

Proyecto Heliox: Entornos de interacción para la diversidad funcional

Mario Toboso, CSIC, España
Roberto Feltrero, UNED, España
Bruno Maltrás, USAL, España

Resumen: El diseño y la realización de los entornos influyen en las posibilidades de funcionamiento de las personas, de una manera capacitante o discapacitante. Los esfuerzos tradicionales para eliminar barreras físicas y arquitectónicas han evolucionado hacia una visión más amplia y 'universalista' de las exigencias de accesibilidad. En el caso de las nuevas tecnologías, la falta de accesibilidad produce desigualdades y brechas tecnológicas en dos aspectos clave: el acceso y el uso. La combinación de estas dos desigualdades conduce a la desigualdad de oportunidades para las personas y grupos sociales afectados por la brecha tecnológica. Con el objetivo de facilitar el acceso y uso del ordenador a personas con funcionamiento no estándar, se presenta la solución tecnológica 'Heliox', basada en los principios de diseño para todos, funcionalidad abierta y multimodalidad representacional de los recursos tecnológicos en el entorno de las TIC.

Palabras clave: diversidad funcional, entornos de interacción, diseño de tecnologías, diseño para todos, funcionalidad abierta

Abstract: Design and construction of environments influences the functioning chances of people, in an enabling or disabling way. Traditional efforts to remove physical and architectural barriers have evolved into a more comprehensive and 'universalist' vision of accessibility requirements. In the case of new technologies, lack of accessibility produces inequalities and divides in two key aspects: access and use. Combining these two inequalities leads to inequality opportunities for individuals and social groups affected by the digital divide. In order to facilitate access and use to computer for people with non-standard functioning, we present the technological solution 'Heliox', based on the principles of design for all, open functionality and representational multimodality of technological resources in ICT environment.

Keywords: Functional Diversity, Interaction Environments, Technological Design, Design for All, Open Functionality

1. Introducción

Nuestro punto de partida es la idea general de que la persona, su funcionamiento y el entorno en que se desenvuelve son entidades estrechamente relacionadas. Los entornos, considerados desde un punto de vista amplio (entornos espaciales, artefactuales, tecnológicos, etc.), condicionan las posibilidades de funcionamiento de la persona, de una manera que puede ser capacitante o discapacitante.

La interferencia del entorno en el funcionamiento es una condición general que sucede a todas las personas. No es, como habitualmente se cree, algo que sólo les ocurra a las personas con discapacidad, a las personas mayores o a cualquiera cuyas características funcionales se separen del estándar de funcionamiento aceptado por el entorno (Swain et al., 2004).

Tradicionalmente los esfuerzos para combatir la falta de acceso se han centrado en la eliminación de barreras físicas y arquitectónicas. En la actualidad se viene consolidando, no obstante, una visión más amplia de las exigencias de accesibilidad. En una sociedad inmersa en el uso masivo de tecnologías, existen barreras no sólo físicas, sino también de información y comunicación. Vamos a centrar nuestra atención en los dos enfoques básicos siguientes: el enfoque 'procústeo' y el enfoque 'ergonómico'.

- El enfoque procústeo se basa en la idea de que la persona debe adaptarse al diseño del entorno. La vida cotidiana ofrece innumerables ejemplos de esta práctica de diseño.



Es habitual denominar ‘lechos de Procusto’ a los entornos, espacios, artefactos, tecnologías, etc., diseñados bajo este enfoque (Toboso y Guzmán, 2010).

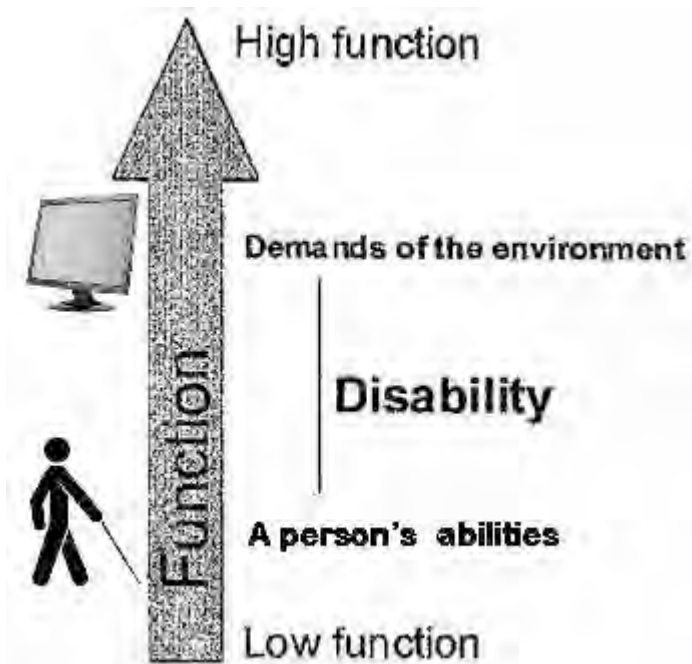
- El enfoque ergonómico es un planteamiento diferente, basado en la idea de que es el diseño el que debe adaptarse a las características de la persona. El funcionamiento de la persona emerge como el resultado de la interacción óptima entre ésta y el diseño llevado a cabo bajo este planteamiento.

