

# TRABAJO INTERDISCIPLINARIO EN EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE APOYO A LA DISCAPACIDAD

Juan Carlos Bohórquez Reyes\*, Nahir de Salazar\*\*, Antonio Garcia Rozo\*\*\*,  
Mario Alberto Pinilla\*\*\*\*, Mónica Paola Gonzalez\*\*\*\*\*

## RESUMEN

La capacidad lingüística, la adquisición o aprendizaje de otros sistemas simbólicos y el desarrollo de constructos mentales más elaborados se ven beneficiados con la tecnología, en cuanto ella se constituye en una plataforma que permite la investigación y la resolución de problemas comunicativos en las personas con alguna discapacidad.

En este artículo se presentan los resultados de una experiencia de trabajo interdisciplinario (Departamento de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de los Andes y Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional), que ha buscado generar prototipos funcionales de ayudas tecnológicas para la discapacidad.

## ABSTRACT

Language capacity, acquiring and learning of other symbolic systems and the development of more elaborate thinking behaviors seem to be improving due to technology that constitutes a platform which allows research and problem resolution for disabled people with communication problems.

This paper outlines the results of a interdisciplinary project experience between the Electric Engineering and Industrial Design department of the Los Andes University, and the Pedagogy department of the Pedagogic National University, which focuses on generating functional tool prototypes for people with disabilities .

**Palabras Claves:** Ayudas técnicas a la discapacidad; Tecnologías de la Información; Tecnología Asistente; Comunicación; Electrónica.

---

\* Ingeniero Eléctrico Universidad de los Andes. Magíster Ingeniería Eléctrica Universidad de los Andes. Profesor Instructor Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. e-mail: jubohorq@uniandes.edu.co

\*\* Psicóloga y Pedagoga Universidad Pedagógica Nacional. Magíster Psicología Clínica. Magíster Docencia Universitaria. Profesora Asistente Facultad de Educación. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. e-mail: nahirs@uni.pedagogica.edu.co

\*\*\* Ingeniero Electrónico Universidad Javeriana. Profesor Titular Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. e-mail: angarcia@uniandes.edu.co

\*\*\*\* Diseñador Industrial. Profesor cátedra Departamento de Arquitectura. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. e-mail: marpinil@uniandes.edu.co

\*\*\*\*\* Diseñadora Industrial. Profesora cátedra Departamento de Arquitectura. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. e-mail: mogonzal@uniandes.edu.co

## INTRODUCCIÓN

El potencial que ofrecen las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación para mejorar la calidad de vida de las personas –en cuyo marco es muy importante el desarrollo de procesos comunicativos– cobra vital importancia en el mundo de la discapacidad, dado que la población con limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas, se ha enfrentado a múltiples obstáculos para participar de la vida comunitaria en igualdad de condiciones y derechos con respecto al resto de los ciudadanos y este campo brinda posibilidades concretas para facilitar la interacción de las personas que no tienen acceso a los códigos socialmente privilegiados, como la lengua oral y, por lo tanto, predominantes en los procesos comunicativos.

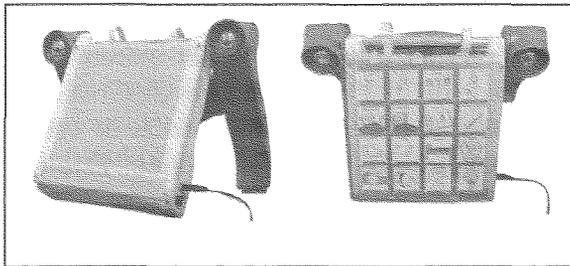


Figura 1. Tablero de Comunicación Alternativa y Aumentativa

Este sistema permite la selección de un pictograma de comunicación el cual tiene asociado un mensaje de voz, adicionalmente también presenta realimentación visual; Camilo Vejarano, Germán Reina, Carlos Medina, Carlos James – Ingeniería Eléctrica y Electrónica Geraldine Chevillote – Arquitectura y Diseño Industrial;)

En procura de proporcionar soluciones a los problemas comunicativos de las personas con

necesidades educativas especiales, desde la tecnología y la comprensión de cada una de las discapacidades. La tecnología ha proporcionado entornos y plataformas que generan oportunidades para la inclusión social de este colectivo, la cual depende en buena parte del desarrollo de los procesos de comunicación de los individuos.

