Producto para apoyo en la comunicación en personas con parálisis cerebral mayores de cinco años con movilidad funcional en sus miembros superiores, capacidad de sostener el cuello y déficit cognitivo leve, moderada o severa

Anyela Daniela Bolaños Díaz[1]
Pontificia Universidad Javeriana Cali
Cali, Colombia
daniela1998@javerianacali.edu.co

María Valentina Mazuera Manzano[2]
Pontificia Universidad Javeriana Cali
Cali, Colombia
valentinam13@javerianacali.edu.co

***Abstract*—En este trabajo se diseñó e implementó un prototipo de un dispositivo de apoyo para mejorar la comunicación de personas mayores de cinco años con parálisis cerebral con movilidad funcional en sus miembros superiores, capacidad de sostener el cuello y déficit cognitivo leve, moderado o severo en el centro de NeuroRehabilitación SURGIR de la ciudad de Cali. Este prototipo suple las necesidades de comunicación que tienen las personas con su entorno y la dependencia que estas tienen, a sus cuidadores o familiares. Por esta razón, se presenta una aplicación integrada con un Hardware, prototipo que surgió de los resultados de la técnica TRIZ, permitiendo innovar a partir de los requerimientos funcionales que se generan.**

***Index Terms*—Parálisis cerebral, TRIZ, Joystick, Conexión inalámbrica, Ionic, Aplicación**

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia hay 687.639 personas con algún tipo de parálisis cerebral [1] de 48,2 millones de habitantes colombianos, siendo una alta cifra que ha sido olvidada y abandonada por la mayoría de entidades gubernamentales y algunas personas que hacen parte de este país. Esta población tiene una problemática en el desarrollo de las competencias comunicativas, pues tienen una gran dificultad para comunicarse debido al trastorno adquirido. La parálisis cerebral consiste en un desorden permanente y no inmutable del tono muscular, la postura y el movimiento, debido a una lesión no progresiva en el cerebro [2].Como la parálisis cerebral es un trastorno tan diferente en cada persona, se escogió un caso particular teniendo en cuenta las cualidades y particularidades como modelo de referencia para el diseño de otros productos de apoyo a la comunicación, y su gran deseo por querer darse a entender con diversas personas que no sean sus cuidadores o familiares.

La Teoría de Solución de Problemas Inventivos (TRIZ) es un conjunto de técnicas que permiten analizar un problema de diseño de una forma estructurada y sistemática [3]. Por medio de la técnica TRIZ se diseñó e implementó un producto para apoyo en la comunicación en personas con parálisis cerebral que tengan movilidad funcional en sus miembros superiores, capacidad de sostener el cuello y deseos por aprender.

Este análisis se hizo con la ayuda de un grupo interdisciplinario conformado por el director de tesis, el codirector, cuatro estudiantes, un fisioterapeuta, un fonoaudiólogo y familiares del usuario; de de esta manera, se obtuvo como resultado un prototipo de un dispositivo personalizado que suple las necesidades y deseos de querer comunicarse con el entorno mediante una aplicación integrada con su respectivo Hardware que permite el movimiento y selección de pictogramas.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A. Parálisis cerebral

La parálisis cerebral es un trastorno global de la persona consistente en un desorden permanente y no inmutable del tono, la postura y el movimiento, debido a una lesión no progresiva en el cerebro antes de que su desarrollo y crecimiento sean completos [4]. Este trastorno no tiene cura y es distinto en cada persona, es por ello, que estas personas necesitan de terapias a lo largo de su vida para mejorar su estilo de vida para no depender tanto de sus cuidadores o familiares. Las terapias son: fisioterapia, terapia ocupacional, psicológica y discurso y lenguaje [5].

B. Sistemas de comunicación aumentativa y alternativa

Las comunicaciones aumentativas y alternativas, son todos los sistemas de comunicación diferentes al habla o lenguaje de señas, que sirven para expresar ideas, pensamientos, necesidades y deseos [6].

- **Comunicaciones aumentativas:** complementan el lenguaje oral cuando es insuficiente para ser entendido por el receptor del mensaje [6].
- **Comunicaciones alternativas:** sustituyen el lenguaje oral cuando este no es comprensible o está ausente [6].

C. Técnica TRIZ

La técnica TRIZ, desarrollada por Genrich Altshuller en 1946 [3], consiste en un conjunto de herramientas basadas en el conocimiento de la ciencia y la tecnología. Esta técnica parte de una hipótesis donde se abstraen aspectos esenciales, para que el proceso inventivo se vuelva más predecible y pueda ser innovador [7]. El Análisis de las nueve ventanas y la matriz de contradicciones permiten observar un problema para poder sugerir un nuevo producto que satisfaga las necesidades de un usuario y que esté en la línea de evolución. Cuando se realiza el análisis de las nueve ventanas y se aplican los conceptos básicos, la idealidad se observará en el futuro, pues las contradicciones se detectan cuando se obtienen los resultados completos del cuadro, que evidencian la evolución en el proceso.

