

Diseño y construcción de una plataforma de estimulación sensorial para personas con diversos tipos de discapacidades

Área temática: E- Innovación y Gestión de Productos.

Mieres, Franco*; Martín, Horacio; Marcos, Carlos;
Enrietti, Adhemar; Lopez, Alejandro; Ford, Carlos.

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Trenque Lauquen.
Racedo 298, Trenque Lauquen, Buenos Aires. B6400BLP. fmieres@frtl.utn.edu.ar*

RESUMEN.

Las Escuela Especiales requieren la adaptación de juegos didácticos materiales y virtuales para alcanzar objetivos pedagógicos que hacen a la estimulación de los sentidos y reconocimiento del entorno como base para una inclusión más favorable de niños, adolescentes y adultos que concurren a dichas instituciones.

La Facultad Regional Trenque Lauquen contribuye a estas mejoras a través de diversos proyectos que involucran el uso de tecnologías y la reutilización de partes de equipos que se han vuelto obsoletos. Así surge el desarrollo tecnológico de una plataforma de estimulación sensorial para personas con diferentes tipos de discapacidades, ya sean motoras, visuales o auditivas, con distintos grados de severidad.

El objetivo es que a través del uso de la plataforma, los alumnos de las Escuelas Especiales puedan desarrollar la sensibilidad al tacto, el reconocimiento de sonidos y colores, propuestos en forma aislada o combinada, de acuerdo a la planificación que el docente realiza de las actividades en clase.

Con este fin se desarrolló una serie de pulsadores que se conectan a una PC, de manera que la docente pueda seleccionar los sonidos e incorporar otros nuevos. Adicionalmente la PC brinda la versatilidad suficiente como para que, en nuevas versiones, se puedan asociar imágenes a los sonidos, videos, conexión con otros periféricos, etc.

Si bien esta plataforma fue desarrollada íntegramente por docentes de las carreras de Ing. Industrial y Analista Universitario de Sistemas, el objetivo de la Facultad es que este trabajo sirva como base para inculcar que los alumnos próximos a graduarse, consideren entre sus opciones, enfocar sus tareas del trabajo final a resolver problemas concretos de personas con necesidades especiales. Se trata de poner la oferta tecnológica actual al servicio de mejorar la vida de este sector de la población.

Palabras Claves: Estimulación, Sensorial, Discapacidad, Motricidad,

ABSTRACT

Special schools require the adaptation of didactic games, materials and virtual, to achieve pedagogic objectives that make the stimulation of the senses and recognition of the environment as a more favorable basis for inclusion of children, adolescents and adults who attend these institutions.

The Facultad Regional Trenque Lauquen contributes to these improvements through various projects that involve the use of technologies and the reuse of parts of equipments that have become obsolete. The technological development is based on a platform of sensory stimulation for people with different kinds of disabilities, already be motor, visual or auditive, with different degrees of severity.

The objective is that through the use of the platform, students from Special Schools can develop sensibility by touch, the recognition of sounds and colors, given alone or in combination, according to the planning that the teacher accomplishes of the activities in class.

With this aim, we developed a series of push-buttons that connect to a PC, so that the teacher can select sounds and incorporate new ones. Additionally, the PC offers the versatility enough so that, new versions may associate images to the sounds, videos, connection with other peripherals, etc.

Even though this platform was developed entirely by teachers of Industrial Engineer and Systems Analyst University, the aim of the Faculty is that this work serves as a basis to instill that close to graduating students consider among its options, focus their end tasks to solve specific problems of persons with special needs work. It is about putting the technological present-day offer at the service of improving life of this sector of the population.

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el 7,1% de la población posee algún tipo de discapacidad, afectando el 20,6% de los hogares [1]. Los profesionales de la ingeniería tienen un rol decisivo para lograr la accesibilidad universal de todos los ciudadanos. En este desarrollo colaboraron docentes de las cátedras de Electrotecnia y Máquinas Eléctricas, Mecánica y Mecanismos, Física I y II, Laboratorio de Utilización de Microcontroladores y Paradigmas de Programación de las Carreras de Ingeniería Industrial y Analista Universitario de Sistemas.

