

Arduino como herramienta para apoyar la terapia multisensorial a niños con capacidades diferentes

RODRÍGUEZ-ARENAS, Mario Balvanedo*†, VELARDE-ANAYA, Omar, ÁLVAREZ-TORRES, Norma Angélica y CORONADO-PALOMARES, Juan Luis

Universidad Tecnológica De Nogales Sonora.

Recibido Julio 12, 2017; Aceptado Septiembre 6, 2017

Resumen

El presente artículo muestra el uso del microcontrolador Arduino en la elaboración de algunos equipos empleados en terapias para niños en las áreas de estimulación del lenguaje, psicomotriz e intelectual. Dichos aparatos formarán parte de un Cuarto de Estimulación Multisensorial (CEMS) que se encuentra en el DIF de la ciudad de Nogales, Sonora. Para esto, primeramente se investigó sobre los diferentes equipos comerciales comúnmente empleados en esta área, su funcionamiento y costos actuales en el mercado. Después, se diseñaron como primeros prototipos: un tubo de burbujas, una serie de espejos infinitos, un decibelímetro, un piano, y un tablero de sonidos y luces. De esta forma, se logró acondicionar un CEMS a un costo menor que el comercial, y con la ventaja de que el mantenimiento preventivo y correctivo será otorgado por la Universidad Tecnológica de Nogales (UTN), incrementando el ahorro económico y la disminución en los tiempos de atención y reparación.

Arduino, Discapacidad, CEMS, Programación, DIF

Abstract

The present article shows the use of the Arduino microcontroller in the elaboration of some equipment used in therapies for children in the areas of speech, psychomotor and intellectual stimulation. These devices will be part of a Multisensory Stimulation Room (CEMS) located in the DIF of the city of Nogales, Sonora. For this, first an investigation of the different commercial equipment commonly used in this area was done, their operation and current costs in the market. Then, were designed as first prototypes: a tube of bubbles, a series of infinite mirrors, a decibelimeter, a piano, and a board of sounds and lights. In this way, it was possible to condition a CEMS at a lower cost than the commercial one, and with the advantage that the preventive and corrective maintenance will be granted by the Technological University of Nogales (UTN), increasing the economic saving and the decrease in the times care and repair.

Arduino, Disability, CEMS, Programming, DIF

Citación: RODRÍGUEZ-ARENAS, Mario Balvanedo, VELARDE-ANAYA, Omar, ÁLVAREZ-TORRES, Norma Angélica y CORONADO-PALOMARES, Juan Luis. Arduino como herramienta para apoyar la terapia multisensorial a niños con capacidades diferentes. Revista del Desarrollo Tecnológico 2017, 1-3: 18-25

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mbalvanero@utnogales.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En México, de acuerdo con el INEGI al 2010, las personas que tienen algún tipo de discapacidad son 5 millones 739 mil 270, lo cual representa el 5.1% de la población total, pero la prevalencia de la discapacidad en México para 2014 fue de 6%, según los datos de la ENADID (Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica) 2014 como se muestra en la gráfica 1. Esto significa un incremento del 0.9% en tan solo 4 años y que 7.1 millones de habitantes del país no pueden o tienen mucha dificultad para hacer alguna de las ocho actividades evaluadas: caminar, subir o bajar usando sus piernas; ver (aunque use lentes); mover o usar sus brazos o manos; aprender, recordar o concentrarse; escuchar (aunque use aparato auditivo); bañarse, vestirse o comer; hablar o comunicarse; y problemas emocionales o mentales. Son estas personas quienes enfrentan múltiples obstáculos para gozar “de todos los derechos que establece el orden jurídico mexicano, sin distinción de origen étnico, nacional, género, edad, condición social, económica o de salud, religión, opiniones, estado civil, preferencias sexuales, embarazo, identidad política, lengua, situación migratoria o cualquier otra característica propia de la condición humana o que atente contra su dignidad” (INEGI, 2014).

En este sentido, en el país existen instituciones públicas y privadas que buscan contribuir en la reducción de esta problemática, como lo son el CRIT y el DIF. En ellas se busca tener equipo, CEMS y personal especializado para llevar a cabo las terapias en personas adultas y niños.

