



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA**

**Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero Electrónico**

**TEMA:**

RE-INGENIERIA DE UN TRANSMISOR INALAMBRICO PORTABLE DE  
NECESIDADES BASICAS PARA NIÑOS CON PARALISIS CEREBRAL

**AUTOR:**

PAUL ANDRADE

**DIRECTOR:**

INGENIERO EDUARDO GUILLERMO PINOS VELEZ

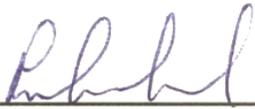
Cuenca - Ecuador

Marzo 2015

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Los conceptos desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor. Se autoriza a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma con fines académicos

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



---

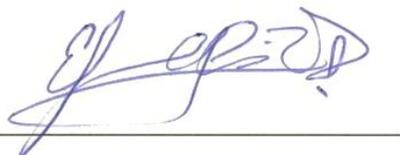
**Paul Andrade**

## CERTIFICACION

Ing. Eduardo Pinos Vélez

Certifica:

Haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos del informe de monografía titulado “RE-INGENIERIA DE UN TRANSMISOR INALAMBRICO PORTABLE DE NECESIDADES BASICAS PARA NIÑOS CON PARALISIS CEREBRAL” realizada por el señor Paul Andrés Andrade Barriga, de igual manera el desarrollo en la parte práctica; a tal motivo y cumpliendo con todas las normas otorgados por la Universidad Politécnica Salesiana, autorizo la presentación del mismo.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'E. Pinos V.', is written above a horizontal line.

Ing. Eduardo Pinos V.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por haber hecho posible alcanzar esta meta en mi vida, por darme la sabiduría y paciencia necesarias para desarrollar esta tesis.

A mis padres que han sido el pilar fundamental en mi carrera, brindándome su apoyo incondicional en todos estos años de estudio.

A todos mis familiares y amigos e instituciones que me brindaron su apoyo en el proceso de desarrollo de este proyecto de tesis.

A mi novia que estuvo a mi lado dándome ánimos y expresándome sus deseos de verme graduado.

A mi director de tesis, Ingeniero Eduardo Pinos Vélez por su paciencia apoyo y comprensión en todo momento.

A la institución IPCA y a la Ing. Jessica Orellana por haberme permitido desarrollar una herramienta tecnológica que servirá de mucho para sus alumnos.

**Paul Andrade**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis primeramente a Dios porque es el dueño de mi vida y sin el nada esto habría sido posible.

A mis padres por su apoyo constante ante cada obstáculo, por la mano brindada ante cada caída y por el sabio consejo para llegar a culminar una etapa más en mi vida.

A mi director de tesis por haber puesto su confianza en mí y siempre brindarme el apoyo necesario.

A la institución IPCA por haber sido la motivación para desarrollar un excelente trabajo.

# Índice General

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Antecedentes</b> .....	1
<b>Objetivo General</b> .....	2
<b>Objetivos Específicos</b> .....	2
<b>Alcance del Proyecto</b> .....	2
<b>CAPITULO 1</b> .....	3
<b>1 ASPECTOS GENERALES DE LA PARALISIS CEREBRAL</b> .....	3
<b>1.1 Introducción</b> .....	4
<b>1.2 Causas de la Parálisis Cerebral [3,4]</b> .....	4
<b>1.2.1 Causas Prenatales [2]</b> .....	4
<b>1.2.2 Causas Perinatales [3]</b> .....	5
<b>1.2.3 Causas Posnatales [4]</b> .....	5
<b>1.3 Tipos de Parálisis Cerebral [3,4,5]</b> .....	5
<b>1.3.1 Por efectos Fisiológicos</b> .....	5
<b>1.3.2 Por la parte del cuerpo afectada</b> .....	7
<b>1.3.3 Según el tono muscular</b> .....	7
<b>1.3.4 Según el grado de dependencia</b> .....	7
<b>1.4 Parálisis Cerebral en el Azuay</b> .....	8
<b>1.4.1 Datos del Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay</b> .....	11
<b>1.4.2 Datos Estadísticos de la Institución</b> .....	11
<b>1.4.3 Herramientas de apoyo en la educación especial para niños con PCI</b> .....	15
<b>1.4.4 Comunicador Pictográfico</b> .....	16
<b>1.5 Síntomas y Tratamientos para la PCI [4, 7, 8, 9]</b> .....	17
<b>1.5.1 Fisioterapia</b> .....	18
<b>1.5.2 Terapia Ocupacional</b> .....	18
<b>1.5.3 Terapia de Integración Sensorial [10]</b> .....	18

1.5.4	Terapia Recreativa [8] .....	18
1.5.5	Terapia Física Controvertidas [8].....	18
1.5.6	Terapia del Habla y del lenguaje .....	19
1.5.7	Tratamiento Farmacológico [2,8] .....	19
1.5.8	Tratamiento Quirúrgico[8,11] .....	19
CAPITULO 2 .....		23
2	ASPECTOS GENERALES DE LAS RADIO FRECUENCIAS EN EL ECUADOR .....	23
2.1	Introducción .....	24
2.2	El Espectro Radioeléctrico .....	24
2.3	Bandas Libres en el Ecuador .....	26
2.3.1	Ámbito Legal según la Constitución de la República del Ecuador.....	26
2.4	Radio Frecuencia y Salud.....	27
2.4.1	Radiaciones Ionizantes y sus efectos en la salud .....	28
2.4.2	Hipersensibilidad Electromagnética.....	28
2.4.3	Exposición Máxima Admisible .....	29
CAPITULO 3 .....		33
3	RE-INGENIERIA DEL TRANSMISOR DE NECESIDADES BASICAS .....	33
3.1	Recopilamiento de Información y requerimientos para el re-diseño del dispositivo .....	34
3.1.1	Criterios para el desarrollo y uso del dispositivo transmisor de necesidades básicas .....	34
3.1.2	Trabajo en conjunto con el IPCA .....	34
3.1.3	Pruebas con el Prototipo.....	36
3.2	Tecnologías a utilizar .....	37
3.2.1	Arduino .....	37
3.2.2	Módulo XBEE Series 1 .....	41
3.2.3	Módulo DFPlayer Mini.....	42
3.2.4	Módulo GSM SIM 340.....	43
3.2.5	Elevador de Voltaje POLOLU U3V50ALV [8].....	44
3.3	Diseño Estético del nuevo dispositivo .....	45
3.3.1	Botones Push ARCADE.....	47
3.4	Diseño de Interfaces de Software.....	49
3.4.1	Interfaz de usuario .....	50
3.4.2	Interfaz de Configuración .....	54

<b>3.5 Diseño del circuito Emisor y Receptor</b> .....	55
<b>3.5.1 Configuración de Parámetros en el módulo emisor XBEE</b> .....	55
<b>3.5.2 Circuito emisor</b> .....	59
<b>3.5.3 Módulo GSM</b> .....	60
<b>3.5.4 Circuito Receptor</b> .....	61
CAPITULO 4 .....	63
4 IMPLEMENTACION Y PRUEBAS .....	63
<b>4.1 Selección del Grupo de Pictogramas</b> .....	64
<b>4.2 Hardware y Software Necesarios</b> .....	66
<b>4.3 Pruebas Realizadas</b> .....	71
<b>4.3.1 Usuarios Participantes</b> .....	71
<b>4.3.2 Pruebas de Botones</b> .....	71
<b>4.3.3 Pruebas de Transmisión</b> .....	72
<b>4.3.4 Pruebas de Recepción</b> .....	72
<b>4.3.5 Pruebas de Batería</b> .....	73
<b>4.4 Recolección de datos</b> .....	73
<b>4.4.1 Medida de satisfacción del tutor</b> .....	73
<b>4.4.2 Pruebas del Dispositivo con los niños</b> .....	75
<b>4.4.3 Análisis del desarrollo de los niños con el dispositivo</b> .....	86
<b>4.4.4 Comparación entre versiones del dispositivo</b> .....	93
<b>4.5 Análisis de Resultados</b> .....	94
Conclusiones .....	95
Recomendaciones .....	96
ANEXOS .....	97

## Índice de Figuras

Figura 1-1 Corteza Cerebral.....	6
Figura 1-2 Pictogramas .....	16
Figura 1-3 Comunicador de Pictogramas.....	16
Figura 1-4 Tipos de Pictogramas .....	17
Figura 2-1: Módulo XBEE y Modulo GSM SIM 340 .....	24
Figura 2-2: Espectro Electromagnético.....	24
Figura 2-3: Campos Electromagnéticos que nos rodean.....	27
Figura 2-4: Radiación Ionizante y no Ionizante en el espectro electromagnético .....	28
Figura 3-1: Pruebas con el Prototipo de Espuma Flex I.....	36
Figura 3-2: Pruebas con el Prototipo de Espuma Flex II .....	36
Figura 3-3: Placa Arduino MEGA 2560 .....	37
Figura 3-4: Entorno de Programación para Arduino.....	39
Figura 3-5: Estructura Básica de un Sketch .....	39
Figura 3-6: Estructuras, variables, Funciones para la programación en placas Arduino .....	40
Figura 3-7: Módulo XBEE.....	41
Figura 3-8: XBEE SHIELD para Arduino.....	42
Figura 3-9: XBEE USB EXPLORER.....	42
Figura 3-10: Módulo DFPlayer mini .....	43
Figura 3-11: Módulo GSM/GPRS SIM 340 .....	43
Figura 3-12: Tarjeta de desarrollo Smart SIM340 .....	44
Figura 3-13: Elevador de Voltaje POLOLU .....	44
Figura 3-14: Vista lateral del Dispositivo .....	46
Figura 3-15: Vista superior del dispositivo.....	46
Figura 3-16: Agujeros para los botones y Rejilla para los pictogramas.....	47
Figura 3-17: Botón PUSH ARCADE del transmisor.....	47
Figura 3-18: Parte Frontal del Dispositivo.....	48
Figura 3-19: Parte Posterior del Dispositivo.....	49
Figura 3-20: Partes Laterales del Dispositivo .....	49
Figura 3-21: Interfaz de Usuario.....	50
Figura 3-22: Pestaña Configuración .....	51
Figura 3-23: Pestaña Tutores .....	51
Figura 3-24: Pestaña Alumnos.....	52
Figura 3-25:Pestaña Necesidades.....	52
Figura 3-26: Pestaña Asignar.....	53
Figura 3-27: Pestaña Receptor .....	53
Figura 3-28: Pestaña Registro y Reportes.....	54
Figura 3-29: Botón Ayuda .....	54
Figura 3-30: Interfaz de Configuración .....	55
Figura 3-31: Ventana de Configuración X-CTU .....	56

Figura 3-32: Selección del Módulo conectado al PC.....	56
Figura 3-33: Configuración de Parámetros del XBEE.....	57
Figura 3-34: Detección y Localización del Módulo XBEE.....	57
Figura 3-35: Comprobación de la conexión PC - Módulo XBEE.....	58
Figura 3-36: Código para conexión entre módulos XBEE.....	58
Figura 3-37: Recepción de Datos en la PC.....	59
Figura 3-38: Circuito Emisor 1 (Esquemático).....	59
Figura 3-39: Diseño final (PCB) circuito emisor 1.....	60
Figura 3-40: Circuito Emisor 2 (Esquemático).....	61
Figura 3-41: Diseño final (PCB) circuito emisor 2.....	61
Figura 3-42: Circuito Receptor.....	61
Figura 4-1: Configuración de Librerías y Pines.....	66
Figura 4-2: Configuración de Librerías y Pines.....	66
Figura 4-3: Lectura de Pulsantes, Condiciones y manejo de mensajes en la LCD.....	70

## Índice de Tablas

Tabla 1-1 Tipos de discapacidad en la provincia del Azuay.....	8
Tabla 1-2 Alumnos con PCI.....	12
Tabla 1-3 Alumnos con PCI Atetósica.....	12
Tabla 1-4 Alumnos con PCI Espástica.....	12
Tabla 1-5 Alumnos con deficiencia cognitiva.....	13
Tabla 1-6 Alumnos con deficiencia intelectual.....	13
Tabla 1-7 Alumnos con PCI Hipotónico.....	13
Tabla 1-8 Alumnos con discapacidad auditiva.....	14
Tabla 1-9 Alumnos con trastorno específico de lenguaje.....	14
Tabla 1-10 Alumnos con regresión del desarrollo Psicomotor con epilepsia refractaria.....	14
Tabla 3-1 Características Placa Arduino MEGA 2560.....	38
Tabla 3-2: Características del Módulo XBEE S1.....	41
Tabla 3-3: Características Elevador de voltaje POLOLU.....	45
Tabla 4-1 Evaluación de Hardware y Software al tutor.....	74
Tabla 4-2: Primera Sesión - Primera Prueba.....	75
Tabla 4-3: Primera Sesión - Segunda Prueba.....	76
Tabla 4-4: Segunda Sesión - Primera Prueba.....	76
Tabla 4-5: Segunda Sesión - Segunda Prueba.....	77
Tabla 4-6: Tercera Sesión - Primera Prueba.....	77
Tabla 4-7: Tercera Sesión - Segunda Prueba.....	78
Tabla 4-8: Cuarta Sesión - Primera Prueba.....	79
Tabla 4-9: Pregunta 1.....	80
Tabla 4-10: Pregunta 2.....	80
Tabla 4-11: Pregunta 3.....	81
Tabla 4-12: Pregunta 4.....	81
Tabla 4-13: Pregunta 5.....	82
Tabla 4-14: Pregunta 6.....	82

Tabla 4-15: Pregunta 7.....	83
Tabla 4-16: Pregunta 8.....	83
Tabla 4-17: Pregunta 9.....	84
Tabla 4-18: Pregunta 10.....	84
Tabla 4-19: Pregunta 11.....	85
Tabla 4-20: Pregunta 12.....	85
Tabla 4-21: Pregunta 13.....	86
Tabla 4-22: Desempeño Individual del Alumno 1.....	90
Tabla 4-23: Desempeño Individual de la Alumna 2.....	90
Tabla 4-24: Desempeño Individual del Alumno 3.....	90
Tabla 4-25: Desempeño Individual de la Alumna 4.....	91
Tabla 4-26: Desempeño Individual del Alumno 5.....	91
Tabla 4-27: Desempeño Individual del Alumno 6.....	91
Tabla 4-28: Desempeño Individual de la Alumna 7.....	92
Tabla 4-29: Desempeño Individual de la Alumna 8.....	92
Tabla 4-30: Desempeño Individual de la Alumna 9.....	92
Tabla 4-31: Porcentaje total de Aprendizaje.....	93
Tabla 4-32: Comparación de Hardware entre dispositivos.....	93
Tabla 4-33: Comparación de Software entre Dispositivos.....	94

## Índice de Cuadros

Cuadro 1-1a Instituciones para Discapacitados en la Provincia del Azuay.....	9
Cuadro 1-2b Instituciones para Discapacitados en la Provincia del Azuay.....	10
Cuadro 2-1: Bandas de Frecuencias del Espectro Radio Eléctrico.....	25
Cuadro 2-2: Límites de Máxima Exposición en Ambientes Controlados.....	29
Cuadro 4-1: Usuarios del dispositivo transmisor.....	71
Cuadro 4-2: Pruebas de Botones.....	71
Cuadro 4-3: Pruebas de Transmisión.....	72
Cuadro 4-4: Pruebas de Recepción.....	72
Cuadro 4-5: Pruebas de Batería.....	73
Cuadro 4-6: Primera Sesión de Pruebas.....	87
Cuadro 4-7: Segunda Sesión de Pruebas.....	88
Cuadro 4-8: Tercera Sesión de Pruebas.....	89

## **Introducción**

Este proyecto de tesis tiene dos objetivos:

1.- Re-Diseñar un tablero de necesidades básicas, con botones más pequeños, mejorando su portabilidad y manejabilidad, reproduciendo sonidos para que los niños con Parálisis Cerebral Infantil que presenten dificultades en el habla puedan comunicarse.

2.- Realizar la transmisión inalámbrica a una computadora para que el terapeuta pueda escuchar la necesidad del niño en caso de no estar cerca de él, además el envío de un SMS de texto al celular en caso de que el terapeuta no esté cerca del niño o de la computadora.

Para lograr estos objetivos se trabajara conjuntamente con la institución IPCA, que es la responsable de ayudar a niños y niñas con diferentes tipos de discapacidades, este proyecto está orientado a niños y niñas que presenten rigidez muscular y dificultades en el hablar con el fin de contribuir y mejorar sus procesos de terapia de comunicación.

La tecnología a emplearse en este re-diseño está basada en la plataforma de hardware libre Arduino que hará posible el cumplimiento de los objetivos antes mencionados; esta placa será la encargada de reproducir los sonidos de cada botón y visualizarlos en una pantalla LCD.

Para la transmisión inalámbrica de los datos a la computadora se implementaran módulos XBEE, y para el envío de SMS al celular el dispositivo tendrá un módulo GSM.

Todos los circuitos estarán dentro del dispositivo que estará alimentado por un sistema de baterías recargables.

## **Antecedentes**

Actualmente existen 16 prototipos que han sido evaluados técnicamente, el ultimo que se desarrolló para el IPCA estuvo basado en la re-ingeniería del transmisor que esta implementado en el Instituto Fiscal especial “*Stephen Hawking*” donde ha tenido un gran impacto con los niños que han hecho uso de este dispositivo.[3]

Con todos los análisis que se han hecho sobre la última versión que se entregó en el IPCA se concluye que para el proceso de re-ingeniería es necesario:

- Disminuir el tamaño y peso de la estructura física, sustituyendo los botones de 100mm por unos que estén dentro del rango de 33mm a 52mm.

- Cambiar el color de uno de los botones (rojo) para evitar que el niño se confunda.
- Implementar el envío de SMS al celular en caso de que nadie esté cerca del niño o niña cuando tenga una necesidad.
- Implementar un sistema de baterías más liviano y que tenga un desempeño óptimo.

## **Objetivo General**

- Realizar el proceso de re-ingeniería para el transmisor inalámbrico de necesidades básicas mejorando su portabilidad y manejabilidad para niños que sufran de Parálisis Cerebral Infantil y presenten dificultad en el habla.

## **Objetivos Específicos**

- Investigar sobre los aspectos más relevantes de la parálisis cerebral infantil PCI.
- Analizar y realizar las correcciones necesarias al diseño existente para mejorar su portabilidad y manejabilidad.
- Analizar y determinar el grupo de niños con PCI que serán los benefactores del dispositivo desarrollado.
- Determinar qué tipo de impacto tiene el dispositivo desarrollado dentro del grupo de niños.

## **Alcance del Proyecto**

El propósito principal de este proyecto está orientado en primer lugar a reducir el tamaño para mejorar la portabilidad y manejabilidad del dispositivo ya existente, y así seguir aportando en el proceso de la terapia de lenguaje fomentando el aprendizaje en el niño para mejorar su calidad de vida.

El dispositivo desarrollado no tiene como finalidad ser un producto comercial, sino como se mencionó anteriormente brindar una herramienta de apoyo a los niños con parálisis cerebral del IPCA y además promover a seguir incursionando en el área de tecnologías de inclusión dentro de la UPS

## **CAPITULO 1**

### **1 ASPECTOS GENERALES DE LA PARALISIS CEREBRAL**

## 1.1 Introducción

Actualmente en Ecuador son muchos los niños y niñas que sufren de Parálisis Cerebral Infantil (PCI), lo que los obliga a vivir en un mundo lleno de limitaciones aun en sus actividades más básicas como el *comer, jugar, caminar o hablar*. [6]

La PCI, es un conjunto de trastornos que son causados por lesiones o defectos en el desarrollo del cerebro; estas lesiones surgen dentro de los primeros días de gestación o también desde los 3 a 5 años de vida.

El termino parálisis hace referencia a los problemas de debilidad muscular que conlleva a una dificultad en el control a voluntad del movimiento del cuerpo.

El término Cerebral hace referencia a una lesión en las áreas motoras del cerebro que son las responsables del movimiento y postura del cuerpo.

Una de las definiciones más aceptadas actualmente para la PCI es: *“un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura causantes de limitación de la actividad, que son atribuidos a una lesión no progresiva sobre un cerebro en desarrollo en la época fetal o los primeros años.”* [1]

## 1.2 Causas de la Parálisis Cerebral [3,4]

El criterio de los investigadores es extenso en este tema, pero la mayoría afirma que no se puede saber con exactitud la causa que originó la Parálisis cerebral ya que estas pueden ser múltiples como malformaciones o lesiones cerebrales ocurridas durante la vida fetal que producen la falta de oxígeno y riego sanguíneo en el cerebro o al momento del parto donde ocurren los accidentes posnatales, meningitis, ahogamientos etc.

Es por estos motivos que los científicos consideran que se debe dividir en 3 causas principales:

1. Causas Prenatales
2. Causas Perinatales
3. Causas Posnatales

### 1.2.1 Causas Prenatales [2]

Esta es la causa más frecuente de PCI en los niños y niñas, se pueden presentar por las siguientes causas:

- Hipoxia<sup>1</sup>: Insuficiencia de oxígeno en el cerebro

---

<sup>1</sup>Baja concentración de oxígeno en la sangre que afecta a todos los órganos y sistemas en diverso grado según su intensidad y duración.

- Alteraciones en la coagulación, enfermedades autoinmunes
- Infecciones Intrauterinas, sustancias toxicas, disfunción tiroidea
- Exposición de la madre a Rayos X.
- Gestación Múltiple, Retraso del crecimiento intrauterino

### **1.2.2 Causas Perinatales [3]**

Estas causas se dan en el momento del parto o momentos inmediatamente posteriores al nacimiento del niño o niña

- Si el niño o niña es prematuro o prematura y su peso es muy bajo tiene mayor riesgo de PCI
- Asfixia Perinatal: Falta de oxígeno en la sangre del recién nacido
- Hemorragia intracraneal: problemas con la circulación de la sangre en el cerebro del recién nacido.
- Algún traumatismo o lesión en el cerebro producido por una caída o golpe.
- Desprendimiento de la Placenta

### **1.2.3 Causas Posnatales [4]**

Estas causas son las que ocurren después del parto y entre los primeros 5 años de vida

- Meningitis
- Algún tipo de enfermedad infecciosa
- Traumas o golpes en la cabeza
- Deshidratación
- Intoxicaciones por mal uso de medicamentos

## **1.3 Tipos de Parálisis Cerebral [3,4,5]**

La PCI se clasifica según diferentes criterios, se nombraran los más comunes:

### **1.3.1 Por efectos Fisiológicos**

Se determina según donde se ubique la lesión en la corteza cerebral (Ver Figura 1.1 [3]):

- PC Espástica: La característica principal es el aumento excesivo del tono muscular acompañado de una alta rigidez muscular lo que dificulta los movimientos armoniosos o coordinados de los brazos y las piernas ya que es una lesión que se ubica en la corteza motora. Este tipo de lesión afecta alrededor del 75% de los casos de PCI y es la principal causa de discapacidad intelectual.

- PC Discinética o Atetósica<sup>2</sup>: Las alteraciones en el tono muscular de este tipo de lesión provoca la descoordinación y falta de control de movimientos debido a que son lentos y retorcidos, todas estas alteraciones desaparecen durante el sueño, se dificulta mucho el sentarse o el caminar. Los problemas auditivos son muy comunes dentro de esta PC lo que dificulta mucho el desarrollo del lenguaje, dependiendo de la gravedad de la lesión puede afectar también músculos de la cara y la lengua.
- PC Atáxica<sup>3</sup>: En este tipo de lesión la persona presenta un desequilibrio al caminar y descoordinación de movimientos rápidos y finos. En la mayoría de los casos las personas sufren de un temblor involuntario del área del cuerpo que utilizan para realizar alguna actividad, también la sensibilidad va disminuyendo progresivamente.
- PC Mixta: Este tipo de lesión es la combinación de algunos de los tres tipos mencionados anteriormente.

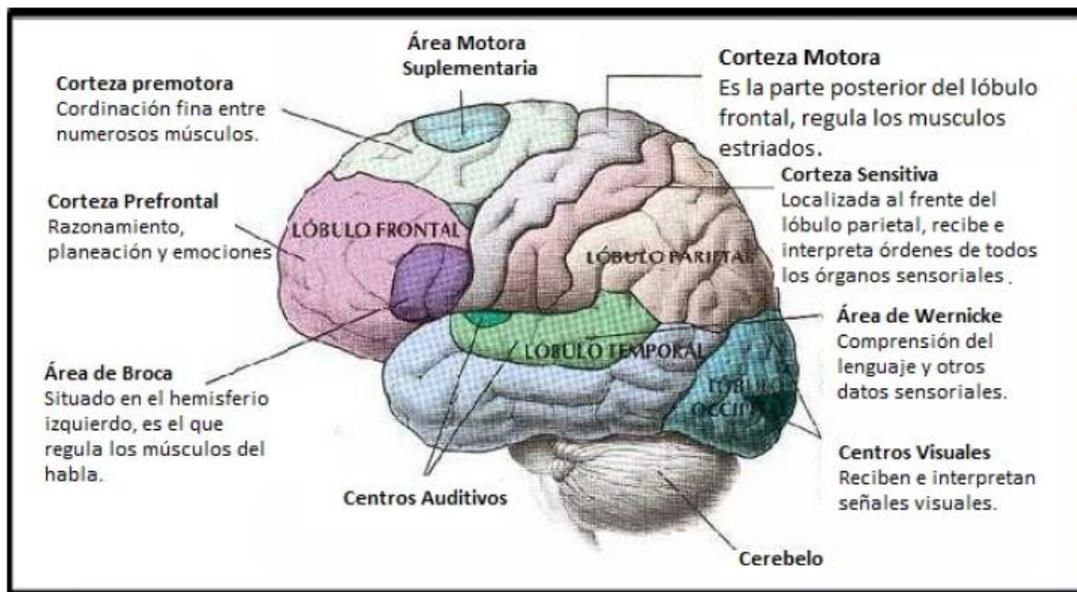


Figura 1-1 Corteza Cerebral

<sup>2</sup>Lesiones en la corteza cerebral que se manifiesta en movimientos lentos, involuntarios, incontrolados y sin objeto

<sup>3</sup>Descoordinación en el movimiento de las partes del cuerpo

### **1.3.2 Por la parte del cuerpo afectada**

Se determina según la parte del cuerpo que afecta la PCI

- **Monoplejía:** Es cuando la parálisis afecta a un solo miembro en el cuerpo; generalmente afecta más a los miembros superiores.
- **Diplejía:** La parálisis afecta en casi todos los casos a los miembros inferiores, rara vez afecta a los superiores.
- **Triplejía:** La parálisis afecta a tres miembros del cuerpo, puede ser la combinación de una monoplejía y una diplejía.
- **Cuadriplejía:** Afecta a todas las extremidades del cuerpo
- **Hemiplejía:** La parálisis afecta a uno de los dos hemisferios del cuerpo, ya sea en los miembros superiores, los miembros inferiores, o su combinación pero situados en el mismo lado.

### **1.3.3 Según el tono muscular**

Estos tipos de lesiones aparecen dentro de los primeros 3 años de vida se sub clasifican en:

- **Hipotonía:** El tono muscular va disminuyendo y generalmente hace lucir al niño o niña relajados.
- **Hipertónico:** El tono muscular tiene mayor concentración y hace que los niños o niñas se vean rígidos o tiesos.

### **1.3.4 Según el grado de dependencia**

Según el tamaño de la lesión se determina un grado de PCI:

- **Leve:** El niño o niña es independiente en su totalidad, pero es torpe o brusco en los movimientos que realiza
- **Moderada:** Necesita de ayuda de una tercera persona o de equipos ortopédicos o tecnológicos para realizar ciertas actividades.
- **Grave:** Necesita de total ayuda de otra persona para poder vivir, no puede realizar ninguna actividad por más sencilla que sea.

## 1.4 Parálisis Cerebral en el Azuay

En el Ecuador aproximadamente el 13,2% de la población sufre algún tipo de discapacidad, es decir que al menos el 6% de los hogares tienen al menos una persona discapacitada. [12]

Actualmente Azuay cuenta con una población de 712.127 habitantes, según el CONADIS en su registro nacional de discapacidades la provincia tiene aproximadamente 26.062 personas discapacitadas, es decir cerca del 3.65% de la población padece de algún tipo de discapacidad. Ver tabla 1.1 [6]

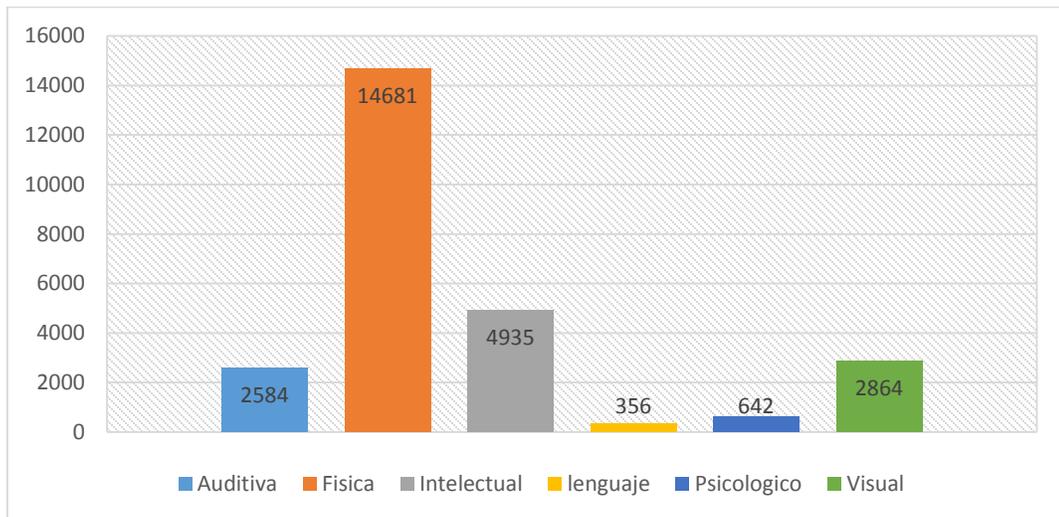


Tabla 1-1 Tipos de discapacidad en la provincia del Azuay

En el Azuay existen varias instituciones que están a disposición de las personas discapacitadas, este proyecto está enfocado para ayudar a los niños y niñas del IPCA.

En el Cuadro 1.1a y 1.2b [13] se observan las instituciones destinadas a la ayuda de discapacitados en la provincia.

PROVINCIA	INSTITUCIÓN	REPRESENTANTE	CARGO	CIUDAD	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO
AZUAY	FUNDACION ALADIS* (ALTERNATIVAS LABORALES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD)*	LCDR. CATALINA DELGADO	PRESIDENTA	CUENCA	PIO BRAVO 12-13 Y TARQUI	2885190	acddu@hotmail.com
AZUAY	ASOCIACION PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DEL NIÑO EXCEPCIONAL DEL AZUAY	SRA. MARIA MERCEDES ESPINOSA DE CUEVA	PRESIDENTA	CUENCA	CAMILO EGAS 3-50 Y PASEO DE LOS CAÑARIS	2807915	adinea@andinea.org
AZUAY	INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO AGUSTIN CUEVA TAMARIZ	DRA. EGMA SÁNCHEZ	RECTORA	CUENCA	MERCEDES POZO Y FRANCISCO ESTRELLA	2880609	
AZUAY	INSTITUTO FISCAL ESPECIAL DE INVIDENTES Y SORDOS DEL AZUAY	LCDR. MIRIAM FALCONI ERAZO	DIRECTORA	CUENCA	AV. EL PARAISO S/N	2452631	ieisa9@gmail.com
AZUAY	CENTRO DE ARTES ESPECIALES FUNDACIÓN MUNDO NUEVO	LCDR. MONSERRATH MORALES	DIRECTORA	CUENCA	LONDRES Y BERLÍN CDLA. MUTUALISTA AZUAY MACHÁNGARA PANM NORTE KM. 51/2	2477501	
AZUAY	FUNDACION DONUM	MONSEÑOR ALBERTO LUNA TOBAR	DIRECTOR EJECUTIVO	CUENCA	TARQUI 1356 Y PIO BRAVO	0722833031	fdonum@etapaonline.net.ec
AZUAY	CENTRO DE EDUCACION ESPECIAL GUALACEO	LCDR. ENMA LUCLA BURI	DIRECTORA	CUENCA	ATAHUALPA Y LOS INCAS S/N (GUALACEO)	2255706	
AZUAY	INSTITUTO ESPECIAL NICOLAS VÁSQUEZ MUÑOZ	LCDR. OLGA MARÍA TITO JARA	DIRECTORA	PAUTE	CALLE LURTUR 5 -10 Y VÍA INTEROCEÁNICA	2250400	olgata104@hotmail.com
AZUAY	INSTITUTO SAN JUAN DE JERUSALÉN	DR. FRANCISCO OCHOA	DIRECTOR GENERAL	CUENCA	PAUCARBAMBA Y GIRASOL ESQUINA	2814001	dsjuan@cue.satnet.net
AZUAY	FUNDACIÓN DE AYUDA Y APOYO INTEGRAL AL CIEGO ECUATORIANO	ING. PAUL ESTEBAN MORENO SERRANO	DIRECTOR	CUENCA	CARLOS ARIZAGA TORAL Y TARQUINO CORDERO	4093534	faice@faice.org
AZUAY	FUNDACIÓN MENSAJEROS DE LA PAZ	PADRE JOSÉ LUIS SÁNCHEZ	PRESIDENTE	CUENCA	JUAN MONTALVO 8-54 Y SUCRE	2850858	menpazec@etapaonline.net.ec
AZUAY	FUNDACION ANDRES SALCEDO	FRANKLIN ARTEAGA	PRESIDENTE	CUENCA	JAIME ROLDOS 4-80	2863420	franarteaga@hotmail.com
AZUAY	FUNDACIÓN HUIRACOCHA TUTIVÉN	Dra. LOURDES HUIRACOCHA TUTIVÉN	PRESIDENTA	CUENCA	JUAN BAUTISTA VASQUEZ 1-64 Y LORENZO MEDRA ESQUINA	099987321	lourdesh@qjhwel.net
AZUAY	CORPORACION DE ESTUDIOS ESPECIALIZADOS DE TRANSITO, TRANSPORTE, AMBIENTE, EDUCACION Y SEGURIDAD VIAL	DAVID ROLANDO HURTADO	PRESIDENTE	CUENCA	CC. EL TRIANGULO DF. A AUTOPISTA ASOGUEZ KM 11	074075314	corpovial_ec@hotmail.com

*Cuadro 1-1a Instituciones para Discapitados en la Provincia del Azuay*

PROVINCIA	INSTITUCIÓN	REPRESENTANTE	CARGO	CIUDAD	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO
AZUAY	INSTITUTO INTEGRAL DE EDUCACIÓN ESPECIAL PARA NIÑEZ Y ADOLESCENCIA CON DISCAPACIDAD	LDOA. LORENA AVILA HERNÁNDEZ	DIRECTORA	GIRON	HUMBERTO ZALAMEA Y FRANCISCO PEÑAHERRERA	072275265	institutoespecial_giron@hotmail.com
AZUAY	INSTITUTO PILOTO DE INTEGRACION DEL AZUAY	MSC. GLORIA SANCHEZ CEDILLO	DIRECTORA	CUENCA	AV. HUAYNACAPAC Y PISARCAP (CONSEJO DE SALUD)	072809419	gloriaesperanza495@hotmail.com
AZUAY	ASOCIACIÓN PROSUPERACIÓN DE LA PERSONA CON PARÁLISIS CEREBRAL DEL AZUAY	MARÍA BEATRIZ ULLAJRI ORAMAS	PRESIDENTA	CUENCA	GUATANA 114 Y DOLORES I. TORRES	072865214	info@lpca-cuenca.org
AZUAY	FUNDACION ESCUCHAME	CEOLIA KATERINE ULLOA RODRIGUEZ	PRESIDENTA	CUENCA	CALLE: LAS GOLONDRINAS S/N Y AV. 24 DE MAYO	095302323	fundacion_escuchame@hotmail.com
AZUAY	FUNDACION GENERAL DAVALOS	JANNETH CUMANDA GRANDA AGUIRRE	PRESIDENTA	CUENCA	PANAMERICANA NORTE KILÓMETRO 7 1/2 SIDCAY	2876952	
AZUAY	ASOCIACION DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD, FAMILIARES, AMIGOS, AMIGAS FUENTES DE VIDA	FANNY PELAEZ CASTRO	PRESIDENTE	CHORDELEG	LUIS G. PEÑA Y GUALACED	072296014	elzuedu11@hotmail.com
AZUAY	ASOCIACION DE PERSONAS CON CAPACIDADES DIFERENTES JESUS ES NUESTRO SALVADOR	JESÚS SALVADOR SANGURIMA BARRETO	PRESIDENTE	CAMILO PONCE ENRIQUE	RECINTO SHUMIRAL	092238598	asocijesusalva@hotmail.com
AZUAY	ASOCIACION DE PADRES DE MINUSVALIDOS DEL CENTRO DE REHABILITACION INTEGRAL DEL MINUSVALIDO	ROSA ELVIRA CORDOVA SANTANA	PRESIDENTA	CUENCA	AV. 12 DE ABRIL S/N Y AV. DEL PARAISO	4096451	roscordova@yahoo.com
AZUAY	ESCUELA ESPECIAL SAN JOSÉ DE CALASANZ	TEC. EULALIA TORRES	DIRECTORA	CUENCA	PASEO DEL RIO YANUNCAY Y PASEO DEL RIO TARQUI	2817795	info@institutoaliansa.org
AZUAY	ASOCIACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y SUS FAMILIARES DE LA ZONA ALTA DEL CANTÓN PUCARA	SEGUNDO JOSE MARQUEZ HERAS	PRESIDENTE	PUCARA	35 DE JULIO Y MUNICIPALIDAD LUIS PASTEUR Y ESPINAZA ENTRE AV. ABELARDO J. ANDRADE Y AV. DEL CHOFER SECTOR ATENAS DE TELECUENCA	091509279	adpsj@hotmail.com
AZUAY	INSTITUTO DE EDUCACIÓN ESPECIAL STEPHEN HAWKING	LDOA. JUDITH BRITO PALADINES	RECTORA	CUENCA		4081442	ifeshcuenca@yahoo.es
AZUAY	SOCIEDAD DE NO VIDENTES DEL AZUAY	RAFAEL AUQUILLA MEJIA	PRESIDENTE	CUENCA	CALLE DE LAS HERRERIAS 2-12 Y LOS ARUPOS, BARRIO EL VERGEL	2889291	sonwa@azuay.net
AZUAY	ASOCIACION DE PERSONAS CON DISCAPACIDADES DEL AZUAY	MANUEL ARROYO ANDRADE	PRESIDENTE	CUENCA	CALLE LEOPOLDO ABAD Y AVENIDA TRECE DE ABRIL	4107004	infoapdisa@gmail.com
AZUAY	FEDERACION NACIONAL DE CIEGOS DEL ECUADOR	LDOA. LUIS NARVAEZ	PRESIDENTE	CUENCA	CALLE DE LAS HERRERIAS 2-12 Y ARUPOS CDLA. EL VERGEL	074096366	fencecue@oue.satnet.net
AZUAY	ASOCIACION DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y FAMILIARES SAN FRANCISCO DE ASIS	CARLOS BENEDICTO MONGE GUANGA	PRESIDENTE	SAN FERNANDO	BOUVAR Y JOSE MARIA QUITO	072279629	asopcd-sanfernando@hotmail.com
AZUAY	ASOCIACION DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD DEL CANTON SANTA ISABEL	GERARDO HONORIO TAPIA DURAN	PRESIDENTE	SANTA ISABEL	CALLE MANABI	072270737	gerataplaturan@yahoo.com

Cuadro 1-2b Instituciones para Discapitados en la Provincia del Azuay

### **1.4.1 Datos del Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay**

El Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay tiene más de 25 años de vida y un siglo al servicio de niños, niñas y jóvenes que padecen de PCI o problemas motores.