El presente trabajo resume el proceso de diseño y construcción de la primera versión de la Plataforma de Estimulación Sensorial (PES) desarrollado en base a las necesidades solicitadas de la Escuela de Educación Especial N° 501-Cacique Pincén de Trenque Lauquen. La plataforma busca estimular la motricidad fina de la mano mediante la activación de los receptores sensoriales y propioceptivos de la misma, a través de la generación de sonido, luz y vibración.

P.E.S. v1.0 es la manifestación material de la sinergia entre los diferentes sistemas investigados y desarrollados en la etapa de diseño. Estos comprenden el sistema de generación de movimiento y/o vibración, sistema de emisión de luz, sistema de generación de sonido, sistema de control de estímulos, sistema eléctrico, electrónico e interfaz de comunicación, el sistema de procedimientos lógicos y aplicaciones informáticas, y el sistema de seguridad.

2. FUNDAMENTACIÓN

La PES presenta dos características más que significativas para la elaboración de propuestas pedagógicas en el marco de la modalidad de educación especial: es adaptable y versátil.

La docente es la que selecciona en toda oportunidad, los estímulos a trabajar, pudiendo independizarlos o unirlos de acuerdo a las características de los alumnos y los objetivos pedagógicos propiamente dichos. Esta plataforma permite abordar de manera simultánea los siguientes puntos:

- Esquema corporal: reconocimiento de los miembros superiores a partir de estímulo vibratorio.
- Motricidad fina y gruesa.
- Coordinación óculo-manual. Coordinación de miembros superiores.
- Causa-efecto: comprensión de la que acción autónoma del alumno de pulsar, genera una respuesta sonora, lumínica y vibratoria (de acuerdo a la selección de la docente, se pueden independizar las respuestas).
- Funcionamiento de los dispositivos básicos de aprendizaje: los estímulos que se generan de manera autónoma por los alumnos, favorecen la motivación de los mismos, de esta manera también se favorece la focalización y mantención de la atención, generando mejor respuesta de la memoria.
- Gran adaptabilidad y versatilidad de la PES: de muy fácil uso, la PES permite trabajar los más diversos contenidos curriculares, generando una propuesta creativa y novedosa para los alumnos, permitiendo seleccionar los estímulos a desarrollar, ofreciendo la posibilidad de trabajar varios contenidos indispensables en los alumnos con discapacidad neurolocomotora en una misma propuesta, aprovechando el uso de las netbooks de manera simultánea.
- Mayor grado de autonomía: el diseño de las plataformas permite el uso autónomo por parte de los alumnos, generando un mayor grado de autonomía en la participación, fomentando la autoestima positiva de los alumnos de sus propias producciones. Pueden hacer solos las acciones y comprobar que se genera la respuesta deseada, algo fundamental para la satisfacción personal y el fortalecimiento de la autoestima en niños que por lo general, requieren de apoyo en muchas actividades, y sus producciones autónomas son escasas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos generales

- Diseñar un dispositivo que genere estímulos sensoriales, enfocados en el sistema de los miembros superiores, visual y auditivo.
- Construir un prototipo funcional a un costo asequible.

3.2 Objetivos específicos

- Diseñar una plataforma con tres pulsadores independientes, con posibilidad de vibrar con intensidad variable, emitir luz y sonido configurable.
- Diseñar una consola que permita individualizar los pulsadores, como también seleccionar y o variar los estímulos.
- Diseñar un software que permita seleccionar y/o agregar los estímulos auditivos.

4. METODOLOGÍA DE DISEÑO

La metodología de diseño de P.E.S. V1.0 se conformó mediante el análisis y estudio de cada una de las variables pertinentes de cada sistema componente, en combinación con las necesidades solicitadas por la Escuela. Luego se procedió al diseño en un software 3D de tecnología CAD-CAM (Solidworks) con el objetivo de generar las dimensiones y forma de ensamble de los componentes, conjuntamente con el desarrollo del software de interfaz. Por último se procedió a la construcción del prototipo y los ensayos necesarios para su funcionamiento.

