

# **Comunicación alternativa y aumentativa para potenciar la autonomía personal y la calidad de vida de las personas con discapacidades severas**

Javier Díaz, Laura Fava, Ivana Harari, Fernando Martinez, Miguel Telechea  
LINTI - Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas.  
Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata  
Calle 50 esq. 120, 2do Piso. Tel: +54 221 4223528  
{jdiaz, lfava, iharari}@info.unlp.edu.ar, {tellecheamiguel,  
fernandomartinez@gmail.com}

## **Resumen**

El lenguaje oral es una de las formas básicas para comunicarnos con el entorno y muchas veces nos sirve para modificarlo en función de nuestras necesidades y deseos. Si una persona no puede comunicarse, no podrá tomar decisiones que afecten a su vida, lo que originará dependencia y aislamiento.

La comunicación aumentativa y alternativa es la combinación de métodos y estrategias de comunicación utilizados por personas con determinadas discapacidades para una comunicación hablada o escrita. Existen múltiples sistemas, dispositivos y recursos que favorecen la comunicación cuando existen dificultades para hacerlo, pero a veces no alcanza cuando la discapacidad es severa. En este proyecto se propone analizar sistemas de software de comunicación aumentativa y alternativa y evaluar su integración con dispositivos especiales, en particular aquellos relacionados con interfaces cerebro-computadoras, para potenciar la autonomía personal y la calidad de vida de personas con discapacidad agudas.

**Palabras claves:** comunicación aumentativa, comunicación alternativa, CAA, interfaz cerebro computadora, Brain Computer Interface (BCI), Emotiv EPOC, Emptiv Insight.

## **Contexto**

La Facultad de Informática, a través de la Dirección de Accesibilidad y del Laboratorio de Investigación de Nuevas Tecnologías Informáticas LINTI, ha llevado a cabo en los últimos años, líneas de acción concretas que estrechan el vínculo Facultad-Sociedad, atendiendo las demandas de los sectores más vulnerables de la comunidad, como lo son las personas con discapacidad. A través de varios cursos de formación abierto a todo público como el de Accesibilidad Web, el de TICs para personas con discapacidad; de jornadas y conferencias como la de una Facultad Inclusiva, la de Experiencias y Casos de Aplicación de desarrollos accesibles, las hackatones de 24 hs de desarrollo por la discapacidad; como también, a través de la dirección de proyectos sobre inclusión social y accesibilidad como el Zapato Háptico y Juegos Serios para Autistas, entre otros; hace que la Facultad de Informática se

constituya como una entidad de referencia respecto a cuestiones de tecnología y discapacidad.

Durante estos años de comunicación y de interacción continua con la comunidad, se elaboraron proyectos que permiten intervenir ante las necesidades reales de las personas con discapacidad, como es el caso de discapacidades severas de motricidad y de habla.

El proyecto que se describe en este artículo realiza un abordaje de esta problemática mediante actividades de investigación, innovación y desarrollo y de búsqueda permanente de soluciones tecnológicas que mejoren la calidad de vida de las personas que atraviesan este grado de discapacidad.

El mismo se desarrolla en el Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas, LINTI de la Facultad de Informática de la UNLP y está enmarcado en los proyectos 11-F014 *Innovación en TICs para el desarrollo de aplicaciones en educación, inclusión, gobierno y salud* finalizado en 2015 y en el nuevo proyecto *Internet del futuro: Ciudades digitales inclusivas, innovadoras y sustentables, IoT, ciberseguridad y espacios de aprendizaje del futuro*, ambos acreditados en el marco del Programa de Incentivos, bajo la dirección del Lic. Javier Díaz.

## Introducción

Existen múltiples dispositivos, sistemas y recursos que favorecen la interacción comunicativa cuando existen dificultades para que pueda llevarse a cabo. Dentro de estos productos podemos encontrar sistemas de comunicación aumentativos y alternativos (CAA). Los sistemas aumentativos de comunicación, son aquellos que complementan el lenguaje oral cuando, por sí sólo, no es suficiente para entablar una comunicación

efectiva con el entorno [Ref. 1]. Los sistemas alternativos de comunicación, son aquellos que sustituyen al lenguaje oral cuando éste no es comprensible o está ausente [Ref. 2].

