de cuerpo humano. Este modelo definido por Microsoft sigue una percepción de antropomorfismo perfecto: persona con 2 brazos, 2 piernas, 5 dedos en cada extremidad, 2 ojos, 2 orejas, labios, nariz, y una columna recta. Conceptos como un usuario en silla de ruedas no son de fácil interpretación. Otros casos, como la carencia de algunos dedos en las manos son erróneamente interpretados por el sistema, que entiende que el usuario mantiene flexionados sus dedos. Otro ejemplo sería el de una persona con córneas opacas, lo que provocaría que Kinect interpretase que el usuario no está mirando a la pantalla, y le llevaría a concluir, bien que no está prestando atención al juego, por lo que se pausaría la actividad de ocio, o bien que el usuario quiere observar otra

zona de juego, por lo que la cámara virtual de la aplicación realizaría movimientos al azar.

Todo esto hace que la interpretación de los gestos corporales de usuarios con discapacidad física o sensorial pueda conducir a error. Esta barrera se ha solucionado, puntualmente, por iniciativas privadas o utilizando las librerías no oficiales para Kinect, mediante la adaptación del modelo de cuerpo lógico a las necesidades de algunos perfiles de usuario con discapacidad. El problema principal es que la propia Microsoft no ha adoptado estos modelos alternativos para su librería oficial, por lo que estos problemas seguirán apareciendo en los desarrollos de aplicaciones que utilicen las librerías oficiales para Kinect.

Otro de los problemas relacionados con Kinect es la aparición de zonas de sombra o zonas muertas durante el proceso de observación. El simple gesto de tapar una mano con la otra provoca que la cámara no pueda interpretar la posición de los diez dedos del usuario. Normalmente el usuario puede solucionar este problema corrigiendo su posición con respecto a la cámara, pero quienes no puedan ver la pantalla o carezcan de movilidad para girar su cuerpo no podrán evitar este problema. La solución pasa por utilizar varios dispositivos Kinect conectados entre sí para crear un modelo completo en tres dimensiones, pero esta solución no está soportada, tampoco, por las librerías oficiales de Microsoft.

VI. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

El objetivo principal de este estudio de prospectiva, como se ha señalado anteriormente, ha sido prever en cierta medida el futuro desarrollo de la Sociedad de la Información y las TIC en España, para **enfocar con anticipación la actividad que se realiza desde el sector social de la discapacidad organizado en torno al CERMI** hacia la consecución de una sociedad que garantice el pleno acceso y el diseño para todos en el ámbito tecnológico.

Dicho objetivo se compone, a su vez, de una serie de objetivos concretos, que se presentan a continuación:

- Identificar cambios y desafíos en el contexto de la investigación e innovación relacionada con la Sociedad de la Información y las TIC.
- Seleccionar las áreas tecnológicas y líneas de investigación y aplicación prioritarias.
- Analizar, sobre dichas áreas y líneas, los aspectos de accesibilidad y diseño para todos que afectan o afectarán en un futuro a estas innovaciones.
- Evaluar y planificar cómo dar respuesta conveniente a las necesidades de accesibilidad detectadas a corto y medio plazo.

Para abordar estos objetivos, se ha procedido a realizar un análisis de las principales tendencias de la tecnología y de la evolución de sus interfaces, así como del uso que hace de ella la sociedad. En este último apartado del informe de resultados se presentará, en primer lugar, una serie de recomendaciones prácticas sobre la aplicación de soluciones acce-

sibles en diferentes entornos; en segundo lugar, un resumen de las principales conclusiones obtenidas del análisis de tendencias en los distintos entornos tecnológicos; por último, se expondrán las principales recomendaciones de carácter estratégico extraídas a partir de los resultados, recomendaciones orientadas a la puesta en práctica de acciones desde el sector social de la discapacidad en España, organizado en torno al CERMI.