En el ámbito de las TIC, por ejemplo, la tradición del diseño para el usuario “estándar”, anclada en unos hipotéticos parámetros de “normalidad” funcional, prevalece todavía en el desarrollo de productos y servicios. Ni siquiera las tecnologías asociadas a Internet están libres de barreras. Cuando, en teoría, deberían mejorar el acceso de todos los ciudadanos a la información y a los servicios, las personas con discapacidad se ven reiteradamente excluidas del contenido de páginas web que no son accesibles a los navegadores ni a las interfaces que utilizan (EC, 2001; G3ict, 2007).

2. Axiología de las barreras tecnológicas. Apropiación social de tecnologías

El enfoque procústeo puede ser representado mediante el denominado “esquema del gap”, en el que la discapacidad, en relación al entorno físico, artefactos y tecnologías, se define como la distancia o separación (gap) entre el nivel de funcionamiento asociado a la capacidad individual de la persona y el que demanda el entorno para desempeñar las actividades características del mismo (Aslaksen et al., 1997). La diferencia entre ambos niveles puede ser reducida, como veremos más adelante, a través del “diseño universal” de productos y entornos, que reduce el nivel de funcionamiento demandado por el entorno, junto con medidas especializadas de compensación y adaptación de la persona, ayudas técnicas, que incrementan el nivel de funcionamiento ligado a sus capacidades (Mueller, 1998; Vanderheiden, 1998).

Figura 1: Esquema del gap



Fuente: Adaptado de Aslaksen et al., 1997.

El esquema del gap no se aplica sólo a las personas con discapacidad, sino a cualquier caso de relación de funcionamiento de la persona con el entorno, artefactos, tecnologías, etc. La figura que se muestra ilustra un caso particular. Nos centraremos ahora en el caso de las tecnologías. Las TIC constituyen en la actualidad un amplio conjunto de elementos y recursos tecnológicos que de manera progresiva vienen formando parte de la vida diaria de las personas. El contacto habitual con tales tecnologías las convierte en lo que Vacas (2007) denomina “tecnologías para la vida cotidiana”.

3. Requerimientos de igualdad frente a barreras tecnológicas

El carácter relacional del esquema del gap lo convierte en una herramienta útil para identificar y estudiar situaciones de desigualdad tecnológica entre individuos o grupos sociales que están ‘bajo el gap’, y aquellos que no lo están. Tales desigualdades se manifiestan en la forma de ‘brechas tecnológicas’ entre quienes tienen la posibilidad de acceder funcionalmente al uso de la tecnología y quienes no. Vamos a considerar, por tanto, que las desigualdades tecnológicas puede afectar a dos aspectos fundamentales: el acceso y el uso de la tecnología. La combinación de estas dos desigualdades conduce a la desigualdad de oportunidades para los individuos y grupos sociales afectados por la brecha tecnológica (Toboso, 2011).

3.1. Igualdad de acceso. Accesibilidad

El primer requerimiento de igualdad que planteamos, relacionado con la condición 1 anterior, es la igualdad de acceso a la tecnología. En este sentido, las barreras de acceso establecen la diferencia (brecha tecnológica) entre los grupos de usuarios y no usuarios de una tecnología.

Cuando se toma en consideración el acceso a la tecnología surge con fuerza la noción de ‘accesibilidad’ (y e-accesibilidad). La accesibilidad es uno de los principios generales de la “Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad” (ONU, 2006), así como también uno de los ejes principales de la “Ley 51/2003 de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad” (BOE, 2003). A nivel internacional, la accesibilidad es igualmente un elemento clave en cualquier programa de e-Inclusión y e-Accesibilidad (G3ict, 2007).

