

## COMUNICADOR DIGITAL PARA PERSONAS CON DIFICULTADES PSICOMOTRICES

Czerwien Juan C.<sup>1</sup>, Gialonardo José I.<sup>1</sup>, Rapallini José A.<sup>1,2</sup>, Cordero María C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNITEC, Unidad de Investigación y Desarrollo para la Calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC, Facultad de Ingeniería, Calles 48 y 116, (1900) La Plata,  
[corderomc@gmail.com](mailto:corderomc@gmail.com)

<sup>2</sup> CeTAD

**Palabras clave:** Necesidades Educativas Especiales, Discapacidad psicomotriz, Ayudas técnicas, Comunicador.

### Resumen

El presente trabajo describe el desarrollo de un dispositivo de ayuda técnica o “rampa tecnológica” para mejorar la comunicación de un usuario que posee dificultades motrices severas, con una movilidad muy limitada e incapaz de comunicarse a través del habla, desarrollado en el Espacio de Extensión de la UID UNITEC.

Para el diseño se decidió tomar como base un método de comunicación conocido por el usuario y en el que se encontraba muy bien entrenado, implementándolo sobre un dispositivo de pantalla táctil. El software desarrollado reemplaza la metodología conocida por el usuario, posee un visualizador de palabras en pantalla, un sintetizador de texto a voz audible, teclas para salir de la aplicación y otras definidas por el usuario. Posee una interfaz gráfica, que permite seleccionar letras para formar palabras y/o frases, las cuales pueden ser reproducidas por voz, permitiendo la comunicación del usuario con su entorno.

### Introducción:

Cada día hay más personas que, ya sea desde su nacimiento, por enfermedades en la infancia o por otro tipo de factores en la adultez se encuentran en la necesidad de utilizar nuevas tecnologías de ayuda técnica que les permitan aumentar sus capacidades disminuidas. Cada persona con una limitación funcional o discapacidad dará lugar a un producto de apoyo. En la República Argentina la Encuesta Nacional de Personas con Discapacidad (ENDI) señala que existen más de 2.000.000 de personas con discapacidad, siendo el 39,5% discapacidades motoras, 22% discapacidades visuales, 18% auditivas y 15% mentales.

La ausencia de conocimientos sobre las nuevas tecnologías y la dificultad para su uso se hace más evidente en estos casos. Por ello, se deben crear herramientas tecnológicas que permitan a estas personas integrarse plenamente en la sociedad en la que viven. El término ayuda técnica se está sustituyendo por el de producto de apoyo. La norma ISO 9999:2007 define producto de apoyo como: Cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipos, instrumentos, tecnologías y software) fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, controlar, mitigar o neutralizar deficiencias, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Deben permitir la facilitación de la enseñanza-aprendizaje en todos los niveles educativos, el desarrollo del lenguaje oral y escrito, juego y entretenimiento, rehabilitación, etc.

La Instrumentación electrónica aplicada a las discapacidades y a las Necesidades Educativas Especiales es un área aún poco desarrollada. Si bien existen desde hace tiempo dispositivos que favorecen el desenvolvimiento de personas con diferentes discapacidades, éstos no son accesibles por su alto costo y dificultad para su obtención, puesto que la mayoría son de origen extranjero. Estos dispositivos han evolucionado, sustentados por el desarrollo de las tecnologías de información y comunicación y por el avance permanente de

la electrónica y microelectrónica. La instrumentación aplicada a la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidades permanentes o temporales es un área desarrollada en el Espacio de Extensión de la UID UNITEC. Esta instrumentación involucra cambios conceptuales y el diseño de nuevas estrategias de capacitación a nivel de la educación formal, así como también la actualización profesional y de los usuarios

### Desarrollo del Proyecto

El Comunicador digital se desarrolló en la UID UNITEC como Proyecto Final en la carrera de Ingeniería Electrónica a requerimiento del alumno de la Facultad de Humanidades Juan Cobeñas, diagnosticado con Parálisis Cerebral desde temprana edad y quien sólo logra mover y controlar, con dificultad, su brazo derecho con la ayuda de un asistente, considerándose que más del 95% de su cuerpo se encuentra paralizado.