La misión de la institución es: *“Contar con programas de gestión acorde a las reales necesidades de los niños y jóvenes que requieren de nuestro servicio”*. [14]

La visión de la institución es: *“Alcanzar la superación de niños y jóvenes con parálisis cerebral infantil y/o problemas motores; y otras limitaciones que demandan de nuestro servicio”*. [14]

Los programas que brinda la institución son: [3]

- Programa de Salud
  - Medicina
  - Psicología
  - Odontología
  - Terapia de Lenguaje
  - Terapia Física
  - Terapia Ocupacional
  - Terapias Alternativas
  - Trabajo Social
  - Prevención de Discapacidades
- Programa de Sexualidad Educación Sexual
- Programa de Intervención Temprana
- Programa de Atención Integral
- Programa de Educación Especial

### **1.4.2 Datos Estadísticos de la Institución**

Actualmente en el Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay (IPCA) se da atención a 71 alumnos entre niños y niñas con diferentes tipos de discapacidades como se muestra en las siguientes tablas de datos:

Tabla 1-2 Alumnos con PCI

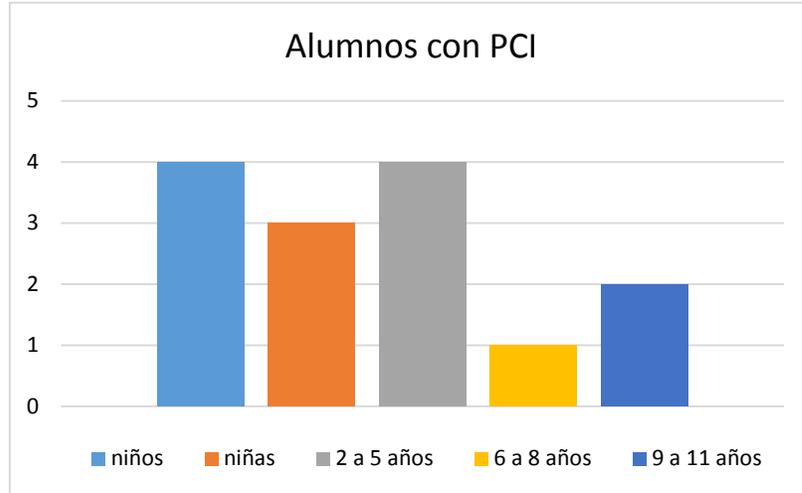


Tabla 1-3 Alumnos con PCI Atetósica

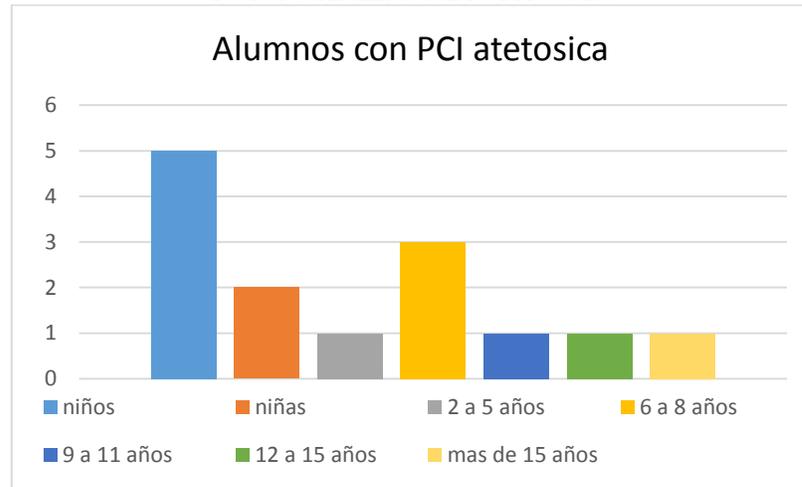


Tabla 1-4 Alumnos con PCI Espástica

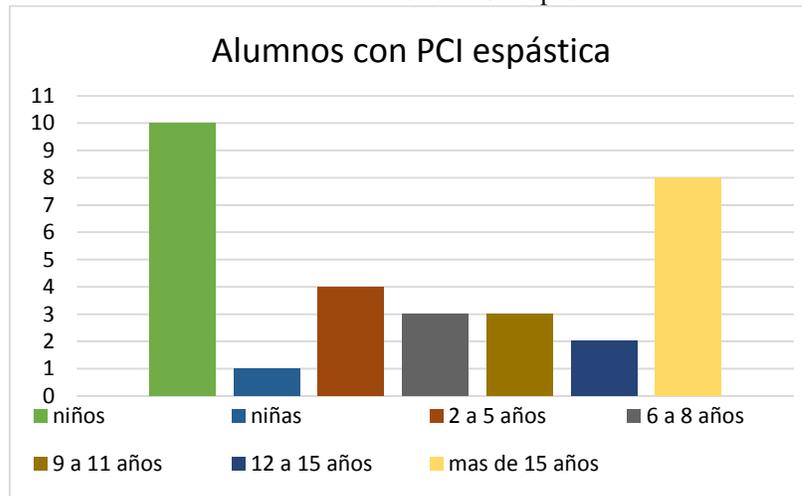


Tabla 1-5 Alumnos con deficiencia cognitiva

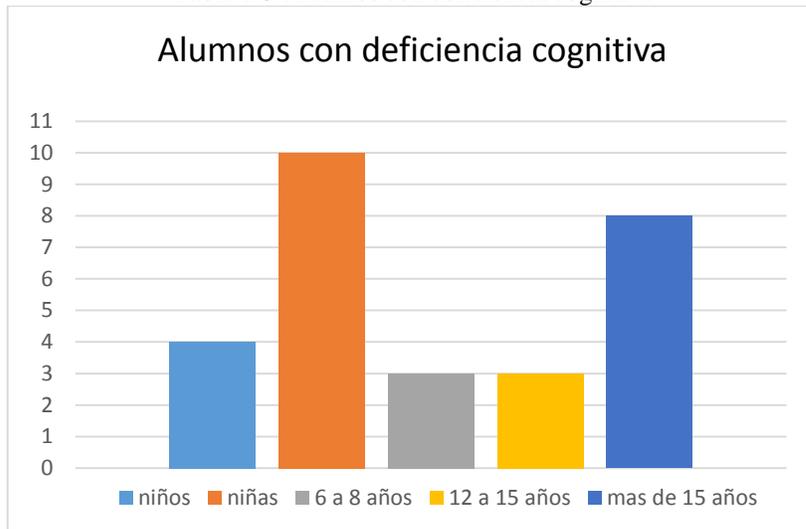


Tabla 1-6 Alumnos con deficiencia intelectual

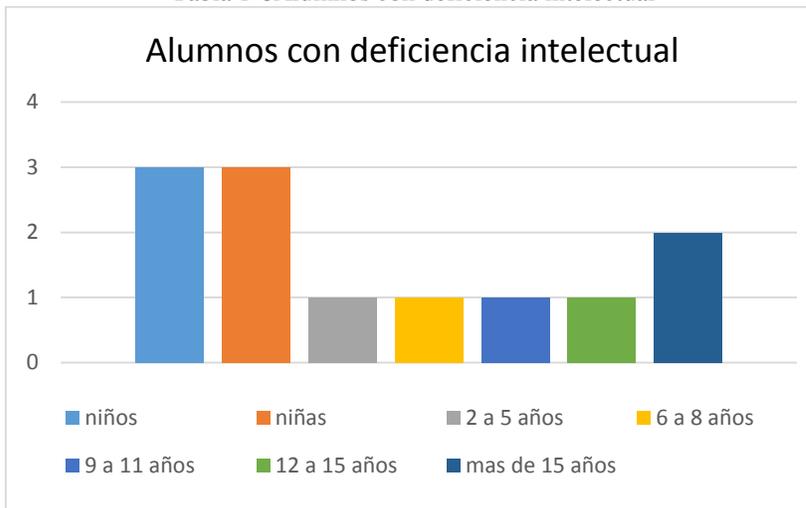


Tabla 1-7 Alumnos con PCI Hipotónico

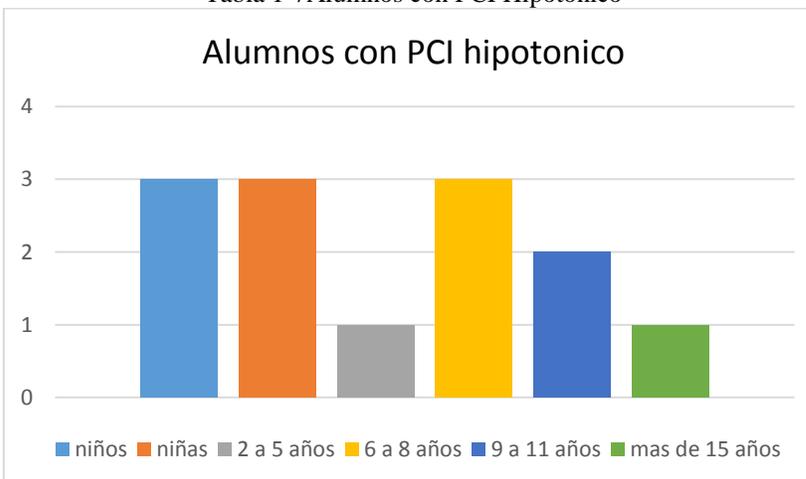


Tabla 1-8 Alumnos con discapacidad auditiva

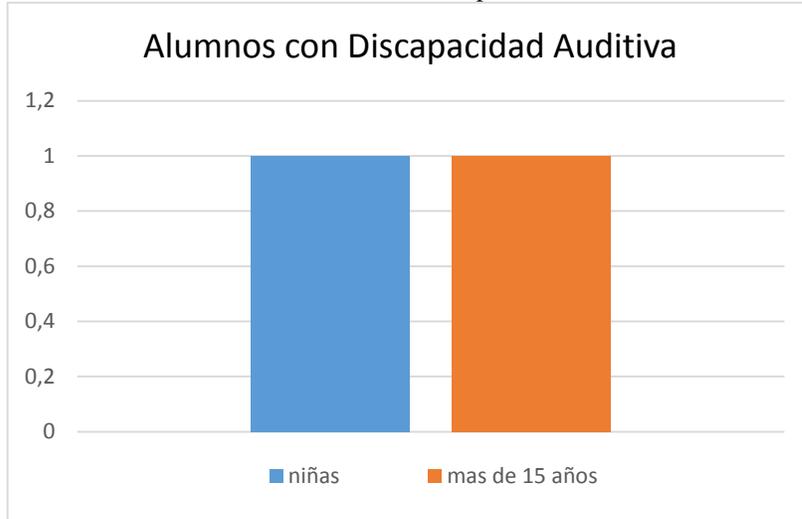


Tabla 1-9 Alumnos con trastorno específico de lenguaje

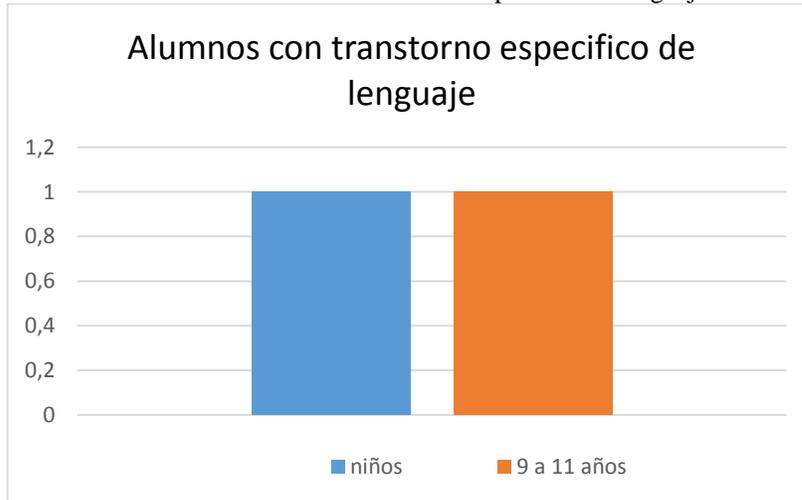
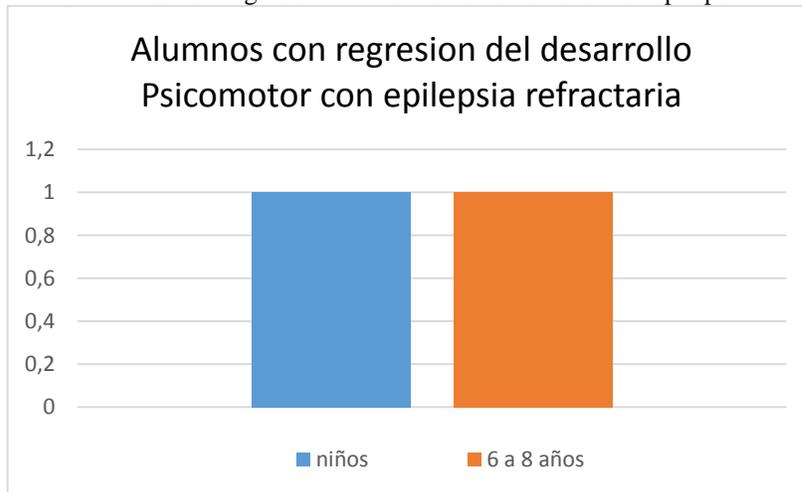


Tabla 1-10 Alumnos con regresión del desarrollo Psicomotor con epilepsia refractaria



Existen otros tipos de discapacidades en el IPCA pero no se mencionaron ya que el proyecto no servirá para su beneficio, todos los datos expuestos fueron entregados por el instituto.

Aquellos niños o niñas que no puedan expresarse o comunicarse son los que trabajarán con el transmisor inalámbrico de necesidades básicas, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El proyecto ayudará en el movimiento y motricidad del niño o niña al momento de presionar los botones.
- En la computadora aparecerá un pictograma indicando la necesidad que el niño o niña requiera.
- Si el terapeuta sabe que no podrá estar cerca del niño o niña ni de una computadora podrá activar la opción de un SMS a su celular cuando el niño o niña tenga una necesidad.
- El proyecto ayudará al niño o niña con movimientos corporales, expresivos y gestuales cuando el pictograma aparezca en la pantalla de la computadora.
- El proyecto ayudará al niño o niña a estimular su oído cuando presione el botón y escuche lo que está pidiendo.

### **1.4.3 Herramientas de apoyo en la educación especial para niños con PCI**

En la actualidad el uso de diferentes herramientas tecnológicas en varios campos de la sociedad como educación, comunicaciones, salud etc. Permiten que se dé un desarrollo muy acelerado, centrándonos en el uso de estas herramientas para niños con PCI no solamente han permitido que lleven una vida con menos limitaciones sino que también les infunden autoconfianza y autoestima, ya no se sienten segregados y sueñan con una vida normal como cualquier otra persona.

La inclusión de la computadora y la electrónica son de gran ayuda debido a la extensa cantidad de tecnologías que actualmente existen para ayudar a personas discapacitadas mediante las TIC's. [3]

Dentro de las necesidades educativas especiales NEE se toman en cuenta factores como:

- Captación del entorno físico y la relación que tienen con otras personas
- Mejora en el lenguaje y la comunicación
- Mejora en el desarrollo intelectual e interacción
- Desarrollo personal y social

Nos centraremos en un método que es bastante utilizado para niños y niñas con PCI que no pueden comunicarse normalmente, este es el uso de pictogramas.

Un pictograma es un signo claro y esquemático que representa un objeto real, figura o concepto, sintetizando un mensaje para ser transmitido sobrepasando la barrera de las lenguas. Ver Figura 1.2 [15]



*Figura 1-2 Pictogramas*

Para alumnos que poseen alguna discapacidad en el habla o en su manera de comunicarse este lenguaje es un apoyo esencial para que podamos comprender su mundo.

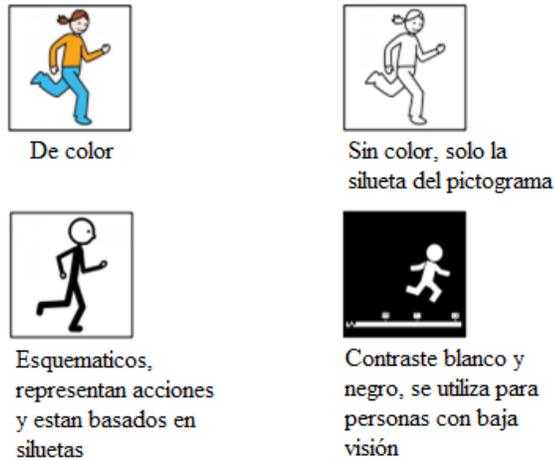
#### **1.4.4 Comunicador Pictográfico**

Es un dispositivo que permite la interacción comunicativa mediante el uso de pictogramas ubicados en rejillas o plantillas según las necesidades que se tengan. Ver Figura 1.3 [16]



*Figura 1-3 Comunicador de Pictogramas*

En este proyecto el comunicador será electrónico y constara de 5 pictogramas intercambiables como máximo 10 programables según las necesidades de los alumnos del IPCA, los tipos de pictogramas pueden variar como se observa en la Figura 1.4 [16]



*Figura 1-4 Tipos de Pictogramas*

## 1.5 Síntomas y Tratamientos para la PCI [4, 7, 8, 9]

Los primeros síntomas se manifiestan dentro de los 3 primeros años de vida del niño o niña, se pueden identificar rápidamente si se observa que los niños tienen cierta dificultad al voltearse, sentarse, gatear, sonreír o caminar.

Los síntomas más importantes son evidentes por el cambio del tono muscular y la torpeza en el movimiento, pero pueden estar asociados con diferentes problemas como:

- Problemas visuales y auditivos
- Dificultad en el habla
- Agnosias<sup>4</sup>
- Apraxias<sup>5</sup>
- Disquinesia<sup>6</sup>
- Epilepsias

Actualmente no existe una cura para la PCI, los niños pueden mejorar su calidad de vida con un tratamiento idóneo y personal, sus movimientos su desarrollo intelectual y su nivel de comunicación pueden llegar a ser casi normales si se los trata a tiempo y con un equipo médico especializado ya que no existe un tratamiento estándar.

Un plan de manejo integral incluye un extenso equipo de profesionales que puedan atender al niño en las siguientes áreas:

---

<sup>4</sup>Alteraciones en la percepción y estímulos sensoriales

<sup>5</sup>Incapacidad de realizar movimientos coordinados para lograr un fin determinado, o la pérdida de comprensión del uso de objetos ordinarios.

<sup>6</sup>Dificultad en movimientos voluntarios

### **1.5.1 Fisioterapia**

Esta debe comenzar en los primeros años, inmediatamente después del diagnóstico, ayuda a prevenir el deterioro y debilidad muscular debido a las contracturas que sufren los músculos al no tener actividad física. La fisioterapia sola o combinada con aparatos especiales (llamados *dispositivos ortóticos*) ayuda a prevenir la contractura estirando los músculos espásticos.

### **1.5.2 Terapia Ocupacional**

La tarea del terapeuta ocupacional es la de optimizar las funciones del tronco, es decir ayuda a mejorar la postura y que el niño desarrolle al máximo su movilidad, le ayuda a aprender las actividades más básicas como comer, vestirse y a usar el baño por sí solo, este tipo de terapia ayuda mucho para que el niño gane autoestima y se sienta confiado en cualquier actividad que realiza.

### **1.5.3 Terapia de Integración Sensorial [10]**

Esta terapia es una especialización de un terapeuta ocupacional en donde observa si el niño tiene un mal procesamiento sensorial y como consecuencia presenta problemas en el aprendizaje y desarrollo en general. Los niños pueden jugar en su entorno y a la vez recibir muchos estímulos sensoriales que no son capaces de integrar de una manera correcta toda esa información, por este motivos necesitan de un entorno diseñado para proporcionarles por ejemplo la estimulación vestibular, táctil etc. Una vez que el niño aprende a procesar bien los estímulos que se le dan las actividades que realiza pasan de ser básicas a complejas, en otras palabras se trata de un juego dirigido que facilita la estimulación y su desarrollo en el entorno que lo rodea es mejor.

### **1.5.4 Terapia Recreativa [8]**

Esta terapia también es conocida como hipoterapia, generalmente se realiza con la presencia de los padres y ayuda mucho a niños levemente dañados a mejorar sus habilidades motoras.

### **1.5.5 Terapia Física Controvertidas [8]**

Es una terapia donde se enseña al niño que desarrolle las habilidades motores en la misma secuencia que un niño normal la haría, por ejemplo primero debe aprender a gatear y luego a caminar.

### **1.5.6 Terapia del Habla y del lenguaje**

Este tratamiento está orientado a que el niño desarrolle un habla lo más inteligente posible, el terapeuta observa que palabras o movimientos faciales son difíciles de realizar para el niño y trabaja en esa área, en caso de que el niño padezca lesiones graves, el terapeuta orienta al niño al uso de la tecnología como por ejemplo un ordenador con sintetizadores de voz.

Los tratamientos para niños que tienen problemas al comer y babea también son necesarios, ya que ellos no poseen absoluto control de sus músculos faciales, mandíbula y lengua; corren el riesgo de aspirar comida o algún líquido hacia los pulmones. En casos de niños muy graves el terapeuta debe recomendar un tubo de alimentación para evitar la malnutrición y enfermedades progresivas de pulmón.

### **1.5.7 Tratamiento Farmacológico [2,8]**

Para niños con PCI espástica se usan medicamentos vía oral como Baclofeno, Diazepam, Tizanidina como la primera línea del tratamiento con el fin de relajar los músculos rígidos, contraídos o hiperactivos; se usan en bajas dosis ya que trae muchos efectos secundarios al niño como malestar estomacal, somnolencia etc. Algunos médicos usan tratamientos de inyecciones con alcohol directo al nervio para reducir las espasticidad pero se requiere de una gran habilidad para lograrlo.

La toxina botulínica (BT-A) se ha convertido en el tratamiento estándar para relajar los músculos hiperactivos en un periodo de 3 meses y casi sin dejar efectos secundarios en el niño, el problema de esta inyección es que no cuenta con la aprobación de la FDA para tratar espasticidad en niños, es por este motivo que los padres y terapeutas deben asegurarse que el médico que administra esta inyección este muy bien capacitado en lo que hace.

### **1.5.8 Tratamiento Quirúrgico[8,11]**

La finalidad de este tratamiento es detectar músculos y tendones gravemente contraídos para alargarlos, ya que al encontrarse tan contraídos generan un intenso dolor al caminar o al moverse, es una tarea muy difícil para los médicos la identificación de los músculos atrofiados debido a que solo para dar dos zancadas en una marcha normal intervienen más de 30 músculos; la electromiografía y el análisis de la marcha mediante el uso de cámaras suponen una gran ayuda para lograr este objetivo.

Una técnica eficaz que los médicos han estado probando es la Rizotomía Dorsal Selectiva (SDR, en inglés) con la cual intentan reducir las espasticidad reduciendo la cantidad de estímulo que le llega al musculo a través de los nervios; los médicos localizan y cortan selectivamente algunas terminaciones nerviosas que están sobre

activadas. Esta técnica es la última línea de tratamiento en la PCI, ya que solamente se utiliza cuando han fracasado todas las anteriores terapias y tratamientos.

Nuevas tendencias medicas están desarrollándose en el país para el tratamiento de la PCI, una de las más innovadoras es el uso de una cámara Hiperbárica, esta es una técnica no invasiva en donde el niño es introducido en una cámara que se encuentra con una presión 2 o 3 veces mayor a la presión atmosférica ambiental en donde respira 100% de oxígeno durante una hora y media, y está científicamente comprobado que proporciona beneficios como:

- Mejoría en la espasticidad
- Aumenta la tonicidad muscular
- Disminuye las secreciones
- Ayuda a la independencia
- Incrementa la socialización
- Desarrolla la capacidad de lenguaje por la optimización de las partes del cerebro que se reactivan con la oxigenación.

Los resultados se evidencian a partir de la tercera sesión, durante todo el proceso un equipo médico especializado compuesto por un enfermero hiperbárico monitorea dentro de la cámara al niño y a sus padres, el operador de cámara es el que suministra el oxígeno y la presión y el técnico de la cámara es quien revisa que todos los equipos funciones adecuadamente y el tratamiento sea efectivo. [11]

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Dra. Olga Bastidas, Neurólogo – Pediatra, (*Parálisis Cerebral*), Neuropediatría Actual. URL: <http://www.neuropediatriaactual.mx/paralisis-cerebral/>
- [2] Pilar Póo Argüelles, (*Parálisis Cerebral Infantil*), Servicio de Neurología, Hospital Sant Joan de Déu, Barcelona. URL: <http://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/36-pci.pdf>
- [3] Esteban Andrade, Jorge Morocho (*Diseño e Implementación de un tablero inalámbrico multifuncional transmisor de necesidades básicas para niños con parálisis cerebral*) Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. URL: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4842>
- [4] Ana Madrigal Muñoz, (*La parálisis Cerebral*), Observatorio de la Discapacidad Instituto de Mayores y Servicios Sociales. URL: [http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO8993/paralisis\\_cerebral.pdf](http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO8993/paralisis_cerebral.pdf)
- [5] My Child Without Limits.org (*Describiendo la Parálisis Cerebral de un niño*), URL: <http://www.mychildwithoutlimits.org/understand/cerebral-palsy/cerebral-palsy-diagnosis-and-classification/cerebral-palsy-classification/?lang=es>
- [6] CONADIS (*Registro Nacional de Discapacidades*), Mayo 2013, URL: [http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/conadis\\_registro\\_nacional\\_discapacidades.pdf](http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/conadis_registro_nacional_discapacidades.pdf)
- [7] DISCAPNET (*Parálisis Cerebral*) Fundación ONCE, Technosite, URL: <http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Discapacidades/Desarrollo%20Motor/Paralisis%20cerebral/Paginas/Descripcion.aspx>
- [8] Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares (*Parálisis Cerebral, Esperanza en la Investigación*), 22 Diciembre 2010, URL: <http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/paraliscerebral.htm#12>
- [9] Dr Ananya Mandal, MD (*Cerebral Palsy Treatment*), News Medical, 11 Diciembre 2012, URL: <http://www.news-medical.net/health/Cerebral-Palsy-Treatment.aspx>
- [10] José Quinde, Christian Astudillo (*Diseño y Construcción de un sistema de interacción con el computador para niños con parálisis Cerebral*), Universidad politécnica Salesiana Sede Cuenca, URL: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6427>
- [11] Hospital Alcívar (*Hiperbárica Alcívar*), 2011, URL: <http://hiperbarica.ec/ventajas-de-usar-la-camara-hiperbarica/>

[12] Margarita Illescas, Darwin Tapia (*Creación de un Repositorio de proyectos de software realizados en la carrera de ingeniería de sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, para personas con discapacidades en la provincia del Azuay*), Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, 2013, URL: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6955/1/UPS-CT003610.pdf>

[13] CONADIS (*Registro Nacional de Discapacidades, Instituciones*), Mayo 2013, URL: [http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/registro\\_nacional\\_discapacidades\\_instituciones.pdf](http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/registro_nacional_discapacidades_instituciones.pdf)

[14] Sandra Tapia (*Análisis Diseño e Implementación de una aplicación de terapia visual para niños con discapacidad motora en el nivel de primaria I del instituto de parálisis cerebral del Azuay*), Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, 2013, URL: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4283k>

[15] Logopedia del Ponce de León (*El uso de los pictogramas*), URL: [http://www.ponceleon.org/logopedia/index.php?option=com\\_content&view=article&id=110&Itemid=96](http://www.ponceleon.org/logopedia/index.php?option=com_content&view=article&id=110&Itemid=96)

[16] Clara Delgado (*Mi comunicador de Pictogramas*), Serie Tecnología y Comunicación, CEAPAT IMSERSO, URL: [http://www.ceapat.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/mcomu\\_pictogramas.pdf](http://www.ceapat.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/mcomu_pictogramas.pdf)

## **CAPITULO 2**

### **2 ASPECTOS GENERALES DE LAS RADIO FRECUENCIAS EN EL ECUADOR**

## 2.1 Introducción

El termino radio frecuencia o también conocido como espectro de radio frecuencia son las ondas con menos energía del espectro electromagnético, pueden transmitirse en el aire, espacio o vacío sin necesidad de un medio material como un cable, estas ondas se pueden generar aplicando una corriente alterna a una antena.

La trasmisión inalámbrica de datos está en constante desarrollo por su gran ventaja de no necesitar un medio físico para transmitirse, existe una extensa variedad de dispositivos que realizan esta función, por nombrar los más comunes tenemos el celular, satélites, radares etc.

Los dispositivos XBEE y SIM300 GSM están configurados para transmisiones inalámbricas a determinadas frecuencias y distancias según su potencia, trabajan en la banda libre de los 2.4Ghz, [1]esta es la herramienta que nos permitirá crear la red de trabajo para el Transmisor de Necesidades Básicas; estos módulos cuentan con el protocolo IEEE 802.15.4 que será detallado más adelante. Ver figura 2.1 [2]

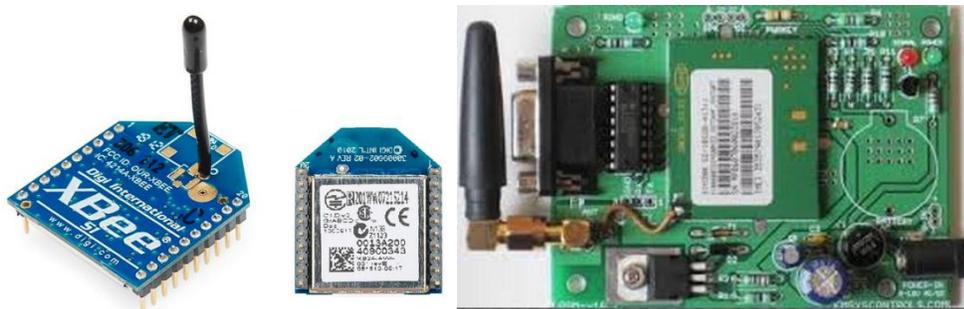


Figura 2-1: Módulo XBEE y Modulo GSM SIM 340

## 2.2 El Espectro Radioeléctrico

Es una porción que ocupa el gran espectro electromagnético (Ver Figura 2.2 [3]), por este medio se realizan las transmisiones de radio, TV, internet, etc.

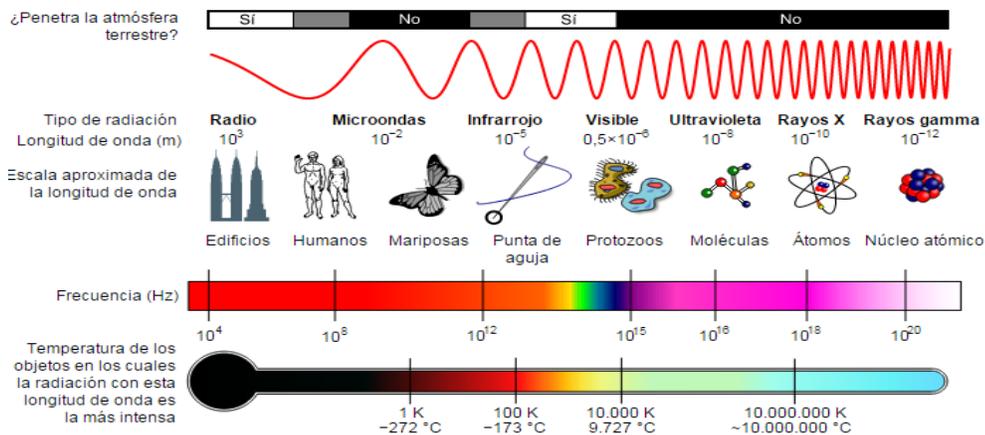


Figura 2-2: Espectro Electromagnético

En el espectro radio eléctrico son fundamentales los términos:

- Frecuencia: Numero de ciclos por segundo de una onda, se mide en Hertz.
- Longitud de onda: La distancia existente entre dos picos de la señal.
- Velocidad de la luz: Es de  $3 \times 10^8$  m/s

Con estos criterios el espectro radioeléctrico se divide como se muestra en el Cuadro 2.1 [4]:

*Cuadro 2-1: Bandas de Frecuencias del Espectro Radio Eléctrico*

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
Extra baja frecuencia Extremely low frequency	ELF	1	3-30 Hz	100.000km– 10.000 km
Super baja frecuencia Super low frequency	SLF	2	30-300 Hz	10.000km – 1000 km
Ultra baja frecuencia Ultra low frequency	ULF	3	300–3000 Hz	1000km – 100 km
Muy baja frecuencia Very low frequency	VLF	4	3–30 kHz	100km – 10 km
Baja frecuencia Low frequency	LF	5	30–300 kHz	10km – 1 km
Media frecuencia Medium frequency	MF	6	300–3000 kHz	1km – 100 m
Alta frecuencia High frequency	HF	7	3–30 MHz	100m – 10 m
Muy alta frecuencia Very high frequency	VHF	8	30–300 MHz	10m – 1 m
Ultra alta frecuencia Ultra high frequency	UHF	9	300–3000 MHz	1m – 100 mm
Súper alta frecuencia Súper high frequency	SHF	10	3-30 GHz	100mm – 10 mm
Extra alta frecuencia Extremely high frequency	EHF	11	30-300 GHz	10mm – 1 mm

A continuación se explica los rangos de frecuencias de mayor interés para el desarrollo de este proyecto: [3]

- Frecuencias muy bajas (VLF): Se usan en comunicaciones gubernamentales y militares
- Frecuencias Medias (MF): Es el rango de frecuencias para las ondas AM.
- Frecuencias Altas (HF): Rango para radiocomunicaciones gubernamentales y militares.
- Frecuencias Ultra Altas (UHF): Rango de frecuencias para comunicaciones móviles en tierra, telefonía celular y comunicaciones militares.