Para lograr que la sociedad de la información sea incluyente, integradora y favorecedora de la cohesión social, es necesario afianzar la accesibilidad como valor principal del conjunto de tecnologías en que dicha sociedad se basa. Sólo así las tecnologías actuales y los desarrollos futuros dejarán de generar barreras de acceso que provocan la exclusión y la discriminación en las posibilidades de participación en la sociedad de las personas con discapacidad (Googin y Newell, 2003; G3ict, 2007).

3.2. Igualdad de uso. Diseño universal y participación de los usuarios en el diseño tecnológico

El segundo requerimiento de igualdad que vamos a considerar, en relación con la condición 2 expuesta anteriormente, es la igualdad de uso. Las barreras de uso tienen que ver con una interacción funcional no óptima entre los usuarios y la tecnología. Tales barreras establecen la diferencia (brecha tecnológica) entre los grupos de usuarios habituales y usuarios ocasionales (no habituales) de la misma.

Tomemos en consideración nuevamente el esquema del gap para estudiar cómo resolver las barreras de acceso y uso de la tecnología. Lo habitual es proponer la solución de las desigualdades asociadas a dichas barreras a través de estrategias que denominamos “a priori” y “a posteriori”:

- Las estrategias “a posteriori” implican, por un lado, el uso de tecnologías de apoyo o ayudas técnicas, que, en el esquema del gap, son responsables de incrementar el nivel de funcionamiento de la persona. Por otro lado, implican la modificación de los diseños tecnológicos que hayan sido evaluados como no funcionales, siguiendo para ello el paradigma del ‘diseño para todos’ o diseño universal (CUD, 1997; Mueller, 1998; Vanderheiden, 1998; ONU, 2006).

El concepto fundamental de diseño para todos (o diseño universal) constituye un principio y una estrategia activa de diseño para el logro de la accesibilidad. El diseño universal está igualmente presente en el texto de la Convención (ONU, 2006: Artículo 2), en el que es definido como “el diseño de productos, entornos, programas y servicios que puedan utilizar todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptación ni diseño espe-

cializado. El “diseño universal” no excluirá las ayudas técnicas para grupos particulares de personas con discapacidad, cuando se necesiten.”

El diseño para todos es un medio para la eliminación de barreras. Mediante su aplicación en todos los entornos de la vida privada y social (hogar, educación, trabajo, ocio, tecnología, transporte, comunicación, etc.) es posible avanzar hacia la supresión de las restricciones que impiden a las personas con discapacidad participar en igualdad de condiciones en los diferentes entornos de prácticas de la vida social.

- Las estrategias “a priori” requieren, por un lado, la aplicación anticipada del paradigma del diseño para todos desde las primeras etapas de los proyectos de diseño de la tecnología (EIDD, 2004). En este sentido, es imprescindible que los diseñadores asuman la estrategia del diseño para todos, tomando conciencia de la amplia diversidad de modos de funcionamiento e interacción con la tecnología. Al contrario que el diseño dirigido a la persona estándar, el diseño para todos, como paradigma tecnocético, es un enfoque esencialmente integrador de la diversidad funcional humana.

Por otro lado, en estas estrategias “a priori”, se considera sumamente importante la implicación y participación de los futuros usuarios en las distintas fases de los procesos de diseño y desarrollo de las tecnologías. De cara a poder tener en cuenta los requerimientos y las expectativas muy diversas de diferentes grupos de personas, el diseño de productos y servicios debería ser lo más participativo posible, para permitir que personas y colectivos con perspectivas muy diferentes pudiesen influir en el desarrollo de los mismos en todas sus facetas, así como en las situaciones de su uso (Winner, 2007).

La participación de los futuros usuarios se considera una práctica útil y deseable en la mayoría de los proyectos y metodologías de diseño, con el fin de evaluar en las fases más tempranas de su desarrollo tanto sus ventajas como sus inconvenientes y defectos, pues los propios usuarios son quienes mejor conocen la manera en que las tecnologías pueden contribuir a su autonomía y calidad de vida. La participación de los usuarios promueve, asimismo, la capacidad de colectivos ciudadanos de generar propuestas tecnológicas viables y orientar la innovación hacia necesidades sociales reales, contando con la presencia de actores que habitualmente no son tenidos en cuenta en el proceso de desarrollo tecnológico.