6.1. Recomendaciones prácticas para la mejora de la accesibilidad

A continuación se presentan sugerencias de medidas concretas en algunos de los entornos considerados:

Educativo: en relación con el **estudio a distancia**, es necesario acoger al **libro electrónico** como solución de libro de texto y cuaderno de trabajo en clase. Las editoriales deben crear dichos contenidos en esta nueva plataforma, incluyendo criterios de accesibilidad para evitar generar una nueva brecha tecnológica de exclusión. En cuanto al profesorado, escuelas y universidades, es necesario que adopten **modelos educativos más orientados al autoaprendizaje** del alumnado, donde el profesor pasa a ser un guía y tutor del aprendizaje, en lugar del modelo actual, en el cual se limita a transmitir los contenidos de un libro de texto, poco atractivo para el alumnado actual, y es un «censor» de su comportamiento e intereses. Sería mejor sustituir el método de la lección diaria con el profesor por la tutoría personal posterior a la experiencia educativa del alumno. Esta experiencia ofrecida por el libro electrónico no se limita al texto de la lección, sino que además se ve acompañada de imágenes, vídeos y contenidos relacionados y ya presentes en la Web.

Laboral: los recursos de comunicación telemática, las herramientas de gestión y seguimiento de procesos y proyectos por tareas, así como las herramientas de trabajo en grupo permiten que, en muchos trabajos, sea posible desempeñar las tareas laborales desde cualquier lugar, sin que sea necesario desplazarse a la oficina diariamente. Tampoco es necesario ceñirse a un horario rígido, al menos en aquellas funciones que no impliquen trato con clientes o no tengan que ser realizadas a una hora determinada. El principal obstáculo para el trabajo a distancia y con flexibilidad de horario no son los condicionantes tecnológicos o los

requerimientos organizativos, sino los arraigados prejuicios que identifican el desempeño laboral con la permanencia durante ocho horas diarias en el puesto de trabajo. Los empresarios y los responsables de recursos humanos han de ser capaces de superar estos prejuicios, sustituyendo el modelo tradicional de cumplimiento horario por un modelo de trabajo por objetivos, con calendario de fechas límite.

Relaciones sociales y comunicación interpersonal: muchas personas se asocian y se conocen a través de las **redes sociales y otros métodos de comunicación a través de Internet**. El movimiento cooperativo voluntario ha encontrado en Internet y las redes sociales un nuevo camino que permite a cualquier persona poder colaborar, cuando y el tiempo que quiera, con otras personas. Un ejemplo de estos nuevos servicios de voluntariado y colaboración es la red social asociada a la aplicación Vizbiz, la cual permite que una persona ciega, a través de una foto a un objeto y un mensaje de voz haciendo una pregunta pueda obtener información del elemento fotografiado. Para conseguir este resultado se ha creado una red social de voluntarios que pueden ver la fotografía y escuchar el mensaje de voz y enviar un texto con la descripción de la información que el usuario ciego solicita. Un ejemplo similar es el que propone el proyecto Solona, encargado de ayudar a superar una de las barreras de accesibilidad más graves de la Web actual, los captchas³⁸. Este proyecto permite a una persona ciega superar esa barrera de accesibilidad utilizada en procesos de registro o peticiones de información de portales comerciales o administrativos. El proceso es más simple que en Vizbiz ya que, a través de un widget o aplicación para el navegador web, se toma una captura de la página visitada por el usuario ciego, donde se encuentra el captcha, y se le devuelve el texto que debe introducir el usuario ciego para superar el captcha.

Otros servicios, como Skype o Facetime, son utilizados por algunas personas voluntarias para realizar tareas de lectura a mayores, o simplemente mantener charlas y tertulias a distancia para establecer lazos amistosos, aprender idiomas u otras materias.

³⁸ Los captchas son pruebas para saber si el usuario que está accediendo a una aplicación es una persona o una máquina que procesa datos automáticamente. Se utilizan en formularios web y normalmente consisten en una imagen que puede tener letras o números, que generalmente están deformados para que no se lean fácilmente.

Las redes sociales también son utilizadas para **compartir experiencias o intereses específicos o personales, como la promoción o gestión laboral**. Esto es claramente representativo de la plataforma LinkedIn, pero también se detecta cierto interés en el enfoque laboral en otras más generalistas, como Facebook o Google+, que ya incluyen opciones para indicar el perfil laboral del usuario. Un ejemplo de una plataforma de redes sociales más específica puede ser www.blindworlds.com, en la que personas ciegas comparten experiencias y opiniones, o www.sidiscapacitados.com donde el tema de interés es la superación de las barreras provocadas por la discapacidad.

Estos ejemplos muestran que las redes sociales permiten canales alternativos, no presenciales físicamente, para que las personas socialicen y colaboren entre ellas, con muy diferentes fines.