- Súper Alta Frecuencia (SHF): Rango de frecuencias para comunicaciones con satélites y radioenlaces terrestres, también se usan en transmisiones de altas tasas de datos a muy corto alcance.

## **2.3 Bandas Libres en el Ecuador**

### **2.3.1 Ámbito Legal según la Constitución de la República del Ecuador**

La constitución del Ecuador en su Sección Tercera, correspondiente a Comunicación e Información, en su Artículo 17 numeral 1 establece que:

*“Garantizará la asignación, a través de métodos transparentes y en igualdad de condiciones, de las frecuencias del espectro radioeléctrico, para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, así como el acceso a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas, y precautelará que en su utilización prevalezca el interés colectivo.”[5]*

Según la CONATEL<sup>7</sup> y la SENATEL<sup>8</sup> en el “Plan Nacional de Frecuencias Ecuador 2012” establece que:

Las bandas:

- 13 553-13 567 kHz (frecuencia central 13 560 kHz),
- 26 957-27 283 kHz (frecuencia central 27 120 kHz),
- 40,66-40,70 MHz (frecuencia central 40,68 MHz),
- 902-928 MHz en la Región 2 (frecuencia central 915 MHz),
- 2 400-2 500 MHz (frecuencia central 2 450 MHz),
- 5 725-5 875 MHz (frecuencia central 5 800 MHz) y
- 24-24,25 GHz (frecuencia central 24,125 GHz)

Están designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM). Los servicios de radiocomunicación que funcionan en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones. [6]

Cuando se trabaja en estas bandas las interferencias que se dan son altas debido a la falta de control, problemas como la pérdida de la comunicación, disminución de cobertura son muy frecuentes y es necesario cumplir con ciertas reglas que están contempladas en la regulación de bandas.

---

<sup>7</sup>Consejo Nacional de Telecomunicaciones en Ecuador

<sup>8</sup>Secretaría Nacional de Telecomunicaciones en Ecuador

Las bandas ICM fueron designadas internacionalmente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) como bandas libres de acceso público sin fines comerciales, aquí en el Ecuador también son conocidas como MDBA (Modulación Digital de Banda Ancha). [7]

Al existir una gran afluencia de tecnologías en estas bandas, la saturación del espectro es inminente, así que la UIT recomendó una estrategia de control de acceso al espectro mediante grupos de redes que se registren ante un regulador a través de proxies o delegados; otra solución que se recomendó es que cualquiera que esté interesado en el acceso a estas bandas debe especificar el fin que persigue y además el impacto que tendrá su proyecto al hacer uso del espectro para tener preferencia. [7]

## 2.4 Radio Frecuencia y Salud

Organizaciones como COMAR<sup>9</sup> o IEEE<sup>10</sup> son conscientes de la preocupación que existe en las personas por la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencias y otros dispositivos de comunicación inalámbricos.[8] Ver Figura 2.3 [3]

Las ondas electromagnéticas de radiofrecuencias son radiaciones no ionizantes (con energía insuficiente para ionizar los átomos), y cuyas frecuencias están dentro del rango de los 30kHz hasta los 300GHz.



*Figura 2-3: Campos Electromagnéticos que nos rodean*

Para las frecuencias comprendidas entre los 100kHz y los 10GHz incluyendo las antenas y terminales de comunicaciones móviles es indispensable limitar la tasa de absorción específica (SAR) para prevenir la fatiga calorífica de los tejidos y el cuerpo. [9]

La SAR es una medida de la potencia que se deposita ya sea en una región o en todo el cuerpo, su medida es Vatios por Kilogramo de tejido (W/kg); es por este motivo

---

<sup>9</sup>Committee on Man and Radiation

<sup>10</sup>Institute of Electrical and Electronics Engineers

que cuando se utiliza dispositivos inalámbricos cerca del cuerpo su tasa debe ser muy baja aproximadamente de 1,6 W/Kg. [8]

### 2.4.1 Radiaciones Ionizantes y sus efectos en la salud

La ionización es un proceso por el cual se pueden crear iones dentro de las células vivas, que producen a su vez alteraciones moleculares dañando el tejido biológico y el ADN.

En otras palabras para que se de este fenómeno se necesita la interacción con un fotón de muy alta energía (10eV – electrón Voltio), como los que poseen los Rayos X o Rayos Gamma ver Figura 2.4.[10]

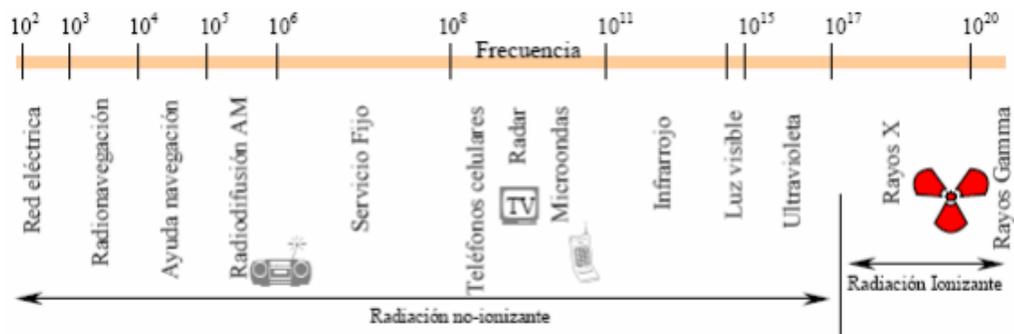


Figura 2-4: Radiación Ionizante y no Ionizante en el espectro electromagnético

La unidad de medida para de la radiación ionizante es el Sievert (Sv), tiene en cuenta el tipo de radiación y la sensibilidad de los tejidos y órganos; también se usa para expresar la tasa de dosis o la velocidad con la que se recibe las dosis de radiación. [3]

Si una persona está embarazada y recibe este tipo de radiación antes de la octava semana o después de la 25 produce daños cerebrales en el feto.

La exposición prolongada a potencias muy elevadas de radiación RF puede calentar rápidamente los tejidos biológicos como por ejemplo los hornos microondas, los mecanismos que manejan la termorregulación en el cuerpo no alcanzan a disipar el exceso de calor.

### 2.4.2 Hipersensibilidad Electromagnética

Algunas personas afirman ser sensibles a los campos eléctricos o magnéticos, la hipersensibilidad está dentro de los rangos de radiaciones no ionizantes, estas personas atribuyen sus dolores, cefaleas, depresión, alteraciones del sueño e incluso crisis epilépticas a la exposición continua que tienen a los campos electromagnéticos. [11]

La Organización Mundial de la Salud (OMS) llevo a cabo una investigación sobre la hipersensibilidad electromagnética en ambientes totalmente controlados y diseñados; todos los estudios científicos que se hicieron llegan a la conclusión de que no existe una relación directa entre los síntomas y la exposición a campos electromagnéticos. [3]

### 2.4.3 Exposición Máxima Admisible

Con el fin de determinar si las radiaciones no ionizantes son dañinas para la población se han realizado amplios estudios a nivel internacional para poder establecer límites de seguridad ya que las comunicaciones inalámbricas crecen diariamente.

A nivel nacional el CONATEL emitió el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación no Ionizantes Generadas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico. [12]

Los valores de exposición máxima admisible están en términos del valor medio de la intensidad de campo eléctrico y campo magnético sobre un área equivalente a la sección transversal vertical del cuerpo humano. Ver Cuadro 2.2[3]

*Cuadro 2-2: Límites de Máxima Exposición en Ambientes Controlados*

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS		
RANGO DE FRECUENCIA (MHZ)	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO (E) (V / M)	INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO (H ) (A/M)
0.003 a 0.1	614	163
0.1 a 3.0	614	16.3 / f
3 a 30	1842 / f	16.3 / f
30 a 100	61.4	16.3 / f
100 a 300	61.4	0.163
300 a 3000	.	.
3000 a 15 000	.	.
15 000 a 300 000	.	.
f es la frecuencia en MHz		

Con esta tabla de valores sabemos que el uso de los dispositivos inalámbricos (XBEE y módulo GSM SIM 300) que se usaran en el transmisor de necesidades básicas están muy por debajo de los límites establecidos por normas nacionales e internacionales, con un valor aproximado del 0,2 % del límite. El transmisor no afectara el

funcionamiento de ningún otro dispositivo dentro del instituto ni afectara a ningún alumno que este expuesto al dispositivo.

## BIBLIOGRAFIA

[1] Víctor Hugo Laverde, Guido Tapia (*Implementación de un Prototipo de control electrónico para abrir y cerrar puertas automáticamente en sus respectivas paradas*), Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Formación de Tecnólogos, Quito, Julio 2014, URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8088/1/CD-5700.pdf>

[2] DIGI (*XBEE 802.15.4*), URL: <http://www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/zigbee-rf-modules/point-multipoint-rfmodules/xbee-series1-module#overview>

[3] Esteban Andrade, Jorge Morocho (*Diseño e Implementación de un tablero inalámbrico multifuncional transmisor de necesidades básicas para niños con parálisis cerebral*) Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. URL: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4842>

[4] Ivonne Albuja, Luis Molina (*Prototipo de Control Vehicular Mediante RFID, Identificación con radio frecuencia y Administración a través de un software específico dentro del campo de la ESFOT*), Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Formación de Tecnólogos, Quito, Mayo 2008, URL: [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2156/1/CD-1476\(2008-05-26-02-29-03\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2156/1/CD-1476(2008-05-26-02-29-03).pdf)

[5] Asamblea Nacional República del Ecuador 2013 2017 (*Constitución de la República del Ecuador – Versión en Español*), URL: [http://www.asambleanacional.gob.ec/noticia/constitucion\\_de\\_la\\_republica\\_del\\_ecuador\\_version\\_en\\_espanol](http://www.asambleanacional.gob.ec/noticia/constitucion_de_la_republica_del_ecuador_version_en_espanol)

[6] CONATEL, SENATEL (*Plan Nacional de Frecuencias, Ecuador 2012*), Dirección General de Gestión del Espectro Radioeléctrico, Capítulo 3, Nota 5.150, URL: [http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan\\_nacional\\_frecuencias\\_2012.pdf](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf)

[7] Hugo Carrión (*Redes Inalámbricas: Explotación de Bandas Libres, Reflexiones y Recomendaciones*), IMAGINAR, infodesarrollo.ec, Asociación para el Progreso de las Comunicaciones, URL: [http://www.imaginar.org/sites/apc/index\\_archivos/docs/redes.pdf](http://www.imaginar.org/sites/apc/index_archivos/docs/redes.pdf)

[8] COMAR, Eleanor Adair, Quirino Balzano, Howard Bassen (*Exposición Humana a la radiación de radiofrecuencia y microondas generada por teléfonos móviles y otros dispositivos de comunicación inalámbricos*), Septiembre 2000, URL: [http://ewh.ieee.org/soc/embs/comar/exposicion\\_telefonos\\_moviles.htm](http://ewh.ieee.org/soc/embs/comar/exposicion_telefonos_moviles.htm)

[9] CCARS (*Informe sobre Radiofrecuencias y Salud 2011-2012*), Marzo 2013, Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid, URL: <http://www.femp.es/files/3580-707-fichero/Informe%20CCARS%202011-2012.pdf>

[10] SUPERTEL (*Efectos Biológicos y Potenciales riesgos de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia*), Junio 2007, URL: [http://www.puntonet.ec/home/images/stories/campos\\_electromagneticos\\_SUPTEL.pdf](http://www.puntonet.ec/home/images/stories/campos_electromagneticos_SUPTEL.pdf)

[11] Universitat de Illes Balears (*Los Efectos de las Radiaciones Electromagnéticas de Radiofrecuencia en la Salud Humana*), Catedra Iberoamericana, URL: <http://fci.uib.es/Servicios/libros/articulos/galo/Los-Efectos-de-las-Radiaciones-Electromagneticas.cid220587>

[12] SUPERTEL (*Cobertura y Calidad de Servicios*), 2011, URL: [http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/cobertura\\_calidad\\_servicios\\_nov\\_2011.pdf](http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/cobertura_calidad_servicios_nov_2011.pdf)

## **CAPITULO 3**

### **3 RE-INGENIERIA DEL TRANSMISOR DE NECESIDADES BASICAS**

### **3.1 Recopilamiento de Información y requerimientos para el re-diseño del dispositivo**

En este capítulo se da a conocer todos los detalles que fueron necesarios para el re-diseño del transmisor inalámbrico de necesidades básicas, la información recopilada de la versión anterior a este dispositivo y la constante colaboración del cuerpo de terapeutas del IPCA fue de mucha ayuda para el desarrollo del dispositivo final.

El diseño ergonómico es igual a su versión anterior con la excepción del tamaño de los botones, el largo, el ancho y su altura; más adelante se detallaran sus medidas.

#### **3.1.1 Criterios para el desarrollo y uso del dispositivo transmisor de necesidades básicas**

Se deben seguir algunas pautas muy importantes cuando se desarrolla un dispositivo de comunicación adaptable para niños con PCI como son:

- El dispositivo debe ser portable, liviano y de uso fácil para el niño
- Formar un equipo de trabajo con los profesionales en el área para garantizar que el dispositivo está hecho acorde a las necesidades del niño o niña.
- El diseño del dispositivo debe ser ergonómico de tal manera que asegure una postura correcta del niño o niña, ayudando así a desarrollar su control motriz.
- El tiempo de respuesta del comunicador debe ser inmediato cuando se presione un botón para garantizar que el niño o niña sea siempre atendido por un terapeuta.
- El tiempo del envío de datos al computador debe ser muy corto, el audio debe reproducirse y debe aparecer su respectivo pictograma en caso de que nadie esté cerca del niño o niña cuando use el transmisor. Para reducir el riesgo de que no se atienda la necesidad el envío de un SMS al celular será una opción que tendrá el terapeuta para no descuidar al niño o niña.
- Las imágenes pictográficas deben ser universales para que el niño pueda asociar el sonido de un botón con la imagen respectiva; en este dispositivo se usaron imágenes de ARASAAC.( Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa)

#### **3.1.2 Trabajo en conjunto con el IPCA**

La idea del re-diseño del comunicador inalámbrico pictográfico empieza por la versión implementada en el instituto “*Stephen Hawking*” hasta llegar a la versión anterior del dispositivo desarrollado en este proyecto.

Con la ayuda del terapeuta Alejandro Vega y la Ing. Jessica Orellana se determinaron los requerimientos necesarios básicos del nuevo dispositivo. Ver Registro de Requerimientos.

Registro de Requerimientos del Dispositivo	
Fecha: 26/01/2015	
Proyecto:	Re-Ingeniería del Transmisor Inalámbrico de Necesidades Básicas
Motivo de Registro:	Definir los aspectos básicos necesarios para el dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas
Responsable:	Paul Andrade
Responsables IPCA:	Alejandro Vega, Jessica Orellana
Tiempo de Ejecución	1 mes
Descripción del Requerimiento	
<p>El tablero debe permitir la interacción con el niño y además debe ser administrable para los terapeutas, las necesidades serán cambiadas según el terapeuta desee desde el IDE Arduino y con el dispositivo conectado.</p> <p>El tablero tendrá 6 botones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Botón 1: Azul</li> <li>• Botón 2: Rojo</li> <li>• Botón 3: Tomate</li> <li>• Botón 4: Amarillo</li> <li>• Botón 5: Verde</li> <li>• Botón 6: Morado</li> </ul> <p>El tablero se construirá en fibra de vidrio o en acrílico, se pretende buscar el material más liviano y a la vez resistente que extienda la vida útil del transmisor, la reducción del tamaño deberá ser considerable para mejorar su portabilidad.</p> <p>Los botones deberán ser resistentes a los golpes, a cada botón se le asignara una necesidad y su respectivo pictograma en la parte frontal del tablero, existirá una rejilla para cambiar fácilmente los pictogramas, el tamaño de las imágenes será el adecuado para que el niño observe sin dificultad, además de que tendrá una protección para evitar daños.</p> <p>En la parte posterior contara con una pantalla de administración así como controles de luminosidad, volumen, indicadores del nivel de batería, de conexión GSM y con su respectivo plug para cargar la batería.</p> <p>Las medidas estimadas serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 cm de largo por 9 cm de alto y 9 de ancho</li> <li>• Los botones tiene un diámetro de 3,6cm</li> <li>• La separación entre botones es aproximadamente 2cm</li> <li>• El tamaño de los pictogramas será de 5,5cm de ancho por 5,5 de alto</li> </ul> <p>El color del dispositivo deberá ser uno que llame la atención del niño pero que no lo distraiga.</p>	
Firma del Desarrollador	Firma del Responsable IPCA

Al rediseñar el dispositivo se vio la necesidad de realizar pruebas para verificar si la reducción del tamaño tanto del dispositivo como de los botones con respecto a la versión anterior afectaba la interacción del niño o niña con el tablero, para lo cual se creó un molde de espuma Flex con el fin de tener una idea de la adaptación de los niños al nuevo dispositivo.

### 3.1.3 Pruebas con el Prototipo

El molde de este prototipo está basado en la versión previa pero mucho más pequeño y portable.

Se realizó una visita al IPCA con el fin de analizar la interacción que tiene el niño con el nuevo dispositivo, los botones más pequeños y la separación entre ellos. Ver Figuras 3.1 y 3.2



*Figura 3-1: Pruebas con el Prototipo de Espuma Flex I*



*Figura 3-2: Pruebas con el Prototipo de Espuma Flex II*

En esta visita se pudo ver claramente que la reducción del tamaño de los botones no influye en la interacción del niño con el dispositivo ya que a todos les enseñan a presionar los botones con el dedo o con toda la mano.

También se observa que la separación entre los botones es adecuada para que ellos no tengan dificultad de asociar la imagen pictográfica con el botón o de presionar dos botones al mismo tiempo.

Otro factor importante es la cantidad de fuerza que tienen que ejercer sobre el botón para presionarlo ya que ellos no poseen control total sobre su motricidad o fuerza, estos botones son los adecuados pues son muy suaves de presionar y muy resistentes a golpes.

## 3.2 Tecnologías a utilizar

### 3.2.1 Arduino

*“Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos.” [1]*

Al ser un hardware libre con un lenguaje de programación basado en C/C++ y java llamado Processing Wire está diseñada para construir una amplia gama de proyectos educativos. Las placas Arduino pueden captar información de una gama muy amplia de sensores a través de sus pines y a su vez controlar diversos actuadores. Ver Figura 3.3 [1]

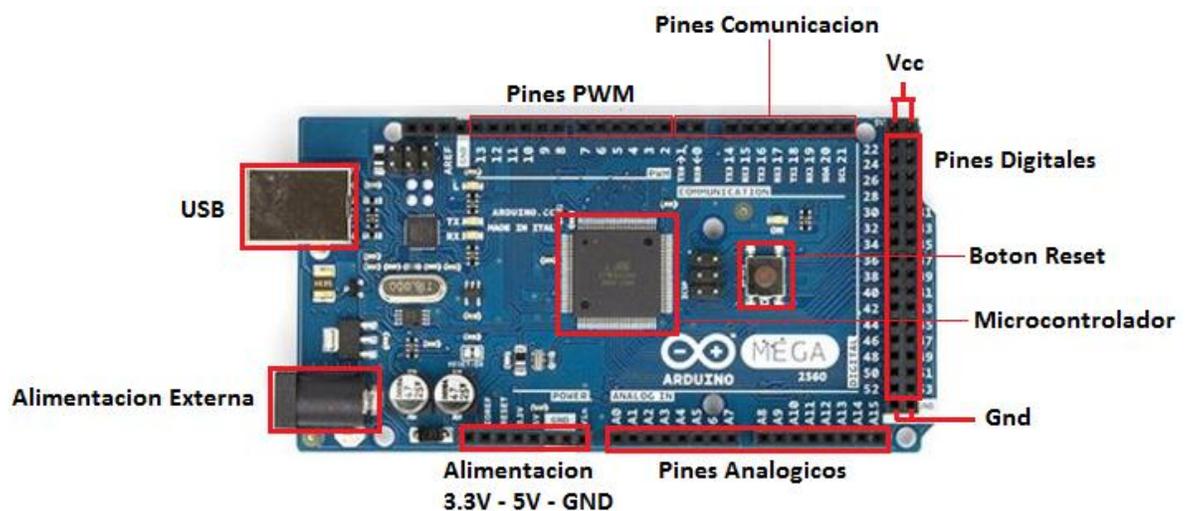


Figura 3-3: Placa Arduino MEGA 2560

Processing: Es un lenguaje de programación de código abierto o libre como se lo conoce, fue creado para diseño de electrónica digital y es de muy fácil uso.

Wire: Es un framework de programación de código abierto específicamente para micro controladores, permite escribir software multiplataforma fácilmente instalables en cualquier sistema operativo.

En la Tabla 3.1 [2] se observa las características principales de la placa Arduino MEGA.

*Tabla 3-1 Características Placa Arduino MEGA 2560*

Microcontroladores	Atmega2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital pines I / O	54 (de las cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente DC por Pin I / O	40 mA
Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA
Memoria Flash	256 KB de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

### **3.2.1.1 Comunicación Serial (TX, RX)**

La comunicación serial (TX, RX) que posee esta placa es indispensable para el desarrollo del dispositivo, ya que se conectarán los módulos XBEE para la transmisión inalámbrica de los datos a la computadora.

Todas las placas Arduino tienen al menos un puerto serie conocido también como UART (Transmisor-Receptor-Asíncrono Universal) o USART; la placa del Arduino Mega cuenta con 3 puertos (RX, TX) y para poder comunicarse con dispositivos externos como el XBEE es necesario conectar el TX de la placa con el RX del XBEE y así con el otro pin, los pines de GND de ambos dispositivos deben ser comunes.

La velocidad de la transmisión del puerto serie de la placa dependerá de la cantidad de baudios que se programen en el IDE de Arduino; el baudio es una unidad de medida en telecomunicaciones que representa la velocidad de modulación o el número de símbolos por segundo en un medio de transmisión digital, en donde cada símbolo puede codificar uno o más bits según la modulación.

### 3.2.1.2 Funciones Básicas y Operadores del Lenguaje de Programación

Antes de detallar todas las funciones que posee el software de Arduino es necesario conocer el entorno de programación y el orden que se debe seguir para conseguir un código depurado, organizado y valido para cargarlo en la placa, ver Figura 3.4

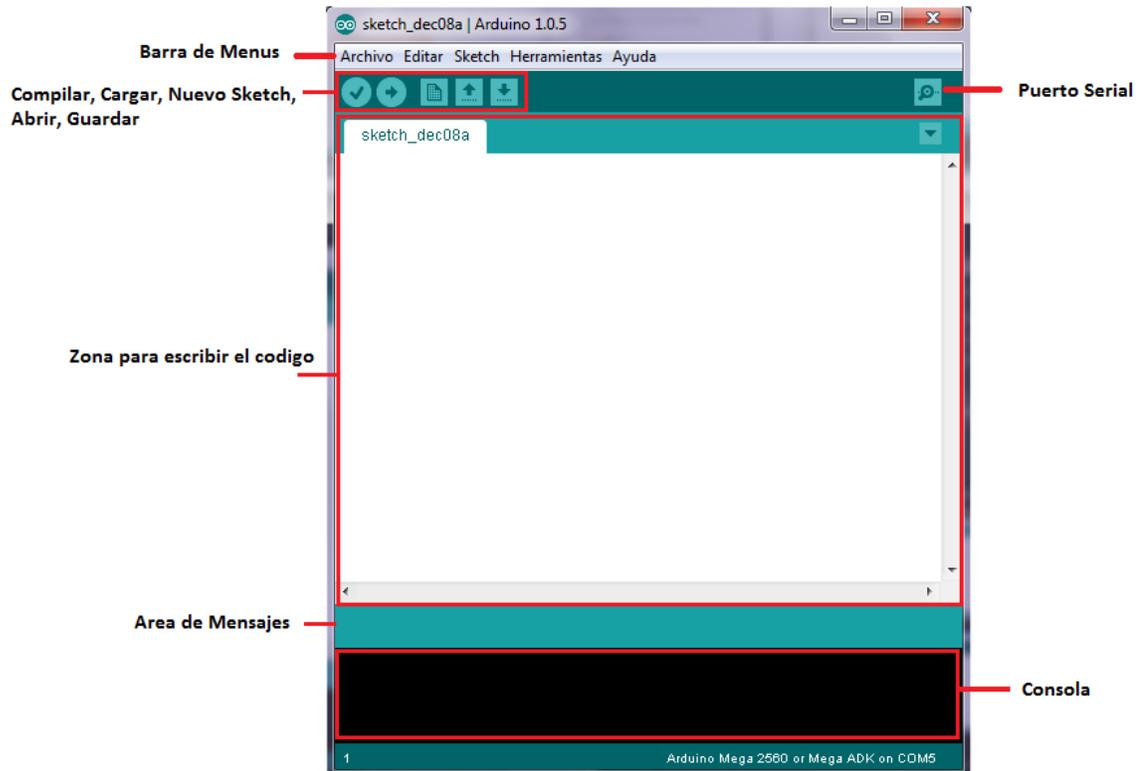


Figura 3-4: Entorno de Programación para Arduino

La estructura básica del lenguaje de programación en Arduino se compone de dos partes básicamente que son: Ver Figura 3.5 [3]

```
void setup()
{
  estamentos;
}
void loop()
{
  estamentos;
}
```

Figura 3-5: Estructura Básica de un Sketch

La función del 'void setup ()' se invoca una sola vez en el programa, se utiliza para declarar el estado de los pines, el puerto serial o algún otro tipo de comunicación.

En la función 'void loop ()' ejecutara cíclicamente las líneas de código introducidas.

Todas las placas Arduino poseen múltiples estructuras de control, constantes, tipos de datos para la programación. Ver Figura 3.6 [4]

ESTRUCTURA	VARIABLES	FUNCIONES
+ setup( ) (inicialización) + loop( ) (bucle)		
ESTRUCTURA DE CONTROL	CONSTANTES	E/S DIGITALES
+ if (comparador si-entonces)	+ HIGH   LOW	+ pinMode()
+ if...else (comparador si...sino)	+ INPUT   OUTPUT	+ digitalWrite()
+ for (bucle con contador)	+ true   false	
+ switch case (comparador múltiple)		
+ while (bucle por comparación booleana)		
+ do... while (bucle por comparación booleana)		
+ break (salida de bloque de código)		
+ continue (continuación en bloque de código)		
+ return (devuelve valor a programa)		
	TIPOS DE DATOS	E/S ANALÓGICAS
	+ boolean (booleano)	+ analogRead()
	+ char (carácter)	+ analogWrite() - PWM
	+ byte	
	+ int (entero)	
	+ float (en coma flotante)	
	+ double (en coma flotante de 32b)	
	+ string (cadena de caracteres)	
		E/S AVANZADAS
		+ tone()
		+ noTone()
		+ shiftOut()
		+ pulseIn()

Figura 3-6: Estructuras, variables, Funciones para la programación en placas Arduino

### 3.2.2 Módulo XBEE Series 1

Son pequeños chips capaces de comunicarse de manera inalámbrica unos con otros, utilizan el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 o ZigBee<sup>11</sup> para crear redes Punto a Punto o multipunto, fueron diseñados para redes que poseen un alto tráfico de datos con baja latencia y sincronización predecible.

Las comunicaciones Zigbee se realizan en la banda libre de 2.4GHz. A diferencia de bluetooth, este protocolo no utiliza FHSS<sup>12</sup> (Frequency hopping), sino que realiza las comunicaciones a través de una única frecuencia, es decir, de un canal

Los módulos que se utilizaran en el desarrollo del proyecto se muestran en la Figura 3.7 [5]



Figura 3-7: Módulo XBEE

Las principales características que son de importancia en estos módulos son los que se muestran en la tabla 3.2

Tabla 3-2: Características del Módulo XBEE S1

- Alimentación: 3.3V
- Velocidad de transferencia: 250kbps Max
- Potencia de salida: 1mW o 60mW (+18dBm)
- Alcance: 90metros o 1500 metros aprox.
- Certificado FCC
- 6 pines ADC de 10-bit
- 8 pines digitales IO
- Encriptación 128-bit
- Configuración local o de forma inalámbrica
- Comandos AT o API

---

<sup>11</sup> Es un estándar global inalámbrico seguro, confiable e interoperable que proporciona la base del Internet para que objetos simples e inteligentes trabajen juntos.

<sup>12</sup> Es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor

Otro dispositivo que se utiliza para la comunicación entre XBEE es el SHIELD XBEE para Arduino, este simplifica la tarea de conectar el modulo a la placa y con esto el circuito EMISOR queda completo. Ver Figura 3.8



Figura 3-8: XBEE SHIELD para Arduino

Para completar el circuito del XBEE RECEPTOR es necesario otro dispositivo llamado XBEE USB EXPLORER, el cual es indispensable para poder establecer el modo de trabajo de los chips, este módulo se conecta al computador mediante USB y con el Software X-CTU o CoolTerm se realiza la configuración que se detalla más adelante. Ver figura 3.9



Figura 3-9: XBEE USB EXPLORER

### 3.2.3 Módulo DFPlayer Mini

Este es el modulo encargado de la reproducción del sonido según la necesidad que el niño o niña presione en el tablero, estará conectado a la placa Arduino.

El DFPlayer Mini es un pequeño módulo MP3 de bajo costo que cuenta con una salida directa para un speaker (parlante). Puede ser utilizado como un módulo independiente con baterías y pulsadores o también en combinación con una placa Arduino u otros micros controladores que soporten comunicación por RX/TX. Ver Figura 3.10

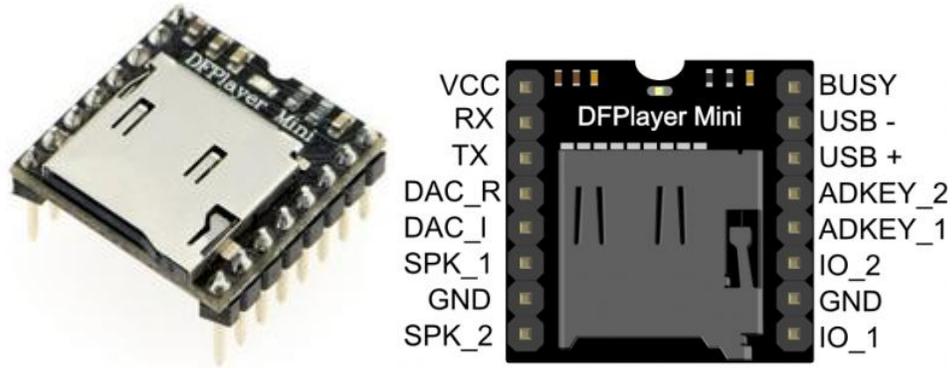


Figura 3-10: Módulo DFPlayer mini

Dentro de las características más importantes de este pequeño reproductor tenemos las siguientes:[6]

- Soporta frecuencias de muestreo (kHz): 8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48
- Salida de 24 -bit DAC , Soporta el rango dinámico de 90dB , SNR que soporta 85dB Sistemas de archivos FAT16 , FAT32 y tarjetas de hasta 32G.
- Se puede controlar por comandos seriales, señales digitales.
- Organización de archivos por carpeta. Soporta hasta 100 directorios y 255 pistas por directorio.
- 30 niveles de volumen y 6 niveles de ecualización EQ
- Voltaje de Trabajo: DC 3.2 ~ 5.0V.

### 3.2.4 Módulo GSM SIM 340

El dispositivo SIM 340cz es un módulo GSM /GPRS de cuatro bandas que funciona en las frecuencias de 850/900/1800/1900MHz, con rendimiento para voz, SMS, datos y fax a bajo consumo de potencia. [7] Ver Figura 3.11



Figura 3-11: Módulo GSM/GPRS SIM 340

En este proyecto se usa el control por comandos AT<sup>13</sup> para el envío de SMS al celular de la terapeuta encargada.

Este módulo GSM viene montado sobre una tarjeta de desarrollo llamada SMARTSIM 340z, Ver Figura 3.12, en esta tarjeta viene integrada toda la circuitería para el desarrollo de una gran variedad de aplicaciones con el módulo GSM, y cabe recalcar que debe poseer una antena para conectarse a la red.



Figura 3-12: Tarjeta de desarrollo Smart SIM340

### 3.2.5 Elevador de Voltaje POLOLU U3V50ALV [8]

Este elevador genera un voltaje mayor en su salida si la tensión de entrada es apenas 2.9V con una eficiencia del 80% al 95%.

La corriente disponible está en función del voltaje de entrada; la corriente de entrada puede llegar incluso hasta los 5A. La familia de reguladores U3V50ALV vienen de dos tipos; regulables de 4V-12V o de 9V-30V.

Este regulador posee una protección contra voltajes inversos y cortocircuitos, además posee un bloqueo cuando la tensión de entrada es inferior a 2.5V. Ver Figura 3.13 [8]

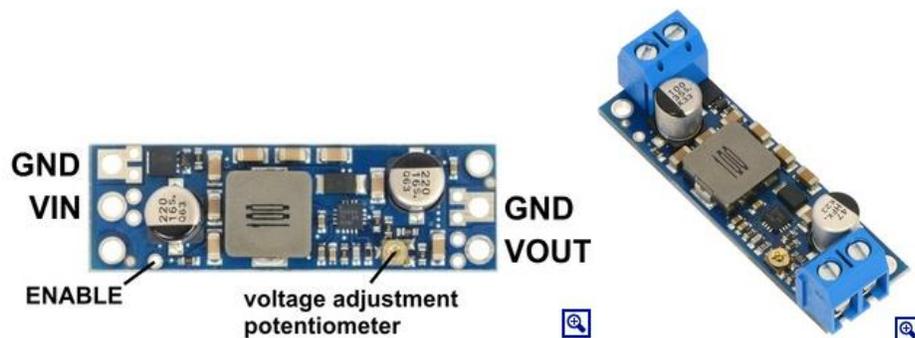


Figura 3-13: Elevador de Voltaje POLOLU

---

<sup>13</sup> Son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje entre el hombre y un Terminal MODEM, se denominan así por su abreviatura "ATTENTION"

La tensión de salida se puede ajustar girando el potenciómetro en sentido horario para elevar el voltaje, se debe tener cuidado de que la tensión de entrada no supere la tensión de salida para evitar dañar el dispositivo. Las principales características se observan en la Tabla 3.3 [8]

*Tabla 3-3: Características Elevador de voltaje POLOLU*

<b>Tensión mínima:</b>	2,9 V
<b>Tensión máxima de funcionamiento:</b>	12 V <sup>3</sup>
<b>Corriente máxima de entrada:</b>	5 A
<b>Tensión de salida mínima:</b>	4 V
<b>Tensión máxima de salida:</b>	12 V
<b>Protector de voltaje inverso ?:</b>	Y
<b>Corriente de reposo máxima:</b>	8 mA <sup>4</sup>

### 3.3 Diseño Estético del nuevo dispositivo

El objetivo principal del diseño del dispositivo es que sea cómodo y de fácil uso para el niño o niña que interactúe con él.

Se tomó en consideración el modelo físico de la versión previa con algunas modificaciones en el tamaño y forma con el fin de mejorar la portabilidad y reducir su peso para que el niño no solamente lo use sobre una mesa sino también pueda llevarlo consigo en su silla de ruedas o en sus brazos.