Un CEMS es un espacio que está equipado con dispositivos que llaman la atención de los niños, por medio de elementos que les ayudan a reconocer formas, sonidos, colores, aromas, texturas del medio en el que se están desarrollando, y con ello se puedan incluir rápidamente en el medio social al que pertenecen y ser independientes (Figura 1).



Figura 1 Vista general de un CEMS.

Con respecto al equipo que se incluye en dichas áreas, actualmente existen en el mercado una serie de productos, pero lamentablemente su costo es muy elevado y generalmente son productos que se tienen que comprar en el extranjero.

Por lo tanto, en este artículo se presenta una propuesta para acondicionar una CEMS a un bajo costo empleando el microcontrolador Arduino como elemento principal, por su facilidad de programar y por ser el más utilizado en la región, ya que es un sistema de bajo costo y con mucha información en la red.

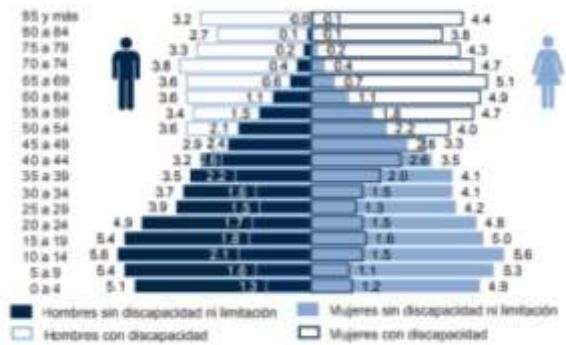


Gráfico 1 Discapacidad en México 2014

Su software es de código abierto (open source) por lo que no cuesta adquirirlo; este dispositivo también irá acompañado del uso de otros componentes electrónicos sencillos, como son leds de colores, botones personalizados, bocinas, grabación y reproducción de sonidos, empleo de motores, etc., logrando obtener elementos reprogramables, personalizados, con todos los diagramas electrónicos y números de parte de reemplazo para casos de averías. Así, los aparatos no tendrán un costo alto, solo los materiales serán comprados y la mano de obra será proporcionada por docentes y alumnos de la UTN.

Con lo anterior, se beneficiarán muchos niños que actualmente reciben terapia en el DIF de la ciudad de Nogales, Sonora, ya que contarán con una mayor variedad y número de aparatos para sus terapias. En el futuro se pretende reproducir estos equipos en otras ciudades del Estado, como es Agua Prieta, Sonora, donde actualmente se tienen pláticas con un Cuerpo Académico del Instituto Tecnológico de dicha ciudad, para reproducir estos sistemas en el DIF de la localidad. Con esto se busca contribuir en la atención de capacidades diferentes de niños que presentan una condición vulnerable en su desarrollo como deficiencias físicas, mentales e intelectuales o sensoriales, de tal manera que se logre una participación plena y efectiva con el entorno al igual que los demás.

Metodología a desarrollar

Recopilación de la información

La necesidad de equipar el CEMS del DIF de Nogales, Sonora, es con el fin de apoyar a más niños, proporcionando mejores herramientas para el terapeuta. Por lo tanto, como primer paso se llevaron a cabo reuniones con el personal de dicha institución, a manera de saber sus necesidades, así como de conocer y entender el funcionamiento de los dispositivos.

De esta forma, se logró crear una lista con los primeros prototipos requeridos según la prioridad, los cuales son: un grupo de tubos de burbujas, una serie de espejos infinito, un decibelímetro, un piano en una escalinata, dispositivos que contengan botones, leds y sonidos de medios de transporte, figuras geométricas, animales domésticos, días de la semana, colores, las vocales, frutas y los números.

Tubo de burbujas

El primer prototipo es una serie de cuatro tubos de acrílico transparente, empotrados en una base de 24 mm de grosor para que permita el paso de la luz a través de él. Dicha base esta perforada en uno de sus perfiles justo en el centro y terminando en el centro del diámetro de cada tubo de acrílico. Esto permite que una bomba suministre aire a cada tubo, el cual está lleno de agua destilada para evitar la formación de sarro. Debajo de la placa de acrílico se colocan leds RGB (Red, Green, Blue) para que iluminen y se reflejen en el agua que contiene cada tubo. El control de los colores de los leds se hace con un microcontrolador Arduino de forma manual, con botones para los colores más comunes y, con un control remoto IR (Infrarrojo) para el mando a distancia. Se utiliza una fuente de poder de 12 Vdc, tanto para el Arduino, como para los leds.