Uno de los inconvenientes de este tipo de redes sociales es la necesidad de estar permanentemente conectado a Internet. Habitualmente esta conexión del usuario a Internet se realiza a través del equipo informático del hogar, la oficina o del aula, pero esta tendencia está siendo modificada por la presencia, cada vez más común, de dispositivos móviles conectados a Internet. Los **dispositivos móviles** están cada vez más presentes en la vida diaria de las personas y se están convirtiendo en un intermediario entre éstas y otros dispositivos y servicios de la sociedad de la información. Los fabricantes están cada vez más concienciados de la necesidad de un diseño usable y cómodo. Esto ha provocado la aparición de productos que, directa o indirectamente, resultan accesibles para ciertos perfiles de discapacidad. La incorporación de servicios de personalización de gestos, ampliación de zonas de la pantalla o conversión de texto a voz, cada vez más comunes en todos los dispositivos, beneficia directamente a ciertos grupos de personas con discapacidad. El problema es que estos servicios siguen incorporándose de forma optativa a las plataformas y su uso no se ha enfocado para satisfacer todas las necesidades de estos perfiles de discapacidad.

Sólo algunos fabricantes, como Apple o Google, apuestan por incluir productos de apoyo específicos para personas con discapacidad. De esta forma se intenta alcanzar el concepto de diseño universal en sus productos. El problema aparece para algunos perfiles de discapacidad no contemplados por los fabricantes que interpretan, aún, que la inver-

sión en accesibilidad plena para sus dispositivos es un gasto inapropiado o insuficiente, debido al bajo volumen final de clientes que utilizarían esas características de accesibilidad.

Los fabricantes han esgrimido argumentos relacionados con las limitaciones de duración de las baterías, de la potencia de procesamiento o de los sensores incorporados en el dispositivo. La realidad es que un dispositivo dedicado a una persona con discapacidad, en cuanto al hardware, no requiere demasiadas diferencias con respecto a un dispositivo diseñado para el mercado global. Sólo es necesario el compromiso de los fabricantes de sistemas operativos de incluir características de accesibilidad y productos de apoyo específicos para los perfiles de usuario más complejos dentro del núcleo de sus sistemas operativos, ya que la realidad actual es que muchas de las carencias de accesibilidad para plataformas móviles se originan claramente en los propios fabricantes.

Esto implica que un dispositivo móvil accesible para una persona con discapacidad, gracias a Internet, sus redes sociales y servicios en la nube, puede ser la llave que permita acceder a multitud de actividades sociales como el trabajo, el aprendizaje, la comunicación interpersonal, etc. Esto se debe a que el interfaz habitual de la actividad, con todas sus barreras de accesibilidad asociadas, es sustituido por un interfaz más accesible y más cómodo para cada persona.

6.2. Conclusiones respecto a las tendencias tecnológicas y la accesibilidad

Las tendencias comerciales, sociales y tecnológicas evaluadas en este proyecto han sido o están siendo adoptadas en el mercado y sociedad actual. **Son tendencias que, claramente, permanecerán en el mercado o evolucionarán a nuevos conceptos de diseño o uso de servicios.** El estudio de estas tendencias nos permite analizar y prever barreras de accesibilidad actuales y futuras, así como nuevos canales de comunicación social, laboral y educativa.

El desarrollo de las tecnologías supone muchas veces, en sí mismo, una mejora de la accesibilidad tecnológica. Por ejemplo, la adopción de

las tecnologías vinculadas al teletrabajo (computación cloud, smartphones, etc.) facilita la inserción laboral de personas con movilidad reducida y/o que residan en entornos rurales o de difícil acceso; de manera general, además, la autonomía de algunas personas con discapacidad, gracias a las nuevas tecnologías y a los nuevos hábitos sociales, se está viendo beneficiada. La difusión de la tecnología está permitiendo que más personas con discapacidad puedan ser autónomas o lleven a cabo su actividad laboral o de estudio desde lugares más adaptados a sus necesidades. Por otra parte, la introducción de tablets en centros educativos o sanitarios supone una enorme mejora en el acceso a la información por parte de las personas con discapacidad en estos ámbitos, reduce la necesidad de adaptaciones y, de manera general, supone un ahorro de recursos físicos (papel, espacio de almacenamiento) para todos los usuarios; otro ejemplo sería la interacción háptica: el desarrollo de tecnologías que la incorporen conlleva una mejora en la accesibilidad de dichas tecnologías, puesto que se abre el abanico de sentidos a través de los cuales será posible interactuar con los dispositivos. Esto permitirá, por ejemplo, un mayor acceso a la tecnología de las personas con sordoceguera o con limitaciones motrices. No obstante, en ocasiones los avances tecnológicos pueden suponer un retroceso en la accesibilidad (p.e., móviles cuyas nuevas versiones son menos accesibles que las previas).