Los requerimientos de independencia y variabilidad de los estímulos enfocaron el diseño en tres plataformas independientes con el mismo sistema de generación de movimiento y luz en cada una, comandadas por una consola central donde se pueda seleccionar los estímulos, y además sirva como interfaz de comunicación con la computadora donde se emitirá el estímulo de sonido. Esta idea llevo a identificar los siguientes sistemas:

- sistema de generación de movimiento y/o vibración;
- sistema de emisión de luz;
- sistema de generación de sonido e interfaz de comunicación;
- sistema de control de estímulos;
- sistema eléctrico-electrónico ;
- el sistema de procedimientos lógicos y aplicaciones informáticas;
- el sistema de seguridad;



Figura 1 Diseño de PES v1.0 en Solidworks.

4.1 Sistema de generación de movimiento

Este sistema está conformado por una masa en desbalance situada en el eje de un motor CC, sujeto a una plataforma por cuatro resortes atornillados a una base circular de madera. Cuando el motor se enciende, presionando la plataforma y activando el final de carrera, la masa en desbalance gira y genera una vibración que es amortiguada por resortes. Las Figuras 1, 2 y 3 muestran los componentes que integran este sistema y que son detallados a continuación:

- Masa desbalanceada de acero de aproximadamente 10 grs., con un momento inercial de 328 grs.mm², con su centro de gravedad desplazad 3,5 mm;
- Motor de 24 Vcc, 5W y 4200 RPM
- Zuncho sujeta motor de chapa galvanizada;
- 2 Bulones 3/16 de 25 mm;
- 8 Bulones 3/16 de 15 mm;
- Final de carrera que funciona como interruptor-pulsador;
- Soporte del final de carrera y tope de desplazamiento, previniendo la longitud solida de los resortes;
- 4 Resortes de 17 espiras, 13 activas, con un diámetro medio de 10 mm y un diámetro de alambre 1 mm, seleccionados para funcionar con una fuerza de accionamiento estimada de 5kg en considerando un coeficiente de seguridad superior a 2;
- Soporte de sujeción de resorte hecho de poliamida 6
- Base de madera troncocónica de 135 mm de diámetro inferior, con un ángulo de 12° y 20 mm de espesor, con orificio para la sujeción de los resortes y el pasaje de cable;
- Cubierta de plástico PE;
- Soporte de acero para sujetar la cubierta;

- Tapa de acero pintado, identificado con la luz que emite cada plataforma, con rosca para aprisionar la cubierta contra el soporte;

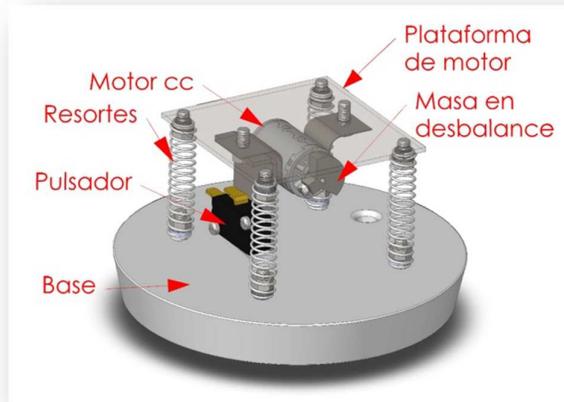


Figura 2 Sistema de generación de movimiento y/o vibración.