Espejos Infinitos

El segundo prototipo es una serie de cuatro espejos infinitos con las formas de las figuras geométricas básicas (cuadrado, círculo, triángulo y rectángulo). Los marcos para las figuras se hacen de madera, el cual debe mantener el montaje de un espejo de la misma figura al fondo, y al frente un vidrio. La separación del espejo y el vidrio debe ser aproximadamente de 2 cm. En este espacio se pega por dentro una tira de led, las cuales son reflejadas por el espejo, y para que éste no muestre a la persona y los objetos que se encuentran enfrente, el vidrio debe cubrirse con papel de polarizado automotriz.

Con esto se logra una ilusión de un hoyo al infinito, reflejando las luces led. Estos dispositivos relajan al niño y lo motivan a tocar el espejo pensando que su mano entrará en el hoyo.

Decibelímetro

El tercer dispositivo se compone de un micrófono que capta los sonidos emitidos por el niño y enciende una serie de leds dependiendo de la intensidad del sonido, entre más fuerte sea emitido éste, más leds prenderán y viceversa. De esta manera el infante se motiva a hablar o hacer sonidos para ver el encendido de los leds. Tanto el micrófono, como los leds, son conectados a un Arduino Nano, que es programado para tal actividad.

Piano electrónico

El cuarto prototipo es un piano que es colocado en el inicio de una escalinata que tomará el niño para ir alcanzando objetivos. Un microcontrolador Arduino es el encargado de generar las notas del piano, al ser activados los micro interruptores que se colocan en los peldaños de la escalera y así, el menor se motiva a subir escuchando los tonos que emite al pisar cada escalón, además de iluminar con leds de colores llamativos cada uno de los peldaños que es pisado.

Tableros de sonidos y luces

Para este último prototipo elaborado, se optó por hacer una caja para cada dispositivo, ya que una de las limitantes en el cuarto es el espacio, éstas son de 1.5 pies para que puedan ser colocadas en la pared al momento que van a ser utilizadas por el terapeuta, y que puedan ser retiradas con facilidad para ser guardadas. Únicamente las que se van a utilizar en ese momento estarán montadas en la pared. Cada dispositivo de éstos, cuenta con un microcontrolador Arduino que es el encargado de monitorear los botones que son presionados por el niño y de emitir el audio asociado a ese botón.

Los sonidos son guardados en una memoria micro SD en formato .mp3 y es leída por el Arduino. Cada botón también enciende leds para iluminar la figura a la que hace referencia el sonido. De esta forma, si se presiona el botón donde se localiza un perro, el microcontrolador reproduce un ladrido.

Todos los dispositivos que reproducen sonidos están apoyados por una tarjeta de audio de AdaFruit, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2 AdaFruit MP3 Shield para Arduino

Es importante comentar que las primeras pruebas se hicieron con un adaptador de tarjetas micro SD a SD y el arreglo de unas resistencias como se muestra a continuación en la Figura 3.

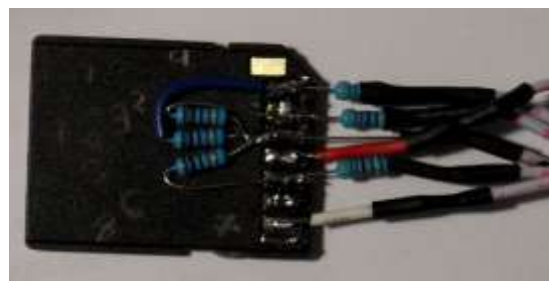


Figura 3 Adaptador micro SD para arduino

El circuito del adaptador de micro SD para el Arduino (Figura 4) es el siguiente:

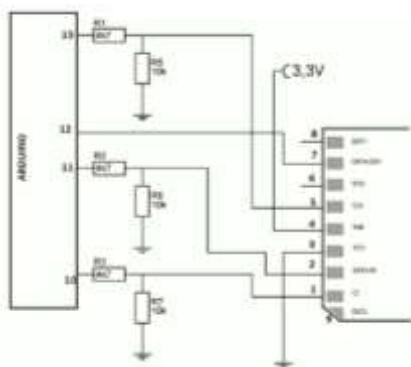


Figura 4 Diagrama de conexión micro SD a Arduino

El circuito de la etapa de amplificación del sonido se hace con el circuito integrado LM386 como se puede ver en la figura 5.