Por otra parte, la creciente **interconectividad entre dispositivos y plataformas** permite que las personas accedan y manipulen información desde cualquier lugar, haciendo posible que quienes no puedan acudir a un aula o a un despacho accedan a la información y, gracias a los métodos de comunicación telemática, participen en reuniones y actividades, y puede suponer a medio y largo plazo un importante **ahorro de costes**, al reducir la necesidad de desplazarse cotidianamente hasta el lugar de trabajo y estudio. El hecho de que muchas de las tecnologías emergentes sean (o al menos, pretendan ser) universalmente accesibles también redundan en el ahorro de costes, pues son susceptibles de ser empleadas por todas las personas con independencia de sus capacidades.

Uno de los mayores beneficios a que da lugar el desarrollo de tecnologías accesibles para todas las personas es el de facilitar el uso de dichas tecnologías a quienes que se encuentran en situación de mayor vulnerabilidad porque a su discapacidad se suman otros condicionantes

que multiplican sus dificultades: es el caso de las **personas mayores** y también de **quienes viven en entornos rurales**. En este sentido, los avances en el campo de la teleasistencia y la domótica (sobre todo por las posibilidades que ofrece la interoperabilidad) contribuyen a una mejor calidad de vida especialmente para el primer grupo, mientras que el teletrabajo como fórmula facilitada por la tecnología beneficia sobre todo a las personas cuyas dificultades por tener movilidad reducida se ven acrecentadas por residir en zonas alejadas de los núcleos urbanos. Por último, el creciente acceso a trámites administrativos a través de la forma electrónica, y a la realización de compras sin necesidad de presencia física, constituyen un avance importantísimo en la mejora de la calidad de vida de ambos colectivos.

En realidad, el problema que encuentran muchas personas con discapacidad para adoptar las modalidades de trabajo o estudio a distancia no deriva de la tecnología, sino de la **falta de implementación**, es decir, de la falta de adopción de soluciones adecuadas por parte de escuelas, universidades y empresas, así como, en último término, de la sociedad en general.

La legislación actual, en muchos aspectos, promueve el diseño con nociones de accesibilidad para productos hardware y software pero, salvo el caso de la web, no existe una normativa técnica detallada que garantice que el fabricante diseñe un dispositivo accesible de verdad. El fabricante no se ve obligado, ni por un reglamento detallado ni por un sistema de penalizaciones, a incluir y mejorar la accesibilidad de sus productos. Las leyes recogen criterios de accesibilidad insuficientes o poco detallados. Los criterios de accesibilidad para dispositivos físicos o software distintos de la Web, en España, no recogen todas las necesidades de las personas con discapacidad y, en muchos casos, no contemplan las nuevas tecnologías presentes en el catálogo de productos del mercado actual.

Algunos fabricantes, obligados por legislaciones de otros países, como ha sucedido con Google en EEUU, incorporan mejoras y soluciones de accesibilidad siguiendo su propio criterio, lo que provoca que estas soluciones no sean universales. Esto se ve reflejado en las supuestas mejoras incluidas en servicios del portal web de Google, las cuales no

son compatibles con todos los productos de apoyo, perfiles de discapacidad y plataformas de sistemas operativos

Continuando con los **aspectos normativos**, es necesario tener en cuenta que existe una serie de factores que limitan las posibilidades de incidencia de las medidas legislativas:

- Las dificultades existentes a la hora de presionar a las grandes corporaciones del sector TIC para que se centren en mejorar la accesibilidad.
- La falta de legislación con perspectiva de futuro que permita incluir los nuevos avances tecnológicos, en muchos casos vinculados a servicios y usos multimodales.
- La lentitud de las administraciones y de los legisladores para promulgar normativa legal, o adaptarla, frente a la velocidad a la que se suceden las innovaciones tecnológicas.

Por todo ello, es necesario desarrollar **normativa abierta, flexible, adaptable y fácilmente modificable**, que permita superar la limitada incidencia que hasta ahora han tenido las medidas legislativas.

