

# Tecnologías Asistenciales para Acceso al Ordenador, Trabajo, Comunicación y Ocio

Salvador Sancha Ros, Dr. Esther García Garaluz  
Eneso Tecnología de Adaptación S.L.  
C/ Gargantúa 8. 29006 Málaga. España  
{ssancha, esther}@eneso.es

Dr. Keith M. Barfoot  
Alpha-Active Ltd.  
2 Devonshire Court. Heathpark.  
Honiton, Devon, EX14 1SB. R. Unido  
eeg@alpha-active.com

## Resumen

*Poder utilizar un ordenador, teléfono inteligente o tablet significa para muchas personas con discapacidad física o intelectual tener acceso a la comunicación, el trabajo o el ocio, pero en la mayoría de los casos esto requiere una solución que adapte la interfaz hardware y software. Diseñar este tipo de adaptaciones y llevarlas al mercado es complejo debido, principalmente, a la heterogeneidad de las características de los usuarios con diversidad funcional. Entre los sistemas más habituales se encuentran el acceso mediante conmutador y el seguimiento del movimiento de la cabeza o los ojos, y más recientemente, las interfaces cerebro-computadora.*

**Palabras clave:** Adaptación, acceso al ordenador, comunicación aumentativa y alternativa, *head tracker*, *eye tracker*, interfaz cerebro-computadora, EEG.

## 1 Introducción

El acceso a las nuevas tecnologías es un parte fundamental del proceso de independencia y autonomía de las personas con discapacidad física o intelectual. Las posibilidades que han abierto los ordenadores personales y los teléfonos inteligentes para la integración de personas con diversidad funcional son amplísimas, pero podemos destacar, por su relevancia social, la comunicación presencial o a distancia, el trabajo y el ocio.

Sin embargo, los periféricos y las interfaces habituales de un ordenador, tablet o teléfono inteligente son, en general, inaccesibles para las personas con movilidad reducida o ciertos tipos de

discapacidad cognitiva. Un ratón y un teclado convencional, por ejemplo, son imposibles o incómodos de utilizar para una persona que no disponga de destreza manual fina, y obviamente también para una persona sin movilidad en las extremidades superiores.

Es necesario desarrollar adaptaciones multi-modales que se adapten a las necesidades y características específicas de cada usuario, y hacerlas llegar tanto a los usuarios potenciales como a los profesionales y familiares.

## 2 Los desafíos de desarrollar tecnologías asistenciales

Las características físicas y cognitivas de los usuarios de tecnologías asistenciales (TA) son muy heterogéneas. Esto dificulta la tarea de desarrollar soluciones que sean ampliamente accesibles. En general, es necesario combinar varios sistemas hardware y software diferentes para facilitar el acceso a un ordenador a una persona con discapacidad, y ajustarlos a sus necesidades particulares para asegurarse de que la solución es funcional, cómoda e intuitiva [1,2].

Por otro lado, este tipo de adaptación personalizada requiere un conocimiento especializado de las soluciones disponibles en el mercado, su funcionamiento y sus posibilidades de integración, lo que hace que sea una tarea complicada para los usuarios o los terapeutas.

### 2.1 Llevar las tecnologías asistenciales al mercado

Existe una diferencia fundamental, y a menudo pasada por alto, entre desarrollar un sistema para

facilitar la independencia de las personas con discapacidad y convertirlo en un producto comercial. Para que la TA pueda ser un producto comercializable no sólo debe ser funcional y usable, sino también sostenible desde un punto de vista económico, asequible para el usuario, y fácil de instalar y de usar. Esta es una de las razones por las que muchas pruebas de concepto no dan el salto del laboratorio al mercado.

Por otro lado, aunque el mercado global de las TA es amplio (en la actualidad viven en España más de 3,8 millones de personas con discapacidad, lo que supone el 8,5% de la población [3,4]), la fragmentación hace que cada mercado potencial específico sea pequeño. Esto, naturalmente, es un problema desde el punto de vista industrial porque reduce el número de unidades fabricadas y comercializadas de cada producto y encarece su precio. Además, la mayoría de las empresas dedicadas a la TA son relativamente pequeñas, lo que hace difícil que alcancen una masa crítica para crecer.

Otra dificultad viene de la necesidad de adaptar y personalizar, y en muchas ocasiones demostrar, los productos. Esa visita profesional encarece el producto, y complica la distribución.