Si bien estas propuestas importan una solución o alternativa a para personas con determinadas discapacidades, las personas que padecen cuadriplejía, esto es, parálisis total o parcial de sus extremidades superiores e inferiores, se encuentran limitados para comunicarse con soluciones basadas solo en CAA, lo que provoca inevitablemente una fuerte dependencia y aislamiento.

Afortunadamente, en los últimos años han surgido alternativas como las interfaces cerebro computadora (BCI por sus siglas en inglés) que prometen una esperanza para mejorar la situación de estos pacientes. Las BCI son dispositivos que pueden leer las señales eléctricas del cerebro humano y traducirlas en señales de control para un dispositivo. La tecnología BCI provee un canal de comunicación alternativo que permite a los usuarios enviar información a un dispositivo a través de su pensamiento. Si bien fueron diseñadas principalmente para permitir la comunicación de pacientes con discapacidad neuromuscular severa, los trabajos multidisciplinarios, el progreso de la neurociencia cognitiva, el procesamiento de señales y reconocimiento de patrones, ha inspirado el uso de BCI como una nueva modalidad para interacciones cerebro-computadora [3, 4].

Este artículo presenta una línea de investigación cuyo objetivo central es analizar herramientas alternativas y aumentativas y evaluar su integración con dispositivos cerebro-computadora para proveer una solución a pacientes con discapacidades severas.

**Líneas de Investigación,**

## Desarrollo e Innovación

Las líneas de investigación, desarrollo e innovación que se llevan a cabo en este proyecto se basan en dos ejes principales: uno vinculado a la investigación de softwares aumentativos y alternativos existentes y otra a la investigación de dispositivos que permitan aumentar la capacidad de los mismos.

En la actualidad existen muchos sistemas aumentativos y alternativos y nuevos dispositivos que facilitan el desarrollo de nuevo productos. A continuación sintetizamos algunos de los softwares evaluados y seleccionados para profundizar su estudio e integrarlos con dispositivos BCI.

- **ACAT** (Assistive Context-Aware Toolkit) es una plataforma de código abierto desarrollada en los laboratorios de Intel para permitir que las personas con enfermedades de las neuronales, motoras y otras discapacidades puedan tener acceso completo a las computadoras a través de interfaces muy limitados adecuados para su condición. Más específicamente, ACAT permite a los usuarios comunicarse fácilmente con otros a través de la simulación de teclado, la predicción de palabras y la síntesis de voz. Los usuarios pueden realizar una serie de tareas tales como la edición, gestión de documentos, navegar por la Web y acceder a mensajes de correo electrónico. ACAT fue originalmente desarrollado por investigadores de Intel para el profesor Stephen Hawking, a través de un proceso de diseño muy iterativo en el transcurso de tres años. ACAT ha sido recientemente liberado bajo la licencia de código abierto de Apache v2, para que cualquier persona lo

pueda descargar y usar sin costo [Ref.5].

La liberación de código de ACAT representa un gran avance en el desarrollo de herramientas de accesibilidad, donde millones de personas pueden ser beneficiadas, ya que cualquier desarrollador en el mundo podrá experimentar y crear nuevos sistemas con esta base.

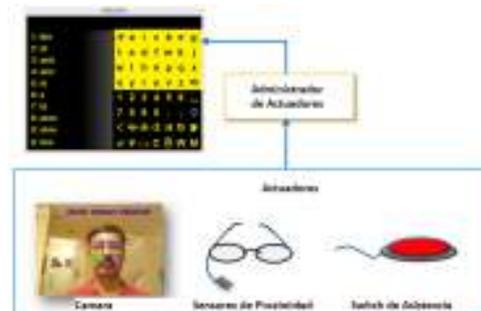


Figura 1: Componentes principales del ACAT

La Figura 1 muestra las componentes principales del software ACAT: una cámara web, sensores de proximidad y un dispositivo de asistencia.