6.3. Recomendaciones de acción e impulso desde el sector social de la discapacidad organizado en torno al CERMI

Como se ha podido ver a lo largo de este informe, tanto los legisladores como las empresas siguen desconociendo (o, en algunos casos, no teniendo en cuenta) las necesidades reales de las personas con discapacidad y los criterios efectivos para garantizar la accesibilidad de dispositivos, tecnologías y contenidos.

Es labor de los técnicos especialistas en accesibilidad, y de los organismos y empresas en los que trabajen, identificar necesidades y definir criterios para su posterior incorporación en las leyes, en las normas técnicas y en los modelos de diseño. En esa labor de identificación y de-

finición se debe incorporar siempre la perspectiva de las personas con discapacidad.

Por otra parte, el Estado ha de comenzar a exigir que la accesibilidad sea un elemento integrante del diseño de productos y contenidos, y un requisito indispensable para su comercialización o publicación, y no sólo en lo que se refiere a la web, ámbito en el que hasta el momento se han dado pasos muy importantes, sino en todos los sectores relacionados con la tecnología.

Los clientes finales, por su parte, deben exigir que se cumplan las leyes y la normativa en materia de accesibilidad, premiando a los fabricantes que lo hagan y denunciando a aquellos que no lo hagan. Para ello es necesario la utilización, o creación si es necesario, de canales de comunicación entre los clientes y los fabricantes y entre los clientes y los organismos de protección del consumidor.

Pero, ¿cómo puede contribuir el sector asociativo de la discapacidad organizado en torno al CERMI a la vinculación entre todas las partes mencionadas (investigadores, fabricantes, legisladores, Administraciones Públicas, expertos en accesibilidad y usuarios finales de tecnología)? Las recomendaciones que se ofrecen como conclusión de este estudio de prospectiva se articulan en torno a cinco líneas generales de acción que se estima que deben reforzar las entidades asociativas:

1. **Continuidad en la vigilancia tecnológica.** En el campo tecnológico, y en casi cualquier otro en la sociedad actual, el cambio es vertiginoso y la incertidumbre muy grande. En estas circunstancias, no basta con realizar estudios puntuales acerca de uno o varios sectores tecnológicos y las tendencias que imperan en cada uno de ellos en un momento determinado. Para mantener una visión real del estado actual de la accesibilidad a la tecnología es necesario tener bajo observación la evolución de las diversas áreas tecnológicas y mantener una adecuada vigilancia que permita identificar nuevas tendencias o desafíos tecnológicos. Esta vigilancia debe ser continuada y sistemática. En el campo de la tecnología web, el Observatorio de la Accesibilidad TIC de Discapnet ya es un buen ejemplo de vigilancia periódica; pero son necesarias otras iniciativas semejantes en otros ámbitos tecnológicos no tan explorados

ni evaluados, como los que se han apuntado en el presente informe. Cada una de las líneas de investigación aquí recogidas merece por sí misma un seguimiento, especialmente en el momento presente, en el que se está definitivamente rompiendo la preeminencia ordenador-Internet-web que imperaba hasta ahora.

2. **Generación de información útil y actualizada sobre el uso de la tecnología por parte de las personas con discapacidad.** En la mayor parte de las encuestas y estudios estadísticos que se llevan a cabo en la actualidad, por iniciativa pública o privada, acerca del uso real y la penetración de la tecnología en la población, no se tiene en cuenta la discapacidad como variable de segmentación de dicha población. Al igual que se pueden extraer resultados por sexo, grupo de edad, nivel socioeconómico o educativo, o hábitat de residencia, el perfil de discapacidad puede y debe ser otra variable que sirva de base para la argumentación posterior. El poder de reclamar la inclusión del perfil de discapacidad como aspecto básico en cualquier estudio de este tipo está en manos del sector social de la discapacidad, organizado en torno al CERMI, que así mismo debe destinar recursos a la realización de investigaciones de ese carácter, que sean lo suficientemente amplias, rigurosas y representativas como para constituir un referente en este aspecto.