Los aspectos más importantes para el diseño físico del transmisor de necesidades básicas fueron:

- Debe ser fabricado en fibra de vidrio y sin filos o esquinas que puedan lastimar al niño o niña que lo use.
- El largo, el ancho y el alto deben ser los adecuados para que pueda ser transportado y usado libremente.
- La durabilidad de los botones ante los golpes fuertes, además de su adecuada separación para evitar que el niño o niña presione dos al mismo tiempo.
- En la parte posterior ira la pantalla de administración así como las respectivas señalizaciones para el correcto uso del dispositivo.
- Las imágenes pictográficas deberán ser claras y de fácil asociación para los niños, estas irán cubiertas de plástico para evitar daños y además dentro de una rejilla para que el niño siempre las tenga visibles y asociadas con el respectivo botón.

En la Figura 3.14 está la vista lateral del dispositivo en escala milimétrica, como proceso de reingeniería el objetivo de reducir el tamaño para mejorar la portabilidad se cumple, manteniendo características similares en cuanto al diseño ergonómico de la parte frontal.

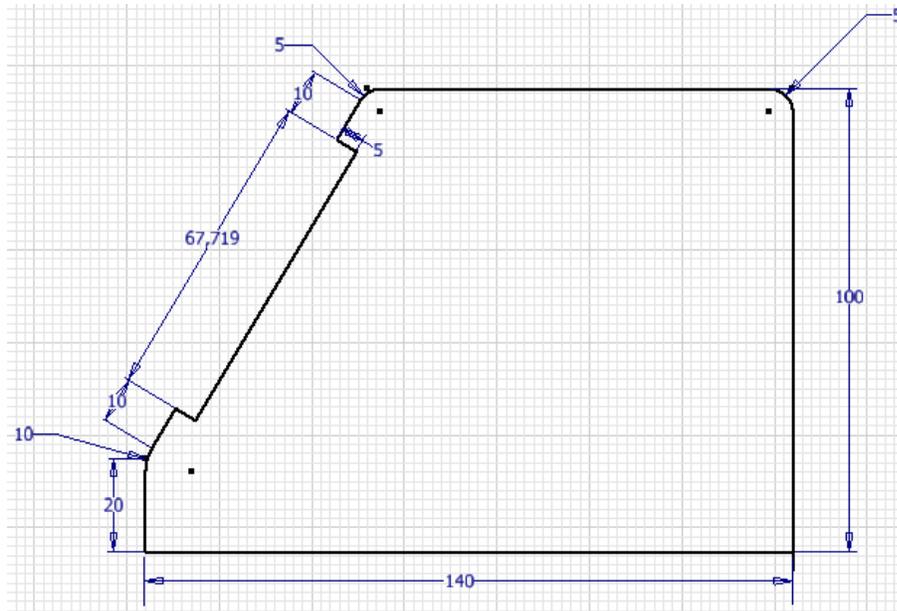


Figura 3-14: Vista lateral del Dispositivo

En la Figura 3.15 está la vista superior del dispositivo desarrollado en el software INVENTOR; de igual manera en escala milimétrica, aquí es donde estarán los botones push – arcade; el largo total es de 40,5 cm lo que representa una reducción significativa respecto a su versión anterior

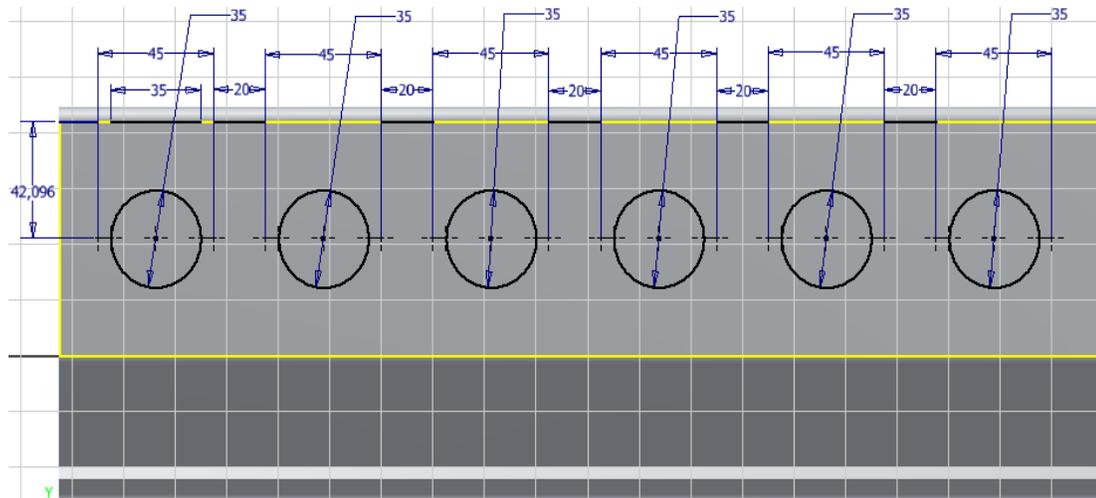
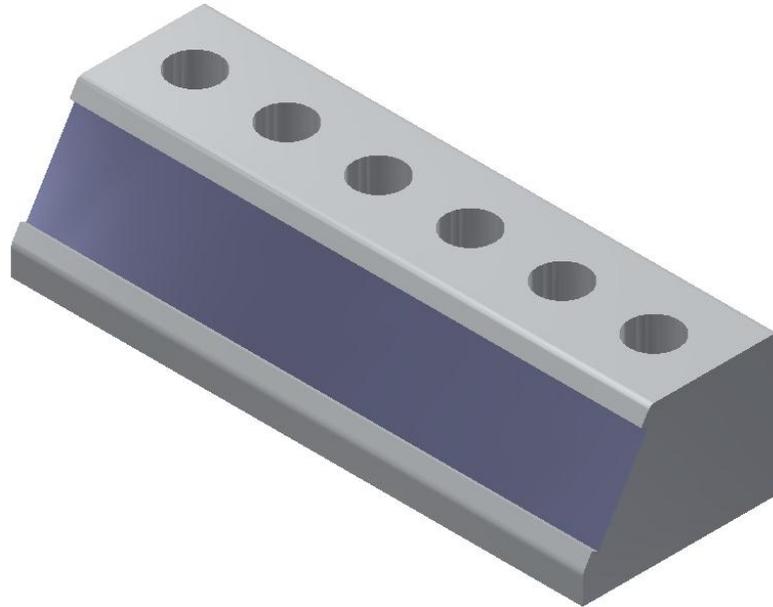


Figura 3-15: Vista superior del dispositivo

En esta vista se hacen los agujeros para los botones. Ver Figura 3.16. Además en la parte frontal se observa la rejilla en donde se ubicaran los pictogramas.

En la visita realizada al IPCA y en el constante trabajo realizado con los terapistas se llegó a la conclusión de que al reducirse el tamaño de los botones de manera muy significativa, se podría añadir uno extra ya sea para incrementar una necesidad o darle un uso específico como por ejemplo botón de emergencia.



*Figura 3-16: Agujeros para los botones y Rejilla para los pictogramas*

### **3.3.1 Botones Push ARCADE**

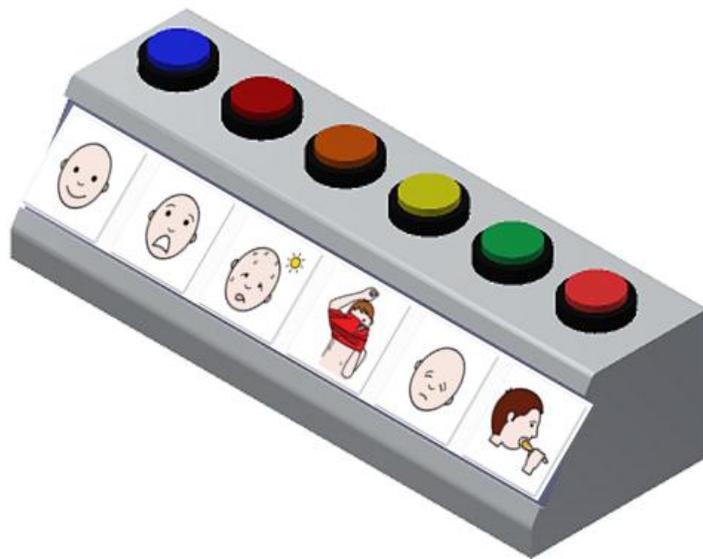
Los botones push arcade fueron fabricados para resistir golpes, es por este motivo que son instalados en máquinas de juegos en los centros de diversiones, además de que poseen esta resistencia a golpes su durabilidad es bastante extensa, algo importante que se debe recalcar es que son suaves de presionar y es justamente lo que los niños y niñas con PCI necesitan. Ver Figura 3.17



*Figura 3-17: Botón PUSH ARCADE del transmisor*

Los niños y niñas que usan el dispositivo transmisor presionan botones como este con un dedo o a veces con toda la palma de la mano, esto según el control motriz que tienen; los 36mm de diámetro que poseen los botones brindan las características adecuadas para que se sientan cómodos y no usen mayor fuerza para presionar y comunicar lo que desean. La separación entre cada botón debe ser precisa para evitar que se presionen dos botones a la vez, según las pruebas de laboratorio realizadas con un molde se determinó que debería ser de 2cm para garantizar la comodidad del usuario.

El dispositivo posee una inclinación en la parte frontal para garantizar la visibilidad no forzada del usuario, esto permite la fácil asociación “imagen - botón - color”, desarrollando así su actividad motriz e intelectual. Ver Figura 3.18



*Figura 3-18: Parte Frontal del Dispositivo*

En la parte posterior del dispositivo se encuentra la pantalla LCD de administración del dispositivo, en donde se visualiza la confirmación del envío de los datos a la computadora, esto con el fin de garantizar que alguien más escuche la necesidad que tengan los niños si es que su terapeuta no está cerca.

El resto de indicadores son un LED de encendido, un botón de RESET de todo el sistema en el caso de que exista algún error, controles de volumen del audio, control de brillo de la LCD, indicador de batería baja, botón de encendido/apagado y un PLUG para cargar la batería. Ver Figura 3.19

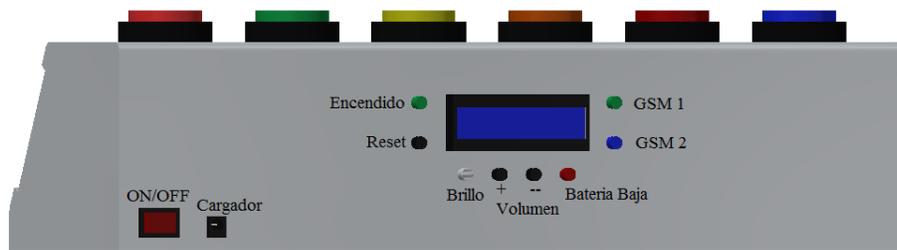


Figura 3-19: Parte Posterior del Dispositivo

En las partes laterales del dispositivo se encuentran los agujeros de “**Configuración**”, “**GSM ON**”, y un Interruptor de seguridad con llave; el primero sirve para modificar los comandos de las necesidades en la placa ARDUINO, el segundo permite conectar al dispositivo a la RED GSM en caso de que el terapeuta desee dejar solo al niño y cuando él tenga una necesidad y el tercero permite que se envíe un SMS de texto al celular indicándole al terapeuta que el niño o niña tiene una necesidad. Ver Figura 3.20

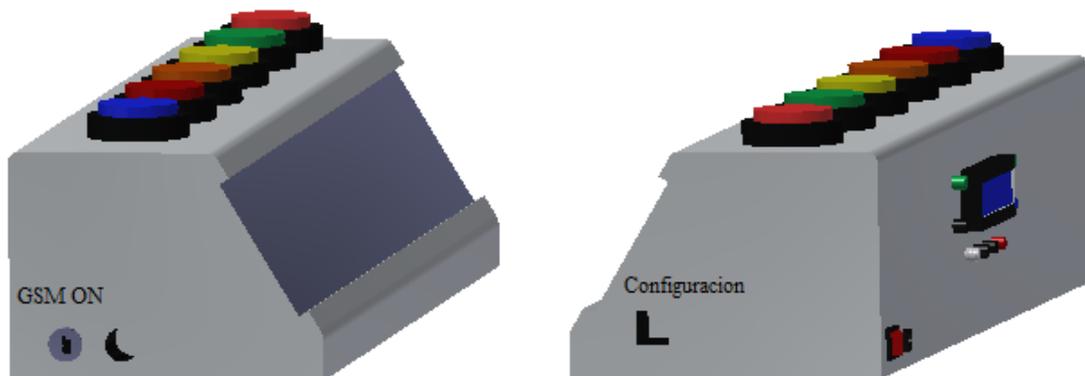


Figura 3-20: Partes Laterales del Dispositivo

Para verificar que el dispositivo está conectado a la RED GSM se hace uso de los indicadores “GSM 1” y “GSM 2” mostrados en la Figura 3.19; el primero deberá permanecer intermitente y el segundo deberá hacer 5 intermitencias, lo que significa que el modulo está configurado para enviar SMS.

### 3.4 Diseño de Interfaces de Software

El proyecto cuenta con dos interfaces de software, la una es la interfaz del usuario en donde se leen los datos, se almacena en la base de datos, se realiza la configuración del puerto por donde entraran los datos, se generan reportes etc.

La otra interfaz es la plataforma de programación de Arduino, en esta interfaz se introducen los comandos y pistas de audios de las diferentes necesidades programadas.

### 3.4.1 Interfaz de usuario

El dispositivo envía los datos a la computadora mediante radio-frecuencia en la banda ICM de 2,4 GHz a través del módulo XBEE, la interfaz del usuario es un archivo ejecutable desarrollado en Visual Studio Xpress (versión libre de licencias) con una base de datos creada con My SQL. En la pantalla de la interfaz están 7 pestañas (Ver Figura 3.21) que realizan las siguientes acciones:

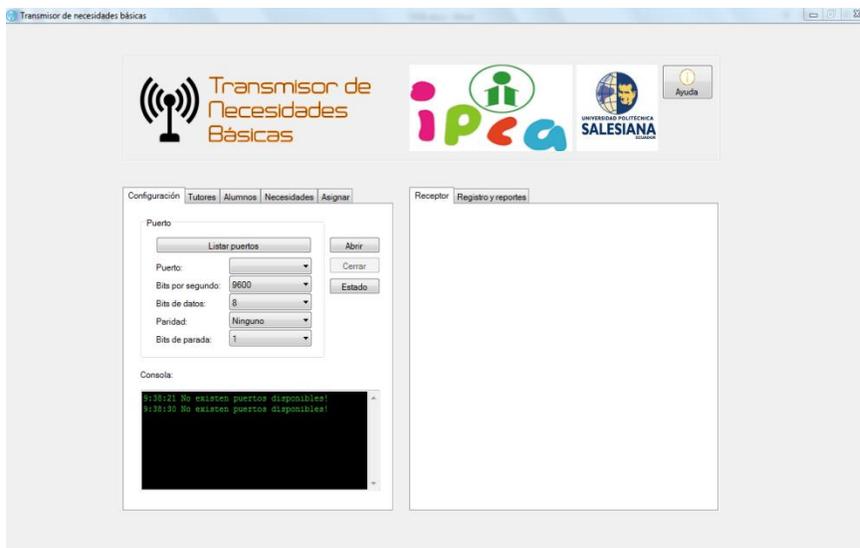


Figura 3-21: Interfaz de Usuario

- **Configuración:** Busca el puerto COM disponible, se configuran los parámetros para la recepción y lo abre para leer cualquier comando que llegue. Si el comando llega completo busca en la base de datos la imagen que aparecerá en la pestaña Receptor y reproduce la respectiva pista de audio caso contrario aparecerá un mensaje de advertencia que el comando no está configurado. Ver Figura 3.23

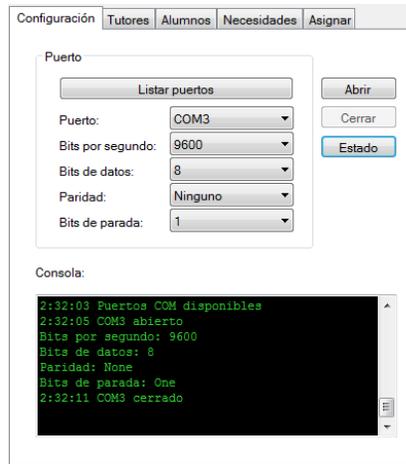


Figura 3-22: Pestaña Configuración

- **Tutores:** Es una tabla en donde se ingresan los datos de los terapistas que van a trabajar con el dispositivo. Ver Figura 3.23

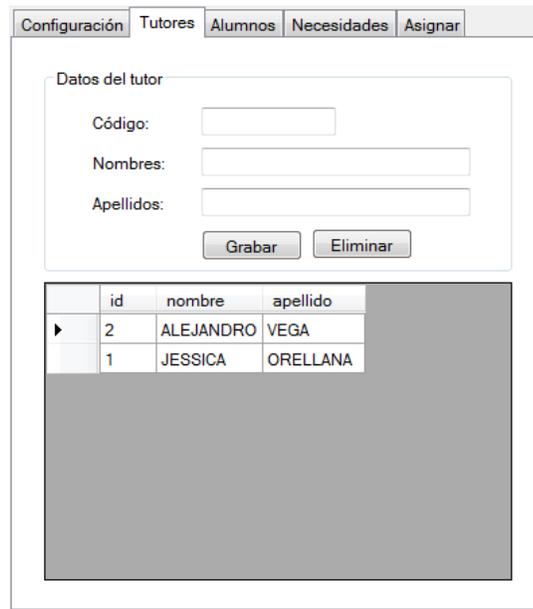


Figura 3-23: Pestaña Tutores

- **Alumnos:** Es una tabla en donde se ingresan los datos de los alumnos que van a utilizar el dispositivo. Ver Figura 3.24

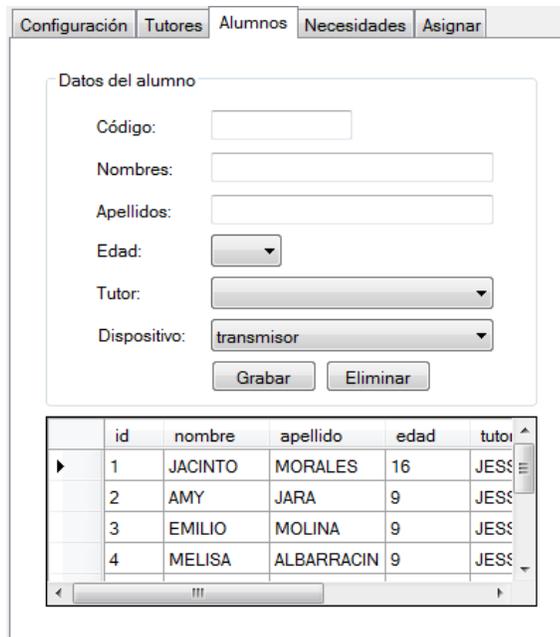


Figura 3-24: Pestaña Alumnos

- **Necesidades:** Es la tabla en donde se encuentran todas las necesidades que se pueden ocupar para el dispositivo, están las imágenes pictográficas y las pistas de audio respectivas. Ver Figura 3.25

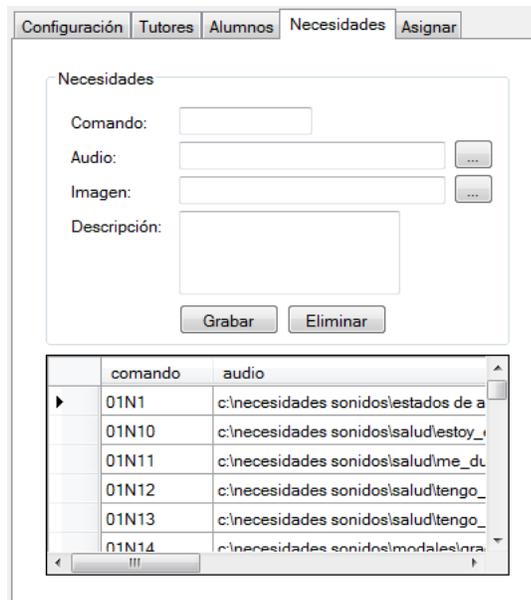


Figura 3-25: Pestaña Necesidades

- **Asignar:** Esta pestaña sirve para asignar el dispositivo a cualquier alumno ingresado, sirve como enlace para generar un posterior reporte de todas las necesidades que tuvo mientras uso el dispositivo. Ver Figura 3.26

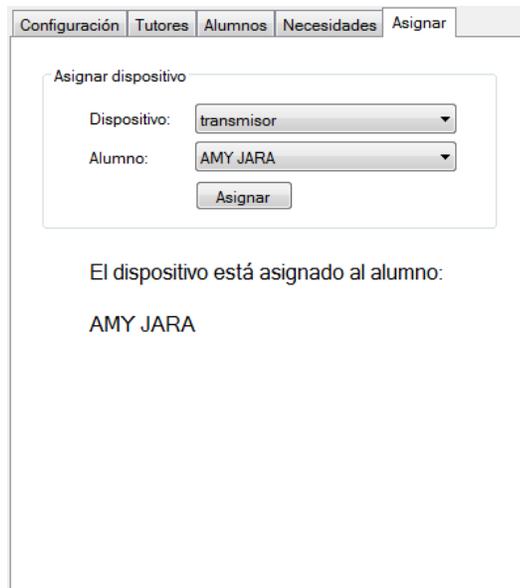


Figura 3-26: Pestaña Asignar

- **Receptor:** Visualiza las imágenes pictográficas. Ver Figura 3.27

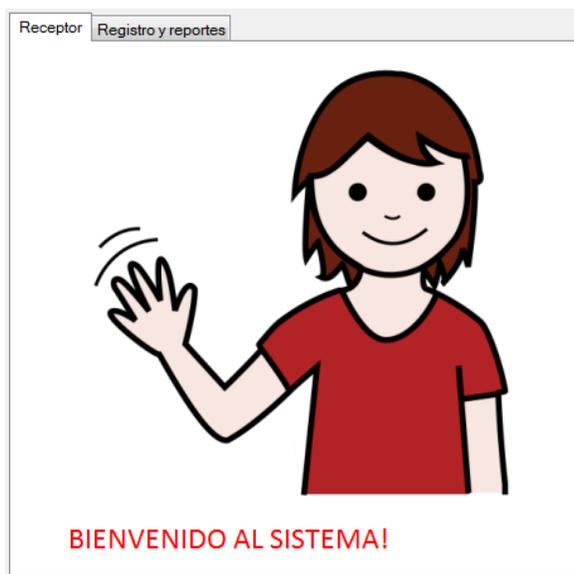


Figura 3-27: Pestaña Receptor

- **Registro y Reportes:** Es una tabla donde solo se muestran las 20 últimas necesidades por motivos de visualización pero todos los datos se van guardando en la base de datos, además posee un filtro de búsqueda para buscar las necesidades de un niño en específico, de una necesidad específica o en una fecha específica; el reporte se puede exportar a un archivo de EXCEL para manipulación de datos. Ver Figura 3.28

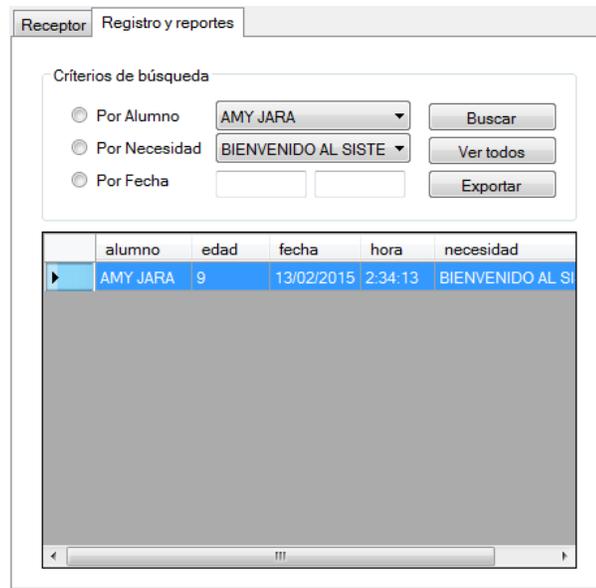


Figura 3-28: Pestaña Registro y Reportes

- **Botón “Ayuda”:** Abre un documento PDF donde se encuentra el manual del usuario, aquí se encuentran los comandos para la configuración de necesidades, y los pasos detallados para trabajar con la interfaz del usuario si es que llega a surgir algún problema. Ver Figura 3.29



Figura 3-29: Botón Ayuda

### 3.4.2 Interfaz de Configuración

Para configurar el dispositivo con cualquier **“Necesidad”** “anteriormente expuesta es necesario conectar el dispositivo transmisor a la computadora y realizar el cambio de los comandos y la pista de audio en la interfaz de Arduino, luego de este proceso se carga el programa y estará listo para usarse. Ver Figura 3.30

```

Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
ADMINISTRADOR_NECESIDADES

// -----AJUSTE DE SONIDOS Y NECESIDADES DE CADA BOTON-----
//----- BOTON NUMERO 1 -----
if (boton1==LOW){// el orden de los botones es de izquierda a derecha
Serial3.print("0ln15"); //colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
delay(100);
playMp3(15); // colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
delay(500);
if (Serial3.available() > 0) {
lcd.clear();
//delay(50);
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("ORDEN");
lcd.setCursor(5,2);
lcd.print("ENVIADA");
delay(700);
inicio();
}
else{
lcd.clear();
//delay(50);
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("FALLO");
lcd.setCursor(4,2);
lcd.print("EL ENVIO");
delay(700);
inicio();
}

//----- BOTON NUMERO 2 -----
if (boton2==LOW)
{
Serial3.print("0ln11");//colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
delay(100);
playMp3(11);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
//----- BOTON NUMERO 3 -----
if (boton3==LOW)
{
Serial3.print("0ln23");//colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
delay(100);
playMp3(23);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----

```

Figura 3-30: Interfaz de Configuración

## 3.5 Diseño del circuito Emisor y Receptor

### 3.5.1 Configuración de Parámetros en el módulo emisor XBEE

Primero se debe configurar el módulo XBEE, esto se puede realizar con dos programas, ya sea el XCTU (Software oficial de DIGI disponible en: <http://www.digi.com/support/productdetail?pid=3352>) o el CoolTerm (crea un Puerto Serial Virtual en la computadora) la configuración con XCTU se muestra a continuación.

Primero se conecta el XBEE XPLOERER al computador y abrimos el XCTU y saldrá la siguiente ventana: Ver Figura 3.31

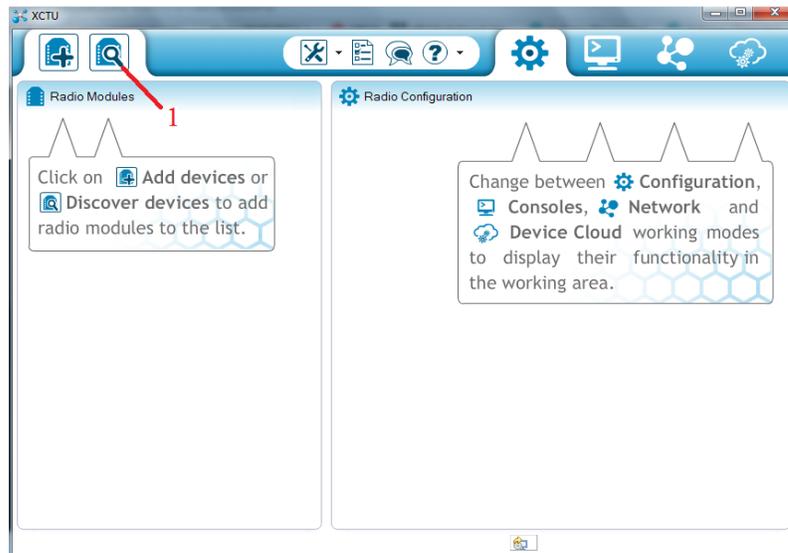


Figura 3-31: Ventana de Configuración X-CTU

Click en el icono (1) y debe aparecer la siguiente ventana para seleccionar el modulo que esté conectado al PC: Ver Figura 3.32

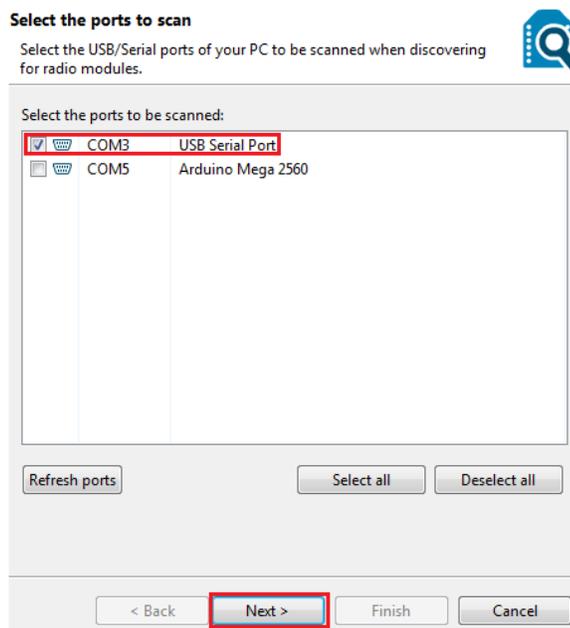


Figura 3-32: Selección del Módulo conectado al PC

Luego de escoger el dispositivo que está conectado deberá aparecer una ventana para la configuración de los parámetros del módulo XBEE. Ver Figura 3.33

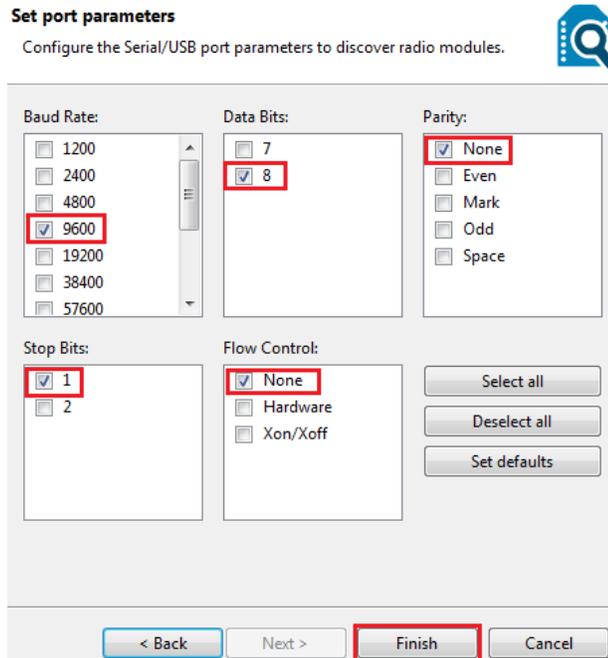


Figura 3-33: Configuración de Parámetros del XBEE

Después de esta ventana la computadora hace el escaneo y localización del módulo y muestra la siguiente ventana. Ver Figura 3.34

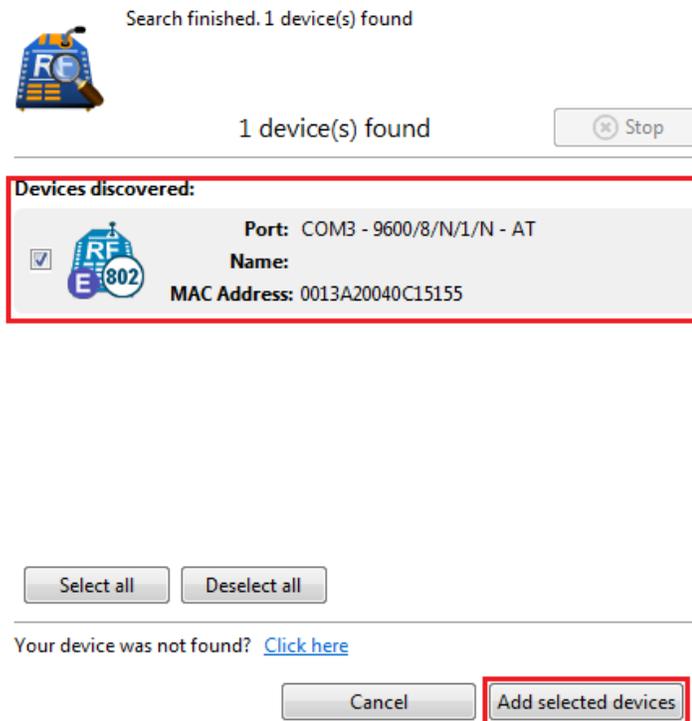


Figura 3-34: Detección y Localización del Módulo XBEE

Ahora ya está configurado el módulo XBEE, en la ventana que nos aparece vamos a proceder al modo de consola para comprobar la conexión. Ver Figura 3.35

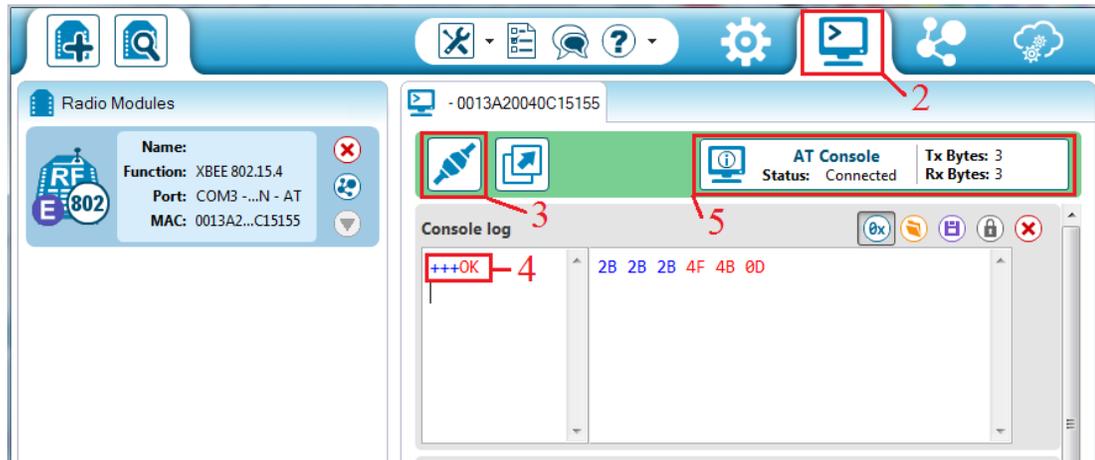


Figura 3-35: Comprobación de la conexión PC - Módulo XBEE

Una vez en el modo consola (2) debemos abrir la conexión (3) y se observara que el estado cambia a “Conectado” (5), para comprobar que esta correcto el enlace introducimos con el teclado el comando “+++” (4) y deberá aparecer “OK” (4).

Ahora para la conexión con el módulo XBEE que está en el Arduino se debe cargar el siguiente código. Ver Figura 3.36

```

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.print("Prueba-Conexion");
  delay(3000);
}

```

Figura 3-36: Código para conexión entre módulos XBEE

El código mostrado abre el puerto serial en la misma velocidad que se configuro el otro XBEE en el XCTU para evitar pérdidas o montaje de datos, luego se envían una serie de caracteres a través del puerto serial, se da una pausa de 3seg para asegurar un envío exitoso.

Una vez que se graba el código se realiza la transmisión casi de inmediato según la distancia. Ver Figura 3.37

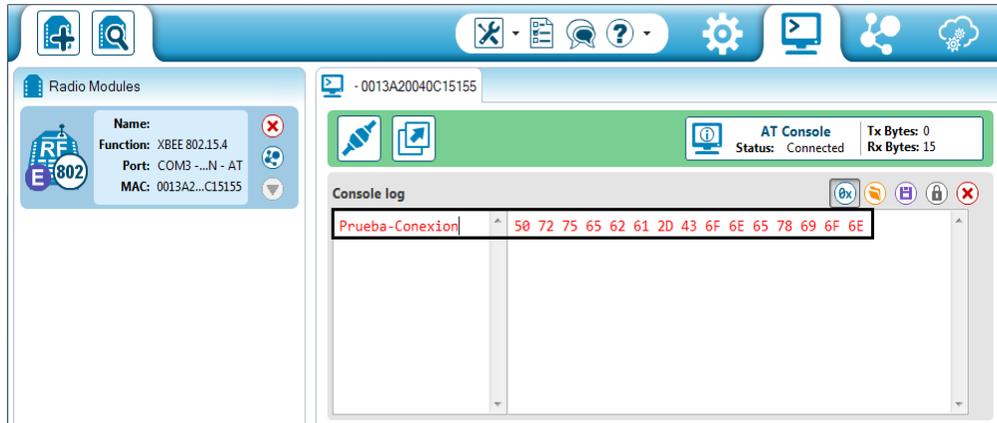


Figura 3-37: Recepción de Datos en la PC

### 3.5.2 Circuito emisor

El circuito emisor está dividido en dos partes que trabajan totalmente independientes, únicamente son comunes por el estado de los pulsantes. El primer circuito es una PCB diseñada en el software EAGLE como Shield para la placa base Arduino. La ventaja de usar esto es que solo están conectados los pines necesarios y así se optimizan recursos.