La importancia de la participación de los usuarios en tales procesos ha sido ampliamente destacada, por ejemplo, en la “Declaración sobre la Ciencia y el Uso del Saber Científico” (UNESCO, 1999), así como también en el texto de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006): Artículo 8: “1. Los Estados Partes se comprometen a adoptar medidas inmediatas, efectivas y pertinentes para: [...] b) Luchar contra los estereotipos, los prejuicios y las prácticas nocivas respecto de las personas con discapacidad, incluidos los que se basan en el género o la edad, en todos los ámbitos de la vida; c) Promover la toma de conciencia respecto de las capacidades y aportaciones de las personas con discapacidad.”.

3.3. Igualdad de oportunidades. TIC y diversidad funcional

Como tercer requerimiento de igualdad vamos a considerar la igualdad de oportunidades, que surge de la consideración conjunta de los dos requerimientos anteriores: igualdad de acceso e igualdad de uso. La igualdad de oportunidades es un concepto clave en la mayoría de textos legales y normativos, como los ya mencionados. También es un concepto de referencia en la política tecnológica, y en los campos de la ética, y la filosofía y política. La igualdad de oportunidades es la puerta de entrada para los aspectos éticos, sociales y políticos en el terreno del diseño tecnológico, menos evidentes en los dos requerimientos anteriores, ligados a aspectos, en apariencia, más técnicos (UNESCO, 2001).

La atención a las necesidades y formas de interacción diversas con la tecnología, más allá de las desarrolladas por el patrón “normal” de persona (en términos estadísticos), con los entornos y dispositivos de la sociedad de la información es un requerimiento para un avance tecnológico que compagine la competitividad empresarial con la ética y la cohesión social. El hecho de no atender en los

procesos de diseño e implantación de nuevas tecnologías a este factor clave de diversidad funcional trae consigo, de manera inevitable, brechas y problemas de participación social para amplios colectivos, como consecuencia de su discriminación en el acceso y uso de las mismas.

4. Diversidad funcional y funcionalidad abierta

En el ámbito de las TIC, es necesario también diseñar entornos, servicios y productos con la finalidad de que todas las personas, independientemente de sus características personales o físicas, puedan disfrutar de ellos sin necesidad de adaptarlos de forma especial. Sin embargo, históricamente vemos que la continua evolución de los diseños informáticos, tanto software como también hardware, parece dirigida hacia un usuario o consumidor tipificado al que se le asume una gran capacidad visual y una precisión motora para manejar entornos en los que sólo los gráficos y los movimientos y gestos precisos bastan para manejar las funciones del sistema. Pero esta evolución complica las cosas a aquellos que no responden a esa tipología, pues necesitan un mayor esfuerzo adaptativo para poder utilizar el artefacto tecnológico.

Desde el punto de vista del entorno tecnológico, la diversidad es constitutiva no sólo de los grupos de personas con necesidades especiales, sino de toda la población en su conjunto. Las diferencias cognitivas, físicas, situacionales, de naturaleza individual o social, innatas o sobrevenidas, también se expresan, para todos, en el ámbito tecnológico. Las tecnologías deben ser usadas por individuos con distintas habilidades funcionales, competencias, experiencia, conocimientos o capacidad de adaptación que provienen, también, de diferencias culturales, económicas, generacionales, laborales, etc. Podemos concluir que, desde el punto de vista del uso de las tecnologías, todos somos diversos.

En el caso de las TIC, esta diversidad se hace aún más patente, aunque las soluciones son mucho más sencillas. Esa sencillez se pone de manifiesto cuando pensamos en las características universales, y universalizadoras, de los propios artefactos computacionales. En efecto, el computador es el objeto que poseemos más cercano a una herramienta universal. En realidad, los límites de los computadores son en gran medida los límites de nuestra propia creatividad (Moor, 1985. p. 269).

La maleabilidad lógica de las tecnologías computacionales posibilita que les podamos aplicar casi cualquier diseño y, por tanto, hacer que desempeñen todo tipo de funcionalidades. Esta característica la podemos definir como funcionalidad abierta, es decir, la posibilidad de modificar las funcionalidades de los artefactos tecnológicos de manera sencilla por sus propios usuarios, así como, mediante esta modificación y la combinación de funcionalidades simples, conseguir que el recurso tecnológico implemente nuevas funciones no previstas inicialmente. Un buen ejemplo de esta característica de las tecnologías computacionales es la red Internet, cuyas funcionalidades no dejan de crecer y sorprender a sus propios diseñadores, que la idearon como un mecanismo básico y seguro para la transmisión de datos y que hoy constituye la base de un entorno digital que se ha convirtiendo en el protocolo para la transmisión de todo tipo de contenidos en todo tipo de formatos y en un entorno de comunicación en muy diversas formas y desde muy diversos artefactos tecnológicos.