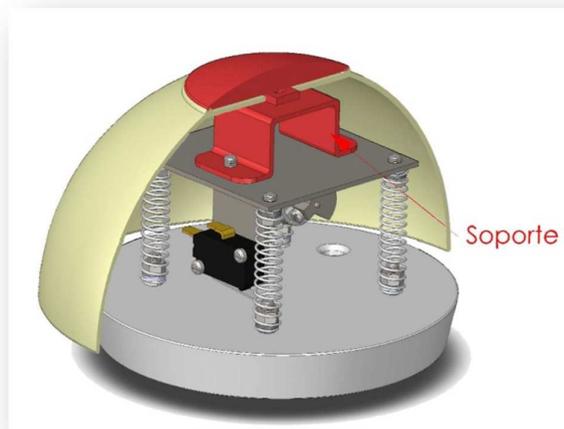


Figura 3 Soporte de la cubierta de PE.

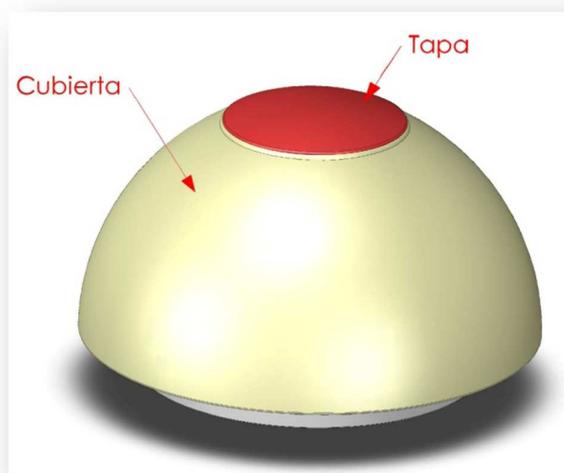


Figura 4 Plataforma de vibración completa

4.2 Sistema de emisión de luz

Este sistema se encarga de generar un estímulo visual a través de un destello de luz sobre la base de la plataforma, cuando esta es accionada.

Se encuentra conformado por 4 tiras LED de 12 Vdc con 6 LEDs cada una, adheridas al perímetro troncocónico de la base, el ángulo de 12° que esta presenta, mejora la visibilidad del destello de luz al enfocarse sobre la superficie de apoyo y no sobre la cubierta. Los colores de las luces se centraron en verde, azul y rojo, conformándose cada plataforma con un color respectivo.

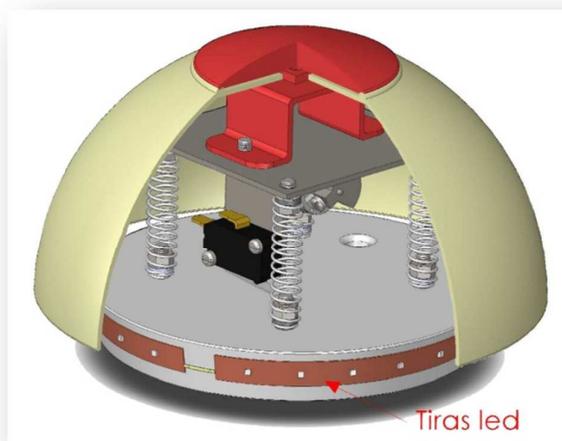


Figura 5 Sistema de Emisión de luz.

4.3 Sistema de generación de sonido

Este sistema está basado en una interfaz de comunicación entre las plataformas y una computadora, donde se cargan y generan los sonidos. Al activar una de las plataformas, mediante la interfaz de comunicación, la señal es reconocida y traducida por la computadora al sonido preseleccionado para esta.

La interfaz de comunicación está conformada por una plaqueta de un mouse óptico modificada, en la cual cada plataforma responde a cada uno de los botones del mouse (izquierdo, derecho y central).

4.4 Sistema de control de estímulos

Este sistema tiene como finalidad permitir la selección independiente de los estímulos como también la graduación de la intensidad vibratoria de cada plataforma. Está conformado por una consola en donde se encuentra el sistema eléctrico y electrónico y la interfaz de comunicación. Las conexiones de los dispositivos se realizan mediante fichas DB9 macho, ficha USB hembra y ficha DC hembra. Las Figuras 6, 7 y 8 muestran los diferentes interruptores y conectores del sistema.



Figura 6 Sistema de control de estímulos.



Figura 7 Sistema de control de estímulos-Interruptores y variadores.