Esta placa contiene el módulo que reproduce las pistas, la pantalla LCD de administración, los pulsantes y un puerto serial para envío y recepción de datos con los módulos XBEE. Ver Figura 3.38

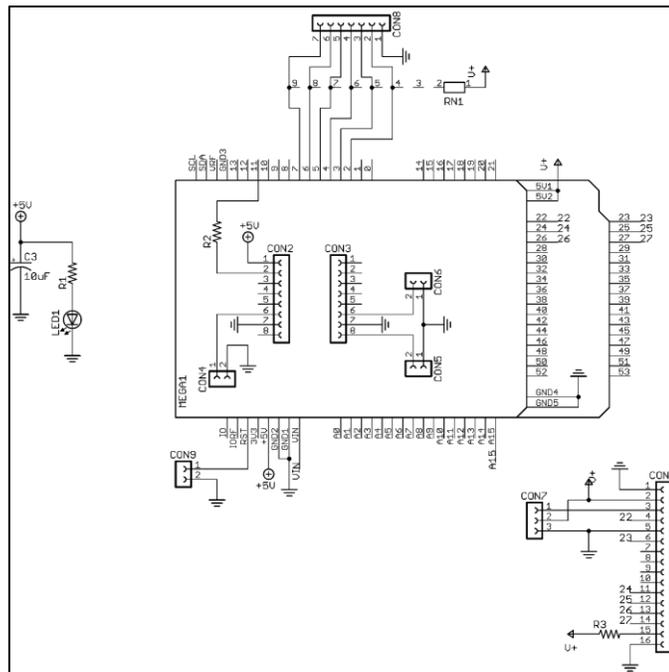


Figura 3-38: Circuito Emisor 1 (Esquemático)

El diseño final del Shield se muestra en la Figura 3.39; en la primera imagen está la ubicación de todos los componentes, para evitar dañarlos se los monta sobre zócalos o se sueldan pines machos para una posterior soldadura con los cables. En la segunda imagen se muestra el ruteado de las pistas, estas van en función de la corriente que circular por ellas, en este caso todas son de 1.3 mm

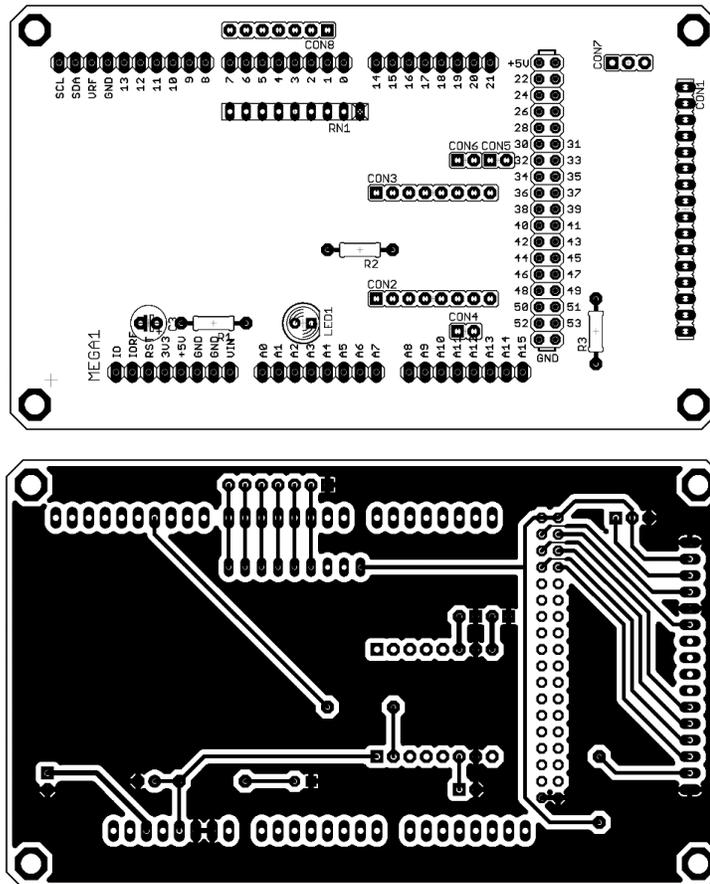


Figura 3-39: Diseño final (PCB) circuito emisor 1

### 3.5.3 Módulo GSM

Este es el segundo circuito emisor que posee el dispositivo, si bien es cierto no envía información a la computadora si lo hace hacia la red GSM local. En esta PCB está el circuito que configura el módulo GSM SIM 340z expuesto en la sección anterior. Los comandos AT de configuración los realiza el PIC 18F4620 mediante comunicación serial. De igual manera se muestra el circuito esquemático y el diseño final de la PCB; el ruteado de las pistas tienen las mismas características que la PCB anterior. Ver Figura 3.40 y Figura 3.41

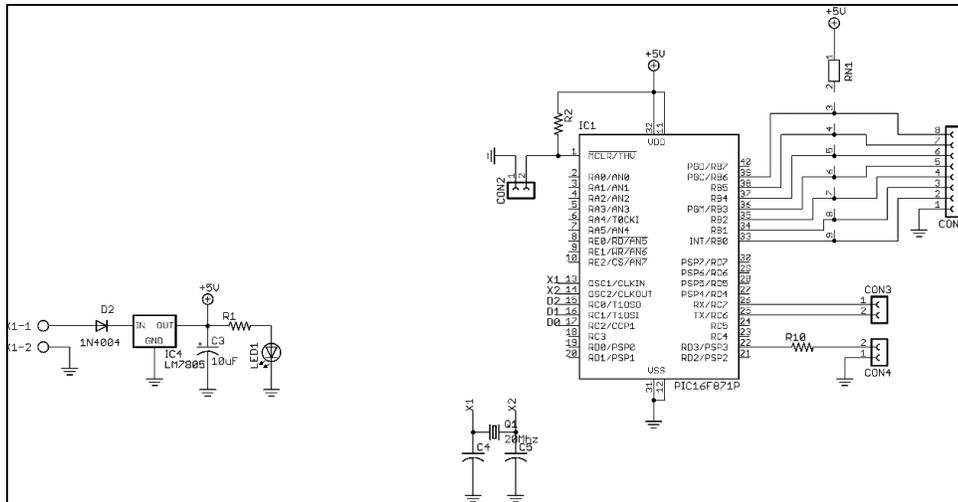


Figura 3-40: Circuito Emisor 2 (Esquemático)

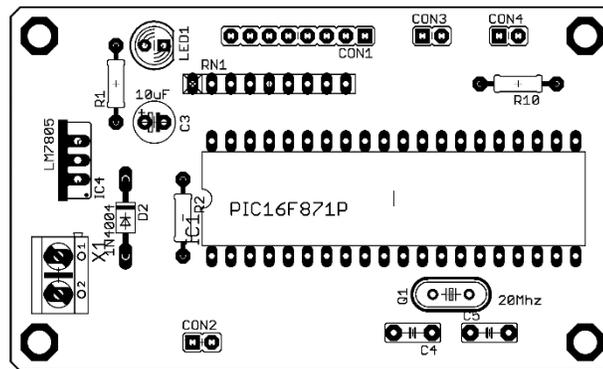


Figura 3-41: Diseño final (PCB) circuito emisor 2

### 3.5.4 Circuito Receptor

Debido a que los módulos XBEE están diseñados para colocarse de manera directa ya sea sobre un Shield o sobre el USB EXPLORER, en este caso el circuito receptor queda completo con estos dos componentes y conectados a la computadora. Ver Figura 3.42



Figura 3-42: Circuito Receptor

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Arduino – Home, Disponible en URL: <http://www.arduino.cc/es/pmwiki.php?n=>
- [2] Arduino Mega 2560, Disponible en URL: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>
- [3] Brian W. Evans (*Arduino Programming Notebook*), Edición Española, Ver. 1.2 2011, ARDUMANIA, Disponible en URL: [http://www.ardumania.es/wp-content/uploads/2011/10/Arduino\\_programing\\_notebook\\_ES.pdf](http://www.ardumania.es/wp-content/uploads/2011/10/Arduino_programing_notebook_ES.pdf)
- [4] Esteban Andrade, Jorge Morocho (*Diseño e Implementación de un tablero inalámbrico multifuncional transmisor de necesidades básicas para niños con parálisis cerebral*) Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Disponible en URL: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4842>
- [5] MCI Electronics (*Tutorial Xbee*), OLIMEX CHILE, Disponible en URL: [http://www.olimex.cl/tutorials.php?page=tut\\_xbee](http://www.olimex.cl/tutorials.php?page=tut_xbee)
- [6] Robot WIKI (*DFPlayer Mini SKU:DFR0299*), Agosto 2014, Disponible en URL: [http://botscience.net/store/index.php?route=product/product&product\\_id=155](http://botscience.net/store/index.php?route=product/product&product_id=155)
- [7] OGO ELECTRONICS LTD (SIM 340 GSM/GPRS module), Septiembre 2007 Disponible en URL: <http://www.mouser.com/ds/2/272/SIM340-219549.pdf>
- [8] POLOLU ROBOTICS & ELECTRONICS (Pololu Adjustable 4-12V Step-Up Voltage Regulator U3V50ALV), 2001 – 2015 POLOLU CORPORATION, Disponible en URL: <https://www.pololu.com/product/2570/specs>

## **CAPITULO 4**

### **4 IMPLEMENTACION Y PRUEBAS**

Este capítulo tiene como objetivo presentar el grado de aceptación que tiene el dispositivo transmisor de necesidades básicas en el IPCA, además del gran impacto que genera en los niños cuando quieren comunicarse. Se muestran los resultados de las pruebas realizadas con el dispositivo y la interacción que tienen los niños y niñas.

#### 4.1 Selección del Grupo de Pictogramas

La base de datos del Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa (ARASAAC) tiene miles de imágenes pictográficas que permiten la comunicación de personas que no pueden hablar o expresarse lingüísticamente.

Para el dispositivo transmisor de necesidades básicas se seleccionaron 77 necesidades divididas en grupos; estas necesidades son las de mayor requerimiento para lograr que los niños o niñas desarrollen su sentido del habla.

### NECESIDADES BASICAS PROGRAMADAS EN EL TRANSMISOR

#### Estados de Animo

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n1	1	ESTOY TRISTE
01n2	2	ESTOY ALEGRE
01n3	3	ESTOY ENOJADO
01n4	4	ESTOY ASUSTADO
01n5	5	ESTOY CANSADO
01n6	6	TENGO MIEDO

#### Salud

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n10	10	ESTOY ENFERMO
01n11	11	ME DUELE
01n12	12	TENGO FRIO
01n13	13	TENGO CALOR

#### Otros

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n20	20	QUIERO SALIR
01n21	21	QUIERO JUGAR
01n22	22	DAME UN JUGUETE
01n23	23	QUIERO PINTAR

#### Alimentación

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n7	7	QUIERO COMER
01n8	8	DAME AGUA
01n9	9	TENGO SED

#### Modales

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n14	14	GRACIAS
01n15	15	POR FAVOR

#### Aseo Personal

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n16	16	QUIERO PAPEL
01n17	17	QUIERO IR AL BAÑO
01n18	18	CAMBIAME
01n19	19	PEINAME

#### Animales

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n25	25	PERRO
01n26	26	GATO
01n27	27	VACA
01n28	28	CABALLO

**Nociones Básicas**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n35	35	ADENTRO
01n36	36	AFUERA
01n37	37	CALIENTE
01n38	38	FRIO
01n39	39	DIA
01n40	40	NOCHE
01n41	41	ARRIBA
01n42	42	ABAJO
01n43	43	FLACO
01n44	44	GORDO
01n45	45	LLENO
01n46	46	VACIO
01n47	47	JOVEN
01n48	48	VIEJO
01n49	49	ADELANTE
01n50	50	ATRAS
01n51	51	IZQUIERDA
01n52	52	DERECHA
01n53	53	PARADO
01n54	54	SENTADO
01n55	55	APAGADO
01n56	56	PRENDIDO

01n29	29	LEON
01n30	30	TIGRE
01n31	31	PATO
01n32	32	CHANCHO
01n33	33	BORREGO
01n34	34	GALLINA

**Medios de Transporte**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n57	57	AVION
01n58	58	CARRO
01n59	59	MOTO
01n60	60	BARCO
01n61	61	TREN

**Figuras**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n62	62	CUADRADO
01n63	63	RECTANGULO
01n64	64	CIRCULO
01n65	65	HEXAGONO
01n66	66	MEDIO CIRCULO
01n67	67	TRIANGULO

**Números**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n68	68	CERO
01n69	69	UNO
01n70	70	DOS
01n71	71	TRES
01n72	72	CUATRO
01n73	73	CINCO
01n74	74	SEIS
01n75	75	SIETE
01n76	76	OCHO
01n77	77	NUEVE

## 4.2 Hardware y Software Necesarios

Se realizaron las pruebas con el dispositivo transmisor, la interfaz de usuario configurada para recibir los datos y dentro de la institución con el fin de determinar la mejor ubicación del circuito receptor para evitar pérdida de datos o que los mismos no lleguen; la batería estaba con el 90% de carga.

El software necesario para la placa Arduino se detalla a continuación:

En la Figura 4.1 se establecen las librerías que se van a utilizar, los pines de la pantalla LCD y se definen los pines que servirán para leer el estado de los pulsantes.

```
//Incluimos las librerías a utilizar
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX
#include <LiquidCrystal.h>
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h>

//Pines para usar la LCD
LiquidCrystal lcd(22, 23, 24, 25, 26, 27); //declaracion de puertos de la LCD

//Pines para los botones
int boton1 = 2;
int boton2 = 3;
int boton3 = 4;
int boton4 = 5;
int boton5 = 6;
int boton6 = 7;
```

Figura 4-1: Configuración de Librerías y Pines

En la Figura 4.2 está la configuración de los pines que leerán los estados de los pulsantes, la inicialización de la pantalla LCD, la inicialización de los puertos seriales que servirán para comunicarse con el módulo reproductor de audio y con el módulo XBEE emisor

```
void setup()
{
    pinMode(boton1, INPUT); // declaracion del modo del PIN
    pinMode(boton2, INPUT);
    pinMode(boton3, INPUT);
    pinMode(boton4, INPUT);
    pinMode(boton5, INPUT);
    pinMode(boton6, INPUT);

    lcd.begin(16, 2);
    lcd.setCursor(7,0);
    lcd.print("UPS");
    lcd.setCursor(5,2);
    lcd.print("CUENCA");

    Serial3.begin(9600); // Apertura del puerto serial para modulo XBEE
    delay(100);
    mySerial.begin(9600); //Creacion de un puerto serial para el DFPlayer
    delay(100);
    playMp3(24); //reproduce saludo de inicio
    Serial3.print("Olon"); //envia el comando para enlazar transmisor y receptor
    delay(100);
}
```

Figura 4-2: Configuración de Librerías y Pines

En la Figuras 4.3 es básicamente donde se desarrolla todo el código, aquí están las sentencias que realizan la lectura de los pulsantes y las respectivas condiciones para cada uno de ellos, además se manejan los mensajes que deberán aparecer en la pantalla de administración en caso de recibir o no recibir la notificación de la computadora.

```
void loop()
{
    //lectura de los botones
    boton1 = digitalRead(2);
    boton2 = digitalRead(3);
    boton3 = digitalRead(4);
    boton4 = digitalRead(5);
    boton5 = digitalRead(6);
    boton6 = digitalRead(7);
```

```
// -----AJUSTE DE SONIDOS Y NECESIDADES DE CADA BOTON-----
//----- BOTON NUMERO 1 -----
if (boton1==LOW){// el orden de los botones es de izquierda a derecha
Serial3.print("0ln15"); //colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
    delay(100);
    playMp3(15); // colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
delay(500);
if (Serial3.available() > 0) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print("ORDEN");
    lcd.setCursor(5,2);
    lcd.print("ENVIADA");
    delay(700);
    inicio();
}
else{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print("FALLO");
    lcd.setCursor(4,2);
    lcd.print("EL ENVIO");
    delay(700);
    inicio();
}
}
```

```

//----- BOTON NUMERO 2 -----
if (boton2==LOW)
{
  Serial3.print("0ln11");//colocar aqui el codigo de la necesidad    EJEMPLO ("0ln22")
  delay(100);
  playMp3(11);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
delay(500);
if (Serial3.available() > 0) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print("ORDEN");
  lcd.setCursor(5,2);
  lcd.print("ENVIADA");
  delay(700);
  inicio();
}
else{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print("FALLO");
  lcd.setCursor(4,2);
  lcd.print("EL ENVIO");
  delay(700);
  inicio();
}
}

```

```

//----- BOTON NUMERO 3 -----
if (boton3==LOW)
{
  Serial3.print("0ln23");//colocar aqui el codigo de la necesidad    EJEMPLO ("0ln22")
  delay(100);
  playMp3(23);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
delay(500);
if (Serial3.available() > 0) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print("ORDEN");
  lcd.setCursor(5,2);
  lcd.print("ENVIADA");
  delay(700);
  inicio();
}
else{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print("FALLO");
  lcd.setCursor(4,2);
  lcd.print("EL ENVIO");
  delay(700);
  inicio();
}
}

```

```

//----- BOTON NUMERO 4 -----
if (boton4==LOW)
{
Serial3.print("0ln12");//colocar aqui el codigo de la necesidad    EJEMPLO ("0ln22")
  delay(100);
playMp3(12);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
delay(500);
if (Serial3.available() > 0) {
lcd.clear();
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("ORDEN");
lcd.setCursor(5,2);
lcd.print("ENVIADA");
delay(700);
inicio();
}
else{
lcd.clear();
//delay(50);
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("FALLO");
lcd.setCursor(4,2);
lcd.print("EL ENVIO");
delay(700);
inicio();
}
}

```

```

//----- BOTON NUMERO 5 -----
if (boton5==LOW)
{
Serial3.print("0ln20");//colocar aqui el codigo de la necesidad    EJEMPLO ("0ln22")
  delay(100);
playMp3(20);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
delay(500);
if (Serial3.available() > 0) {
lcd.clear();
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("ORDEN");
lcd.setCursor(5,2);
lcd.print("ENVIADA");
delay(700);
inicio();
}
else{
lcd.clear();
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("FALLO");
lcd.setCursor(4,2);
lcd.print("EL ENVIO");
delay(700);
inicio();
}
}

```

```

//-----BOTON NUMERO 6 -----
if (boton6==LOW)
{
  Serial3.print("0ln6");//colocar aqui el codigo de la necesidad   EJEMPLO ("0ln22")
  delay(100);
  playMp3(6);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
delay(500);
if (Serial3.available() > 0) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print("ORDEN");
  lcd.setCursor(5,2);
  lcd.print("ENVIADA");
  delay(700);
  inicio();
}
else {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print("FALLO");
  lcd.setCursor(4,2);
  lcd.print("EL ENVIO");
  delay(700);
  inicio();
}
}
}

```

Figura 4-3: Lectura de Pulsantes, Condiciones y manejo de mensajes en la LCD

En la Figura 4.4 está la subrutina de inicio de la pantalla de administración y también la subrutina para la reproducción de las pistas de audio.

```

void inicio ()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print("UPS");
  lcd.setCursor(5,2);
  lcd.print("CUENCA");
}
//subrutina para reproduccion de pistas
void playMp3(uint16_t index)
{
  static uint8_t play_cmd [10] = { 0X7E, 0xFF, 0x06, 0X03, 00, 00, 00, 0xFE, 0xee, 0XEF};
  play_cmd[5] = (uint8_t)(index >> 8);
  play_cmd[6] = (uint8_t)(index);
  uint8_t *cmd;
  uint8_t checksum = 0;
  for (int i=2; i<8; i++) {
    checksum += play_cmd[i];
  }
  play_cmd[8] = (uint8_t)~checksum;
  for (int i=0; i<10; i++) { //send cmd
    mySerial.write (play_cmd[i]);
  }
}
}

```

Figura 4.4: Lectura de Pulsantes, Condiciones y manejo de mensajes en la LCD

### 4.3 Pruebas Realizadas

Actualmente la Ing. Jessica Orellana es la encargada de la administración del dispositivo transmisor, serán 9 los usuarios entre niños y niñas que harán uso del transmisor según la terapeuta crea conveniente.

#### 4.3.1 Usuarios Participantes

Con el fin de proteger la identidad de los niños y niñas se reemplazaran sus nombres por “Alumno/a (numero)”

*Cuadro 4-1: Usuarios del dispositivo transmisor*

ID	Nombre	Apellido	Edad
1	Alumno	1	16
2	Alumna	2	9
3	Alumno	3	9
4	Alumna	4	9
5	Alumno	5	8
6	Alumno	6	11
7	Alumna	7	11
8	Alumno	8	13
9	Alumna	9	25

#### 4.3.2 Pruebas de Botones

La siguiente prueba se realizó con el fin de analizar todos los aspectos de los botones del dispositivo

*Cuadro 4-2: Pruebas de Botones*

Prueba	Resultados
Resistencia	Los botones responden con una fuerza mínima aplicada, y de igual manera a los golpes
Durabilidad	Las pruebas se fueron realizando con mucha anterioridad para garantizar su extensa vida útil
Adaptabilidad	El niño no presenta problemas con el tamaño del botón ni con la separación entre los mismos
Precisión	No es necesario un movimiento fino para activar el botón
Prueba	Resultados
Presionar un solo botón	El dispositivo responde de manera adecuada, reproduce el audio y envía los datos.
Presionar más de un botón a la vez	El dispositivo responde con la acción que se ejecutó primero

Presionar un botón y enseguida otro	Según la necesidad el audio tiende a cortarse para reproducir el próximo, el envío de los datos es ineficiente
Mantener presionado un botón	El dispositivo responde de manera adecuada pero el audio sigue reproduciéndose hasta que se suelte el botón, los datos se montan en la transmisión

### 4.3.3 Pruebas de Transmisión

La siguiente prueba se realizó con el fin de analizar todos los aspectos de la transmisión entre el circuito emisor y receptor.

*Cuadro 4-3: Pruebas de Transmisión*

<b>Prueba</b>	<b>Resultados</b>
Conectividad	El transmisor no envía en el primer intento el comando para enlazarse con la computadora, es necesario un reset general
Eficiencia de Transmisión	Depende de la ubicación del Transmisor y la línea de vista que tenga con el receptor, mientras más cerca más rápido
Transmisión en Ambientes Cerrados	El rango de transmisión del módulo se ve afectado por la gran cantidad de paredes gruesas
Interferencias en la Transmisión	La institución no posee red Wi-fi, la transmisión no se ve afectada por redes vecinas en el sector
Velocidad de Transmisión	Depende de la ubicación del transmisor, existe un retardo de aproximadamente 0,5 seg

### 4.3.4 Pruebas de Recepción

La siguiente prueba se realizó para comprobar que los datos lleguen a la computadora

*Cuadro 4-4: Pruebas de Recepción*

<b>Prueba</b>	<b>Resultados</b>
Conectividad	EL comando para enlazarse se envía con éxito en todos los intentos
Eficiencia de Recepción	Existe perdida o solapamiento de datos cuando se presionan muy rápido distintos botones
Recepción en Ambientes Cerrados	Depende de la ubicación del módulo Receptor y la distancia del módulo emisor
Velocidad de Recepción	Existe un retardo considerable en la reproducción del audio en la computadora respecto al audio del dispositivo
Interferencias en Recepción	El software siempre está leyendo datos del puerto COM, existe una extensión USB que puede generar interferencia y perdida de los datos

### 4.3.5 Pruebas de Batería

La siguiente prueba se realizó para determinar el rendimiento de la batería sin usar el dispositivo y usándolo todo el tiempo.

*Cuadro 4-5: Pruebas de Batería*

<b>Prueba</b>	<b>Resultados</b>
Rendimiento con batería Cargada 100% 6V	La reproducción de sonido es clara y fuerte, la iluminación de la pantalla esta al máximo
Rendimiento con 80% de la batería	La reproducción de sonido se mantiene bien, pero la iluminación en la pantalla es intermitente
Rendimiento con 60% de la batería	La reproducción de sonido se corta, el dispositivo tiende a reiniciarse solo por falta de corriente

### 4.4 Recolección de datos

En la siguiente sección se exponen los resultados de las pruebas realizadas con los niños del Instituto, así como los datos obtenidos de las evaluaciones planteadas para dichas pruebas. Para constancia de las mismas sírvase revisar la sección de ANEXOS “C” de este documento.

#### 4.4.1 Medida de satisfacción del tutor

Antes de hacer que el niño interactúe con el dispositivo es necesario que sus terapeutas evalúen el dispositivo Transmisor desde diferentes puntos de vista, el formato de este cuestionario se encuentra en la sección de ANEXOS “B”; obteniendo los siguientes resultados: Ver Tabla4.1

#### **Hardware**

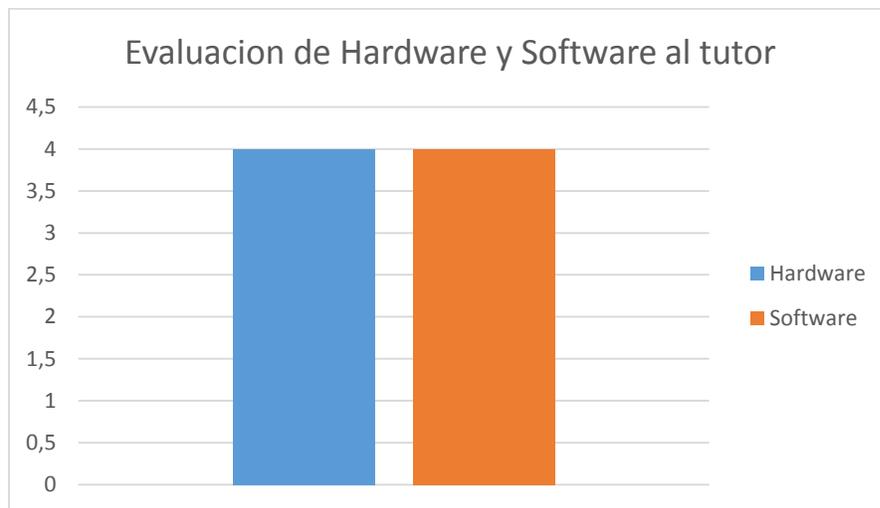
- **Ubicación del botón de encendido y apagado:** Totalmente de Acuerdo
- **Uso de la consola de Administración:** Totalmente de Acuerdo
- **Ajustar Brillo de la pantalla de Administración:** Totalmente de Acuerdo
- **Resetear el Dispositivo:** Totalmente de Acuerdo
- **Duración/Carga de la Batería:** Totalmente de Acuerdo
- **Colocar nuevos pictogramas:** Totalmente de Acuerdo
- **Conectar/Resetear Red GSM:** Totalmente de Acuerdo
- **Conectar/Configurar el dispositivo:** Totalmente de Acuerdo
- **Peso/Tamaño del dispositivo:** Totalmente de Acuerdo
- **Dimensión/Separación de los botones:** Totalmente de Acuerdo
- **Respecto a la versión anterior, ¿Considera Ud. que se mejoró la portabilidad y manejo del mismo?** Totalmente de Acuerdo

Ahora es necesario conocer el grado de satisfacción de los tutores respecto a las interfaces de usuario planteadas para el uso del dispositivo, obteniendo los siguientes resultados: Ver Tabla 4.1

### Software

- **Manejo de la Interfaz de usuario (desarrollada):** Totalmente de Acuerdo
- **Distribución de pestañas en la pantalla:** Totalmente de Acuerdo
- **Manejo de la Interfaz de Configuración (IDE Arduino):**Totalmente de Acuerdo
- **Transmisión/Recepción de datos:** Totalmente de Acuerdo
- **Generar Reportes:** Totalmente de Acuerdo
- **Asignación de Necesidades:** Totalmente de Acuerdo
- **Enlazar el dispositivo:** Totalmente de Acuerdo
- **Grado de satisfacción con la interfaz de usuario:** Totalmente de Acuerdo
- **Grado de satisfacción con la interfaz de configuración:** Totalmente de Acuerdo
- **Respecto a la versión anterior del software, ¿Considera Ud. que la nueva versión es más fácil de usar y programar?:** Totalmente de Acuerdo

Tabla 4-1 Evaluación de Hardware y Software al tutor



Según la escala planteada en la evaluación realizada (Revisar ANEXOS “B”) se observa claramente que **el grado de satisfacción de los tutores respecto al rediseño del dispositivo Transmisor de Necesidades básicas es del 100%** tanto en hardware como en software.

## 4.4.2 Pruebas del Dispositivo con los niños

En esta sección se muestran los datos obtenidos al realizar las evaluaciones planteadas en el ANEXO “B” con los niños, es importante señalar que estos datos son solo una porción seleccionada al azar de todas las pruebas que se han realizado durante el mes de pruebas del dispositivo, más adelante se expondrán todos los datos obtenidos y el desarrollo que los niños han tenido al usar el dispositivo transmisor.

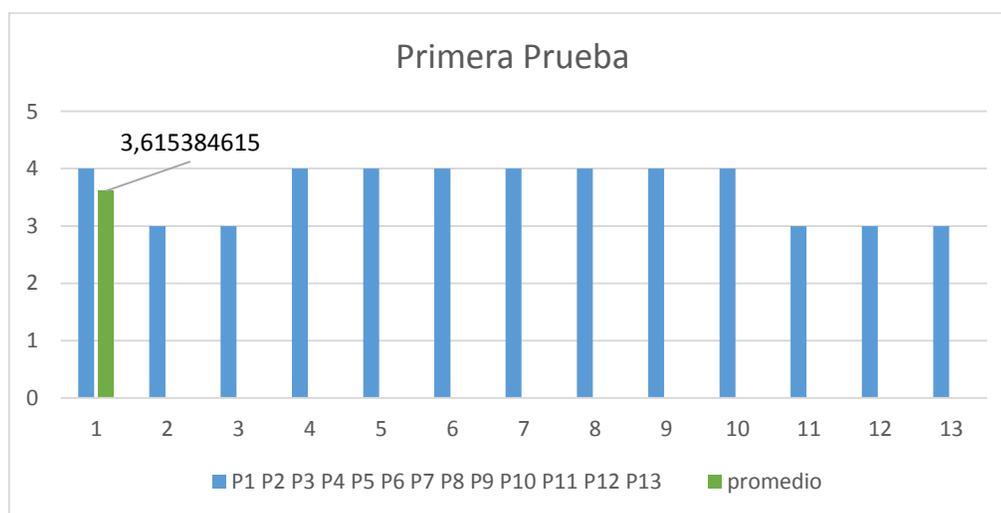
Para constancia de estas pruebas revisar el ANEXO “C”.

Se realizaron 4 sesiones de pruebas con diferentes niños y con diferentes grupos de pictogramas.

La primera sesión se realizó 2 pruebas al mismo niño de la siguiente manera: Ver Tablas 4.2 y 4.3

Nombre:	Emilio Molina
Edad:	10
Discapacidad:	PCI Espástica
Reto:	Reconocimiento de Animales – segundo grupo de pictogramas

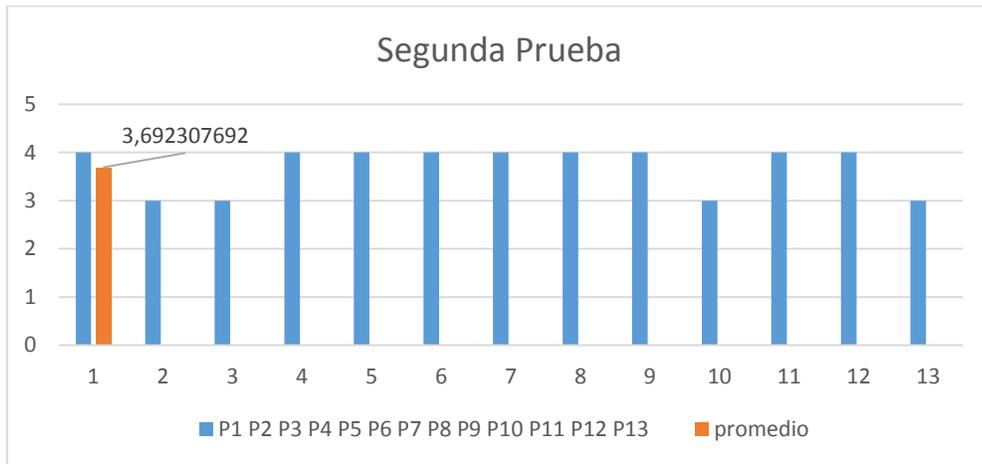
Tabla 4-2: Primera Sesión - Primera Prueba



Para la segunda prueba se escogió otro grupo de pictogramas

Nombre:	Emilio Molina
Edad:	10
Discapacidad:	PCI Espástica
Reto:	Reconocimiento de Medios de transporte

Tabla 4-3: Primera Sesión - Segunda Prueba

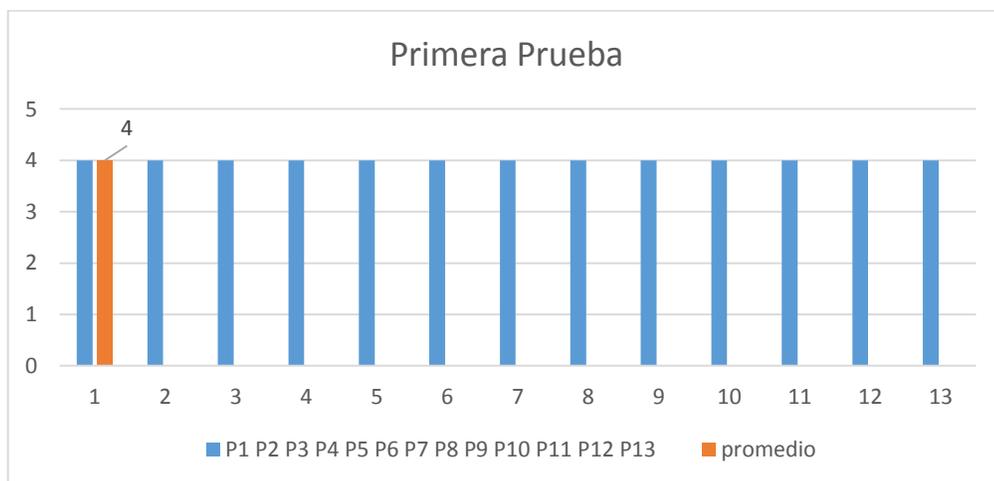


Se observa que los resultados son muy aceptables con un **promedio general de 3,653** lo que indica que el dispositivo junto con la ayuda de su terapeuta causan un gran impacto en el desarrollo de sus sentidos motrices, cognitivos y lingüísticos.