Los diseños de software, las aplicaciones informáticas, se definen por las utilidades o funciones que ofrecen a sus usuarios. En este sentido, podemos entender “funcionalidad” como “capacidad de actuación”, en este caso, la que nos proporciona la aplicación informática. El problema de asignar funcionalidades a los diseños de hardware y software es, por tanto, el problema de qué tipo de capacidades de actuación otorgamos a sus usuarios. Si bien los diseños de los artefactos tecnológicos convencionales suelen tener unas funciones muy definidas, el caso del software es peculiar porque la mayoría de sus elementos, desde los lenguajes básicos, hasta los sistemas operativos, pasando por multitud de aplicaciones de todo tipo, suelen tener funciones intermedias para posibilitar que el usuario ajuste o perfile la función que quiere ejecutar en cada momento.

La versatilidad es la base de su potencia y, a la vez, forma parte de la dificultad inherente a su dominio, pues las opciones funcionales son múltiples y el usuario necesita conocerlas previamente para poder elegir las en función de sus necesidades. El equilibrio entre versatilidad —o multifuncionalidad— y sencillez de uso se incardina dentro de la controversia sobre las intenciones en el diseño de artefactos computacionales. Por su maleabilidad lógica, con un mismo recurso de hardware genérico se pueden implementar un tipo de funcionalidades u otras. En primera instancia, es el diseñador el que decide la funcionalidad relevante del diseño en el que está trabajando. Pero tal maleabilidad,

inherente a este tipo de tecnologías, proporciona también la posibilidad de la modificación virtualmente irrestricta de sus funcionalidades por parte de los propios usuarios y en función de sus necesidades. Esta funcionalidad abierta se ha mostrado así como un principio de diseño útil y fructífero.

Por otra parte, la experiencia durante estos últimos treinta años en el desarrollo de las tecnologías de la información y, en general, las basadas en recursos computacionales, demuestra que la multimodalidad, la pluralidad de vías, interfaces y sistemas de acceso a sus funciones, es una característica fácilmente implementable en este tipo de tecnologías. De los primeros computadores que usaban tarjetas perforadas para obtener y entregar sus datos, hemos llegado en el siglo XXI a disponer de computadores y artefactos que combinan e integran a la perfección interfaces visuales, táctiles y auditivos, permitiendo diversos lenguajes y sistemas de interacción que pueden ser, incluso, usados simultáneamente.

La funcionalidad abierta, es decir, la adaptabilidad y personalización de los computadores, del entorno tecnológico en el que desarrollamos gran parte de nuestras actividades, es una característica muy importante que debe ser considerada desde el punto de vista ético si queremos abordar problemas de accesibilidad e igualdad en el uso de las tecnologías. La funcionalidad abierta es la condición básica que sirve para eliminar dichas barreras al proporcionar a los ciudadanos la posibilidad de modificar, integrar o adaptar los recursos tecnológicos para la construcción de un entorno tecnológico apto para todos. La funcionalidad cerrada de las tecnologías, por el contrario, pone trabas a dicha construcción, multiplicando el número de artefactos existentes y, por tanto, limitando el acceso a la tecnología al convertirnos en meros usuarios pasivos que carecen de las oportunidades y las autorizaciones pertinentes para conseguir que el aparato implemente la función que necesitamos en función de nuestras preferencias.

La diferencia entre funcionalidad abierta y cerrada no es, con todo, absoluta. Como ya se ha dicho, todas las tecnologías computacionales, por la propia naturaleza de la distinción hardware/software exhiben un cierto grado de funcionalidad abierta. Sin embargo, el principio trata de impulsar mecanismos que hagan que esa apertura funcional sea fácilmente accesible para el mayor número de usuarios posibles.