- **Plaphoons** es un programa de comunicación para personas con discapacidad motriz, que en principio fue pensado como sistema de comunicación simbólica, tanto desde el punto de vista de ser utilizado de forma directa, como para la edición de plafones de comunicación en formato papel. Ha resultado ser una herramienta muy útil para el aprendizaje de la lectoescritura a dichas personas, para al final, servir de sistema de escritura en cualquier procesador de texto y también como sistema de control a diversos programas. La finalidad principal de este programa es dar más independencia a estas personas permitiendo que construyan sus mensajes, sugerencias o ideas de forma totalmente independiente. Este

software puede descargarse de manera gratuita, pero no es de código abierto [Ref. 6].



Figura 2: Interfaz de usuario de Plaphoons

La figura 2 muestra uno de los varios tableros de comunicación que provee del Plaphoons.

- **HADASoft** es un software integrado por distintos módulos que, combinados, hacen posible la escritura y la reproducción del habla a personas con discapacidad. Este software hace uso de un teclado virtual unido a una cámara web, para permitir que los usuarios con discapacidad física manejen el cursor con la mirada y un sintetizador que reproduce en audio las palabras seleccionadas. La cámara web está especialmente programada para hacer un seguimiento de los movimientos de la cabeza, en especial de la mirada, de ahí su nombre "head mouse". Este software puede descargarse de manera gratuita desde la web, pero no es de código abierto. [Ref. 7]. HeadMouse es un software desarrollado por el equipo del Neural Information Processing Group, de la Universidad Eötvös de Budapest, Hungría. El software es muy estable y la configuración sencilla. La Figura 3 muestra la ventana de configuración de este mouse adaptativo.



Figura 3: Pantalla de configuración del mouse

Además de profundizarse el estudio de estos softwares seleccionados, se evaluará su integración con interfaces cerebro-computadoras para permitir su uso a personas con discapacidades severas. Para ello se investigarán interfaces cerebro computadoras, en particular, Emotiv EPOC que se describe debajo.

- **Emotiv EOC** es una BCI inalámbrica, multicanal, de alta resolución. Fue desarrollada para permitir la interacción humano-computadora a través de la detección de pensamientos, sentimientos o expresiones en tiempo real. A diferencia de otros dispositivos BCI existentes como el Mindball que posee 3 electrodos, el MindSet que provee solo 1 electrodo o el Neural Impulse Actuator que tiene 3 electrodos, el Emotiv EPOC cuenta con 14 electrodos y un sensor giroscópico.



Figura 4: Emotiv EPOC/Emotiv INSIGHT

La Figura 4 muestra a la izquierda una imagen del Emotiv EPOC descrito y a la derecha una nueva propuesta de Emotiv, llamado Emotiv INSIGHT, con 5

sensores pero de mejor calidad y facilidad de uso.

La electroencefalografía (EEG) es el registro de la actividad eléctrica a lo largo del cuero cabelludo a través de la medición de las fluctuaciones de tensión que acompañan a la actividad de la neurotransmisión en el cerebro. Los electrodos se conectan en un dispositivo similar a una tapa, como se muestra en la Figura 4. Tiene algunas ventajas de usabilidad únicas sobre otros tipos de grabación de la señal cerebral ya que es fácil de usar, portátil y de bajo costo, sin embargo su relación señal a ruido representan una limitación en comparación con otros métodos [8]. Es oportuno observar que el EPOC para usar el casco se debe acondicionar al paciente (humedecer cada uno de los 16 conectores y colocarlos en el lugar correcto).

Además del dispositivo físico o casco, el EMOTIV provee un SDK para desarrollar aplicaciones sobre Windows, Linux, MAC, iOS y Android y algunas herramientas para probar el casco.

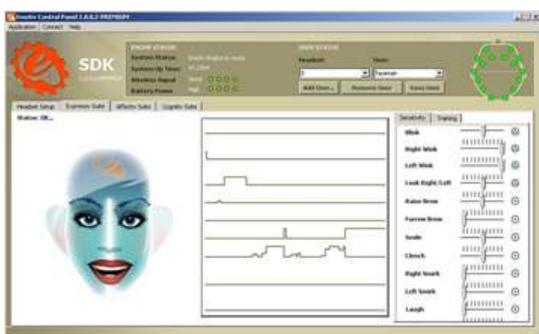


Figura 5: Panel de Control del Emotiv EPOC

La Figura 5 muestra el Panel de Control del Emotiv EPOC, versión desarrollador, donde puede observarse la visualización del reconocimiento de expresiones faciales adicionales como surco de la frente, sonrisa hacia derecha, sonrisa hacia izquierda y risa. También introduce la capacidad de entrenar el

sistema con su propia cara. Por último, en el sitio de EMOTIV, se encuentran algunas aplicaciones para descargar y probar, algunas pagas, otras gratuitas, pero ninguna de código abierto [9].