En la siguiente sesión de pruebas se obtuvo los siguientes resultados: Ver Tablas 4.4 y 4.5

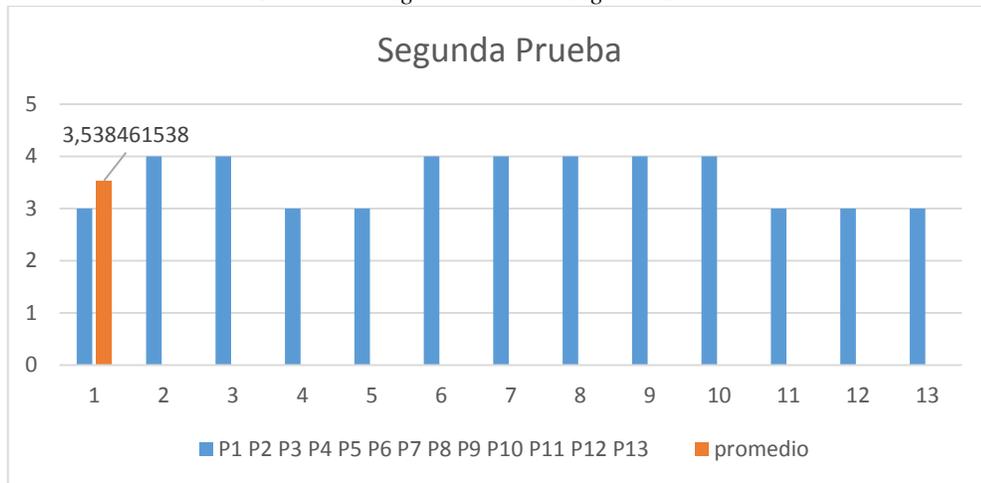
Nombre:	Jacinto Morales
Edad:	18
Discapacidad:	PCI Atetósica
Reto:	Reconocimiento de Medios de transporte y Estados de Animo

Tabla 4-4: Segunda Sesión - Primera Prueba



Nombre:	Jacinto Morales
Edad:	18
Discapacidad:	PCI Atetósica
Reto:	Reconocimiento de Animales

Tabla 4-5: Segunda Sesión - Segunda Prueba

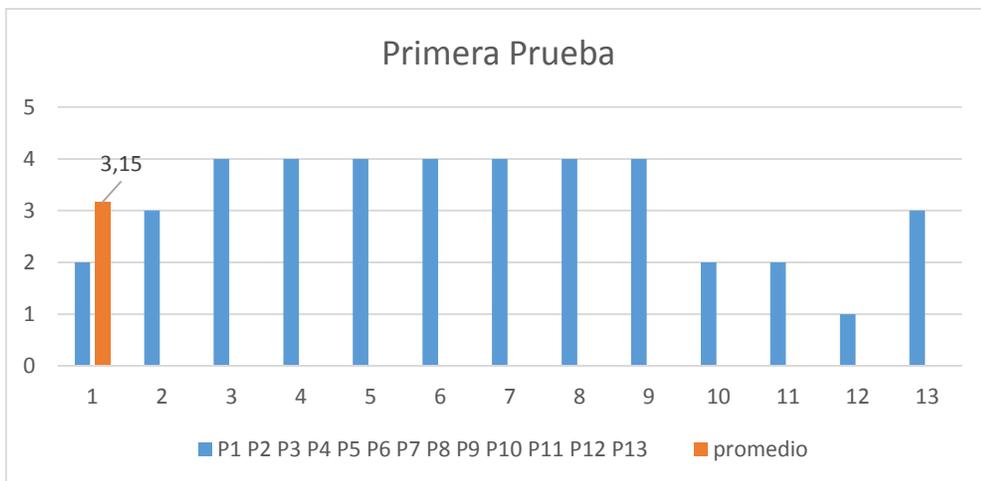


Con este niño se observan que los resultados en la primera prueba fueron perfectos mientras que en la segunda se bajó un poco el rendimiento debido a que aún no se encuentra en una etapa de aprendizaje de ese grupo de pictogramas. **El promedio general es 3,769**

La tercera sesión se la realizo con dos niñas debido a que ellas poseen deficiencia cognitiva: Ver Tablas 4.6 y 4.7

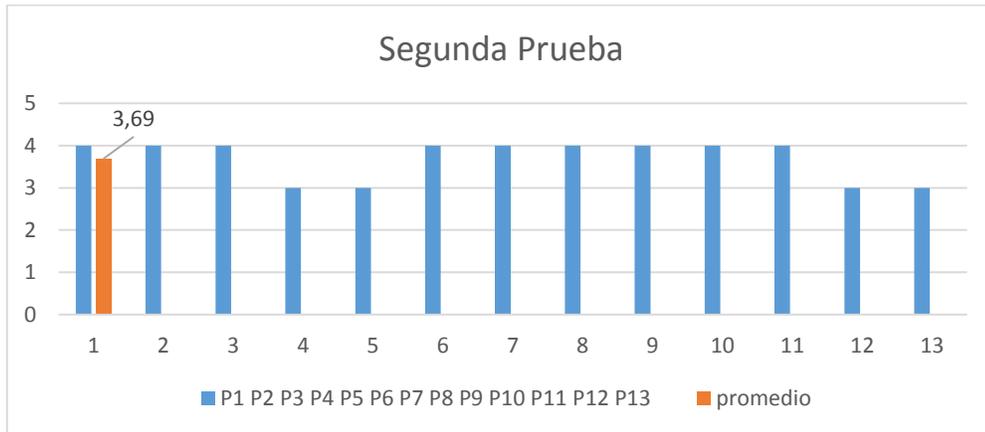
Nombre:	Jennifer Chapa
Edad:	7
Discapacidad:	PCI Espástico, Deficiencia Cognitiva
Reto:	Reconocimiento de Animales y Figuras geométricas

Tabla 4-6: Tercera Sesión - Primera Prueba



Nombre:	Mercedes Ortega
Edad:	12
Discapacidad:	PCI Espástico leve, Deficiencia Cognitiva leve
Reto:	Reconocimiento de Animales y Figuras geométricas

Tabla 4-7: Tercera Sesión - Segunda Prueba

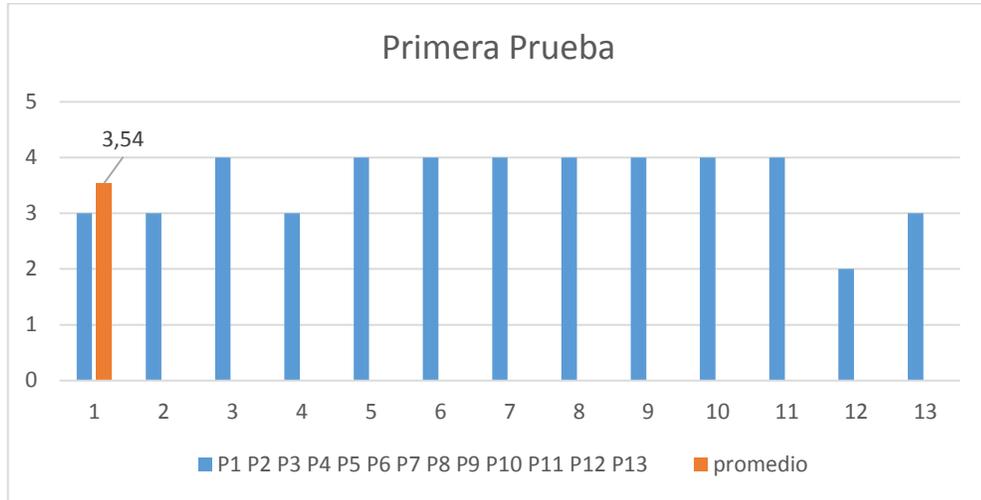


Las pruebas realizadas con estas niñas fueron muy aceptables a pesar de su discapacidad cognitiva, esto les impide realizar cualquier asociación “sonido – imagen – botón” pero con la ayuda de la terapeuta y el dispositivo, a largo plazo se pueden llegar a obtener mejores resultados.

La cuarta sesión se realizó con una niña que es un caso especial en el IPCA debido a sus discapacidades: Ver Tabla 4.8

Nombre:	Melisa Albarracín
Edad:	8
Discapacidad:	PCI Espástico leve, Deficiencia Cognitiva severa
Reto:	Reconocimiento de Animales, Figuras geométricas, Colores en los botones

Tabla 4-8: Cuarta Sesión - Primera Prueba



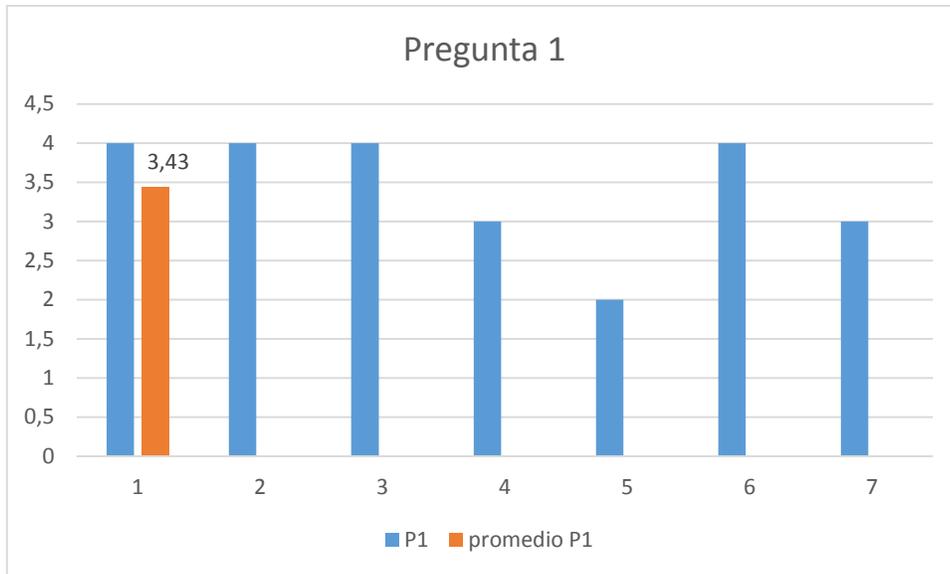
En esta prueba, como en las anteriores realizadas a las niñas con deficiencia cognitiva son muy aceptables, es muy necesaria la ayuda de la terapeuta cuando se trabaja con el dispositivo.

Ahora es necesario analizar cada uno de los campos evaluados por separado con el fin de conocer en qué aspectos los niños o niñas están teniendo problemas para poder corregirlos, estos inconvenientes se pueden dar por el dispositivo o por la discapacidad del niño o niña.

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

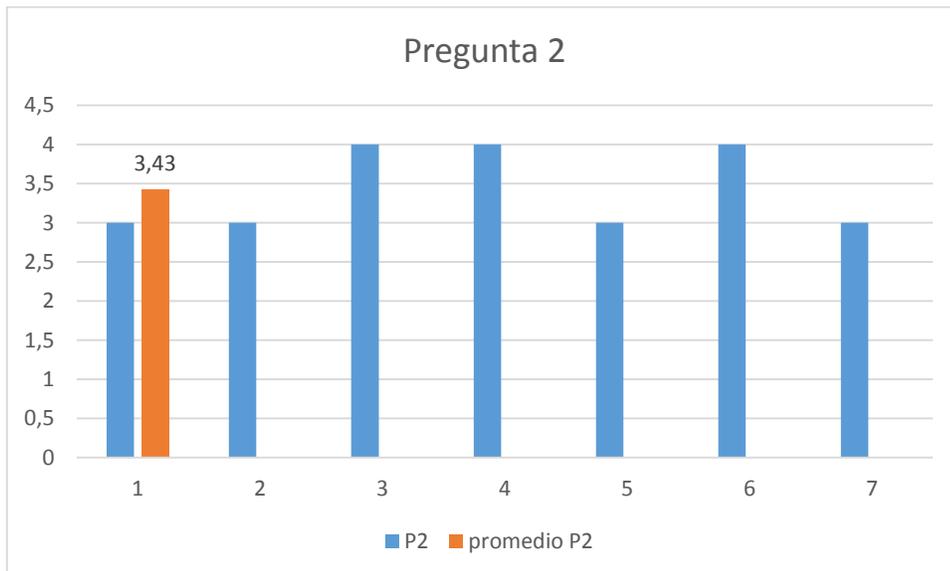
- El niño tiene dificultad para presionar un botón

Tabla 4-9: Pregunta 1



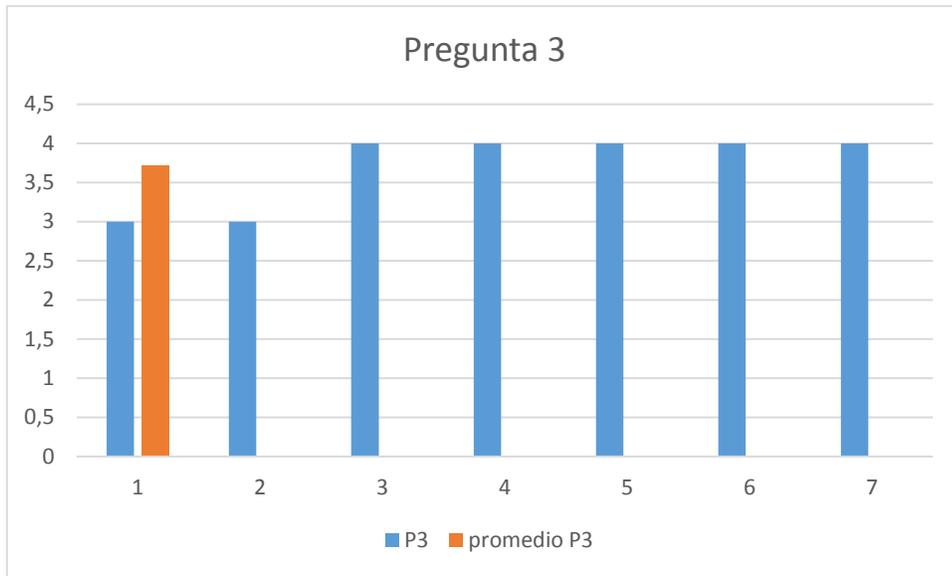
- Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde

Tabla 4-10: Pregunta 2



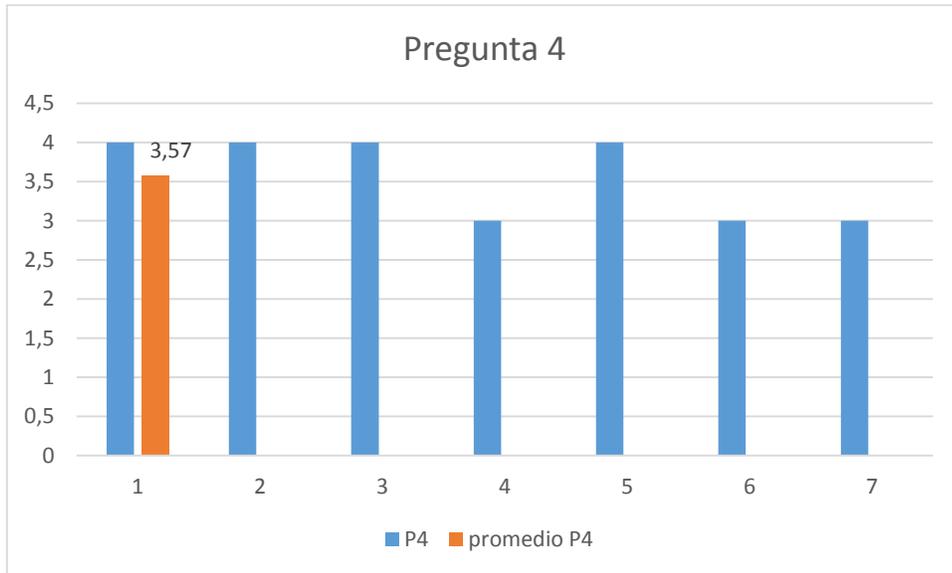
- Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde

Tabla 4-11: Pregunta 3



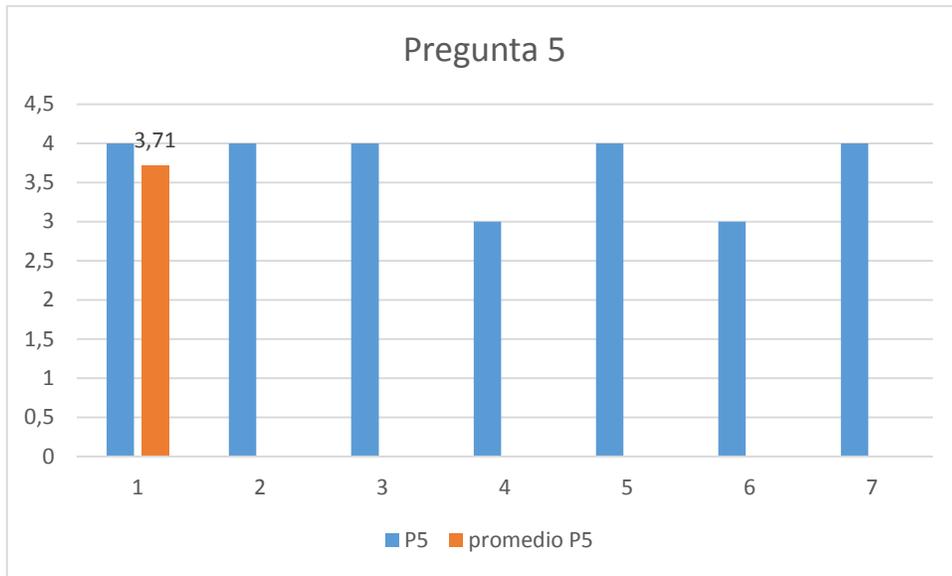
- La separación entre botones es adecuado

Tabla 4-12: Pregunta 4



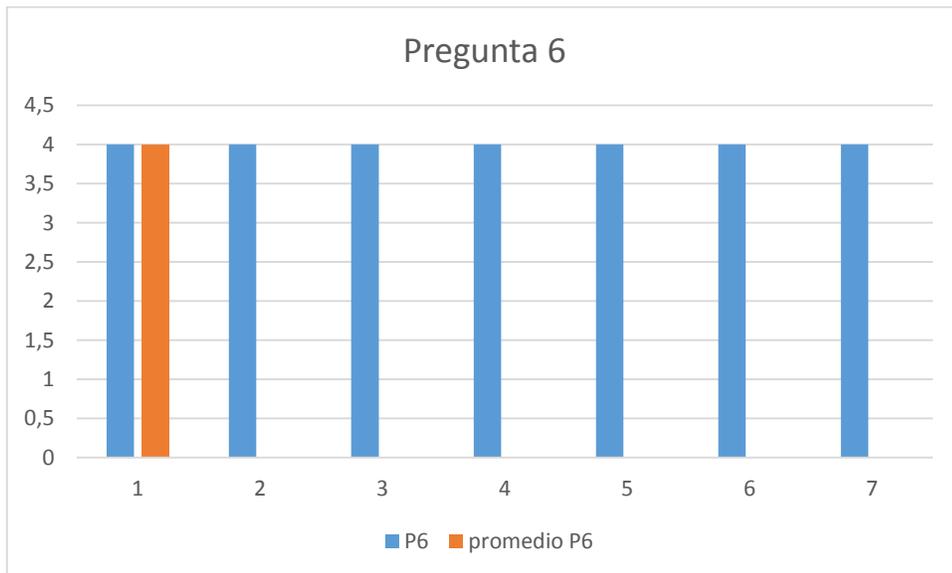
- El tamaño de los botones es adecuado

Tabla 4-13: Pregunta 5



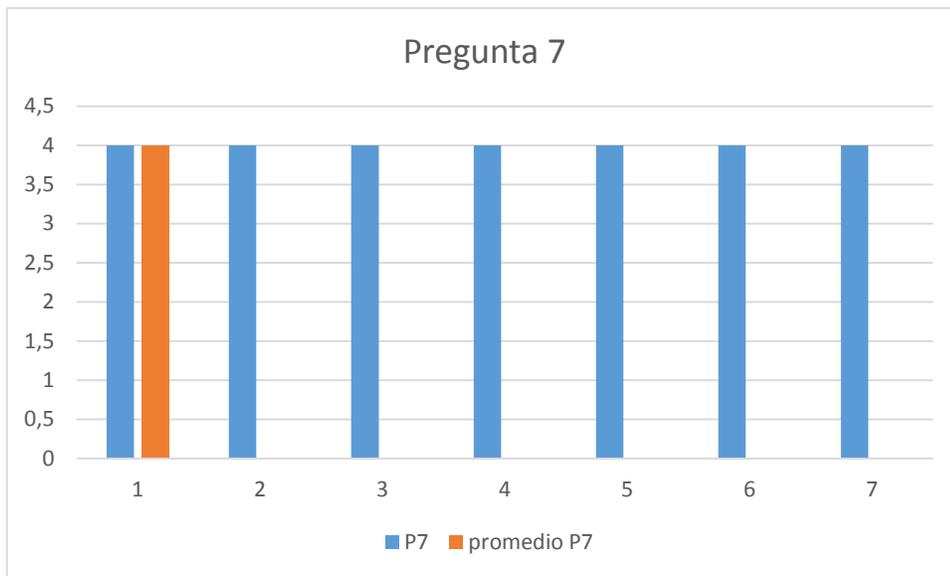
- Los botones son resistentes a los golpes del niño

Tabla 4-14: Pregunta 6



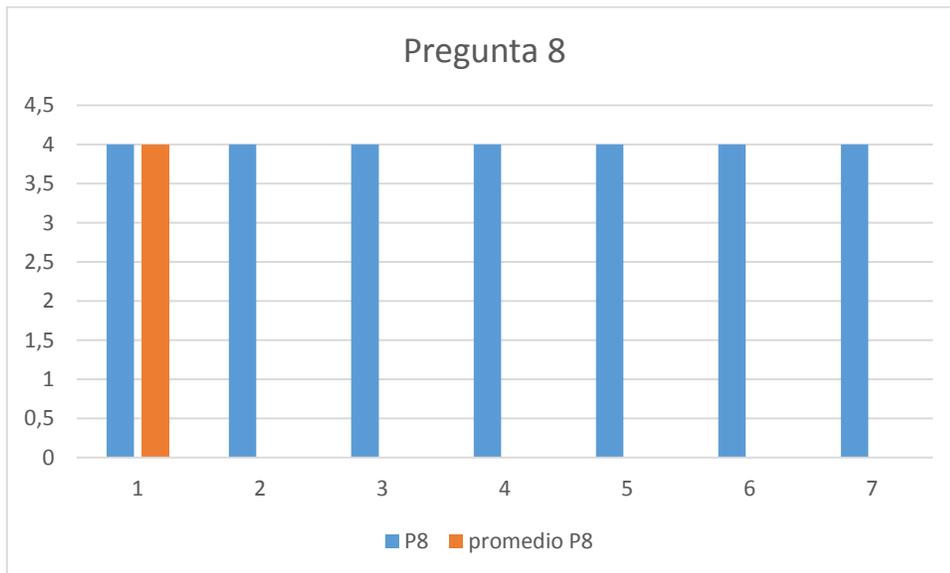
- El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón

Tabla 4-15: Pregunta 7



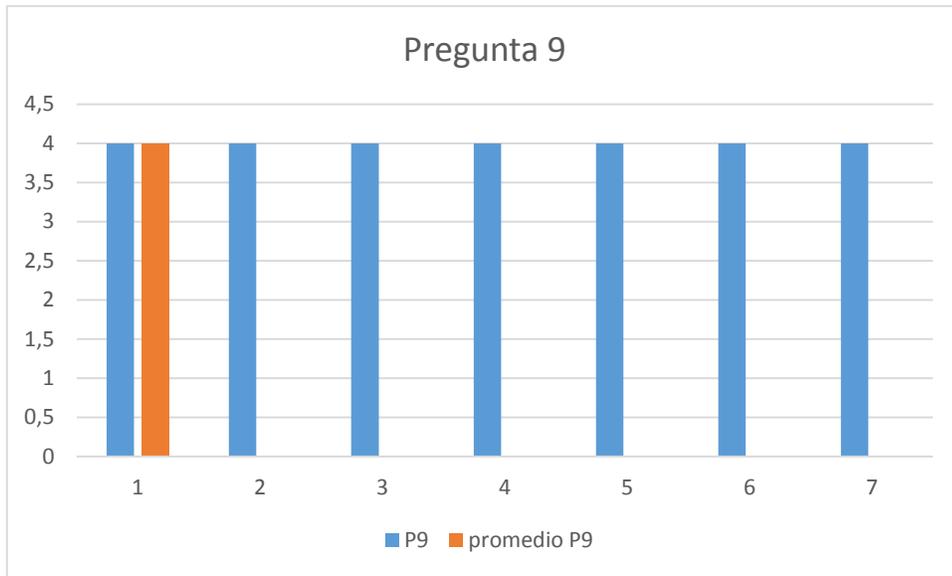
- El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado

Tabla 4-16: Pregunta 8



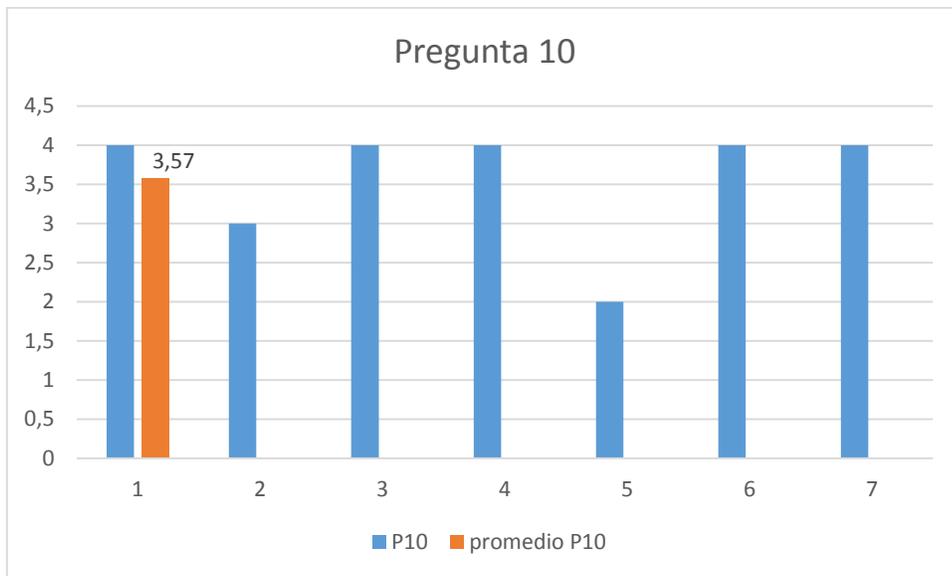
- El tamaño del dispositivo es adecuado para ser portable

Tabla 4-17: Pregunta 9



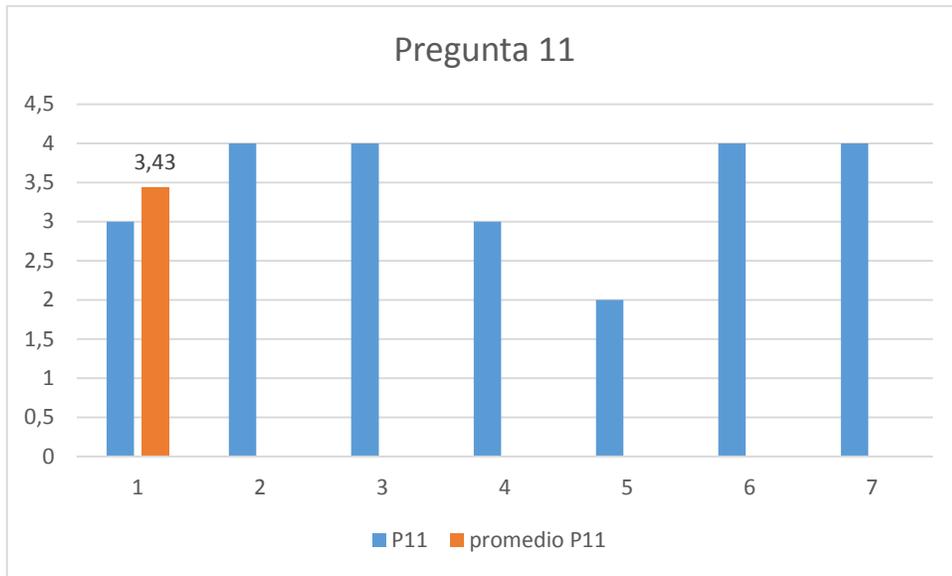
- El niño se siente estimulado a usar el dispositivo

Tabla 4-18: Pregunta 10



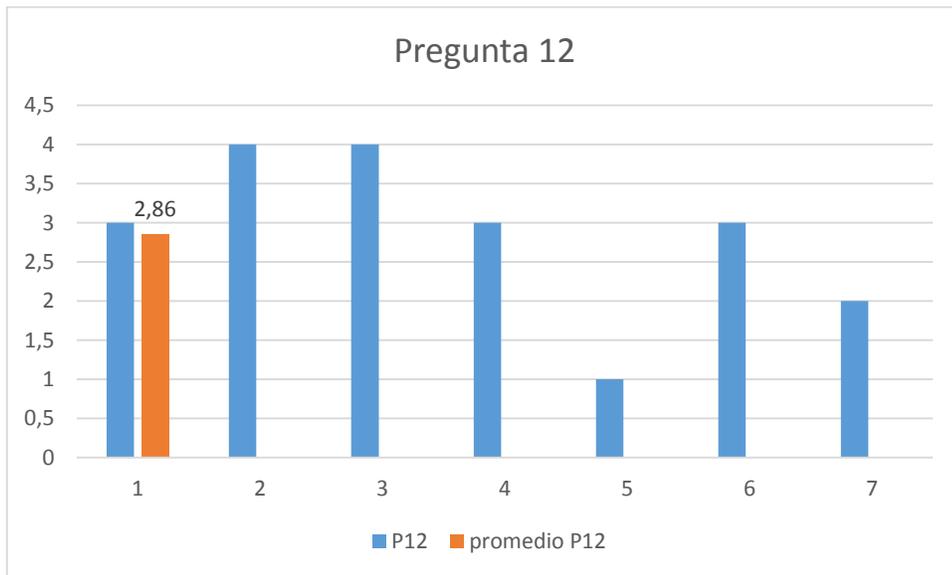
- El niño responde al uso del dispositivo

Tabla 4-19: Pregunta 11



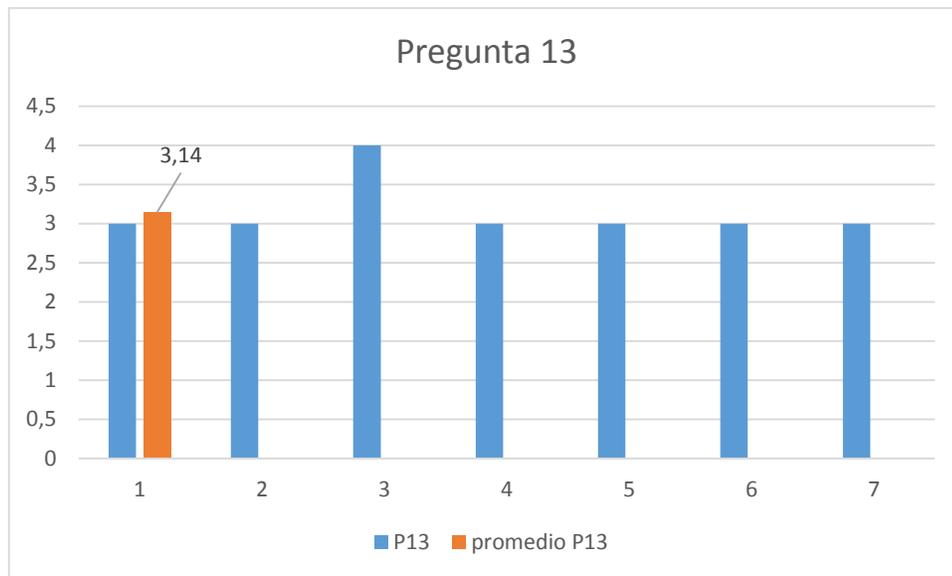
- El niño reconoce y asocia los pictogramas

Tabla 4-20: Pregunta 12



- La reproducción del sonido es clara

Tabla 4-21: Pregunta 13



En todas las Tablas se observa claramente que las preguntas que corresponden al dispositivo tienen un promedio muy elevado llegando aproximadamente al 95% de la escala, mientras que las preguntas que corresponden a los niños tienen promedios más bajos debido a que no todos responden igual ante el dispositivo; además se debe tener presente que la deficiencia cognitiva de las niñas hacen que el promedio disminuya notablemente, pero esto es solamente por la discapacidad que poseen mas no hace referencia a que el dispositivo no sea adecuado.

#### 4.4.3 Análisis del desarrollo de los niños con el dispositivo

En esta sección se exponen los resultados con todos los niños que usaron el dispositivo, se dividieron en 3 pruebas con diferentes grupos de pictogramas para evaluar el impacto que tiene el dispositivo en los usuarios.

En la primera sesión de pruebas se obtuvieron los siguientes resultados: Ver Cuadro 4.6

*Cuadro 4-6: Primera Sesión de Pruebas*

<b>Niño (a)</b>	<b>Edad</b>	<b>Pictogramas Seleccionados</b>	<b># Pictogramas enseñados</b>	<b># Pictogramas acertados</b>	<b>% Aprendizaje</b>
Jacinto Morales	18	Medios de Transporte	5	3	60,00
Amy Jara	9	Estados de Animo	6	3	50,00
Emilio Molina	10	Medios de Transporte	5	4	80,00
Melisa Albarracín	8	Animales	6	2	33,33
Ángel Lema	8	Salud	4	3	75,00
Santiago Bermeo	11	Aseo Personal	4	3	75,00
Estefanía Carpio	11	Nociones Básicas	6	5	83,33
Mercedes Ortega	12	Animales	6	4	66,67
Jennifer Chapa	7	Otros	4	1	25,00
<b>Porcentaje Total de Aprendizaje:60,93</b>					

En la segunda sesión de pruebas se obtuvieron los siguientes resultados: Ver Cuadro 4.7

*Cuadro 4-7: Segunda Sesión de Pruebas*

<b>Niño (a)</b>	<b>Edad</b>	<b>Pictogramas Seleccionados</b>	<b># Pictogramas enseñados</b>	<b># Pictogramas acertados</b>	<b>% Aprendizaje</b>
Jacinto Morales	18	Medios de Transporte	5	4	80,00
Amy Jara	9	Estados de Animo	6	4	66,67
Emilio Molina	10	Medios de Transporte	5	5	100,00
Melisa Albarracín	8	Animales	6	2	33,33
Ángel Lema	8	Salud	4	3	75,00
Santiago Bermeo	11	Aseo Personal	4	3	75,00
Estefanía Carpio	11	Nociones Básicas	6	6	100,00
Mercedes Ortega	12	Animales	6	4	66,67
Jennifer Chapa	7	Otros	4	2	50,00
<b>Porcentaje Total de Aprendizaje:71,85</b>					

En la tercera sesión de pruebas se obtuvieron los siguientes resultados: Ver Cuadro 4.8

*Cuadro 4-8: Tercera Sesión de Pruebas*

<b>Niño (a)</b>	<b>Edad</b>	<b>Pictogramas Seleccionados</b>	<b># Pictogramas enseñados</b>	<b># Pictogramas acertados</b>	<b>% Aprendizaje</b>
Jacinto Morales	18	Medios de Transporte	5	5	100,00
Amy Jara	9	Estados de Animo	6	4	66,67
Emilio Molina	10	Medios de Transporte	5	5	100,00
Melisa Albarracín	8	Animales	6	3	50,00
Ángel Lema	8	Salud	4	4	100,00
Santiago Bermeo	11	Aseo Personal	4	3	75,00
Estefanía Carpio	11	Nociones Básicas	6	6	100,00
Mercedes Ortega	12	Animales	6	5	83,33
Jennifer Chapa	7	Otros	4	2	50,00
<b>Porcentaje Total de Aprendizaje:80,56</b>					

Después de realizar las sesiones de pruebas es necesario saber el avance que tuvo cada niño, ya que este varía según la edad, discapacidad, y la estrategia de enseñanza del terapeuta.