De nuevo la referencia al caso de la diversidad funcional nos aclara este tipo de principios. Nuestras ciudades y nuestros edificios están siendo adaptados en los últimos años para que no ofrezcan barreras a la movilidad. Rampas, accesos, relieves o sonidos son usados para eliminar barreras y ofrecer símbolos y avisos alternativos. No se trata de diseñar una ciudad específica para personas con necesidades especiales, sino de eliminar las barreras existentes para que la ciudad pueda ser usada y disfrutada por todos, independientemente de sus habilidades o capacidades funcionales. Desde el punto de vista de las personas con diversidad funcional, el principio de funcionalidad abierta se propone como un principio básico para conseguir el objetivo de un diseño tecnológico que ofrezca herramientas y adaptaciones para la igualdad dentro de la diversidad, es decir, un diseño para todos.

5. Proyecto Heliox: Funcionalidad Abierta para la Diversidad Funcional

El Proyecto Heliox reúne los conceptos y valores explicados para el desarrollo de entornos de interacción de las personas con necesidades especiales. Su primer resultado es el sistema operativo Heliox-GNU/Linux (<<http://www.proyectoheliox.org>>), ideado y desarrollado por investigadores del CSIC y la UNED. Este sistema constituye un ejemplo de diseño informático para todos, a la par que un ejemplo de lo que la funcionalidad abierta, constitutiva de las tecnologías computacionales, puede llegar a conseguir en el campo del diseño para todos.

Por medio de la distribución GNU/Linux Heliox se pretende facilitar la integración de diferentes perspectivas de investigación en el campo de la usabilidad, diseño y accesibilidad a las nuevas tecnologías, aunando esfuerzos y recursos tecnológicos para facilitar el acceso al ordenador, y a todas sus aplicaciones asociadas, a las personas cuyo funcionamiento no corresponde al patrón estándar promedio, sino que se expresa como diferente o diverso a nivel sensorial (visual), físico (movilidad de brazos y manos) o intelectual. Igualmente, la distribución Heliox, a través de una interfaz

intuitiva y de fácil acceso y comprensión, pretende acercar el uso del ordenador a las personas mayores. Heliox también está dirigida a las personas que, sin conocimientos técnicos previos, quieran familiarizarse con el uso del ordenador a través del entorno GNU/Linux y sus numerosas aplicaciones, ofreciendo para ello soluciones basadas en software libre.

El sistema cuenta con aplicaciones para personas con requisitos funcionales diversos en cuanto a movilidad, visión o habilidades intelectuales. Se han incorporado aplicaciones como lectores de pantalla, magnificadores de puntero, botones en el escritorio, teclado virtual y/o menús personalizados que permiten diversas combinaciones e integraciones de modo que todas las aplicaciones puedan usarse con diferentes lenguajes representacionales ajustados a la diversidad de cada usuario.

Por ejemplo, la aplicación eViacam permite que una persona con dificultades para la movilidad pueda ajustar el sistema de modo que el movimiento de su cabeza se sincronice con el movimiento del cursor en la pantalla. En combinación con otros recursos de software como el sistema para escritura por movimiento Dasher, teclados en pantalla o el software de reconocimiento de escritura, permite sistemas alternativos de escritura para personas con grandes dificultades para la movilidad.

El lector de pantalla Orca permite a las personas con dificultades en la visión utilizar el sonido como lenguaje representacional para el manejo de las aplicaciones. Como novedad en el mundo del software libre, en el sistema Heliox se ha integrado dicho sistema Orca (perteneciente al entorno gráfico Gnome) con el lector de textos del programa Okular (perteneciente al entorno gráfico KDE). Como resultado, el sistema cuenta con un lector de documentos que puede leer textos en múltiples formatos, incluido el formato PDF, de manera simple y directa. También incorpora un entorno de interacción de aplicaciones basadas en texto (Adriane) que permite usar todas las aplicaciones mediante un interfaz de entrada de texto, manejado con adaptadores para lenguaje Braille, y un interfaz de salida de voz.