En el caso de las personas que tienen limitaciones, la tecnología de apoyo cumple una función mediadora en la interacción: persona, intencionalidad comunicativa y contexto y, brinda a los sujetos ayudas que facilitan su expresión. Esta perspectiva, da cabida al concepto de tecnología asistente e ingeniería de la rehabilitación.<sup>1</sup>

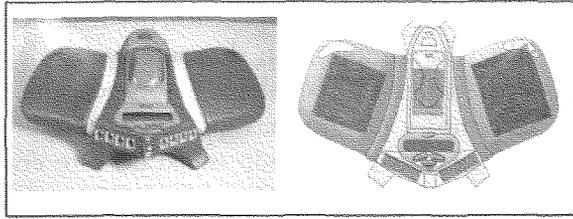
En el marco de esta reflexión, se evidencia cómo la tecnología puede mediar procesos de producción y comprensión discursiva a través de un área específica denominada *tecnología asistente* que se ha planteado como “*cualquier ítem, equipo o producto, ya sea comprado en el comercio, adaptado o hecho a la medida, que se utilice para aumentar, mantener o mejorar las capacidades funcionales de un individuo discapacitado*”<sup>2</sup>. Desde esta perspectiva es posible categorizarla en concreciones de *alta* y *baja* tecnología.<sup>3</sup>

En el ámbito educativo, el concepto de tecnología asistente sobrepasa esta dimensión, ya que su utilización deberá potenciar en el usuario desarrollos de orden cognitivo y comunicativo para, propiciar nuevas destrezas y conocimiento a la capacidad funcional de las personas con discapacidad con el fin de alcanzar una transformación de su relación con el mundo y con los demás.

1 Ingeniería de la rehabilitación entendida como la disciplina que aporta soluciones desde la tecnología a los problemas de la discapacidad en los campos de la movilidad, orientación, manipulación y comunicación

2 Ley pública 100-407 de 1988. *Ley de asistencia relacionada con la tecnología promulgada en los Estados Unidos*. En: DEDF Chris. *Aprendiendo con tecnología*. Barcelona: Piados, 2000.

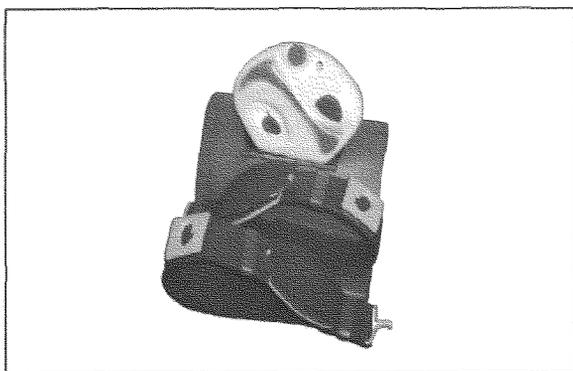
3 Los dispositivos de *baja tecnología* funcionan en forma manual y no electrónica en esta categoría ubicamos a los sujetadores, palancas, poleas, señaladores, entre otros. Los dispositivos de *alta tecnología*, por su parte, pueden ser de la categoría de computadores, equipos electrónicos, o *software*, todo ello funciona electrónicamente.



**Figura 2.** Sistema de recopilación de información para el laboratorio de marcha del Instituto Roosevelt. Bajo peso, comunicación inalámbrica con la estación base. (Cesar Acero – Ingeniería Eléctrica y Electrónica; Jaime Rivera y Hugo Macías- Arquitectura y Diseño Industrial)

En este contexto, la comunicación constituye un proceso de producción-comprensión de intencionalidades, mensajes e información; por ello se hace necesario desarrollar en las personas, competencias pragmáticas, entendidas como la capacidad para contextualizar mensajes con significado en diferentes formas y contextos.