A continuación se muestran los resultados individuales:

Tabla 4-22: Desempeño Individual del Alumno 1

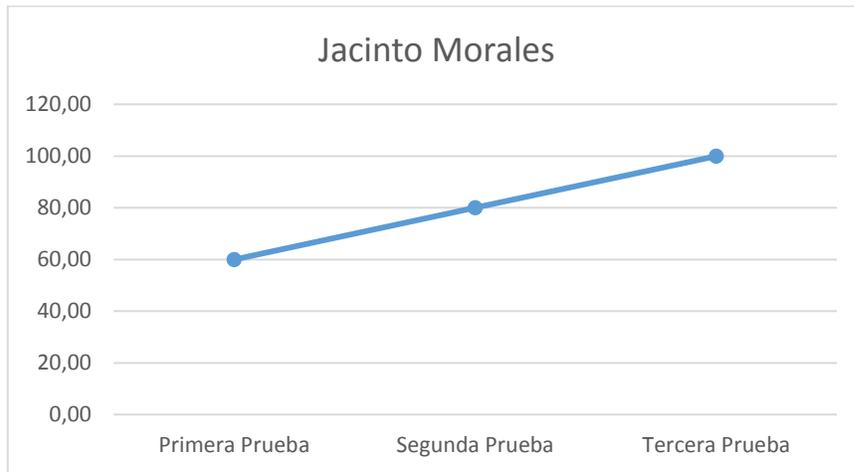


Tabla 4-23: Desempeño Individual de la Alumna 2

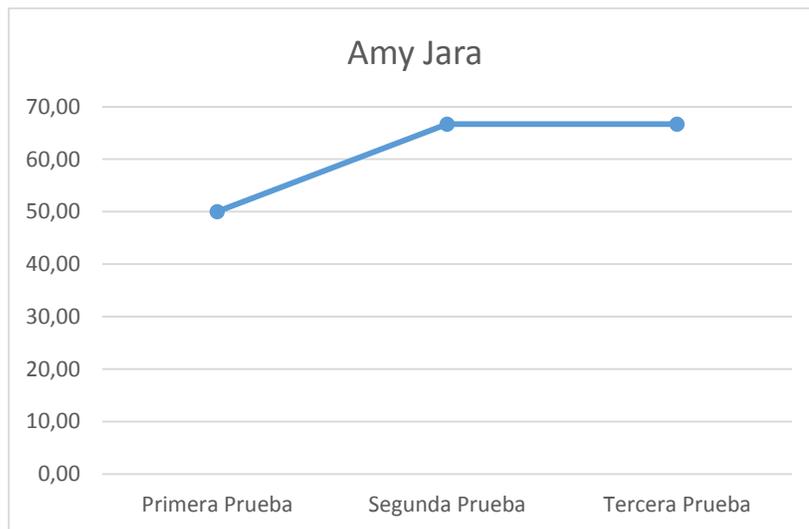


Tabla 4-24: Desempeño Individual del Alumno 3

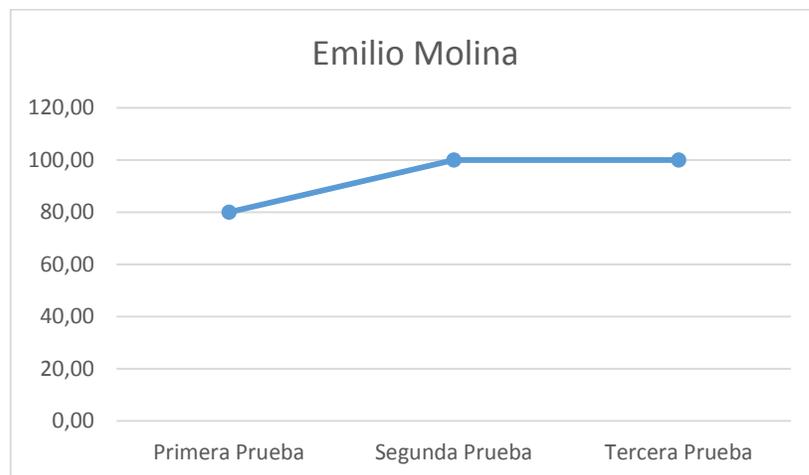


Tabla 4-25: Desempeño Individual de la Alumna 4

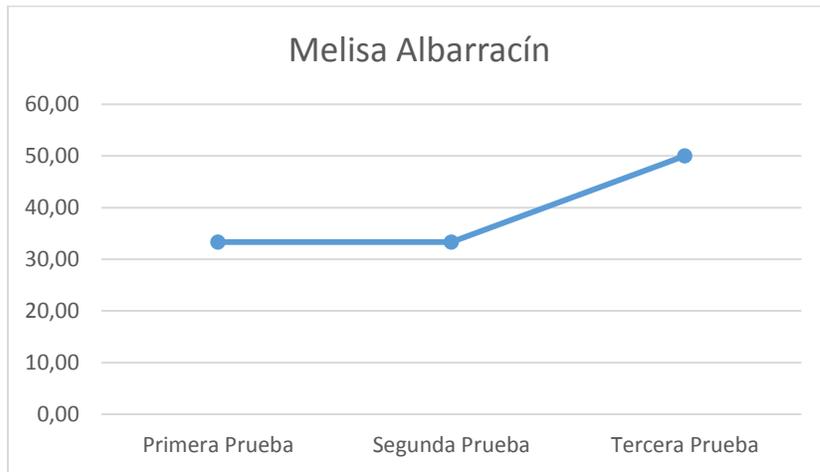


Tabla 4-26: Desempeño Individual del Alumno 5

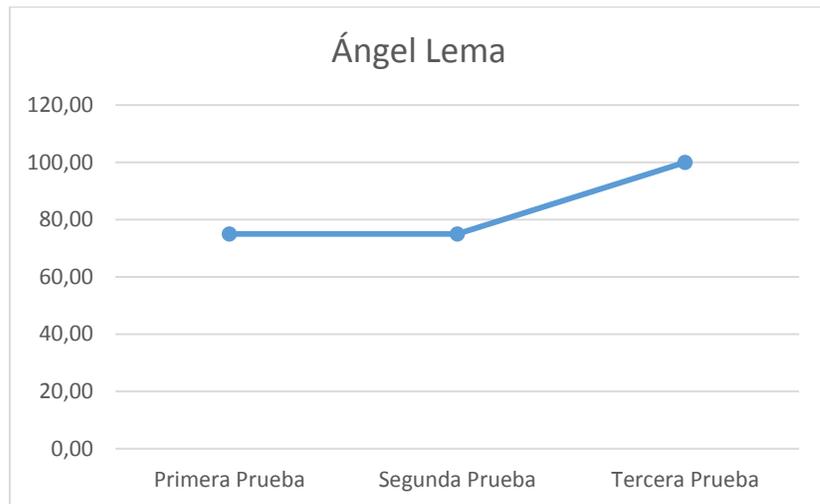


Tabla 4-27: Desempeño Individual del Alumno 6

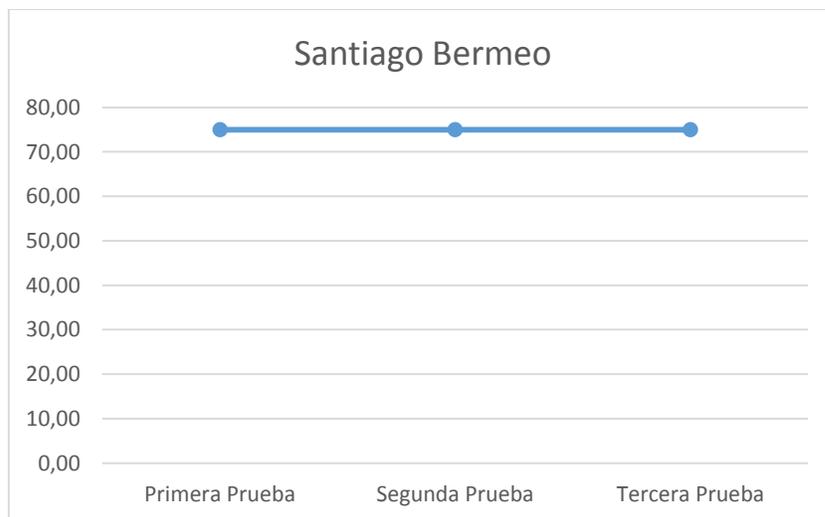


Tabla 4-28: Desempeño Individual de la Alumna 7

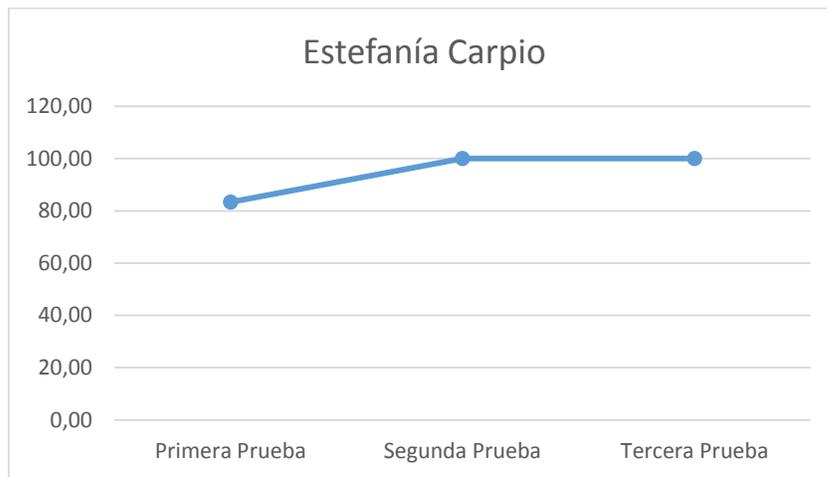


Tabla 4-29: Desempeño Individual de la Alumna 8

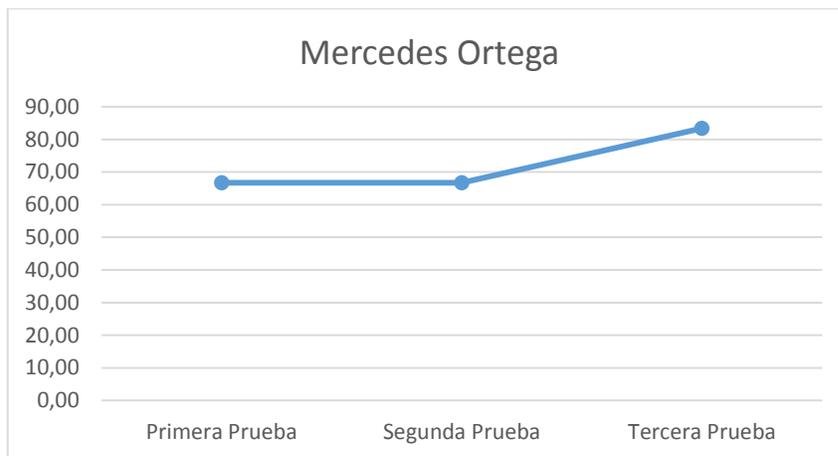


Tabla 4-30: Desempeño Individual de la Alumna 9

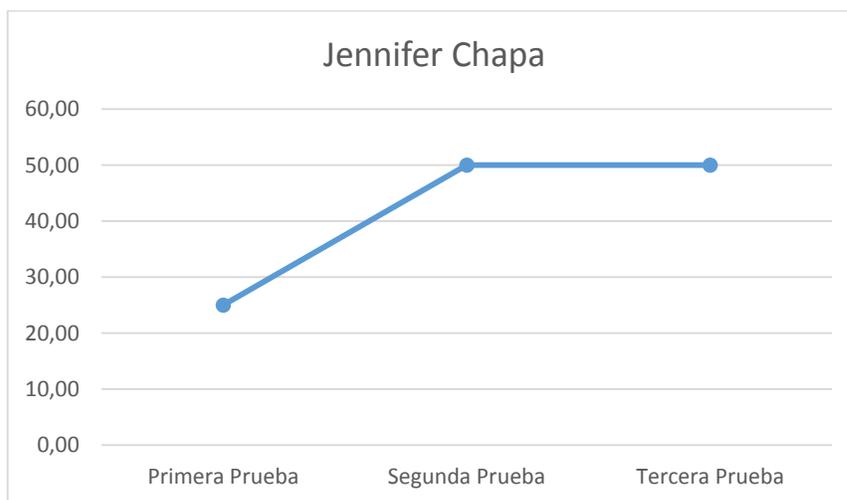
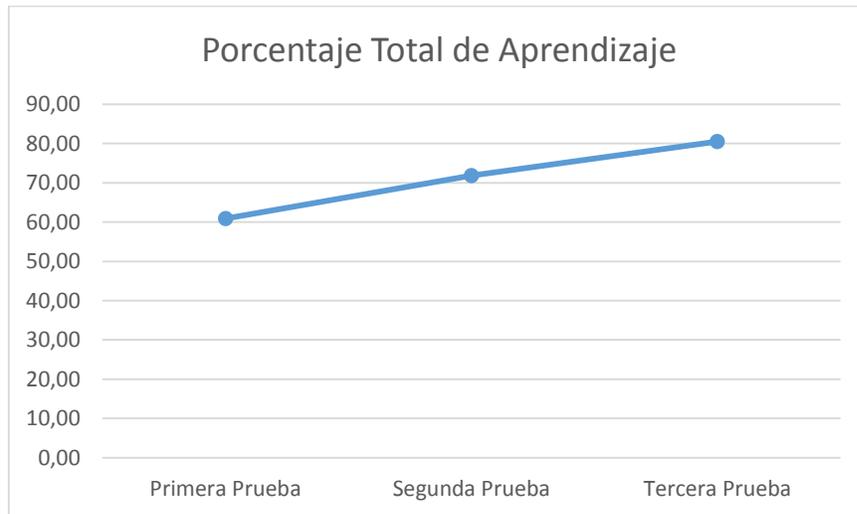


Tabla 4-31: Porcentaje total de Aprendizaje



Se observa claramente en todas las tablas que los niños y niñas tuvieron un avance conforme realizaban más pruebas con el dispositivo, esto refleja la gran aceptación que tiene por parte de ellos además de que les ayuda a desarrollar sus habilidades motrices, lingüísticas y cognitivas.

#### 4.4.4 Comparación entre versiones del dispositivo

Al finalizar todas las pruebas del dispositivo con todos los involucrados, es necesario realizar un contraste entre las versiones entregadas en el Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay (IPCA), el formato de esta evaluación se encuentra en los formatos de la sección ANEXOS “B”, aquí se mostraran los datos obtenidos según el criterio de la tutora encargada de la nueva versión Ing. Jessica Orellana y el tutor encargado de la versión previa Lic. Alejandro Vega.

Tabla 4-32: Comparación de Hardware entre dispositivos

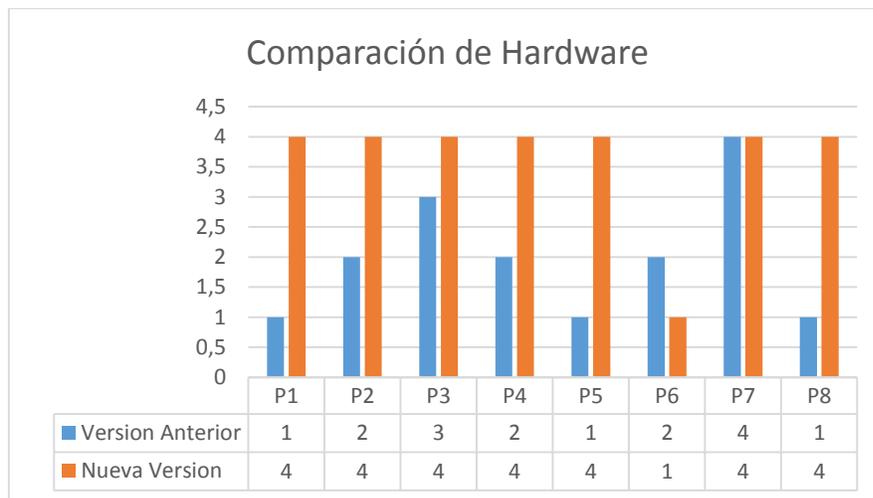
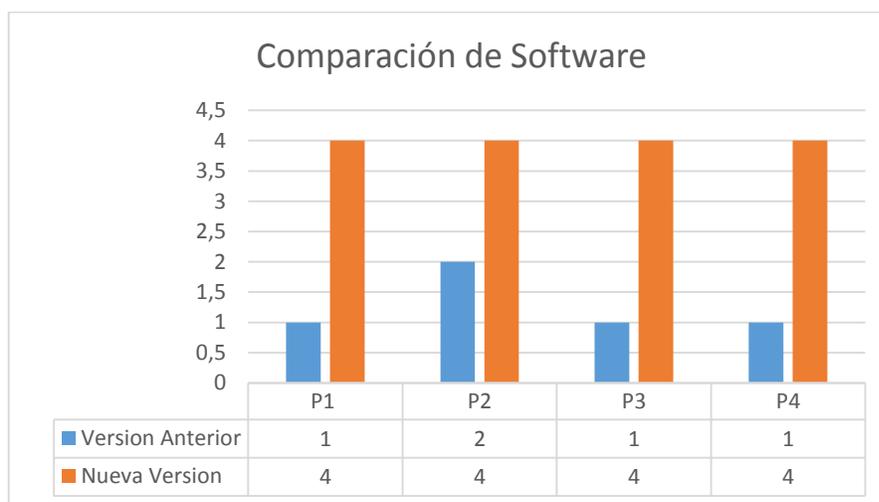


Tabla 4-33: Comparación de Software entre Dispositivos



## 4.5 Análisis de Resultados

Desde la entrega del dispositivo y las primeras pruebas realizadas y expuestas en la sección “4.3 Pruebas realizadas” se observa claramente que el transmisor está dentro de los parámetros establecidos para desarrollar una herramienta tecnológica para personas con discapacidad en este caso niños con PCI, deficiencia cognitiva y autismo.

En las Tabla 4.1 se exponen los grados de satisfacción de la tutora encargada con la debida consulta a sus colegas terapistas sobre el hardware y software desarrollados en este proyecto, los mismos que indican la total satisfacción con el dispositivo transmisor.

Se exponen las tablas de resultados luego de realizar las pruebas con los niños y niñas del instituto, algo importante que se debe señalar es que se incluyó usuarios que aparte de tener PCI tenían deficiencia cognitiva o autismo para ver cómo responden al usar el dispositivo, si bien es cierto los resultados fueron bajos por su falta de concentración, falta de asociación, etc. sus tutores piensan que a largo plazo se puede obtener mejoras significativas.

En la evaluación individual de cada niño se exponen las curvas de aprendizaje según avanzan en la etapa de pruebas con el dispositivo, los resultados son muy aceptables ya que al usarlo ellos van aprendiendo y desarrollando habilidades, esto se verifica en la Tabla 4.31 en donde el porcentaje total de aprendizaje es una clara muestra de que los usuarios siempre mejoran o mantienen sus resultados, no se documentó una prueba de que el dispositivo no sirva de ayuda, esto se debe a que el desarrollo del niño depende mucho del método de enseñanza que utilice el terapeuta.

Por último se realiza la comparación entre las dos versiones implementadas en el IPCA, se pide la opinión de los respectivos tutores y concuerdan muy ampliamente en que la nueva versión es más apta para usar en el Instituto tanto en hardware como en software, todas las pruebas realizadas fueron similares a las que ya se habían hecho anteriormente y en todas ellas se obtienen mejores resultados lo que garantiza que los usuarios tienen una herramienta a su alcance para poder comunicarse y aprender además de que se cumplió los objetivos planteados para el desarrollo de este proyecto.

## **Conclusiones**

Con las pruebas de campo realizadas en la institución donde está implementado el dispositivo se tiene la certeza de que es una herramienta tecnológica de gran importancia para que los niños y niñas puedan sentir que gracias a este dispositivo transmisor de necesidades básicas muchas de sus actividades diarias serán un poco más sencillas de realizar, además de que están en constante estimulación y desarrollo de sus sentidos atrofiados por su enfermedad.

El desarrollo de este proyecto está enfocado a ser una herramienta para los niños con PCI pero se puede realizar un análisis y una investigación más profunda para extender su uso a otras discapacidades.

El dispositivo transmisor también fue probado con niños que padecen de deficiencias cognitivas, autismo y ceguera, obteniendo resultados muy aceptables.

En el corto periodo de pruebas los datos obtenidos con los niños son muy alentadores para sus terapeutas, tienen la certeza de que el uso de este dispositivo a largo plazo hará que sus niños aprendan a comunicarse e interactuar mejor con el entorno que los rodea.

Por otra parte los profesionales en el tratamiento de PCI que trabajan en el instituto tienen la certeza de que los niños incrementan su autoestima con este dispositivo ya que es una manera divertida de comunicarse y al mismo tiempo saben que nunca están descuidados.

Todos los niños que usaron el dispositivo transmisor registraron un avance muy significativo en su desarrollo motriz, cognitivo y lingüístico lo que demuestra que el uso de esta herramienta tecnológica puede marcar un antes y un después en el desarrollo de sus actividades diarias, depende mucho de que el terapeuta sepa sacarle el mayor provecho al dispositivo.

Este proyecto fue realizado sin fines de lucro, pero debido a su sencillez, el gran impacto que genera en la vida de los niños, su durabilidad, funcionalidad, flexibilidad, adaptabilidad y su bajo costo queda abierta la posibilidad de un

financiamiento para que esta herramienta llegue a muchos más niños e incluso adultos con PCI u otras discapacidades comunicativas.

## **Recomendaciones**

Durante el periodo que estuvo en pruebas el dispositivo y gracias a la opinión y ayuda de los tutores que lo manejaron se plantean las siguientes recomendaciones:

- La reproducción del sonido en el dispositivo es un poco baja, se recomienda realizar un agujero en la parte donde se encuentra el parlante o colocar otro.
- La alternativa de los SMS al celular no es indispensable en el dispositivo por lo que se podría quitar ya que el terapeuta nunca deja solo al niño, siempre hay alguien cuidándolo.
- Es recomendable usar un material anti deslizante en la tapa del dispositivo para evitar que se resbale cuando el niño lo empuja y el tutor tenga que sostenerlo para trabajar.
- Según las opiniones recolectadas de los docentes del IPCA recomiendan y sugieren que se desarrollen más dispositivos como el que se implementó para poder trabajar con más niños al mismo tiempo.
- Para los niños que sufren de deficiencia cognitiva y autismo los tutores recomiendan que se ingresen los sonidos de animales, medios de transporte, etc. ya que estos niños asocian más fácilmente los pictogramas de esa manera y no por sus nombres.
- Es necesario y recomendable promover la investigación para el desarrollo y uso de herramientas tecnológicas de bajo costo y que generen un alto impacto en la vida de otras personas.
- Los docentes recomiendan desarrollar más dispositivos para probarlos en sus alumnos con diferentes discapacidades y generar una red de dispositivos conectados a una computadora central.
- El tamaño del dispositivo se podría reducir aun mas, por lo que sería recomendable extraer el modulo de SMS y un botón, esto con el fin de que el dispositivo pueda ser implantado en un costado de una silla de ruedas.
- Se recomienda capacitar a los padres de los niños acerca del uso del dispositivo transmisor para que puedan tenerlo en su casa y seguir reforzando las actividades realizadas en el Instituto, esto con el fin de reforzar lo aprendido y evitar regresiones.

# **ANEXOS**

A

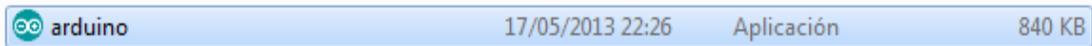
MANUAL DE USO  
DEL  
TRANSMISOR DE  
NECESIDADES  
BASICAS E  
INTERFACES DE  
SOFTWARE

# 1. Configuración de Necesidades Básicas en el Dispositivo

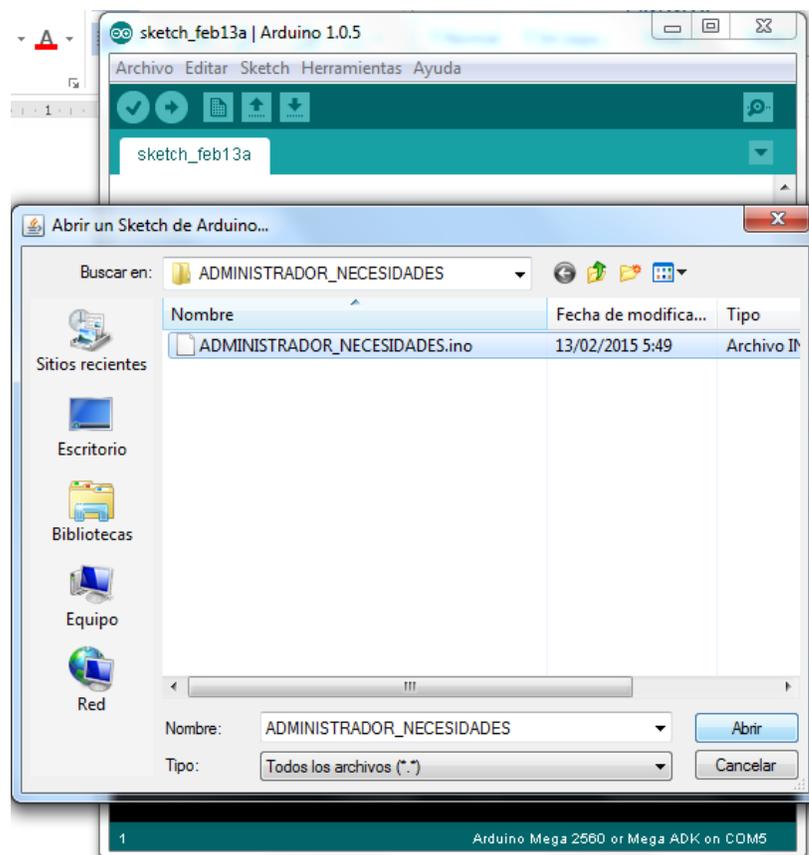
En esta sección se explica paso a paso como configurar el dispositivo transmisor para usar las diferentes necesidades.

**IMPORTANTE:** EL DISPOSITIVO DEBE ESTAR APAGADO, AL CONECTARLO A LA COMPUTADORA ESTE SE ENCENDERA AUTOMATICAMENTE

- ✓ Conecte el cable al dispositivo en el agujero “*Configuración*” y a la vez en un puerto USB de la computadora.
- ✓ En la carpeta situada en el Escritorio “*Arduino 1.05*” ejecutar el archivo “*Arduino .exe*”



- ✓ Se abrirá una ventana con la interfaz de programación Arduino.
- ✓ En la barra de Menús ejecutamos *Archivo – Abrir – Administrador\_Necesidades – Administrador\_Necesidades.ino*



- ✓ Aparecerá una ventana con todo el código de programación de la placa. Desplazarse con el mouse a la sección **“Ajuste de sonidos y necesidades de cada botón”**

```
// -----AJUSTE DE SONIDOS Y NECESIDADES DE CADA BOTON--
//----- BOTON NUMERO 1 -----
if (boton1==LOW){// el orden de los botones es de izquierda a derecha
Serial3.print("0ln15"); //colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
delay(100);
playMp3(15); // colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
```

- ✓ Se coloca el comando **entre las comillas**, y su respectiva pista de audio más abajo. Es importante tener presente que el mismo número que se coloca en la necesidad se debe colocar en la pista de audio para que el dispositivo funcione correctamente.
- ✓ El mismo proceso se realiza para el resto de botones

```
//----- BOTON NUMERO 2 -----
if (boton2==LOW)
{
Serial3.print("0ln11");//colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
delay(100);
playMp3(11);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----

//----- BOTON NUMERO 3 -----
if (boton3==LOW)
{
Serial3.print("0ln23");//colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
delay(100);
playMp3(23);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----

//----- BOTON NUMERO 4 -----
if (boton4==LOW)
{
Serial3.print("0ln12");//colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
delay(100);
playMp3(12);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----

//----- BOTON NUMERO 5 -----
if (boton5==LOW)
{
Serial3.print("0ln20");//colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("0ln22")
delay(100);
playMp3(20);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
```

```
//----- BOTON NUMERO 6 -----
if (boton6==LOW)
{
Serial3.print("01n6");//colocar aqui el codigo de la necesidad EJEMPLO ("01n22")
delay(100);
playMp3(6);// colocar aqui la pista correspondiente a la necesidad EJEMPLO (22)
}
//-----
```

✓ Se procede a **“Compilar”** y **“Cargar”** los cambios realizados.



✓ Con estos pasos el proceso de configuración de necesidades estaría terminado. Se desconecta el equipo y se enciende desde el botón ON/OFF

A continuación se colocan las tablas de las necesidades programadas para tener un respaldo en la computadora.

**Estados de Animo**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n1	1	ESTOY TRISTE
01n2	2	ESTOY ALEGRE
01n3	3	ESTOY ENOJADO
01n4	4	ESTOY ASUSTADO
01n5	5	ESTOY CANSADO
01n6	6	TENGO MIEDO

**Alimentación**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n7	7	QUIERO COMER
01n8	8	DAME AGUA
01n9	9	TENGO SED

**Salud**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n10	10	ESTOY ENFERMO
01n11	11	ME DUELE
01n12	12	TENGO FRIO
01n13	13	TENGO CALOR

**Modales**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n14	14	GRACIAS
01n15	15	POR FAVOR

**Otros**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n20	20	QUIERO SALIR
01n21	21	QUIERO JUGAR
01n22	22	DAME UN JUGUETE
01n23	23	QUIERO PINTAR

**Aseo Personal**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n16	16	QUIERO PAPEL
01n17	17	QUIERO IR AL BAÑO
01n18	18	CAMBIAME
01n19	19	PEINAME

**Animales**

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n25	25	PERRO
01n26	26	GATO

### Nociones Básicas

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n35	35	ADENTRO
01n36	36	AFUERA
01n37	37	CALIENTE
01n38	38	FRIO
01n39	39	DIA
01n40	40	NOCHE
01n41	41	ARRIBA
01n42	42	ABAJO
01n43	43	FLACO
01n44	44	GORDO
01n45	45	LLENO
01n46	46	VACIO
01n47	47	JOVEN
01n48	48	VIEJO
01n49	49	ADELANTE
01n50	50	ATRAS
01n51	51	IZQUIERDA
01n52	52	DERECHA
01n53	53	PARADO
01n54	54	SENTADO
01n55	55	APAGADO
01n56	56	PRENDIDO

01n27	27	VACA
01n28	28	CABALLO
01n29	29	LEON
01n30	30	TIGRE
01n31	31	PATO
01n32	32	CHANCHO
01n33	33	BORREGO
01n34	34	GALLINA

### Medios de Transporte

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n57	57	AVION
01n58	58	CARRO
01n59	59	MOTO
01n60	60	BARCO
01n61	61	TREN

### Figuras

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n62	62	CUADRADO
01n63	63	RECTANGULO
01n64	64	CIRCULO
01n65	65	HEXAGONO
01n66	66	MEDIO CIRCULO
01n67	67	TRIANGULO

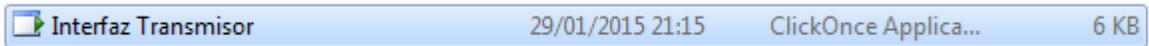
### Números

COMANDO	AUDIO	NECESIDAD
01n68	68	CERO
01n69	69	UNO
01n70	70	DOS
01n71	71	TRES
01n72	72	CUATRO
01n73	73	CINCO
01n74	74	SEIS
01n75	75	SIETE
01n76	76	OCHO
01n77	77	NUEVE

## 2 Interfaz del usuario

En esta sección se detallan los pasos a seguir para usar todas las opciones de la interfaz del usuario.

- ✓ En la carpeta situada en el Escritorio “*APP*” ejecutamos la aplicación “*Interfaz Transmisor*”.



- ✓ Se abrirá la interfaz del usuario, el modulo receptor debe estar conectado en cualquier puerto USB; sitúese en la pestaña “*Configuración*”
- ✓ Seleccione “*Listar Puertos*”, seleccione el puerto COM del dispositivo, luego presione “*Abrir*”. Deberá aparecer el siguiente mensaje en la consola (negra con letras verdes).

Consola:

```
17:54:17 Puertos COM disponibles
17:54:17 Puertos COM disponibles
17:54:20 COM3 abierto
Bits por segundo: 9600
Bits de datos: 8
Paridad: None
Bits de parada: One
```

- ✓ Diríjase a la pestaña “*Tutores*” para ingresar los datos de los terapeutas que estén a cargo del dispositivo, llene los campos y seleccione “*Grabar*”. Si ingreso mal un dato después de haberlo guardado seleccione el tutor edítelo y vuélvalo a grabar, si desea eliminarlo totalmente presione en “*Eliminar*”.

Configuración Tutores Alumnos Necesidades Asignar

Datos del tutor

Código:

Nombres:

Apellidos:

	id	nombre	apellido
	2	ALEJANDRO	VEGA
▶	1	JESSICA	ORELLANA

- ✓ Diríjase a la pestaña “*Alumnos*” para ingresar los datos de los niños o niñas que utilizaran el dispositivo y al terminar de llenar los datos presione “*Grabar*”. Si introdujo mal un dato después de haberlo guardado seleccione el alumno y presione “*Eliminar*”.

Configuración Tutores Alumnos Necesidades Asignar

Datos del alumno

Código:

Nombres:

Apellidos:

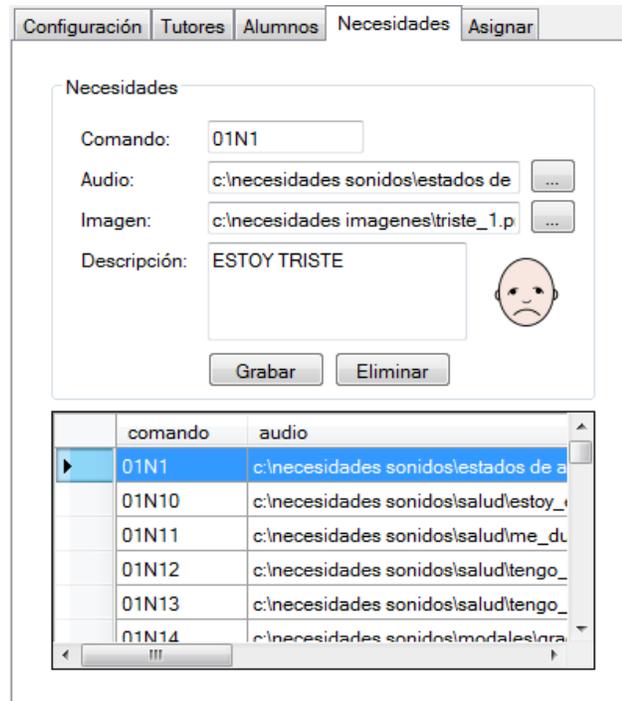
Edad:

Tutor:

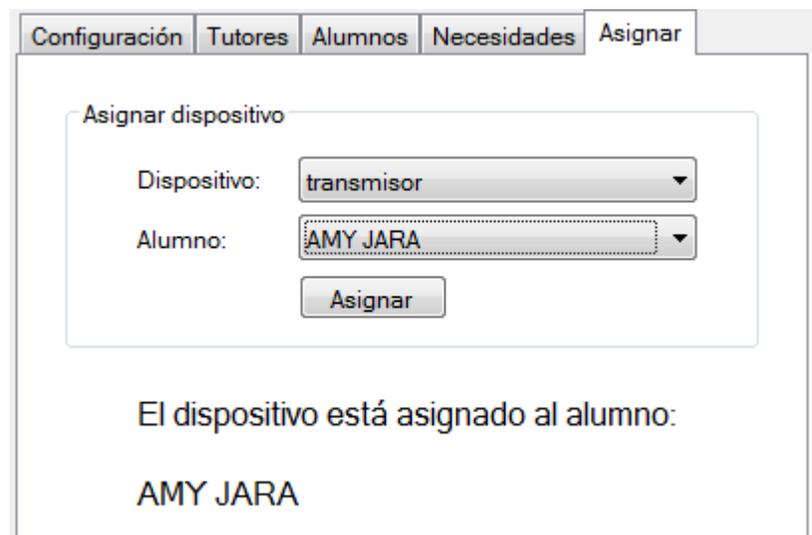
Dispositivo:

	id	nombre	apellido	edad	tutor
▶	1	JACINTO	MORALES	16	JESSICA ORELLANA
	2	AMY	JARA	9	JESSICA ORELLANA
	3	EMILIO	MOLINA	9	JESSICA ORELLANA
	4	MELISA	ALBARRACIN	9	JESSICA ORELLANA

- ✓ En la pestaña “*Necesidades*” ya se encuentran cargadas las necesidades, imágenes y pistas de audio necesarias para que el dispositivo funcione correctamente.



- ✓ Diríjase a la pestaña “*Asignar*”, seleccione el niño o niña que trabajara con el transmisor y presione el botón “*Asignar*”.