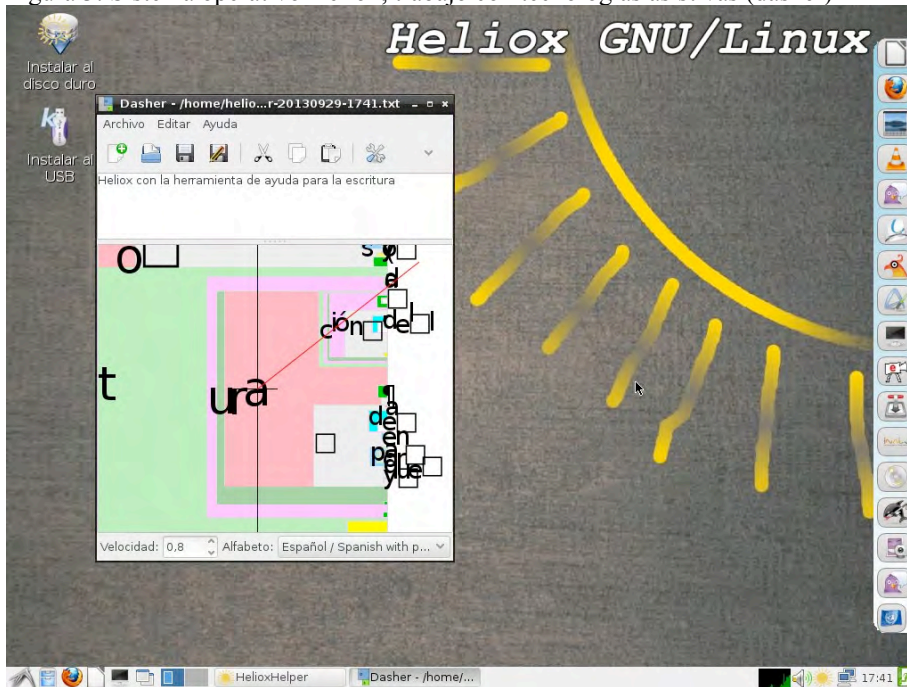
Finalmente, incorpora un lanzador de aplicaciones, provisto de una interfaz sencilla, muy comprensible e intuitiva, para el uso de las nuevas tecnologías dirigido a las personas mayores, personas con dificultades de aprendizaje o, simplemente, nuevos usuarios que necesitan una descripción menos técnica de la funcionalidad de los distintos recursos de software.

Figura 2: Sistema operativo Heliox, opciones de arranque



Fuente: Proyecto Heliox, 2015.

Figura 3: Sistema operativo Heliox, trabajo con tecnologías asistivas (dasher)



Fuente: Proyecto Heliox, 2015.

Por otro lado, se combina la funcionalidad abierta de los distintos recursos de software con ayudas para facilitar su integración y la comprensión de sus funciones. Para ello, se han preparado varios tipos de sesiones personalizadas desde el propio arranque de la distribución Heliox, de manera que cada usuario pueda elegir una combinación de aplicaciones con el modo más adecuado de arranque y funcionamiento del ordenador, de acuerdo con sus requerimientos y preferencias particulares. En este sentido, se han predispuesto seis configuraciones por defecto para seis grupos diferentes de usuarios, según la siguiente lista:

- Personas sin ninguna de las dificultades consideradas en los siguientes grupos: la distribución Heliox provee de diferentes soluciones que hacen más sencilla la experiencia del usuario con el software libre
- Personas con dificultades en la visión sin resto visual útil: Aplicaciones para el uso del interfaz mediante voz y braille como Adriane (Knoppix), SPD / Speech Dispatcher, BrIttY
- Personas con dificultades en la visión con resto visual útil: Aplicaciones del grupo anterior y otras como Kmag, Orca, Pidgin, Cellwriter, Easystroke
- Personas con movilidad reducida en brazos y manos: aplicaciones para el uso del interfaz mediante métodos alternativos al teclado o el ratón como KmouseTool, Dasher, KeyTouch, eViacam, GoK, Xvkbd, Easystroke
- Personas con dificultades de aprendizaje y personas mayores: Modificaciones del escritorio, con iconos y texto aumentado. Herramienta Heliox Acceso con descripciones y pictogramas sencillos (picto+texto+audio).

En definitiva, tanto la base del sistema operativo Heliox-GNU/Linux como todos sus elementos y aplicaciones se han diseñado bajo principios de funcionalidad abierta, con el objetivo de que cada usuario pueda, si lo desea, realizar una personalización lo más completa posible del software, con el fin de que se adapte de manera óptima a sus requerimientos.

6. Conclusiones

Los principios desarrollados en este trabajo han tratado de ubicarnos, pues, en un marco de observación no limitado al conjunto de funcionamientos más frecuentes o mayoritarios, sino que tenga también en cuenta los modos menos frecuentes de funcionamiento e interacción con la tecnología.

Con este cambio de perspectiva el análisis se enriquece y logra una mayor sensibilidad, dado que, por quedar al margen de la norma, esos funcionamientos “diversos”, logrados habitualmente a través de la mediación de recursos tecnológicos, son mucho más susceptibles de verse restringidos, e incluso anulados, por la falta de accesibilidad en el diseño de las tecnologías en que se basan, por su elevado coste o simplemente por la carencia de las mismas.