Figura 8 Sistema de control de estímulos-Conectores.

4.5 Sistema eléctrico-electrónico

El sistema está diseñado para comandar tres plataformas de estimulación, y se compone de tres partes:

- Fuente de alimentación externa de 24 Vdc y 1amp que aporta la energía necesaria para el funcionamiento.
- Placa eléctrica que se encarga de recibir la señal de las plataforma y emitir la activación de los estímulos en sus respectivos periféricos. Está compuesta por 3 relés de 24 Vdc con 4 contactos de 5 amp cada uno, capacitores que permiten actuar al estímulo durante un mayor tiempo, un integrado de mouse como interfaz de comunicación, 10 interruptores que activan o desactivan los estímulos y la plataforma, y un dimmer de 3 canales con 3 amp por canal que posibilita la variación del estímulo de vibración.
- Plataformas de estimulación que están dotadas de fichas DB9 hembra además de los componentes descritos en apartados anteriores.

Las Figuras 9 y 10 muestran los diagramas eléctricos de consola de comando y las plataformas.

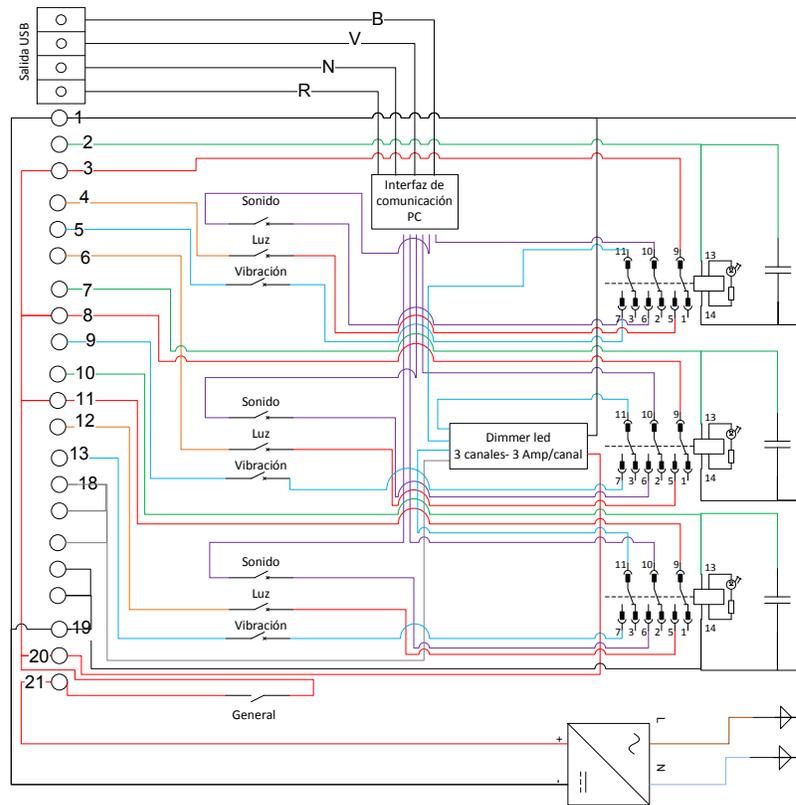


Figura 9 Esquema eléctrico de la consola de control.