### 3 Métodos alternativos de acceso al ordenador

La variedad de afectaciones entre las personas con discapacidad hace que sea complicado desarrollar una solución universal de acceso al ordenador que sea cómoda y funcional. El tipo de adaptación que se utilice dependerá del grado y tipo de movilidad del usuario y su nivel cognitivo.

#### 3.1 Acceso mediante conmutador

Frente a los sistemas de acceso más sofisticados, una solución aparentemente simple como es uno o dos pulsadores puede ser muy eficiente si el usuario es capaz de activarlos. Incluso en los casos más graves de parálisis, es bastante común que la persona conserve un resto de movilidad en alguna parte del cuerpo, como un dedo o un pie.

Existe una gran variedad de pulsadores en la industria específicamente diseñados para accesibilidad que se adaptan a muchos tipos de movilidad: conmutadores de pulsación, de palanca, de agarre, de cuerda, de proximidad, etc. Todos estos pulsadores cuentan con un conector jack de 3,5mm como interfaz común, por lo que es habitual encontrar productos compatibles.

La tarea del diseñador es doble: por un lado, adaptar el hardware para que esa pulsación se traduzca en comandos comprensibles para la máquina; y por otro, adaptar el software para que ese único bit de información pueda utilizarse para controlar un sistema tan complejo como es un ordenador.

A nivel de hardware, se han desarrollado adaptadores a diversas interfaces (USB, Bluetooth, etc.) que convierten la pulsación o conjunto de pulsaciones en eventos estándar, como clics de ratón, pulsaciones de tecla o movimientos de joystick, o comandos HID específicos que el software puede traducir y utilizar. Estos adaptadores habitualmente son configurables y soportan un número variable de pulsadores.

A nivel de software, el problema es simplificar una interfaz que ha sido diseñada para utilizarse mediante un ratón y un teclado, de forma que la mayor parte de sus funciones siga siendo accesible con un solo botón. Una de las soluciones más habituales es el barrido: el usuario, mediante la activación de uno o dos pulsadores, es capaz de resaltar secuencialmente los elementos de la interfaz y seleccionar uno de ellos.



Figura 1: Acceso a un ordenador mediante conmutador

#### 3.2 Seguimiento de los movimientos de la cabeza o de los ojos.

Las personas que han sufrido una lesión medular conservan en ocasiones cierto control sobre los movimientos de la cabeza. Lo mismo ocurre con las personas con parálisis cerebral, esclerosis múltiple y otros tipos de discapacidad. Para estos casos, una adaptación basada en el seguimiento de los movimientos de la cabeza puede ser una buena solución para el acceso al ordenador.

Los sistemas basados en movimientos de la cabeza son, en principio, una solución más sofisticada que los basados en conmutador, pero también presentan

mayores desafíos. A la necesidad de simplificar o adaptar la interfaz se suman la necesidad de calibrar el sistema y gestionar los movimientos involuntarios del usuario.

Estos sistemas se dividen en dos tipos: los que usan alguna forma de visión artificial (por ejemplo, seguimiento de un punto reflectante mediante luz infrarroja), y los basados en sensores inerciales (acelerómetros y giroscopios). Los primeros tienen la ventaja de que la mayor parte del hardware no está en el cuerpo del usuario, pero tienen menor resolución y son muy sensibles a las condiciones ambientales de iluminación.

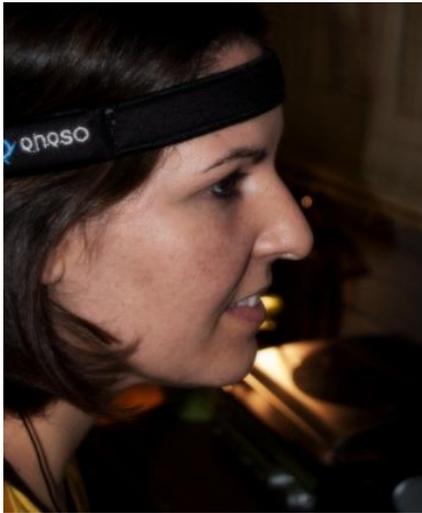


Figura 2: Seguimiento del movimiento de la cabeza

Por otro lado, existen productos basados en el seguimiento de los movimientos oculares. Habitualmente, estos sistemas tienen muy poca resolución y son muy sensibles a la calidad de la calibración inicial, pero para determinados usuarios, por ejemplo aquellas personas con enfermedades degenerativas como la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), son una de las pocas opciones viables de acceso al ordenador [5]. Los productos comerciales que usan esta tecnología han tenido tradicionalmente un precio muy elevado, pero afortunadamente recientemente han comenzado a aparecer productos con un precio por debajo de los 500€ [6].