Las personas que no han desarrollado expresión verbal, pueden configurar sus mensajes para comunicar sus intencionalidades, a través de algunos medios tecnológicos como el sintetizador de voz o utilizar dispositivos que permiten un manejo del entorno, como controladores y sensores, que se emplean para activar y utilizar aparatos, por ejemplo, sillas de ruedas eléctricas, lo cual brinda al usuario la posibilidad de desplazarse de manera autónoma e independiente; el software que habilita la ampliación de textos y gráficos es otra de las ayudas asistenciales para personas con disminución o muy baja visión así como los dispositivos de digitalización de voz.



## ANTECEDENTES

En este contexto, y dadas las necesidades Colombianas de soluciones tecnológicas de muy bajo costo que permitan a nuestra población con discapacidad acceder a tecnologías de apoyo surge la unión espontánea de cuatro grupos de investigación: Centro de Microelectrónica de la Universidad de los Andes (CMUA), Grupo de investigación Diseño, Salud y Tecnología del Departamento de Diseño Industrial de la Universidad de los Andes, Grupo de comunicación Aumentativa y Alternativa de la Universidad Pedagógica (CAUP), y Centro de Tecnología Informática (CTI)- Brasil) los cuales trabajaban en diferentes temas de investigación enmarcados en las redes de CYTED y que terminan convergiendo a un mismo punto al tratar de dar aplicación a sus desarrollos.

El CTI venía trabajando en el marco de la subred de CYTED: Mostradores de Cristal Líquido, en el desarrollo de pantallas de cristal líquido y pantallas sensibles al toque. Este trabajo tiene un enfoque orientado hacia la apropiación y generación de los procesos de fabricación de estas tecnologías, mas sin embargo, adolecía de tener la capacidad de poder caracterizarlas y generar los sistemas de control que hicieran posible la aplicación de estas como interfaces con el computador.

Esta necesidad puntual del CTI, da origen a los trabajos denominados “Análisis y Caracterización de LCDs de Fabricación Brasileira” y “Caracterización y Pruebas de Pantallas Sensibles al Toque”, trabajos que fueron realizados

**Figura 3.** Sistema que transluce las vibraciones sonoras a vibraciones mecánicas para ser transmitidas hacia el oído. (Juan Pablo Nariño- Ingeniería Eléctrica y Electrónica; Angélica Montes y Javier Vázquez -Arquitectura y Diseño Industrial)

por el CMUA en el marco de la subred CYTED: Diseño Digital de Alto Nivel, trabajo del cual se obtienen como resultado los modelos de estos sistemas, que permiten su análisis y facilitan los procesos de diseño estructurados. Es durante la realización de este proyecto que se realiza una visita a la Fundación del Niño Diferente en Bogotá, encontrando niños con sistemas de comunicación alternativa muy arcaicos que demeritan la condición humana: un indicador de tablero de comunicación, constituido por una varilla del flotador de una cisterna de baño.

De esta visita surge la intención de diseñar un tablero de comunicación alternativa con base en una de las pantallas sensibles al toque, así como, diseñar unas ayudas tecnológicas que les permitiera a los niños controlar el computador. Estas ayudas realizadas: Tablero de Comunicación, Mouse alternativo (cinco botones grandes) y joystick, fueron implementados y evaluados en la Fundación con diferentes niños, encontrando algunas deficiencias en el diseño que hacían necesario un rediseño de la parte mecánica de estos sistemas, adicionalmente, estos sistemas fueron implementados por ingenieros eléctricos, por lo cual su disposición física y ergonómica no fue la mejor, evidenciando la necesidad de colaboración con otros departamentos como por ejemplo el de Arquitectura y Diseño Industrial.