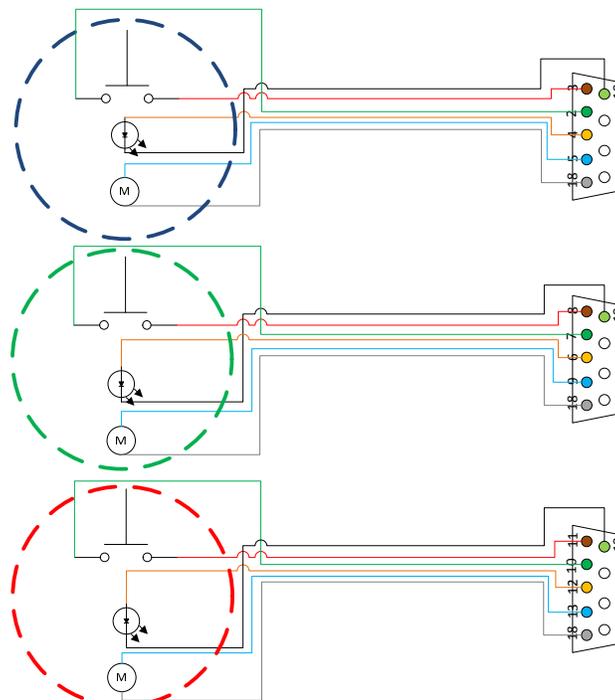


Figura 10 Esquema eléctrico de las plataformas de estimulación.

4.6 Aplicaciones informáticas

Se programó una aplicación de software mediante la cual se realiza la selección de los sonidos que emitirá cada plataforma al ser accionada. La aplicación está programada en el lenguaje Visual C++ [2] y responde a los eventos *click* de los tres botones de un mouse común que en este caso son los interruptores insertos en cada plataforma.

Se desarrolló un programa para facilitar la instalación de la aplicación en las computadoras de los docentes y alumnos bajo entorno Microsoft Windows (Figura 11.)



Figura 11 Instalador de la aplicación para selección de sonidos.

La interfaz de la aplicación es muy simple y será utilizada por el docente, previo a comenzar con las actividades planificadas con el alumno (Figura 12).



Figura 12 Interfaz de la aplicación para selección de sonidos.

La interfaz permite, mediante tres botones visuales, la selección de los sonidos que emitirá cada una de las plataformas al ser accionadas. Los sonidos se escogen entre los archivos alojados en una carpeta especial del sistema donde el docente deberá grabarlos. Al pulsar cada botón se muestra un cuadro de diálogo en el que se despliega la lista de archivos (Figura 13.).

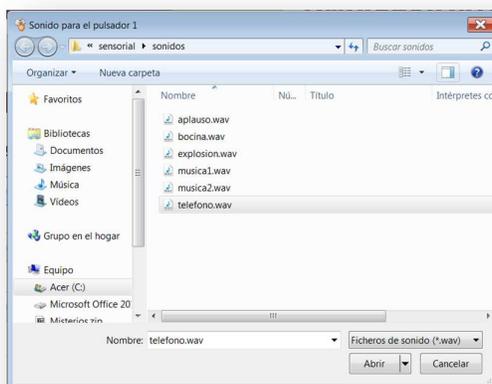


Figura 13 Carpeta de archivos de sonidos.

La interfaz incluye también tres botones para la prueba de los sonidos seleccionados y un botón “Jugar” que permite pasar al modo de experimentación. En el modo de experimentación cada plataforma responde al sonido que se le asoció (conjuntamente con los estímulos visuales y táctiles de las mismas) empleando el sistema de sonido de la computadora. Puede retornarse al modo de programación presionando cualquier tecla en el teclado de la computadora.

4.7 Seguridad

La plataforma está diseñada para interactuar con personas; y por lo tanto el principal peligro es exponer a los individuos a tensiones no seguras, ya sea por un contacto directo o indirecto. Como método de prevención, se diseñó la plataforma para que funcione con una tensión segura, 24Vdc, esto inhabilita la posibilidad de un impacto eléctrico mientras se está realizando la tarea de trabajo. Además, la diagramación del tipo de fichas de conexión, conjuntamente con el manual de uso, impide realizar una mal conexión de las partes. La Figura 14 muestra el instructivo de uso de la plataforma desarrollado.