Los pasos seguidos para definir las especificaciones del comunicador consistieron primeramente en comprender la condición física y habilidades funcionales del futuro usuario. Las dificultades motoras son muy severas, posee audición e inteligencia normal. Desde temprana edad se encuentra entrenado en el uso de switches, lo que representa una ventaja pues no se deberá tener en cuenta posibles problemas de inflamación de tendones al presionar repetidamente una tecla.

A partir de allí se analizaron diversas soluciones ofrecidas por el mercado para la comunicación alternativa en parálisis cerebral. Se analizaron teclados especiales<sup>1</sup>, el tablero electrónico portátil MegaBEE<sup>2</sup> para escritura asistida, la interfaz cerebral del Proyecto europeo BrainABLE<sup>3</sup> (*gorro que capta mediante sensores, los potenciales y ondas electroencefalográficas produciendo un control domótico dentro del domicilio*). Ver Figura 1.

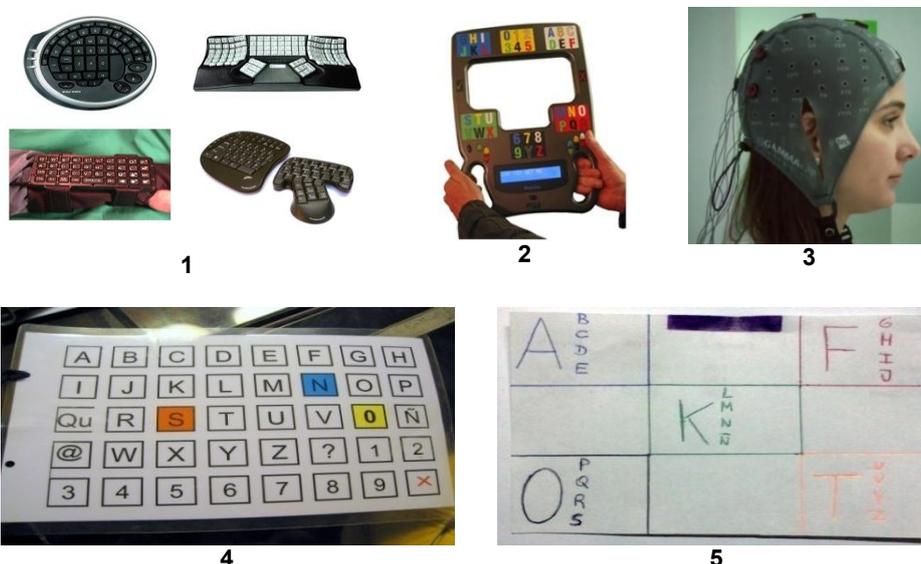
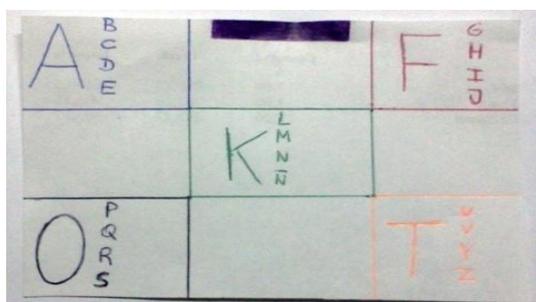


Figura 1. Soluciones posibles analizadas

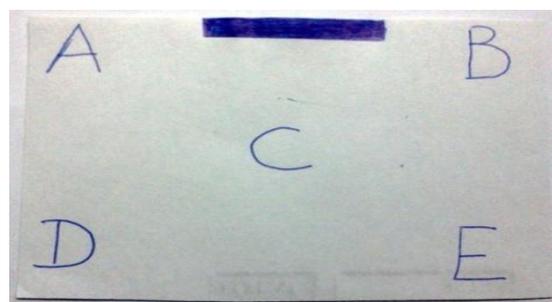
También fueron analizados métodos conocidos y utilizados por el usuario:

- Teclado impreso<sup>4</sup>, que exige entrenamiento especial del asistente para recordar las teclas señaladas para luego “decir” las palabras escritas por Juan Cobeñas. Se lo consideró de difícil implementación en un dispositivo electrónico dadas las características propias del usuario: movimientos limitados y falta de precisión. Ver Figura 1.

- Conjunto ordenado de letras<sup>5</sup>, Como lo indica la Figura 2, consiste en una hoja índice que identifica a 5 grupos de letras con diferentes colores: De Izquierda a Derecha: Azul, Rojo, Verde, Negro y Naranja. Por ejemplo, para seleccionar la letra A, el usuario indica (con ayuda del asistente) el grupo Azul, luego del cual, el asistente le muestra dicho grupo de letras y el usuario (con ayuda del asistente) señala la letra A. Del mismo modo se realiza con los diferentes grupos de letras.