D. Sistema técnico

Para utilizar TRIZ se tiene que ver la problemática como un sistema técnico de la siguiente manera:

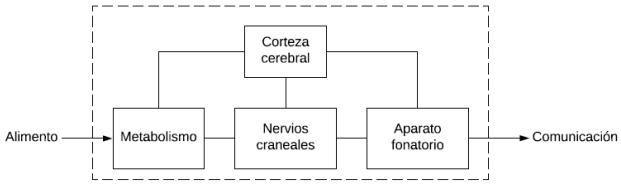

Figure 1. Sistema técnico de la comunicación

En la Figura 1 se observa el sistema técnico, asociado con la persona, para la función de comunicación como un sistema técnico, en el que se necesita de alimentos pues este genera la energía que mediante la corteza cerebral (control) se envían ordenes al metabolismo (motor), los nervios craneales (transmisión) y el aparato fonatorio y demás sistemas (herramienta) que

permitan el habla para que así alguien pueda expresar al menos una palabra (comunicación).

E. Análisis de las nueve ventanas

Las Nueve Ventanas permiten realizar un análisis del sistema que busca plantearse como solución al problema. La idea principal de las nueve ventanas es considerar el sistema, el entorno (Supersistema) y sus componentes (Subsistema) en el pasado, el presente y el futuro.

- **Ventana 1:** como mejor dispositivo de la actualidad, se elige el registro visual. Es un dispositivo que se encarga de controlar con la pupila un computador o una Tablet con el fin de suplir la necesidad de comunicación a aquellas personas que tienen limitaciones de movilidad severa y problemas en el habla.
- **Ventana 2:** la población de personas con parálisis cerebral en Colombia es grande y a su vez existen varias empresas a nivel mundial que generan productos tecnológicos en la medicina. Además, el área de la salud se encuentra involucrado completamente en la vida de una persona con este trastorno, pues necesitan de terapias por el largo de su vida.
- **Ventana 3:** los dispositivos consultados fueron el Irisbond (registro visual) y el Vox 11 Pro (conmutador), el primero fue explicado anteriormente, y el segundo es un Software que se instala en algún dispositivo electrónico y permite seleccionar pictogramas.
- **Ventana 4:** los antecedentes del proceso de comunicación y la parálisis cerebral son los siguientes: los pictogramas se empezaron a observar antes del siglo X con los jeroglíficos egipcios. En 1860, William Little escribió las primeras descripciones de la parálisis cerebral, donde especifico que el lenguaje de señas no era útil para estas personas por su poca movilidad. En 1900, Phelps, escribió sobre el tratamiento de la parálisis cerebral, además, se empezaron a observar los primeros sistemas de comunicación aumentativa y alternativa con tecnología.
- **Ventana 5:** como las descripciones de la parálisis son relativamente nuevos no se tiene mucha información del entorno en el pasado.
- **Ventana 6:** en el pasado el mejor dispositivo para las personas con parálisis cerebral son los tableros de comunicación que actualmente se siguen usando, sin embargo, estos permiten una comunicación limitada.
- **Ventana 7:** en el futuro se espera más investigación de la parálisis cerebral por parte del área de la medicina e inclusión social. De igual manera, que las empresas de electromedicina creen más dispositivos pensando en las subpoblaciones de este trastorno.
- **Ventana 8:** en el futuro como algo ideal y utópico se pensaría en un dispositivo que se inserte en el cerebro y permita que las neuronas que están muertas, revivan para que se conecten entre ellas.
- **Ventana 9:** se observó el conflicto entre el sistema actual y el deseado, generando así, unos atributos para el nuevo dispositivo a implementar. Además, se realizó una encuesta en el centro de NeuroRehabilitación SURGIR con la que se decidió enfocar el prototipo en una sola persona, pues esta cumplía con las características de la población.

F. Matriz de contradicciones

El seguimiento de la técnica TRIZ incorpora una matriz de contradicciones, la cual es utilizada cuando dos parámetros técnicos son opuestos. Para emplear la matriz de contradicciones se debe partir del requerimiento base, debido a que de ella se derivan dos características, una de ellas es el parámetro a mejorar y otra el parámetro a empeorar. Esto se lleva a cabo con ayuda de una matriz que la misma técnica contiene, de esta manera es que se van generando los requerimientos funcionales del producto a implementar.

III. RESULTADOS

Los requerimientos funcionales del producto son:

- Generar enganche en la estrategia de comunicación.
- Proveer un Mecanismo de selección de pictogramas.
- Identificar las palabras y frases más utilizadas por Nicolás.

Los requerimientos funcionales al mismo tiempo crean parámetros de diseño, los cuales determinan el como debe desarrollarse el sistema para cumplir los requerimientos funcionales. A medida que se establecen los parámetros de diseño surgen unos subrequerimientos funcionales, que a su vez necesitan de subparámetros de diseño en orientación zigzag para cumplir con el requerimiento funcional principal.