Manual de Usuario

UTN UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL TRENQUE LAUQUEN

Conexión de componentes



Fig 1-Conexión de la fuente de alimentación



Fig 3-Conexión del cable sonido



Fig 2-Conexión dispositivos de estimulación



Fig 4-Pantalla de Inicio de Software



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL TRENQUE LAUQUEN

Interruptores de control

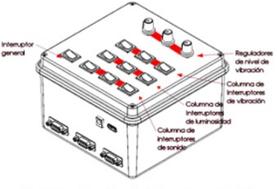


Fig 5-Identificación de interruptores On/Off

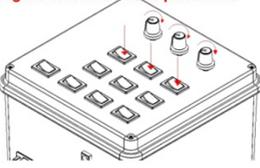


Fig 7-Selección del estímulo

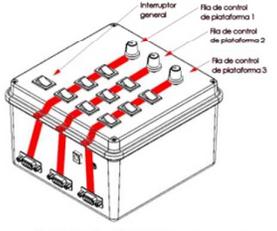


Fig 6-Identificación de interruptores por plataforma de estimulación



Fig 8-Generación del estímulo

Figura 14 Instrucciones de uso.

5. CONSTRUCCIÓN

Finalizado el proceso de diseño, se procedió con las etapas de construcción y ensayos del prototipo. Las pruebas realizadas abarcaron desde la generación de los distintos estímulos, individuales y conjuntos, variación de la intensidad de vibración, accesibilidades del software, y tiempo de acción de los estímulos. Las Figuras 15 y 16 permiten visualizar el prototipo construido y parte de las pruebas que se realizaron.



Figura 15 *Plataforma de Estimulación Sensorial, PES v1.0.*

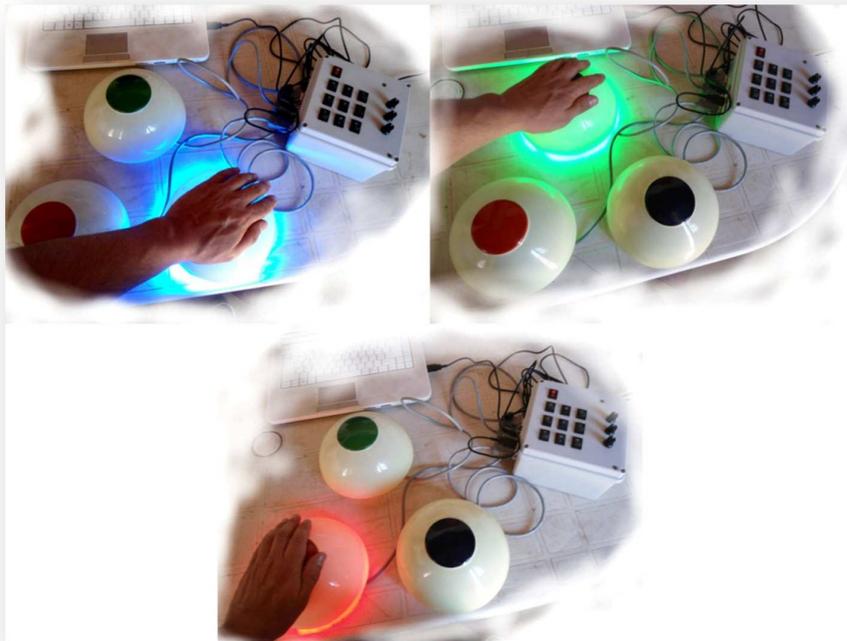


Figura 16 *Plataforma en funcionamiento.*

Durante las pruebas de funcionamiento se detectó un pequeño retardo del sistema de generación de sonido cuando este se activa por primera vez. Luego de este suceso el sistema funciona adecuadamente.

Previo a la etapa de entrega del estimulador se construyó un sistema de packaging para resguardo del dispositivo, los cd de instalación de software y las instrucciones de uso.



Figura 17 Sistema de Packing.



Figura 18 Prototipo.

6. CONCLUSIONES

El prototipo desarrollado cumple en forma satisfactoria con los objetivos propuestos. Permite generar estímulos sonoros, visuales y táctiles, este último con posibilidad de regulación de la intensidad para cada una de las plataformas. Utiliza una interfaz accesible que permite su uso en las notebook del plan Conectar Igualdad [3]. El retardo encontrado durante la etapa de pruebas no es significativo ya que solo sucede en el inicio, cuando se activa el estímulo de sonido. Este efecto puede evitarse con una prueba de sonido antes de arrancar la sesión de trabajo con los alumnos.