3. **Establecimiento de alianzas más amplias: el tercer sector en su conjunto.** Las reivindicaciones en el campo de la accesibilidad, el diseño para todos y la e-inclusión, no son prerrogativa de las asociaciones ligadas a la discapacidad. Otros muchos sectores sociales comparten necesidades y objetivos generales o específicos: mayores, personas con necesidades concretas por motivos culturales o lingüísticos, etc. Articular tales reivindicaciones de manera común y coordinada facilitará un mayor y más rápido avance hacia la inclusión social plena. En este sentido, desde el CERMI ya se están dando pasos importantes, como los recientes avances en la constitución de una Plataforma del Tercer Sector de Acción Social³⁹.

4. **Información, denuncia y crítica constructiva:** hasta el momento el sector asociativo de la discapacidad organizado en torno al CERMI está realizando una muy buena labor en este sentido, especialmente en

³⁹ <http://www.cermi.es/es-ES/Noticias/Paginas/Inicio.aspx?TSMEIdNot=3020>

el campo de la accesibilidad web. La sugerencia que aquí se presenta apuesta por la continuidad, por la ampliación a otros ámbitos tecnológicos y, sobre todo, por el mantenimiento siempre de una crítica constructiva, mediante la que se ofrezcan soluciones alternativas a la situación actual desde el conocimiento experto en cada ámbito

5. **Estar presente, formar parte del proceso.** Esta es la línea de acción más importante, la que se encuentra en el centro de lo que ha de ser la estrategia del sector social de la discapacidad, organizado en torno al CERMI, para lograr la plena inclusión en el campo tecnológico. Los cambios, para que sean efectivos, deben iniciarse siempre desde dentro de aquello que se quiera cambiar. Por eso, el sector de la discapacidad ha de estar presente en todo el proceso de desarrollo tecnológico:

- En la investigación básica
- En el desarrollo industrial
- En la elaboración de normativa y leyes, políticas públicas, procesos de estandarización y normalización.

En este sentido, hay varios aspectos que resulta importante considerar:

- a) Las necesidades de los diversos perfiles de discapacidad están definidas y justificadas en muchos informes y estudios sobre accesibilidad. Por ello, ofrecer soluciones técnicas y sociales para las diversas barreras de accesibilidad actuales y futuras es relativamente sencillo de realizar por parte de especialistas en la materia. Es necesario que estas sugerencias y conclusiones **sean puestas en manos de fabricantes y legisladores** para que se desarrollen mecanismos para suprimir o minimizar estas barreras de accesibilidad.
- b) Los **especialistas en accesibilidad deben mantener actualizados sus conocimientos** sobre las principales áreas tecnológicas emergentes y los productos creados a partir de ellas para actualizar el catálogo de soluciones.

- c) Es necesario **trabajar para que la discapacidad y la accesibilidad estén presentes en los círculos profesionales, en las ferias, encuentros y eventos tecnológicos** donde se dan cita las grandes empresas del sector.

- d) Del mismo modo, la presencia de la discapacidad tanto en la investigación tecnológica (universidades, institutos de investigación) como en su desarrollo industrial (fabricantes, empresas comercializadoras) ha de centrarse de manera fundamental en dos campos: el del **conocimiento experto** y el de los **usuarios finales**. En el primer caso, es necesario potenciar en los ámbitos mencionados la presencia de investigadores y desarrolladores que procedan directamente del entorno de la accesibilidad; en el segundo, hay que dar facilidades a los equipos de investigación y a los fabricantes para que cuenten con potenciales usuarios finales de las tecnologías, de modo que puedan ponerlas a prueba en cualquier momento del proceso de desarrollo (diseño centrado en el usuario).