Hoja "Índice" que identifica los grupos de letras



Hoja Azul correspondiente al primer grupo de letras

Figura 2.

A partir de este estudio se decide implementar el último método debido a las ventajas que presenta, ya que al ser conocido por el usuario se necesitará un mínimo entrenamiento para la adaptación a la nueva interfaz gráfica, siendo factible su implementación en un dispositivo electrónico de pantalla táctil (notebook, ipad, tablet, etc).

#### Especificaciones del dispositivo:

- Desarrollo de un software de aplicación para la implementación del método seleccionado en un dispositivo de pantalla táctil.
- Visualización de las palabras en pantalla (para ser leídas por el asistente).
- Sintetizador de voz que transmita oralmente lo escrito.
- Una tecla para Salir de la aplicación (utilizada por el asistente)
- Funciones sugeridas por el usuario, como BORRAR, SI, NO, ESPACIO, PUNTO.
- Sonido en todas las Teclas (para lograr la retroalimentación con el usuario, el sonido determinará la realización de un evento, por ejemplo, presión sobre las teclas)

**Selección del Software para realizar la aplicación IGU:** Se realizó la selección en base al posible acceso al mismo, a versiones académicas disponibles y a que permitieran crear una Interfaz Gráfica de Usuario (IGU):

Software	Manejo de Sonido	Predicción de Palabras	Calidad Gráfica	Escritura de Palabras en Pantalla	Tiempo de Desarrollo	Funcionalidad Adicional
Visual C y Visual Basic	Si	Si	Muy Buena	Si	Muy Alto	Si
Power Point	Si	No	Muy Buena	No	Bajo	No
MatLab	Si	No	Buena	No	Medio	No
VisSim	No	No	Buena	No	Bajo	No
LabVIEW	Si	Si	Muy Buena	Si	Bajo	Si

Tabla 1. Tabla comparativa para la selección del software base de la aplicación

Se optó por el diseño en LabVIEW, que es un entorno de desarrollo que utiliza programación gráfica denominada Programación G. Los programas se denominan instrumentos virtuales, pues simulan a los instrumentos reales. Dichos programas constan de dos partes fundamentales, el PANEL FRONTAL, que representa la interfaz con el usuario y posee controles e indicadores, y el DIAGRAMA DE BLOQUES, que contiene el código de la aplicación que da funcionalidad al instrumento virtual.

### Software para síntesis de voz

Un **synthesizador de voz** es un dispositivo que permite la producción artificial del habla humana. Puede ser implementado tanto en software como en hardware, y se encarga de convertir texto a voz. Dos características de importancia para la voz sintetizada son su **inteligibilidad**, o facilidad/dificultad con que las palabras son entendidas y su **naturalidad**, es decir, en qué medida se asemeja a la voz *real* de un ser humano.

Software	Inteligibilidad	Nivel de Naturalidad	Incorporado en el Sistema Operativo	¿Gratuito?	¿Resulta compatible con nuestra plicación?
Speak Aloud 1.0	Muy Alta	Excelente	No	No	No
Loquendo	Muy Alta	Excelente	No	No	No
Microsoft Speech SDK 5.1	Muy Alta	Excelente	Si	Si	Si

**Tabla 2.** Tabla comparativa para la selección del software sintetizador de texto a voz

### Desarrollo del Software. Patrón de Diseño.

Los patrones de diseño o *Plantillas* constituyen la estructura de las soluciones a problemas comunes en el desarrollo de software. En este caso se ha seleccionado la Máquina de Estado Estándar, cuyas características son:

- Es una de las arquitecturas más versátiles para implementar código en procesos secuenciales que no tienen un orden específico de secuencia.
- Permite agregar estados logrando además que el código sea escalable sin mayores cambios en el resto del programa.
- Cada estado puede conducir a uno o múltiples estados, y también puede terminar el flujo del proceso.

### Descripción del diagrama general de Estados de la Aplicación Final.

El diagrama de la Figura 3, presenta un Estado Inicial (nodo con un arco entrante en el diagrama) y otro denominado Estado Final (nodo con doble círculo en el diagrama). El estado inicializar variables, inicia el software, carga los archivos de audio y texto utilizados en la aplicación, realiza la Bienvenida, borra indicadores y restaura a su estado inicial todas las interfaces y botones que serán utilizadas por el usuario.