### 3.3 Interfaces cerebro-computadora

Las interfaces cerebro-computadora, o *brain-computer interfaces* (BCIs), son unas de las últimas tecnologías en incorporarse a la investigación en TA. Como tales, sufren aún de problemas importantes que limitan su incorporación al mercado.

Basadas habitualmente en captura de la actividad cerebral mediante electroencefalografía (EEG), las

BCIs ofrecen un medio de comunicación alternativo para personas con movilidad reducida o nula.

Las limitaciones de las BCIs son bien conocidas: equipamiento caro y voluminoso (incluso los electroencefalógrafos fiables más económicos tienen un precio de entre 1.000€ y 3.000€, lo que los hace inasequibles para muchos usuarios potenciales), necesidad de entrenamiento, proceso de instalación complejo, tasas de error elevadas... Un problema grave es la necesidad de fijar los electrodos a la cabeza, o usar alternativas más convenientes pero que generalmente proporcionan señales de peor calidad. A pesar de esto, algunos sistemas basados en paradigmas como P300 o potenciales visuales evocados han demostrado ser usables, y son un primer paso hacia el uso generalizado las BCIs como solución de acceso al ordenador. Alpha-Active se encuentra actualmente trabajando en el campo de las BCIs [7], y ha desarrollado una prueba de concepto en la que un usuario es capaz de controlar un coche de carreras Scalextric a través de su actividad cerebral.

En este momento, aún no está claro cuál es el mercado objetivo de las BCIs como sistema de TA. Una posibilidad clara son personas con movilidad nula, para las que la única interfaz posible de comunicación sea su actividad cerebral, pero quizás su utilidad final pase por formar parte de sistemas multi-modales más complejos, en los que el pensamiento sea solo uno más de entre varios canales de entrada.

## 4 Software de comunicación aumentativa y alternativa

Se ha comentado que una de las aplicaciones más importantes de acceso al ordenador para personas con discapacidad es la comunicación. Varios tipos de discapacidad física y cognitiva (como los trastornos del espectro autista) hacen que la persona encuentre dificultades para expresarse de forma oral, y un ordenador, un teléfono inteligente o una tablet puede ser un soporte muy conveniente para un sistema de comunicación alternativo.

Las actuales aplicaciones de comunicación alternativa y aumentativa (CAA) provienen de los tradicionales tableros de comunicación, que eran simplemente paneles en los que se fijaban una serie de imágenes (pictogramas) que representaban conceptos, acciones, objetos o personas, opcionalmente acompañadas de texto escrito. El usuario, seleccionando con el dedo o con alguna adaptación física los pictogramas, iba construyendo los mensajes.



Figura 3: Software de comunicación alternativa

Posteriormente aparecieron dispositivos electrónicos que, además de ser transportables y más fácilmente configurables, incorporaban realimentación auditiva. Esto hizo que los tableros pasaran a ser interactivos.

Actualmente, gracias al abaratamiento de los ordenadores portátiles y las tablets, se han popularizado los sistemas de comunicación basados en software. Estos tienen ventajas evidentes respecto a los tradicionales: los tableros pueden tener “capas”, lo que aumenta el número y tipo de mensajes a los que se puede acceder, es fácil compartir con otros los tableros desarrollados, su tamaño es muy reducido, y la interacción es mucho mayor. De hecho, es habitual que en estos sistemas el tipo de acciones que puede realizar el usuario no se limite a emitir mensajes, sino que pueda acceder a funciones del ordenador, escuchar música, compartir información en redes sociales, o incluso controlar su vivienda mediante algún sistema de automatización residencial.

Estos sistemas habitualmente consisten en una serie de elementos dispuestos en una cuadrícula, lo que hace que sea muy sencillo controlarlos mediante conmutadores y barrido, o con sistemas de seguimiento ocular o de movimientos de la cabeza.

## 5 Casos de ejemplo

### 5.1 Las empresas

Eneso Tecnología de Adaptación S.L. es una empresa española dedicada al desarrollo y comercialización de productos destinados a personas con discapacidad. Se especializa en sistemas alternativos de acceso al ordenador, comunicación aumentativa y alternativa y estimulación sensorial.