A partir de los requerimientos funcionales se llevo acabo la implementación del producto, teniendo en cuenta el tiempo, precisión, flexibilidad y si era o no experimentado por el usuario (Nicolás).

A. Generar enganche

Para este requerimiento se eligió un **Pulsador**, debido al tono muscular elevado de Nicolás, alta precisión y facilidad de permanecer en un solo estado de manera momentánea.

B. Proveer un mecanismo de movimiento y selección

Para este requerimiento se debía tener en cuenta el movimiento, el sistema operativo, el dispositivo y la conexión entre Hardware y Software.

Para el movimiento se eligió un **Joystick**, por ser conocido por el usuario debido al estudio permanente que se realizó de él y por la facilidad de manejo (4 posiciones). Para el sistema operativo se eligió **Android**, por ser el sistema operativo conocido por el usuario y tener facilidad de reconocer el entorno de desarrollo. En cuanto al dispositivo se eligió una **Tablet**, debido a la adaptabilidad y a que las dimensiones de la pantalla eran más grandes para colocarla lineal a sus ojos.

Para la transmisión de datos se eligió el **Bluetooth**, para evitar inconvenientes de conexión de red por si el usuario se encontraba en zonas sin cobertura a Internet y deseaba comunicarse.

Para el desarrollo de la aplicación en el sistema operativo Android se utilizo el Framework Ionic, el cual es un desarrollador de aplicaciones multiplataforma que permite emigrar a sistemas operativos y móviles con facilidad.

C. Identificación de palabras y frases más Utilizadas por Nicolás

Se eligió **Pictogramas**, por ser experimentado por el usuario y por estar establecido a nivel mundial. Además, permite que la comunicación sea más amplia, dependiendo de los temas que más desee comunicar el usuario.

El prototipo del producto de apoyo a la comunicación es el siguiente:

Figure 2. Pruebas de movimiento en aplicación

Se realizaron siete pruebas para evaluar el prototipo de apoyo a la comunicación diseñado. Estas son: visualización de pictogramas, tiempos verbales, conexión a Bluetooth, movimiento en pantalla a través de pictogramas, selección de pictogramas, reproducción de voz y retroalimentación de ubicación en pantalla.

Los resultados fueron los siguientes: alta concentración del usuario según su madre, debido a la personalización del sistema de acuerdo sus gustos. En cuanto al movimiento y selección, se hizo con la mano derecha y la izquierda, respectivamente. Y por último, se identificaron las frases y palabras más utilizadas por Nicolás, sin embargo, necesita de un educador especial para estructurar oraciones.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema de comunicación aumentativo para personas con parálisis cerebral con movilidad funcional en miembros superiores, capacidad de sostener el cuello y deficiencia cognitiva leve, moderada o severa a partir del uso de las técnicas de creatividad TRIZ que cumplió con todos los objetivos establecidos luego de un análisis con el usuario y terapeutas.

Se encontró que la participación de diferentes disciplinas, favorecen la observación de diferentes aspectos de un mismo producto y junto con el trabajo multidisciplinar amplía la visión de una problemática y permite encontrar mejores soluciones de diseño. Para las personas que se encuentran en esta situación de discapacidad, las ayudas técnicas son útiles pero necesitan de instrucciones continuas durante un determinado tiempo.

Se diseñó y construyó el prototipo de un dispositivo que ayuda a mejorar la comunicación oral, en este caso en Nicolás. Con el fin de que se pueda comunicar con su entorno familiar y terapeutas de una manera divertida e innovadora. Este dispositivo tiene importantes atributos como lo son su: portabilidad, versatilidad, escalabilidad y fácil manejo para personas que cumplan con las características establecidas en la población anteriormente escogida.

References

[1] DANE, “Discapacidad.” Disponible en: ”https://www.dane.gov.co/index.php/ estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/discapacidad”, Marzo 2010.

[2] Asociación de Parálisis cerebral (APACE), “Parálisis cerebral” Disponible en: ”http:// www.apaceburgos.com/servicios/serene/patologias/paralisis/”, APACE Burgos, 2016.

[3] S. S, Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving (Primera edici´on). CRC Press, 2000.

[4] APAMP, “¿qué es la parálisis cerebral?.” Disponible en: ”apamp.org/index.php?V_dir=MSC&V_mod=showartid=65”.

[5] MyChildWithoutLimits.org, “Prevención de la parálisis cerebral.” Disponible en:”http://www.mychildwithoutlimits.org/understand/cerebral-palsy/cerebral-palsy-prevention/?lang=es”. [Online].

[6] A. S. L. H. Association, “Los sistemas aumentativos y alternativos de comunicación.” Disponible en: ”https://www.asha.org/public/speech/disorders/ Los-Sistemas-Aumentativos-y-Alternativos-de-Comunicacion/”.

[7] Y. Salamatov, “Triz: The right solution at the right time,” 1999.