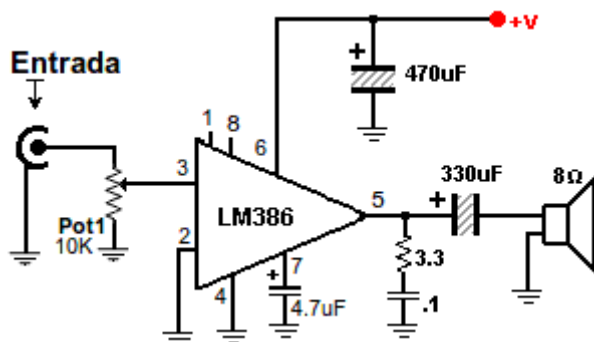


Figura 5 Amplificador de sonido 26 DB

Resultados

Actualmente, los dispositivos se encuentran en la etapa de prototipo, por lo que no se han sometido a pruebas con los pacientes reales y será hasta que estén completamente terminados que podremos ver y afinar los detalles que sean necesarios.

Se están fabricando las cajas de cada dispositivo, así como también la escalinata. Todos los circuitos están armados y funcionando en tablillas experimentales y algunos ya soldados en placas perforadas para su prueba, que hasta el momento han resultado funcionales.

El beneficio en el desarrollo de los niños es algo que solo se podrá evaluar con el paso de algunos meses e incluso años, según la discapacidad tratada, por lo que, seguiremos en contacto con los fisioterapeutas de DIF Nogales quienes serán los encargados de medir los resultados y recopilar la información con sus observaciones de avances detectados por a cada uno de los pacientes y con esa información podremos hacer cambios o justes a los despóticos que así lo requieran. Esperando que los resultados sean favorables se puede hacer la petición a las autoridades correspondientes para llevar este proyecto a otras dependencias o escuelas de la ciudad o en el estado.

Anexos

Código principal en arduino para las luces del tubo de burbujas

```
void loop()
```

```
{
```

```
  if(digitalRead(9)==1) //boton rojo
```

```
  {
```

```
    digitalWrite(leds[2],1); //led rojo on
```

```
    digitalWrite(leds[3],0); //led verde off
```

```
    digitalWrite(leds[4],0); //led azul off
```

```
  }
```

```
  if(digitalRead(10)==HIGH) //boton verde
```

```
  {
```

```
    digitalWrite(leds[2],0); //led rojo off
```

```
    digitalWrite(leds[3],1); //led verde on
```

```
    digitalWrite(leds[4],0); //led azul off
```

```
  }
```

```
  if(digitalRead(11)) //botn azul
```

```
  {
```

```

digitalWrite(leds[2],0); //led rojo off
digitalWrite(leds[3],0); //led verde off
digitalWrite(leds[4],1); //led azul on
}
if(digitalRead(12))
{
digitalWrite(leds[2],1); //led rojo on
digitalWrite(leds[3],1); //led verde on
digitalWrite(leds[4],0); //led azul off
delay(3000);
digitalWrite(leds[2],1); //led rojo on
digitalWrite(leds[3],0); //led verde off
digitalWrite(leds[4],1); //led azul on
delay(3000);
digitalWrite(leds[2],0); //led rojo off
digitalWrite(leds[3],1); //led verde on
digitalWrite(leds[4],1); //led azul on
delay(3000);
digitalWrite(leds[2],1); //led rojo on
digitalWrite(leds[3],1); //led verde on
digitalWrite(leds[4],1); //led azul on
delay(3000);
}
}