El proyecto Heliox presentado en el último apartado recoge los principios éticos, técnicos, económicos y cognitivos presentados en un sistema operativo libre y gratuito que recoge un gran número de tecnologías de apoyo para personas con diversidad funcional. El diseño general del sistema trata de integrar estos recursos desde la perspectiva de los principios generales de diseños de funcionalidad abierta con multimodalidad representacional. El sistema operativo Heliox prueba que es posible integrar todo tipo de tecnologías de apoyo adecuadas para las personas con discapacidad de modo gratuito y, sobre todo, proporcionando un sistema que cada usuario puede adaptar a sus necesidades específicas y puede actualizar y mantener en el tiempo.

REFERENCIAS

- Aslaksen, F., Bergh, S., Bringa, O. & Heggem, E. (1997). *Universal Design. Planning and Design for All*. The Norwegian State Council on Disability. <http://home.online.no/~bringa/universal.htm>
- BOE (2003). Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de Igualdad de Oportunidades, No Discriminación y Accesibilidad Universal de las personas con discapacidad. <http://www.boe.es/boe/dias/2003/12/03/pdfs/A43187-43195.pdf>
- CUD (Centre for Universal Design) (1997). *Principles of Universal Design*. North Carolina State University. http://www.design.ncsu.edu/cud/about_ud/udprinciplestext.htm
- EIDD (European Institute for Design and Disability) (2004). *Stockholm Declaration*. <http://www.designforalleurope.org/Design-for-All/EIDD-Documents/Stockholm-Declaration/>
- European Commission (2001). *Discrimination by Design* (Background Paper). Conference, Brussels, 3rd December. http://www.accessibletourism.org/resources/dfa_ia_en.pdf
- G3ict (2007). *The Accessibility Imperative. Implications of the Convention on the Rights of Persons with Disabilities for Information and Communication Technologies*. http://g3ict.org/resource_center/g3ict_book_-_the_accessibility_imperative
- Googin, G. & Ch. Newell. (2003). *Digital Disability*. United Kingdom: Rowan & Littlefield.
- Moor, J. H. (1985). What is computer ethics? *Metaphilosophy*, 16(4), pp. 266-275
- Mueller, J. L. (1998). Assistive technology and universal design in the workplace. *Assistive Technology*, 10(1), pp. 37-43.
- ONU (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*. <http://www.un.org/esa/socdev/enable/rights/convtexte.htm>
- Swain, J., French, S., Barnes, C. & Thomas, C. (2004). *Disabling barriers—Enabling Environments*. London: Sage.
- Toboso, M. & Guzmán, F. (2010). Cuerpos, capacidades, exigencias funcionales... y otros lechos de Procusto. *Política y Sociedad*, 47(1), pp. 67–83. <http://revistas.ucm.es/index.php/POSO/article/view/POSO1010130067A>
- UNESCO (1999). *Declaración sobre la Ciencia y el Uso del Saber Científico*, Budapest, 1 de julio. http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- UNESCO (2001). COMEST Sub-Commission on “The Ethics of the Information Society”. <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001248/124896e.pdf>
- Vacas, F. (2007). TVIC: Tecnologías para la vida cotidiana. *Telos*, 73. <http://www.campusred.net/TELOS/editorial.asp?rev=73>
- Vanderheiden, G. C. (1998). Universal design and assistive technology in communication and information technologies: alternatives or complements? *Assistive Technology*, 10(1), pp. 29-36.
- Winner, L. (2007). Is there a right to shape technology? *Argumentos de Razón Técnica*, 10, pp. 305-328. [1] A.B. Pérez, C.D. García, y E.F. Martínez

SOBRE LOS AUTORES

Mario Toboso: Investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España. Especialista en políticas para la discapacidad y la diversidad funcional.

Roberto Feltrero: Profesor colaborador de la UNED e investigador invitado en el Seminario sobre Sociedad del Conocimiento y Diversidad Cultural de la UNAM, México. Especialista en Ciencia, Tecnología y Sociedad y en el diseño de software para la diversidad. Director del Proyecto Heliox (www.proyectoheliox.org)

Bruno Maltrás: Profesor asociado de la USAL e investigador de Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología de la USAL. Especialista en Filosofía de la Tecnología y estudios sociales sobre la ciencia y la tecnología.