## Resultados y Objetivos

Como ya ha mencionado, en el LINTI se han desarrollado muchas herramientas que permiten mejorar la calidad de personas con discapacidad como el zapato háptico, Juegos Serios para autistas, aplicaciones para disminuidos visuales, etc. Este proyecto continúa esa línea de trabajo con el análisis de diferentes aplicaciones aumentativas y alternativas y el estudio de interfaces cerebro computadoras con el objetivo de integrarlas con las aplicaciones CAA evaluadas.

El proyecto presentado en este artículo está en una etapa intermedia, razón por la cual los resultados representan las primeras pruebas de tecnología y análisis parcial de las aplicaciones.

Los resultados alcanzados en esta etapa son:

- Análisis de patologías severas donde los pacientes perdieron la movilidad: pérdida de los sentidos y de la conciencia.
- Investigación y selección de diferentes softwares para comunicación aumentativa y alternativa, teniendo en cuenta sus funcionalidades provistas y posibles customizaciones.
- Estudio, prueba de dispositivos especiales, en particular del Emotiv EPOC y su SDK. Las primeras pruebas de estos dispositivos nos han permitido verificar que las interfaces cerebro computadora han resultado ser mucho más lentas, más ruidosas y más propensas a errores en comparación con otros dispositivos

de entrada, además de las dificultades que involucra su uso.

- Análisis, diseño e implementación de un primer prototipo web simple para determinar la forma óptima de comunicación y la respuesta del paciente. Esta aplicación está comenzando a ser utilizada por un equipo de especialistas y con un paciente con discapacidad severa, donde se está trabajando su rehabilitación.

Los próximos objetivos están relacionados con:

- Estudiar la confiabilidad de las señales entregadas por la interfaz cerebro-computadora mediante un análisis del comportamiento de las mismas y así determinar el grado de controlabilidad que estas señales ofrecen para el manejo de la aplicación.
- Integrar softwares aumentativos y alternativos con interfaces cerebro-computadora.
- Analizar el impacto en el paciente, el nivel de independencia logrado y el grado de mejora de su calidad de vida.

## Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo de la línea de I+D+i presentada en este artículo se encuentra formado por docentes investigadores categorizados del LINTI y alumnos avanzados de las carreras de Lic. en Informática y Lic. en Sistemas de la Facultad de Informática.

Basada en las líneas de investigación de este proyecto se está desarrollando una tesina de grado.

## Referencias

[1] Desney S. Tan y Anton Nijholt (2010). *Brain-Computer Interfaces, Applying our minds to Human-Computer Interaction*. New York: Springer. ISBN 978-1-84996-272-8

[2] Abadín, D, Delgado Santos C. y Cerrato A. (2010). *Comunicación Aumentativa y Alternativa, guía de referencia*. Madrid: CEAPAT

[3] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, D. J. McFarland, G. Pfurtscheller, and T. M. Vaughan, "Brain-computer interfaces for communication and control", *Clinical Neurophysiology*, vol. 113, no. 6, pp. 767-791, Junio 2002.

[4] E. Tarkesh Esfahani, *Investigation of Brain Computer Interface as a New Modality in Computer Aided Design/Engineering Systems*, Universidad de California, Riverside. Septiembre 2012.

[5] *Assistive Context-Aware Toolkit (ACAT)*, accesible en: <https://01.org/acat/downloads>

[6] Sitio de descarga del software Plaphoons, <http://plaphoons.softonic.com/>

[7] Sitio de descarga del software de HADASoft, <http://plaphoons.softonic.com/>

[8] Abdulkader S., Ayman Atia, Mostafa-Sami M. Mostafa, *Brain computer interfacing: Applications and challenges*

[9] EMOTIV eStore, application <https://emotiv.com/store/app/>