Las cinco líneas de acción mencionadas se pueden concentrar en una sola, genérica, que implica **la elaboración de propuestas concretas, la facilitación de procesos y la creación de infraestructuras** que permitan establecer una relación fluida entre el sector social de la discapacidad organizado en torno al CERMI y el resto de sectores implicados en el desarrollo tecnológico.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Accenture. (2011). *Finding Growth: Emergence of a New Consumer Technology Paradigm (The 2011 Accenture Consumer Electronics Products and Services Usage Report)*. Recuperado el 22 de Junio de 2011, de https://microsite.accenture.com/landing_pages/EHT/Documents/Accenture_GlobalConsumerTech_2011.pdf
- AIMC. (Febrero de 2011). *Navegantes en la Red: 13ª encuesta AIMC a usuarios de Internet*. Recuperado el 12 de Mayo de 2011, de <http://download.aimc.es/aimc/navred2010/macro2010.pdf>
- Allanson, J., & Fairclough, S. H. (2004). A research agenda for physiological computing. *Interacting with computers*, n. 16, pp. 857-878.
- Anderson, J. Q., & Rainie, L. (11 de June de 2010). *The future of cloud computing*. Recuperado el 3 de Mayo de 2011, de Pew Research Center's Internet & American Life Project: http://www.pewinternet.org/~media/Files/Reports/2010/PIP_Future_of_the_Internet_cloud_computing.pdf
- Aragall, F. *Diseño para todos. Un conjunto de instrumentos*. Fundación ONCE. Disponible en: <http://www.fundaciononce.es/SiteCollectionDocuments/Publicaciones/DISEOPARATODOSUnconjuntodeinstrumentos.pdf>
- BBVA, Microsoft y Telefónica. (2010). *The Cocktail Analysis: Informe de resultados Observatorio Redes Sociales 2ª oleada*. Recuperado el 13 de Abril de 2011, de <http://www.slideshare.net/TCAanalysis/tca-2ola-observatorio-redes-informe-pblicov2-2>
- Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad (CERMI).
Página web: www.cermi.es
- Ekman, P., & Friesen, W. (1978). *Facial action coding system: A technique for the measurement of facial movement*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

- European Commission. (2010). *Europe's Digital Competitiveness Report 2010*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.
- Fundación Genoma España, Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial y Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2011). *Impacto de la biotecnología en el sector salud 2020. Informe de prospectiva tecnológica*.
- Fundación ONCE (Vía Libre-Technosite) (2011). Observatorio de la Accesibilidad Universal en los Municipios de España.
- Fundación Telefónica. (2011). *Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Recuperado el 25 de Mayo de 2011, de <http://www.realidadaugmentada-fundaciontelefonica.com/realidad-aumentada.pdf>
- Fundación Vodafone España. (n.d.). *Entregable E2.1: Análisis de situación del modelo de empaquetado Data Matrix y software de generación de los mismos (Proyecto Medicamento Accesible)*.
- Jiménez Lara, A. (2011). *El estado actual de la accesibilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): Observatorio Fundación Vodafone - CERMI*. Recuperado el 5 de Mayo de 2011, de <http://www.cermi.es/es-ES/Biblioteca/Lists/Publicaciones/Attachments/256/El%20Estado%20Actual%20Accesibilidad.pdf>
- Junqua, J.-C., & Haton, J.-P. (1995). *Robustness in Automatic Speech Recognition: Fundamentals and Applications*. Kluwer Academic.
- Luthria, H., & Rabhi, F. (2008). Organizational Constraints to Realizing Business Value from Service Oriented Architectures: An Empirical Study of Financial Service Institutions. *ICSOC '08 Proceedings of the 6th International Conference on Service-Oriented Computing* (págs. 256 - 270). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Mehrabian, A. (1968). Communication without words. *Psychology Today*, v.2 (9), pp.52-55.
- Microsoft. (2009). *Project Natal Fact Sheet*. Recuperado el 17 de Abril de 2011, de <http://download.microsoft.com/download/A/4/A/A4A457B3-DF5D-4BF2-AD4E-963454BA0BCC/ProjectNatalFactSheetMay09.zip>

- NFCDemo - NFC Demo. (n.d.). Recuperado el 8 de Junio de 2011, de Android Developers: <http://developer.android.com/resources/samples/NFCDemo/index.html>
- Reeves, B., & Nass, C. (2003). *The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places*. Center for the Study of Language and Information, 305 p.
- Technosite (2009). Observatorio de la Accesibilidad de las páginas de Internet de las principales empresas españolas. Informe para CERMI.
- Technosite (2010). Observatorio de la Accesibilidad de las páginas de Internet de las principales empresas españolas (2.^a entrega). Informe para CERMI.
- tobii. (n.d.). *The basics of Eye Tracking*. Recuperado el 23 de Marzo de 2011, de <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-integration/global/eye-tracking/the-basics-of-eye-tracking/>
- Varona, J., Jaume-i-Capó, A., González, J., & Perales, F. J. (2009). Toward natural interaction through visual recognition of body gestures in real-time. *Interacting with Computers*, n. 21, pp. 3-10.
- Zed Digital. (20 de Noviembre de 2008). *El fenómeno de las redes sociales: percepción, usos y publicidad*. Recuperado el 5 de Mayo de 2011, de http://www.zed-digital.es/Estudio%20de%20redes%20sociales_20_11_2008.pdf