El estado siguiente es el de Selección de Grupo, que presenta la Hoja Índice y espera un evento determinado por la acción del usuario. A partir de aquí, elige un evento para ejecutar, por ejemplo: Tecla Salir, pasa al estado final, cierra referencias de archivos abiertos, cierra pantalla y sale de la aplicación. Si elige Seleccionar grupo, pasa luego a

Selección de letra, presentando la Hoja del Grupo seleccionado, genera un sonido, espera un nuevo evento por parte del usuario y así siguiendo.

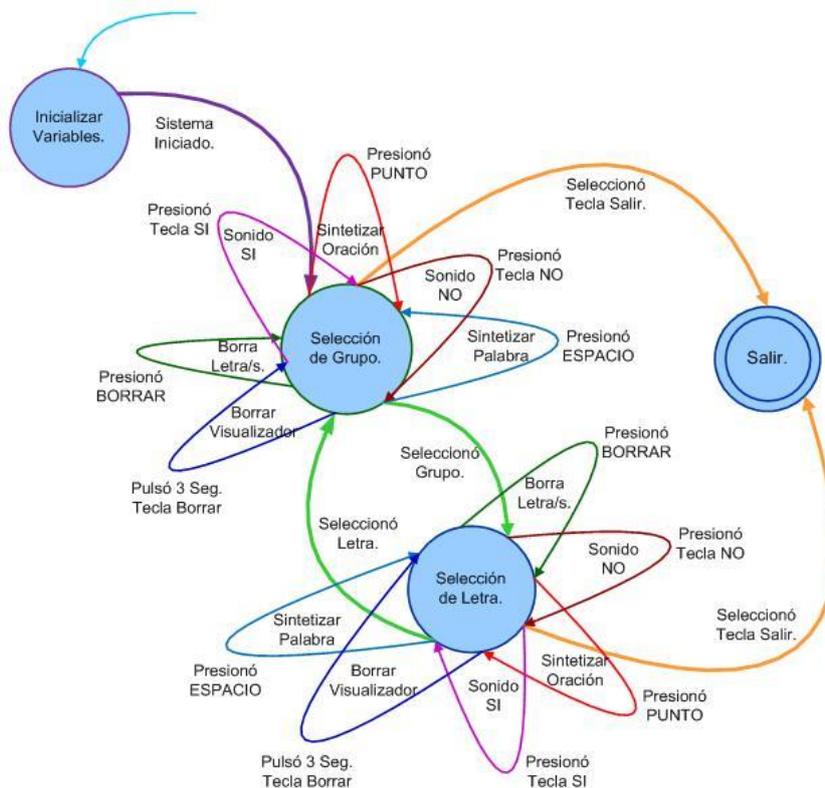


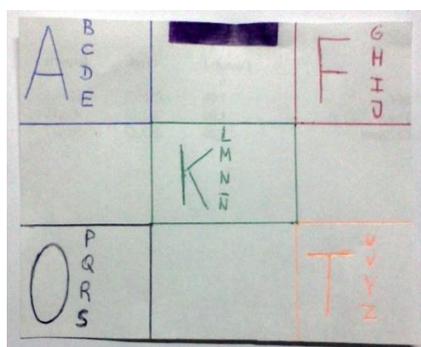
Figura 3. Diagrama de Estados de la aplicación Final

**Resultados Obtenidos:**

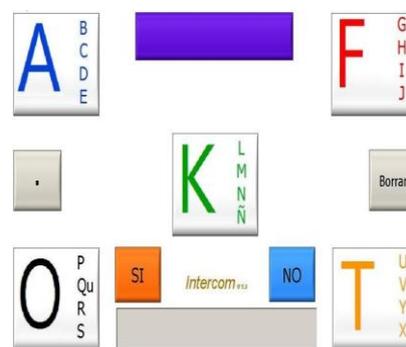
El software desarrollado fue implementado en un dispositivo de pantalla táctil, primeramente en una notebook a modo de prototipo, la cual fue reemplazada debido a que su pantalla táctil de tipo resistivo ofrecía cierta dificultad al usuario, y más tarde en una tablet con pantalla táctil de tipo capacitivo que mejoró la precisión de uso al ser más sensible al tacto. En la Figura 4c, se puede apreciar la interfaz gráfica y las funciones adicionales, que mejora el método previamente utilizado (en papel) Figura 4b.