**El Grupo de investigación Diseño, Salud y Tecnología del Departamento de Diseño Industrial de la Universidad de la Universidad de los Andes**, actualmente realiza una labor en el campo del desarrollo de proyectos de diseño aplicados al tema de la salud, específicamente en el programa de octavo semestre, bajo la coordinación de los profesores Diseñadores Industriales Mario Pinilla y Mónica González, se llevan a cabo ejercicios académicos de diseño en este contexto y en convenio con instituciones como La Cruz Roja Colombiana, el Instituto Roosevelt, Fundación Cirec, Clínica Puente El Común, Salud Ocupacional de la Universidad de los Andes y Propace.

El proceso consiste en detectar en cada una de estas entidades necesidades específicas que puedan servir como base temática para la investigación, diseño y futuro desarrollo de objetos o productos en esta área de la salud. Cabe anotar que en este aspecto las instituciones han colaborado generosamente con la información, ya que ellos han visto las posibilidades que el Diseño Industrial les puede ofrecer para su desarrollo institucional, el de sus servicios y de recursos humanos.

Gracias a la realización de este programa con Diseño y al énfasis en la justificación de cada proyecto por medio de una comprobación en las instituciones con usuarios reales, se ha visto la necesidad de ampliar el campo de acción de este ejercicio por medio del trabajo interdisciplinario con otras carreras de la universidad, y es así que desde el año 2002 Diseño Industrial e Ingeniería Electrónica estudian la posibilidad de realizar proyectos conjuntos, a través del ejercicio académico en torno al planteamiento de proyectos en campo de la salud, coincidiendo las dos disciplinas en identificar una oportunidad de diseño común, con un objetivo de innovación para el desarrollo de respuestas objetuales que satisfacen las necesidades de la población con alguna discapacidad, ya sea mediante el diseño de productos como ayudas técnicas, dispositivos para la comunicación, material de apoyo para las terapias, entre otros.

En Diseño industrial e Ingeniería electrónica es importante resaltar las bondades que ofrece el trabajo interdisciplinario, por cuanto por una parte la electrónica viabiliza la funcionalidad del objeto desde el diseño de sistemas que ofrecen, desde compuestos funcionales, una diversidad de alternativas y acciones que facilitan opciones de luz, sonido, facultades comunicativas con el usuario, permitiendo interactuar con el objeto, modificándolo y ejerciendo toma de decisiones. Estas posibilidades se dan por medio de interfases de dimensiones pequeñas, representando poco peso y otorgando cualidades de portabilidad que facilitan la apropiación del usuario con el objeto; así mismo el reto del

Diseño Industrial, es el desarrollo de interfaces que acerquen al usuario al objeto y faciliten su entendimiento con códigos formales coherentes con la información conocida por el usuario sobre los artefactos de la cotidianidad.

En el Diseño Industrial y su aporte al tema de la salud, se desarrollan y diseñan objetos de funcionalidad básica, recurriendo a principios funcionales mecánicos como mobiliario, escenarios y material de apoyo para terapias, sistemas de uso próximo como prendas de vestir en el campo de la bioseguridad y sistemas de flotación en hidroterapia. El reto que se plantea hoy, debido a la gran diversidad de opciones que brindan los usuarios en el campo de la salud y la rehabilitación, es como por medio de la integración de estas disciplinas de Diseño y Electrónica se logren desarrollar sistemas artefactuales que brinden las posibilidades de portabilidad, poco peso y volumen, opciones de manejo en cuanto a información visual, táctil y auditiva, que permitan el desarrollo de actividades adecuadas y por lo tanto mejoren la calidad de vida de las personas.

La reflexión sobre la proyección de estas profesiones, muy seguramente va encaminada a la realización de estos vinculos como la vía adecuada para el fortalecimiento futuro de estas disciplinas.