```

Parte del código en arduino para los tableros que reproducen sonidos.

```

//Incluir las librerías necesarias
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <TMRpcm.h>
#define pinSD 10 //define el pin para
seleccionar la tarjeta SD
TMRpcm tmrpcm; //Se crea el objeto tmrpcm
de la librería TMRpcm
void loop(){
//sonido: los medios de transporte
tmrpcm.play("transp.wav");
delay(4000); //Espera un 4s
while(1)
{
if(digitalRead(2))// botón coche
{
digitalWrite(6,HIGH);
tmrpcm.play("coche.wav");
delay(2000); //Espera 2s
digitalWrite(6,LOW);
}
if(digitalRead(3))// botón moto
{
tmrpcm.play("moto.wav");
delay(2000); //Espera 2s
}
if(digitalRead(4))//botón tren
{
tmrpcm.play("tren.wav");
delay(3000); //Espera 3s
}
}
}

```

```

}
if(digitalRead(5)//botón avion
{
  tmrpcm.play("avion.wav");
  delay(3000); //Espera 3s
}
}

```

Agradecimiento

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) por aprobar y financiar este proyecto, que sin duda alguna beneficiará a los niños que reciben terapia en DIF de la ciudad de Nogales, Sonora. También se agradece a los maestros que forman parte del Cuerpo Académico denominado *Centro de Aplicación de Tecnología en Mecatrónica y Mantenimiento (CEATEMM)* de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, por sus valiosas aportaciones y por el tiempo que dedicaron para que esto fuera posible.

Conclusiones

El equipamiento de un CEMS lo puede integrar todo aquel equipo que haga aprender, que mantenga ocupado al menor, que lo invite y motive a hacer un esfuerzo por lograr un objetivo que, en su desarrollo psicomotriz y cerebral, va a ser de por vida. Mediante la implementación de este proyecto, se ha observado cómo se puede desarrollar tecnología propia creando dispositivos hechos en México a un menor costo y con un desempeño igual o superior a los hechos en el extranjero.

La terapia multisensorial se debe dar a muy temprana edad, de esta manera el niño se va a adaptar a las rutinas sin oponer resistencia y a su vez, está entrenando su cerebro para aprender y conocer el mundo que le rodea.

Existen muchos dispositivos en el mercado que pueden ser utilizados para apoyar a dar terapias de ese tipo, algunos son vendidos solo como juguetes, y los costos no son tan elevados, así que, también pueden ser parte de un cuarto multisensorial.

En este sentido, se continuará haciendo el mejor esfuerzo, para que dicho cuarto quede equipado lo mejor posible y se mantenga funcionando por largo tiempo, dando servicio a tantos niños como lo necesiten. El compromiso seguirá con DIF Nogales, aun después de terminar este proyecto, ya que se continuará dando mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos que así lo requieran.

Referencias

Ortoteca (s.f.) Salas multisensoriales recuperado de: <http://www.ortoteca-rehabilitacionyfisioterapia.com/es/comprar-tienda-catalogo/estimulacion-multisensorial-salas-snoezelen.html>

Diosdado 2014 manual de Arduino recuperado de: <https://www.zonamaker.com/descargas/Arduino/Manual-Arduino.pdf>

Ruiz 2007 Manual de programación de Arduino recuperado de: <https://arduino.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>

INEGI 2015 La discapacidad en México recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/discapacidad/>

INEGI 2014 La discapacidad en México datos al 2014, recuperado de: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825090203.pdf

Juntos (sf) La discapacidad recuperado de: <http://juntos.org.mx/blog/>

OMS (sf) discapacidad Recuperado de:
<http://www.who.int/topics/disabilities/es/>

Adafruit (sf) VS1053 Codec + MicroSD
Breakout - MP3/WAV/MIDI/OGG Play +
Record - v4 Recuperado de:
<https://www.adafruit.com/product/1381>

Adafruit (sf) Music maker adafruit and shield
recuperado de:
<https://learn.adafruit.com/adafruit-music-maker-shield-vs1053-mp3-wav-wave-ogg-vorbis-player/pinouts>

Carlos Volt 2015-12-18 audio con arduino
recuperado de:
<https://www.youtube.com/watch?v=hc0wBjrO2WY>

León (sf) Catálogo de productos Recuperado
de:

<http://www.terapialeon.com/catalogo-de-productos/>

Rehabimedic (sf) catalogo cuarto de
estimulación multisensorial Recuperado de:
http://www.rehabimedic.com/catalogo.html?page=shop.browse&category_id=30