Alpha-Active Ltd. es una empresa británica formada como resultado de una colaboración entre la empresa de desarrollo Staplethorne Ltd. y la Universidad de Bristol. Se dedica al desarrollo, fabricación y

comercialización de electroencefalógrafos portátiles de bajo coste.

### 5.2 enPathia

enPathia es un sistema de acceso al ordenador mediante movimientos de la cabeza u otra parte del cuerpo desarrollado por Eneso Tecnología de Adaptación. Se trata de un sensor inercial que se conecta a un adaptador USB para, a partir de movimientos de alguna parte del cuerpo del usuario, generar movimientos del puntero, clics izquierdo, derecho y dobles del ratón, o escribir texto. También se pueden conectar uno o dos pulsadores estándar al adaptador USB, si el usuario es capaz de activarlos, para formar una adaptación multi-modal.

enPathia es un producto patentado que se comercializa internacionalmente desde 2010 [8,9].

### 5.3 Verbo

Verbo es un software de comunicación alternativa para Windows y Android desarrollado por Eneso Tecnología de Adaptación y lanzada en 2015.

La aplicación permite que al usuario crear tableros de comunicación interactivos con una interfaz sencilla e intuitiva. Estos tableros pueden usarse en un ordenador, tablet o teléfono inteligente que use Windows o Android, y son accesibles mediante la mayor parte de las adaptaciones hardware, como pulsadores, ratones de cabeza, joysticks, pantallas táctiles o sistemas de seguimiento ocular [10].

### 5.4 HeadCoach

HeadCoach es un electroencefalógrafo USB portátil de dos canales desarrollado por Alpha-Active Ltd. Diseñado específicamente para ser resistente al movimientos, es una solución económica y portátil para el desarrollo de sistemas sencillos basados en BCIs [11].

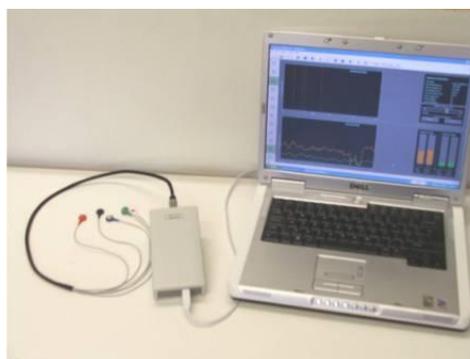


Figura 4: Electroencefalógrafo HeadCoach

[11] Alpha-Active Ltd. <http://www.alpha-active.com>. Accedido Mayo 2015.

## Referencias

- [1] Keates S, Hwang F, Langdon P, Clarkson PJ, Robinson P. The user of cursor measures for motion-impaired computer users. *Universal Access in the Information Society*. 2002;2:18-29.
- [2] Trewin S. Extending keyboard adaptability: An investigation. *Universal Access in the Information Society*. 2002;2:44-55.
- [3] Base de datos estatal de personas con discapacidad. Diciembre de 2001. Servicio de Información sobre Discapacidad. <http://sid.usal.es>. Ministerio de Educación. Política social y Deporte. Emisor: IMSERSO. Subdirección general de planificación, ordenación y evaluación. 2002.
- [4] Encuesta sobre Discapacidades, Autonomía personal y situaciones de Dependencia 2008. Instituto Nacional de Estadística.
- [5] Yorkston, KM., Miller, RM., & Strand, EA. (2003). *Management of speech and swallowing in degenerative diseases* (2nd ed.). Austin, TX: PRO-ED.
- [6] The Eye Tribe. <http://theyetribe.com>. Accedido Mayo 2015.
- [7] Griffiths, MJ., Grainger, P., Cox, MV., Preece, AW. Recent Advances in EEG Monitoring for General Anaesthesia, Altered States of Consciousness and Sports Performance Science. 3<sup>rd</sup> IEE International Seminar on Medical Applications of Signal Processing, 3-4 November 2005, ISBN 0-86341-570-9/9-78086341-415708.
- [8] enPathia. <http://www.enso.es/producto/enpathia>. Accedido Mayo 2015.
- [9] Universidad de Málaga, Eneso Tecnología de Adaptación S.L. Dispositivo de control accesible de sistemas electrónicos y mecánicos mediante la monitorización del movimiento de una parte del cuerpo humano. Sancha-Ros, S. et al. Spanish Patent ES 237861 A61F4/00 (2006.01). 29 Oct. 2009.
- [10] Eneso Verbo. <http://www.enso.es/verbo>. Accedido Mayo 2015.