4a.



4b.



4c.

Juan Cobeñas utilizando el comunicador por primera vez.

Método utilizado por el usuario (en tarjetas de papel)

Interfaz gráfica de la Aplicación Final.

Figura 4.

Entre las funciones adicionales podemos mencionar: las teclas rápidas de SI y NO, en la parte superior, la función “espacio” que sintetiza a voz la última palabra escrita, la función “punto” que permite escuchar la frase completa y el indicador de la parte inferior que permite leer la frase completa.

La Figura 4ª es una fotografía de Juan Cobeñas utilizando el comunicador por primera vez. Actualmente, utiliza el software instalado en una tablet y se mantiene un permanente contacto con él, para determinar posibles mejoras del dispositivo desarrollado.

### Conclusiones:

El dispositivo desarrollado ha permitido mejorar la calidad de vida del usuario, facilitando la comunicación con su entorno social, y al mismo tiempo, ayudar a los asistentes, no muy entrenados, a interpretar mejor lo que Juan Cobeñas quiere expresar.

La instrumentación aplicada a la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidades permanentes o temporales es un área desarrollada en el Espacio de Extensión de la UID UNITEC. Este trabajo es un claro ejemplo de cómo la Universidad se conecta con las necesidades de los miembros de la comunidad con necesidades especiales. La UNLP ha realizado el registro de la propiedad intelectual del software desarrollado, bajo la denominación Intercom 1.3 – Comunicador Digital para casos de Parálisis Cerebral en octubre de 2012.

### Agradecimientos:

Los autores de este trabajo desean agradecer a la empresa Tracnova S.A., el haber facilitado los recursos informáticos necesarios para la compilación y obtención del ejecutable de la aplicación desarrollada.

### Bibliografía:

- [1] [http://www.indec.gov.ar/webcenso/ENDI\\_NUEVA/index\\_endi.asp](http://www.indec.gov.ar/webcenso/ENDI_NUEVA/index_endi.asp),
- [2] [http://es.wikipedia.org/wiki/Par%C3%A1lisis\\_cerebral#cite\\_note-0](http://es.wikipedia.org/wiki/Par%C3%A1lisis_cerebral#cite_note-0), Abril 2012.
- [3] Sitio Web Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Psicomotricidad>, Abril 2012.
- [4] Dr John B. Bassett, “Parálisis Cerebral (PC)”, Health Library, escrito por Debra Wood, RN, 2012 <http://johnbassettdmd.com/PATIENTS/HEALTHLIBRARY/tabid/606/contentid/103766/Default.aspx>,
- [5] Sitio Web MegaBee: <http://www.megabee.net/>, Mayo 2012.
- [6] Sitio Web Instituto Guttmann (Barcelona): <http://www.guttmann.com/es-es/inicio.html>, Mayo 2012.
- [7] Videos, uso de interfases cerebrales y entornos virtuales para una vida más autónoma (Instituto Guttmann): <http://www.technologyreview.es/video/?vid=809&channel=informatica>, 2012.
- [8] Sitio Web de National Instrument en español: <http://www.ni.com/es/>, Mayo 2012.
- [9] Sitio web de National Instrument en español: <http://www.ni.com/es/>, Introducción a LabVIEWTM Curso de Seis-Horas, September 2003, Edition Part Number 323669B-01.
- [10] José Rafael Lajara Vizcaíno y José Pelegrí Sebastiá, “LabVIEW Entorno gráfico de programación”, Alfaomega-Marcombo, Marzo 2007, Primera Edición.
- [11] Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia). Curso Básico de LabVIEW 6i, Junio 2012. <http://www.ie.itcr.ac.cr/einteriano/control/Labview/ParaAprender/Curso%20LabVIEW6i.pdf>
- [12] Instituto Universitario de Tecnología Cumaná (Venezuela). Departamento de Electricidad Instrumentación y Control. LabVIEW 7 Express Nivel 1, Febrero 2005. <http://es.scribd.com/doc/39861792/LabVIEW-7-Nivel-1>
- [13] Trabajo Final de Ingeniería Electrónica. Juan Carlos Czerwien. 2012.