La experiencia obtenida en este trabajo, nos estimula a participar en el congreso IBERDISCAP 2000, realizado en Madrid España. En este congreso se presentan los trabajos realizados, y resultados obtenidos hasta el momento, y se logra establecer contacto con el Grupo de la Universidad Pedagógica, quienes también se encontraban participando en el congreso y presentaron su trabajo realizado desde un enfoque pedagógico realizado en Colombia, enmarcado en el Proyecto CYTED: PALMA, y hacen referencia al hecho de la poca y casi nula relación entre las escuelas de ingeniería y las de educación especial que permitieran el desarrollo tecnológico de las ayudas a la discapaci-

dad. En este congreso aprendemos otra lección tendiente a la forma de desarrollo de prototipos de aplicación: No es posible especificar y concebir este tipo de desarrollos sin la visión del pedagogo o terapeuta; claro, el CMUA podía hacer sistemas electrónicos bien concebidos, pero mal implementados física y ergonómicamente y además poco funcionales desde el punto de vista pedagógico y terapéutico.

A partir de este momento se genera un grupo de trabajo interdisciplinario, en el cual, se ha buscado generar ayudas tecnológicas que permitan a personas con algún tipo de discapacidad acceder a procesos comunicativos y al computador en forma autónoma, estos están siendo evaluadas en la Sala de Comunicación Alternativa y Aumentativa de la Universidad Pedagógica Nacional.

En el momento en la Sala de Comunicación Aumentativa y Alternativa de la Universidad Pedagógica se encuentran en evaluación los siguientes sistemas: Mouse alternativo; Software de Tablero de Comunicación Alternativa con retroalimentación de sonido (Figura 1); Pantalla Digital Sensible al Tacto; Herramientas Software para la Accesibilidad al Computador; Editor de Cuentos; Teclado Emergente, y adicionalmente se encuentra en el laboratorio de marcha del instituto Roosevelt; Sistema de recopilación de información para el laboratorio de marcha del instituto Roosevelt (Figura 2). Otro dispositivo desarrollado es el sistema que trasluce las vibraciones sonoras a vibraciones mecánicas para ser transmitidas hacia el oído (figura 3).

#### **CONCLUSIONES:**

- La unión de varios grupos han permitido la generación de herramientas tecnológicas para la discapacidad, a bajo costo.
- El desarrollo de herramientas para la discapacidad debe ser realizada teniendo en cuenta principalmente al individuo y sus necesidades

como objetivo, y no, como aplicación de productos tecnológicos.

· Hace falta mayor difusión de los trabajos realizados en las facultades de Ingeniería y Arquitectura y Diseño, como de Educación, tal que permitan generar mayor cantidad de grupos de trabajo interdisciplinario.

· El trabajo en esta área, si no es económicamente rentable, sí que lo es humanamente.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

AMARAL, Isabel. Medios no simbólicos de comunicación: intervención en niños multideficientes. Material de curso. Escuela Superior de Educación. Lisboa, 1993.

AZCOAGA, Juan. Del Lenguaje al Pensamiento Verbal. Segunda Edición. México, 1981.

AZEVEDO, Luis y NUNES, Margalida. Ayudas técnicas para la comunicación en contexto pedagógico. Material de curso. Lisboa. 1993.

AZEVEDO, Luis y NUNES, Margarida. Assistive technology training in Europe. Heart Horizontal. European Activities in Rehabilitation Technology. 1995.

BAUMGART, Diane; JOHNSON, Jeanne y HELMSTETTER. Sistemas alternativos de comunicación para personas con discapacidad. Madrid, España: Alianza Editores. 1996.

BALLY, Charles. El Lenguaje y la Vida. Séptima edición. Buenos Aires. 1977.

LOYD, Lyle. System for Alternative and augmentative Communication: Development, use and research. Mimeografiado. Lisboa, 1993.

ROSELL Carme y otros. Ajuts tècnics per a la comunicació. Fundació Institut Guttmann . Barcelona. 1997

TAMARIT, Javier. Programa de comunicación total; su influencia en el desarrollo general del niño. Ponencia presentada en el IV Congreso Nacional de Terapeutas de Autismo y Psicosis Infantiles. Valladolid, 1986.