Una ventaja adicional que presenta este diseño es permitir el desarrollo de cubiertas con distinta morfología y ensamblarlos en los pulsadores. Además, el ajuste roscado de la tapa posibilita la opción de sujetar telas o cualquier elemento con textura diferente, generando otras variantes para el trabajo de estimulación.

El costo de fabricación del prototipo fue muy asequible, \$1.300, ya que se utilizaron, en su mayoría, elementos reciclados de impresoras y otros aparatos que se habían vuelto obsoletos.

Este desarrollo fue entregado a la Escuela Especial 501 el 27 de Noviembre de 2014 en las Jornadas de Ciencia [4] y Tecnología de la UTN – Facultad Regional Trenque Lauquen.

6.1 Aplicación

La PES en la actualidad se utiliza en un grupo de alumnos con discapacidad neurolocomotora y discapacidad intelectual asociada, pero en base a su versatilidad es recomendable su uso en propuestas pedagógicas para alumnos con discapacidad intelectual y sensorial (alumnos ciegos y sordos), debido a que permite el trabajo de percepción y discriminación visual y auditiva, apoyado siempre con el estímulo vibratorio de soporte.

También es recomendable su uso en niños de nivel inicial con discapacidad neurolocomotora severa, ya que permite el trabajo de estimulación de miembros superiores, de los dispositivos básicos de aprendizaje y de la coordinación de miembros superiores y óculo manual, de una manera novedosa y motivadora para los mismos, en pos de generar una participación lo más autónoma posible en el proceso.

Las actividades que se implementaron este año fueron:

- Exploración: los alumnos exploraron con intensa motivación las plataformas. En un primer momento, se individualizaron los estímulos (primero vibratorio, luego lumínico y por último el sonoro).
- Una vez trabajados los estímulos de manera individual, se comenzó a presentar el estímulo vibratorio con el lumínico unido.
- En un tercer momento se unió el estímulo sonoro. Se seleccionaron sonidos de praxias corporales y sonidos del medio ambiente para trabajar la percepción auditiva. Luego cada alumno debía pulsar una plataforma y sus compañeros enunciar el color que se observaba y describían el sonido escuchado.
- A continuación se unió la imagen a la propuesta. De varias imágenes que se presentaban, los alumnos luego de pulsar la plataforma, debían enunciar el color y seleccionar la imagen del sonido que escuchaban (ejemplo: sonido de aplausos con la imagen de dos manos aplaudiendo).

- Por último, se trabajó el mejor funcionamiento de los dispositivos (atención, memoria y motivación), coordinación óculo manual y de miembros superiores, percepción auditiva y visual, percepción táctil a partir de la vibración.

7. REFERENCIAS

- [1] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2005). La Población con Discapacidad en la Argentina – Encuesta Nacional de Personas con Discapacidad (ENDI). 1ra. Edición, Buenos Aires. INDEC y CONADIS.
- [2] Xhafa, Fatos y otros. (2006). Programación en C++ Para Ingenieros. 1ra. Edición. Editorial S.A. EDICIONES PARANINFO
- [3] Programa Conectar Igualdad. (s.f.). Recuperado el 15 julio de 2015, de <http://www.conectarigualdad.gob.ar/seccion/sobre-programa-6>.
- [4] Jornadas de Ciencia y Tecnología – UTN-FRTL. (2014) Recuperado el 15 julio de 2015, de <http://www.frtl.utn.edu.ar/Secretarias/CienciayTecnologia/jornadas.html>.
- [5] Norton, Robert L. (2011). Diseño de máquinas. México. 4ta. Edición. Editorial Pearson Educación. México.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer a los docentes de la Escuela de Educación Especial N° 501 - Cacique Pincén de Trenque Lauquen y miembros de la comunidad que a través de la donación de equipamiento obsoleto permitieron que este diseño se pudiera concretar.