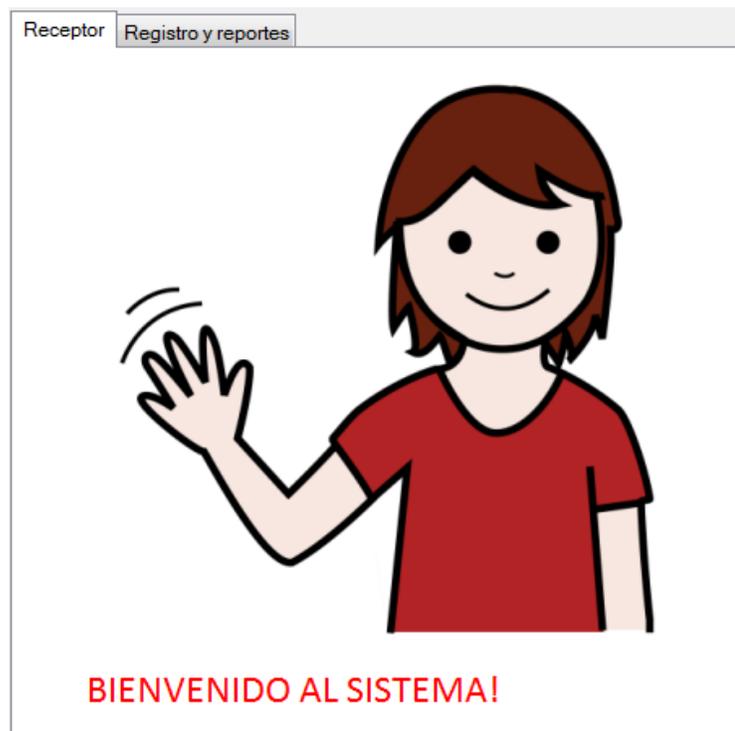
Completado estos pasos todas las necesidades que el niño o niña presionen quedaran registrados para generar un posterior reporte.

**IMPORTANTE:** Debe aparecer el mensaje “El dispositivo está asignado al alumno/a: ” antes de empezar a trabajar con el dispositivo.

***LOS PASOS A SEGUIR EN ESTE MANUAL DEBEN SER SIEMPRE LOS MISMOS EN EL ORDEN PLANTEADO PARA QUE LOS DATOS SE GUARDEN EN ORDEN PARA LOS REPORTE.***

### 3 Enlazar el Transmisor a la computadora / Generar de Reportes

Luego de completar los pasos en el orden indicado en los dos primeros enunciados presione el botón de **“Reset”** del dispositivo hasta que en la pestaña **“Receptor”** aparezca la siguiente imagen.



- ✓ Una vez que se enlaza el transmisor a la computadora está listo para entregárselo al usuario.

#### Registro y Reportes

- ✓ En esta pestaña tenemos registrada toda la información de los botones presionados, incluso si el dato no llega completo se guarda el evento para una posterior manipulación de datos.
- ✓ Los filtros de búsqueda son 3: Por alumno, Por necesidad, Por Fecha
- ✓ Para saber todo lo que determinado usuario presiono se selecciona la casilla **“Por Alumno”**, se selecciona el alumno en el menú desplegable y se presiona el botón **“Buscar”**. Para

trabajar con los datos filtrados se presiona el botón **“Exportar”**, esto genera un archivo de Excel.

- ✓ De igual manera se pueden filtrar los datos según una necesidad o fecha específica siguiendo el mismo proceso.

Receptor Registro y reportes

Criterios de búsqueda

Por Alumno

Por Necesidad

Por Fecha

	alumno	edad	fecha	hora	necesidad
▶	AMY JARA	9	13/02/2015	2:34:13	BIENVENIDO AL
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:44:35	PERRO
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:44:33	PEINAME
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:44:31	QUIERO PINTAF
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:44:29	TENGO FRIO
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:44:24	QUIERO SALIR
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:44:23	El comando no e
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:44:20	TENGO MIEDO
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:42:24	BIENVENIDO AL
	AMY JARA	9	13/02/2015	18:42:13	El comando no e

## 4 Conectar dispositivo a la red GSM y activar envío de SMS

En esta sección se detallan los pasos que se deben seguir para enlazar el dispositivo a la red GSM y además activar el envío de SMS al celular

- ✓ Introduzca el dedo índice en el agujero del dispositivo **“GSM ON”**, debe mantener presionado el botón hasta que el indicador **“GSM 1”** quede en estado intermitente. Existe un sonido característico cuando se está enlazando.
- ✓ Presione el botón **“Reset GSM”**, el indicador **“GSM 2”** deberá ser intermitente 5 veces para indicar que envió los comandos AT de configuración al módulo. De igual manera existe un sonido característico cuando esto sucede.
- ✓ Debe llegar el primer SMS al celular indicando **“Enlazado al Transmisor”**
- ✓ Una vez que llego ese SMS cualquier botón que se presione enviara un SMS con el mensaje **“Necesito Atención”**



**B**

# **FORMATOS**

Cuenca, 26 Enero de 2015

Señor Doctor  
Hernán Tenorio  
Director IPCA  
Ciudad

De mi consideración:

Al haber concluido con el desarrollo de la tesis “Re-Ingeniería de un transmisor inalámbrico portable de necesidades básicas para niños con parálisis cerebral” previa a la obtención del título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Politécnica Salesiana, el mismo que fue ejecutado en el centro que está bajo su cargo quiero hacer la entrega formal del proyecto esperando que sea de mucha ayuda para los niños que se encuentran en su centro.

Los elementos que constituyen este trabajo son:

- 1 Dispositivo Transmisor (con posibilidad de ampliación a mas dispositivos)
- 1 cargador para la batería del transmisor
- 1 Modulo Receptor XBEE
- 1 Interfaz de usuario desarrollada en el proyecto
- 1 interfaz de configuración Arduino (open source)
- 1 Manual de Usuario
- 77 pictogramas emplastados
- 1 cable de configuración para Arduino

Para constancia firman:

Dr. Hernán Tenorio  
Director IPCA

Ing. Jessica Orellana  
Compu-terapista IPCA

Paul Andrade  
Ejecutor de la Tesis

## **ACTA DE COMPROMISO**

Para garantizar el correcto uso y aplicabilidad del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas, a través de los representantes por parte de la Universidad Politécnica Salesiana y el Instituto de Parálisis Cerebral (IPCA) se suscriben a la siguiente acta:

**LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SE COMPROMETE A:**

- Dar seguimiento y mantenimiento al proyecto
- Entregar los manuales para el uso del Hardware y Software
- Capacitar al personal del IPCA para el correcto uso tanto del dispositivo como del software desarrollado
- Entregar los resultados de las pruebas realizadas

**EL INSTITUTO DE PARALISIS CEREBRAL DEL AZUAY SE COMPROMETE A:**

- Ser responsables con el manejo del dispositivo.
- Enseñar a los niños a utilizar el dispositivo y asegurarse de que reciba un buen uso.
- Colaborar con la Universidad informando sobre las pruebas realizadas y el impacto que genera en los niños
- Seguir las instrucciones del Manual en el orden planteado.
- Cargar el dispositivo diariamente o cuando no se esté utilizando.
- Notificar cualquier inconveniente.

En constancia firman:

Dr. Hernán Tenorio

DIRECTOR IPCA

Ing. Eduardo Pinos V.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Paul Andrade

DESARROLLADOR DEL PROYECTO

## Evaluación

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de manejabilidad y adaptación que tiene el tutor con el dispositivo transmisor, en el recuadro de la derecha coloque su evaluación según los criterios expuestos.

<b>Criterio</b>	<b>Evaluación</b>
En desacuerdo	1
Parcialmente en desacuerdo	2
Parcialmente de acuerdo	3
Totalmente de acuerdo	4

<b>Hardware</b>	
<b>Ubicación del botón de encendido y apagado del dispositivo</b>	
<b>Uso de la consola de administración</b>	
<b>Ajustar brillo de la pantalla de Administración</b>	
<b>Resetear el Dispositivo</b>	
<b>Duración/Carga de la Batería</b>	
<b>Colocar nuevos pictogramas</b>	
<b>Conectar/Resetear red GSM</b>	
<b>Conectar/Configurar el dispositivo</b>	
<b>Ubicación/Uso de los indicadores</b>	
<b>Peso/Tamaño del dispositivo</b>	
<b>Dimensión/Separación de los botones</b>	
<b>Respecto a la versión anterior del dispositivo, ¿considera usted que se mejoró la portabilidad y el manejo del mismo?</b>	

## Evaluación

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de satisfacción y/o adaptación que el tutor tiene con las interfaces diseñadas en el computador, coloque su evaluación en el recuadro de la derecha según los criterios expuestos.

<b>Criterio</b>	<b>Evaluación</b>
En desacuerdo	1
Parcialmente en desacuerdo	2
Parcialmente de acuerdo	3
Totalmente de acuerdo	4

<b>Software</b>	
<b>Manejo de la Interfaz de usuario</b>	
<b>Distribución de pestañas en la Pantalla</b>	
<b>Manejo de la Interfaz de Configuración</b>	
<b>Transmisión/Recepción de datos</b>	
<b>Generar Reportes</b>	
<b>Asignación de Necesidades</b>	
<b>Enlazar el dispositivo</b>	
<b>Grado de Satisfacción con la Interfaz de Usuario</b>	
<b>Grado de Satisfacción con la interfaz de Configuración.</b>	
<b>Respecto a la versión anterior del software, ¿Considera usted que la nueva versión es más fácil de usar y programar?</b>	

## **Evaluación de Manejo y Funcionamiento del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas**

### **Proyecto:**

El dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas es un proyecto desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana destinado a ser una nueva herramienta tecnológica para que los niños con Parálisis Cerebral Infantil puedan comunicarse.

### **Motivo de Evaluación:**

Esta evaluación está enfocada al manejo y funcionamiento óptimo del dispositivo y de la interfaz desarrollada para el usuario.

### **Autorización:**

**Yo....., acepto participar en esta evaluación, haciendo honor a la veracidad de la misma entendiendo por completo los términos de la misma y mis derechos como participante.**

**Desarrollador.....**

**Firma del Participante**

**Firma del Desarrollador**

**Lugar y Fecha.....**

## Evaluación con los niños

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de aceptación por parte de los usuarios del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas y además su forma de interactuar con el mismo, el tutor deberá colocar su evaluación en el recuadro derecho según los criterios expuestos.

<b>Criterio</b>	<b>Evaluación</b>		
En desacuerdo	1	<b>Nombre</b>	
Parcialmente en desacuerdo	2	<b>Edad</b>	
Parcialmente de acuerdo	3	<b>Discapacidad</b>	
Totalmente de acuerdo	4	<b>Reto</b>	

<b>Actividades con los niños</b>	
<b>El niño tiene dificultad para presionar un botón</b>	
<b>Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde</b>	
<b>Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde</b>	
<b>La separación entre botones es adecuada</b>	
<b>El tamaño de los botones es adecuado</b>	
<b>Los botones son resistentes a los golpes del niño</b>	
<b>El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón</b>	
<b>El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado</b>	
<b>El tamaño de dispositivo es adecuado para ser portable</b>	
<b>El niño se siente estimulado a usar el dispositivo</b>	
<b>El niño responde al uso del dispositivo</b>	
<b>El niño reconoce y asocia los pictogramas</b>	
<b>La reproducción del sonido es clara</b>	

## Evaluación

En el siguiente cuestionario se pretende hacer un contraste entre la nueva versión del dispositivo Transmisor respecto a su versión anterior, resaltando ventajas y desventajas de cada uno. El tutor deberá llenar los campos de acuerdo a la experiencia adquirida en las pruebas realizadas y además una calificación en una escala ascendente del 1 al 4.

<b>Hardware</b>		
<i>Descripción</i>	<i>Versión Anterior</i>	<i>Nueva Versión</i>
El dispositivo es liviano y portable para los niños		
El color del dispositivo llama la atención del niño		
Los colores en los botones estimulan al niño a usar el dispositivo		
El intercambio de pictogramas es rápido y fácil		
El manejo de la consola de administración es sencillo		
Enlazar el dispositivo a la red GSM es complejo		
La duración de la batería es adecuada		
Según su criterio que versión sería más adecuada para el uso en la institución		
<b>Software</b>		
<i>Descripción</i>	<i>Versión Anterior</i>	<i>Nueva Versión</i>
La interfaz del usuario es rápida y sencilla de utilizar		
Configurar las necesidades en el dispositivo requiere mucho tiempo y es un proceso complejo		
La recepción de los datos en la computadora presenta errores		
EL dispositivo realiza envíos de SMS		

**Observaciones o Sugerencias:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

---

**Paul Andrade**  
**Desarrollador del**  
**Proyecto**

---

**Ing. Jessica Orellana**  
**Compu-terapista IPCA**

C

# **ENTREGA DEL PROYECTO**

Cuenca, 26 Enero de 2015

Señor Doctor  
Hernán Tenorio  
Director IPCA  
Ciudad

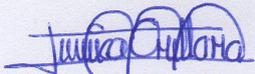
De mi consideración:

Al haber concluido con el desarrollo de la tesis "Re-Ingeniería de un transmisor inalámbrico portable de necesidades básicas para niños con parálisis cerebral" previa a la obtención del título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Politécnica Salesiana, el mismo que fue ejecutado en el centro que está bajo su cargo quiero hacer la entrega formal del proyecto esperando que sea de mucha ayuda para los niños que se encuentran en su centro.

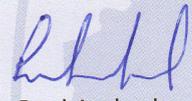
Los elementos que constituyen este trabajo son:

- 1 Dispositivo Transmisor (con posibilidad de ampliación a mas dispositivos)
- 1 cargador para la batería del transmisor
- 1 Modulo Receptor XBEE
- 1 Interfaz de usuario desarrollada en el proyecto
- 1 interfaz de configuración Arduino (open source)
- 1 Manual de Usuario
- 77 pictogramas emplastificados
- 1 cable de configuración para Arduino

Para constancia firman:



Ing. Jessica Orellana  
Compu-terapista IPCA



Paul Andrade  
Ejecutor de la Tesis

#### INVESTIGACIÓN

### ACTA DE COMPROMISO

Para garantizar el correcto uso y aplicabilidad del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas, a través de los representantes por parte de la Universidad Politécnica Salesiana y el Instituto de Parálisis Cerebral (IPCA) se suscriben a la siguiente acta:

LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SE COMPROMETE A:

- Dar seguimiento y mantenimiento al proyecto
- Entregar los manuales para el uso del Hardware y Software
- Capacitar al personal del IPCA para el correcto uso tanto del dispositivo como del software desarrollado
- Entregar los resultados de las pruebas realizadas

EL INSTITUTO DE PARALISIS CEREBRAL DEL AZUAY SE COMPROMETE A:

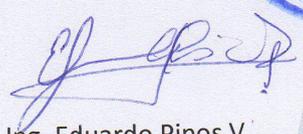
- Ser responsables con el manejo del dispositivo.
- Enseñar a los niños a utilizar el dispositivo y asegurarse de que reciba un buen uso.
- Colaborar con la Universidad informando sobre las pruebas realizadas y el impacto que genera en los niños
- Seguir las instrucciones del Manual en el orden planteado.
- Cargar el dispositivo diariamente o cuando no se esté utilizando.
- Notificar cualquier inconveniente.

En constancia firman:



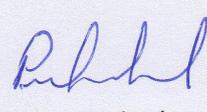
Dr. Hernán Tenorio

DIRECTOR IPCA



Ing. Eduardo Pinos V.

DIRECTOR DEL PROYECTO



Paul Andrade

DESARROLLADOR DEL PROYECTO

#### INVESTIGACIÓN

**D**

**PRUEBAS  
REALIZADAS**

En el siguiente Anexo están documentadas algunas de las pruebas realizadas con el dispositivo durante el periodo establecido en el proyecto. Se muestran imágenes de algunos de los niños que hicieron uso de dispositivo Transmisor así como la documentación necesaria para garantizar la veracidad de las pruebas.





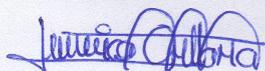


## Evaluación

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de satisfacción y/o adaptación que el tutor tiene con las interfaces diseñadas en el computador, coloque su evaluación en el recuadro de la derecha según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación
En desacuerdo	1
Parcialmente en desacuerdo	2
Parcialmente de acuerdo	3
Totalmente de acuerdo	4

Software	
Manejo de la Interfaz de usuario	4
Distribución de pestañas en la Pantalla	4
Manejo de la Interfaz de Configuración	4
Transmisión/Recepción de datos	4
Generar Reportes	4
Asignación de Necesidades	4
Enlazar el dispositivo	4
Grado de Satisfacción con la Interfaz de Usuario	4
Grado de Satisfacción con la interfaz de Configuración.	4
Respecto a la versión anterior del software, ¿Considera usted que la nueva versión es más fácil de usar y programar?	4



### INVESTIGACIÓN



## Evaluación

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de manejabilidad y adaptación que tiene el tutor con el dispositivo transmisor, en el recuadro de la derecha coloque su evaluación según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación
En desacuerdo	1
Parcialmente en desacuerdo	2
Parcialmente de acuerdo	3
Totalmente de acuerdo	4

Hardware	
Ubicación del botón de encendido y apagado del dispositivo	4
Uso de la consola de administración	4
Ajustar brillo de la pantalla de Administración	4
Resetear el Dispositivo	4
Duración/Carga de la Batería	4
Colocar nuevos pictogramas	4
Conectar/Resetear red GSM	4
Conectar/Configurar el dispositivo	4
Ubicación/Uso de los indicadores	4
Peso/Tamaño del dispositivo	4
Dimensión/Separación de los botones	4
Respecto a la versión anterior del dispositivo, ¿considera usted que se mejoró la portabilidad y el manejo del mismo?	4

*Justina Orellana*

### INVESTIGACIÓN

## Evaluación de Manejo y Funcionamiento del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas

### Proyecto:

El dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas es un proyecto desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana destinado a ser una nueva herramienta tecnológica para que los niños con Parálisis Cerebral Infantil puedan comunicarse.

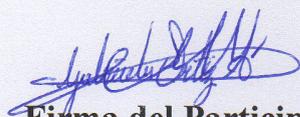
### Motivo de Evaluación:

Esta evaluación está enfocada al manejo y funcionamiento óptimo del dispositivo y de la interfaz desarrollada para el usuario.

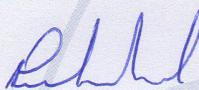
### Autorización:

Yo... Gabriela Ortiz Atancuri....., acepto participar en esta evaluación, haciendo honor a la veracidad de la misma entendiéndolo por completo los términos de la misma y mis derechos como participante.

Desarrollador... Paul Andrade.....



Firma del Participante



Firma del Desarrollador

Lugar y Fecha... Cuenca 28 Enero 2015.....

### INVESTIGACIÓN



### Evaluación con los niños

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de aceptación por parte de los usuarios del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas y además su forma de interactuar con el mismo, el tutor deberá colocar su evaluación en el recuadro derecho según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación		
En desacuerdo	1	Nombre	Emilio Molina
Parcialmente en desacuerdo	2	Edad	10
Parcialmente de acuerdo	3	Discapacidad	PCI Espástica
Totalmente de acuerdo	4	Reto	Reconocimiento de Animales segundo Grupo Pictogramas

Actividades con los niños	
El niño tiene dificultad para presionar un botón	4
Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde	3
Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde	3
La separación entre botones es adecuada	4
El tamaño de los botones es adecuado	4
Los botones son resistentes a los golpes del niño	4
El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón	4
El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado	4
El tamaño de dispositivo es adecuado para ser portable	4
El niño se siente estimulado a usar el dispositivo	4
El niño responde al uso del dispositivo	3
El niño reconoce y asocia los pictogramas	3
La reproducción del sonido es clara	3

#### INVESTIGACIÓN

## Evaluación con los niños

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de aceptación por parte de los usuarios del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas y además su forma de interactuar con el mismo, el tutor deberá colocar su evaluación en el recuadro derecho según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación		
En desacuerdo	1	Nombre	Emilio Molina
Parcialmente en desacuerdo	2	Edad	10
Parcialmente de acuerdo	3	Discapacidad	PCI Espástica
Totalmente de acuerdo	4	Reto	Reconocimiento de medios de Transporte

Actividades con los niños	
El niño tiene dificultad para presionar un botón	4
Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde	3
Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde	3
La separación entre botones es adecuada	4
El tamaño de los botones es adecuado	4
Los botones son resistentes a los golpes del niño	4
El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón	4
El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado	4
El tamaño de dispositivo es adecuado para ser portable	4
El niño se siente estimulado a usar el dispositivo	3
El niño responde al uso del dispositivo	4
El niño reconoce y asocia los pictogramas	4
La reproducción del sonido es clara	3

### INVESTIGACIÓN

## Evaluación de Manejo y Funcionamiento del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas

### Proyecto:

El dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas es un proyecto desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana destinado a ser una nueva herramienta tecnológica para que los niños con Parálisis Cerebral Infantil puedan comunicarse.

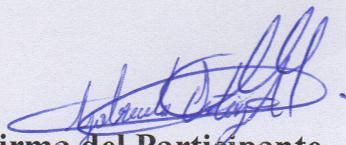
### Motivo de Evaluación:

Esta evaluación está enfocada al manejo y funcionamiento óptimo del dispositivo y de la interfaz desarrollada para el usuario.

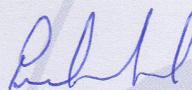
### Autorización:

Yo Gabriela Ortiz Atancuri....., acepto participar en esta evaluación, haciendo honor a la veracidad de la misma entendiendo por completo los términos de la misma y mis derechos como participante.

Desarrollador Paul Andrade.....



Firma del Participante



Firma del Desarrollador

Lugar y Fecha Cuenca 30 enero 2015.....

#### INVESTIGACIÓN

## Evaluación con los niños

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de aceptación por parte de los usuarios del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas y además su forma de interactuar con el mismo, el tutor deberá colocar su evaluación en el recuadro derecho según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación		
En desacuerdo	1	Nombre	Jacinto Morales
Parcialmente en desacuerdo	2	Edad	18
Parcialmente de acuerdo	3	Discapacidad	PCI Atetosico
Totalmente de acuerdo	4	Reto	Reconocimiento de Animales con pictogramas

Actividades con los niños	
El niño tiene dificultad para presionar un botón	4
Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde	4
Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde	4
La separación entre botones es adecuada	4
El tamaño de los botones es adecuado	4
Los botones son resistentes a los golpes del niño	4
El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón	4
El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado	4
El tamaño de dispositivo es adecuado para ser portable	4
El niño se siente estimulado a usar el dispositivo	4
El niño responde al uso del dispositivo	4
El niño reconoce y asocia los pictogramas	4
La reproducción del sonido es clara	4

### INVESTIGACIÓN

### Evaluación con los niños

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de aceptación por parte de los usuarios del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas y además su forma de interactuar con el mismo, el tutor deberá colocar su evaluación en el recuadro derecho según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación		
En desacuerdo	1	Nombre	Jacinto Morales
Parcialmente en desacuerdo	2	Edad	18
Parcialmente de acuerdo	3	Discapacidad	PCI Atetosico
Totalmente de acuerdo	4	Reto	Reconocimiento medios de Transporte y Estados de Animo

Actividades con los niños	
El niño tiene dificultad para presionar un botón	3
Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde	4
Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde	4
La separación entre botones es adecuada	3
El tamaño de los botones es adecuado	3
Los botones son resistentes a los golpes del niño	4
El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón	4
El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado	4
El tamaño de dispositivo es adecuado para ser portable	4
El niño se siente estimulado a usar el dispositivo	4
El niño responde al uso del dispositivo	3
El niño reconoce y asocia los pictogramas	3
	3

#### INVESTIGACIÓN

## Evaluación de Manejo y Funcionamiento del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas

### Proyecto:

El dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas es un proyecto desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana destinado a ser una nueva herramienta tecnológica para que los niños con Parálisis Cerebral Infantil puedan comunicarse.

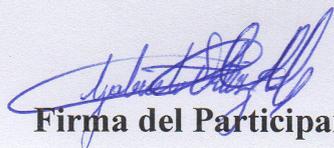
### Motivo de Evaluación:

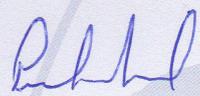
Esta evaluación está enfocada al manejo y funcionamiento óptimo del dispositivo y de la interfaz desarrollada para el usuario.

### Autorización:

Yo, Gabriela Ortiz Atencuri....., acepto participar en esta evaluación, haciendo honor a la veracidad de la misma entendiéndolo por completo los términos de la misma y mis derechos como participante.

Desarrollador Paul Andrade.....

  
Firma del Participante

  
Firma del Desarrollador

Lugar y Fecha 4 Febrero 2015.....

#### INVESTIGACIÓN

### Evaluación con los niños

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de aceptación por parte de los usuarios del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas y además su forma de interactuar con el mismo, el tutor deberá colocar su evaluación en el recuadro derecho según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación		
En desacuerdo	1	Nombre	Jenifer chapa
Parcialmente en desacuerdo	2	Edad	7
Parcialmente de acuerdo	3	Discapacidad	PCI Espástico Deficiencia Cognitiva Leve
Totalmente de acuerdo	4	Reto	Reconocimiento de Figuras y Animales

Actividades con los niños	
El niño tiene dificultad para presionar un botón	2
Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde	3
Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde	4
La separación entre botones es adecuada	4
El tamaño de los botones es adecuado	4
Los botones son resistentes a los golpes del niño	4
El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón	4
El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado	4
El tamaño de dispositivo es adecuado para ser portable	4
El niño se siente estimulado a usar el dispositivo	2
El niño responde al uso del dispositivo	2
El niño reconoce y asocia los pictogramas	1
La reproducción del sonido es clara	3

#### INVESTIGACIÓN



### Evaluación con los niños

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de aceptación por parte de los usuarios del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas y además su forma de interactuar con el mismo, el tutor deberá colocar su evaluación en el recuadro derecho según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación		
En desacuerdo	1	Nombre	Mercedes Ortega
Parcialmente en desacuerdo	2	Edad	12
Parcialmente de acuerdo	3	Discapacidad	PCI espástico, leve, deficiencia cognitiva
Totalmente de acuerdo	4	Reto	Identificar nociones básicas

Actividades con los niños	
El niño tiene dificultad para presionar un botón	4
Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde	4
Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde	4
La separación entre botones es adecuada	4
El tamaño de los botones es adecuado	4
Los botones son resistentes a los golpes del niño	4
El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón	4
El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado	4
El tamaño de dispositivo es adecuado para ser portable	4
El niño se siente estimulado a usar el dispositivo	4
El niño responde al uso del dispositivo	4
El niño reconoce y asocia los pictogramas	3
	3

#### INVESTIGACIÓN

## Evaluación de Manejo y Funcionamiento del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas

### Proyecto:

El dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas es un proyecto desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana destinado a ser una nueva herramienta tecnológica para que los niños con Parálisis Cerebral Infantil puedan comunicarse.

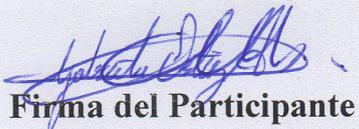
### Motivo de Evaluación:

Esta evaluación está enfocada al manejo y funcionamiento óptimo del dispositivo y de la interfaz desarrollada para el usuario.

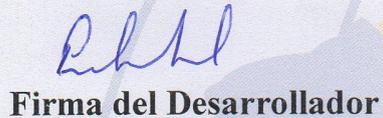
### Autorización:

Yo, Gabriela Ortiz Atencuri....., acepto participar en esta evaluación, haciendo honor a la veracidad de la misma entendiéndolo por completo los términos de la misma y mis derechos como participante.

Desarrollador..... Paul Andrade.....



Firma del Participante



Firma del Desarrollador

Lugar y Fecha..... Cuenca 23 Febrero 2015.....

#### INVESTIGACIÓN

### Evaluación con los niños

El propósito de este cuestionario es conocer el grado de aceptación por parte de los usuarios del dispositivo Transmisor de Necesidades Básicas y además su forma de interactuar con el mismo, el tutor deberá colocar su evaluación en el recuadro derecho según los criterios expuestos.

Criterio	Evaluación		
En desacuerdo	1	Nombre	Melisa Albarracín
Parcialmente en desacuerdo	2	Edad	8
Parcialmente de acuerdo	3	Discapacidad	PCI
Totalmente de acuerdo	4	Reto	Reconocimiento Animales y Figuras, Colores de Botones

Actividades con los niños	
El niño tiene dificultad para presionar un botón	3
Al presionar varias veces un botón el dispositivo responde	3
Cuando se mantiene presionado un botón el dispositivo responde	4
La separación entre botones es adecuada	3
El tamaño de los botones es adecuado	4
Los botones son resistentes a los golpes del niño	4
El niño no ejerce demasiada fuerza para activar el botón	4
El peso del dispositivo es adecuado para que el niño lo lleve a cualquier lado	4
El tamaño de dispositivo es adecuado para ser portable	4
El niño se siente estimulado a usar el dispositivo	4
El niño responde al uso del dispositivo	4
El niño reconoce y asocia los pictogramas	2
La reproducción del sonido es clara	3

#### INVESTIGACIÓN

**E**

**EVALUACION  
ENTRE  
DISPOSITIVOS**

## Evaluación

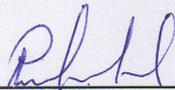
En el siguiente cuestionario se pretende hacer un contraste entre la nueva versión del dispositivo Transmisor respecto a su versión anterior, resaltando ventajas y desventajas de cada uno. El tutor deberá llenar los campos de acuerdo a la experiencia adquirida en las pruebas realizadas y además una calificación en una escala ascendente del 1 al 4.

Hardware		
Descripción	Versión Anterior	Nueva Versión
El dispositivo es liviano y portable para los niños	No 1	Si 4
El color del dispositivo llama la atención del niño	Más o menos 2	Si 4
Los colores en los botones estimulan al niño a usar el dispositivo	Por la luz que tiene cada botón estimula para que el niño pise atenc 3	Si ya que tiene colores llamativos. 4
El intercambio de pictogramas es rápido y fácil	Es inestable va que no se pega con nada 2	Si es mucho más rápido por el velco que tiene cada pictograma 4
El manejo de la consola de administración es sencillo	El uso periódico y permanente desconfigura los ordenes 1	Si 4
Enlazar el dispositivo a la red GSM es complejo	No existía una buena conexión	No 1
La duración de la batería es adecuada	Si 4	Si 4
Según su criterio que versión sería más adecuada para el uso en la institución	Por mayor facilidad de traslado, manipulación y conexión la nueva versión es la más adecuada para el uso de la institución	
Software		
Descripción	Versión Anterior	Nueva Versión
La interfaz del usuario es rápida y sencilla de utilizar	No permitía una sincronización ni guardaba los cambios 1	Permite guardar para que los usuarios vayan utilizando en cualquier localización 4
Configurar las necesidades en el dispositivo requiere mucho tiempo y es un proceso complejo	El proceso de programación es largo y se tenía que hacer un proceso para cada botón 2	La programación es mucho más rápida en un solo proceso se enlazan todos los botones 4
La recepción de los datos en la computadora presenta errores	No existía relación entre la imagen y el sonido 1	La imagen se presenta correctamente 4
EL dispositivo realiza envíos de SMS	No 1	Si permite que el profesor ayude al usuario si no está cerca de él 4

**Observaciones o Sugerencias:**

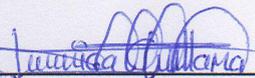
Se recomienda realizar mas dispositivos probados con personas con discapacidad para facilitar a instituciones publicas y privadas.

.....

  
\_\_\_\_\_

**Paul Andrade**  
**Desarrollador del**  
**Proyecto**



  
\_\_\_\_\_

**Ing. Jessica Orellana**  
**Compu-terapista IPCA**

**F**

**OTROS**

# Detalles del desarrollo de la Interfaz del usuario

## COMUNICACIÓN SERIAL

---

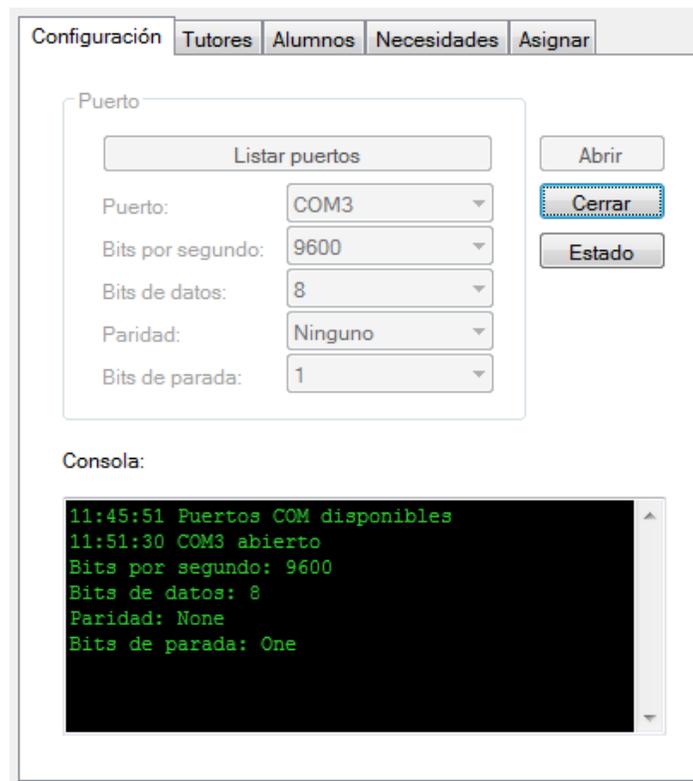
Declaración del objeto tipo: **System.IO.Ports.SerialPort**

```
Imports System.Text
Imports System.IO
Imports System.Threading
```

```
Public Class FrmMain
```

```
    Private WithEvents RS232 As New System.IO.Ports.SerialPort
```

- Configuración y apertura del Puerto Serial



```
Private Sub btnAbrirPuerto_Click(sender As System.Object, e As System.EventArgs) Handles btnAbrirPuerto.Click
    Dim PuertoSeleccionado As String = cmbPuertosDisponibles.SelectedItem
```

```
Try
```

```
    RS232 = My.Computer.Ports.OpenSerialPort(PuertoSeleccionado)
    Me.btnCerrarPuerto.Enabled = True
    Me.btnAbrirPuerto.Enabled = False
    Me.GroupBoxConfiguracionPuerto.Enabled = False
    txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " " & RS232.PortName & " abierto" & vbCrLf)
```

- Cerrar el Puerto

```
Private Sub btnCerrarPuerto_Click(sender As System.Object, e As System.EventArgs) Handles btnCerrarPuerto.Click
    If RS232.IsOpen Then
        RS232.Close()
        Me.btnCerrarPuerto.Enabled = False
        Me.btnAbrirPuerto.Enabled = True
        Me.GroupBoxConfiguracionPuerto.Enabled = True
        txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " " & RS232.PortName & " cerrado" & vbCrLf)
    End If
End Sub
```

---

- Estado del Puerto

```
Private Sub btnEstadoPuerto_Click(sender As System.Object, e As System.EventArgs) Handles btnEstadoPuerto.Click
    Dim PuertoSeleccionado As String = cmbPuertosDisponibles.SelectedItem
    Dim puerto As New System.IO.Ports.SerialPort
    Try
        puerto = My.Computer.Ports.OpenSerialPort(PuertoSeleccionado)
        puerto.Close()
        txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " " & puerto.PortName & " está Cerrado" & vbCrLf)
    Catch ex As System.IO.IOException
        txtConsole.AppendText("Error Verificando el puerto: " & vbCrLf & ex.Message & vbCrLf)
    Catch ex As System.UnauthorizedAccessException
        txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " " & PuertoSeleccionado.ToString & " está Abierto" & vbCrLf)
    Catch ex As System.Exception
        txtConsole.AppendText("Error general accediendo al puerto:" & vbCrLf & ex.Message & vbCrLf)
    Finally
        puerto = Nothing
    End Try
End Sub
```

- Recibiendo datos del puerto

```
#Region "Recepción información"
Delegate Sub WriteDataDelegate(ByVal str As String)
Dim strData As String = ""

Private Sub RS232_DataReceived(ByVal sender As Object, ByVal e As System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs) Handles RS232.DataReceived
    txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " Bytes a leer: -> " & RS232.BytesToRead.ToString & vbCrLf)
    strData = RS232.ReadExisting
    Dim WriteInvoke As New WriteDataDelegate(AddressOf Me.WriteData)
    Me.Invoke(WriteInvoke, strData)
End Sub
```

---

- Verifica la información recibida y ejecuta una acción dependiendo del comando recibido desde el transmisor

```
Private Sub WriteData(ByVal str As String)
    txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " Dato recibido: -> " & str & vbCrLf)
    txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " Longitud: -> " & str.Length.ToString & vbCrLf)

    'Manejo por hilos para la respuesta a cada comando enviado -> consulta a la base de datos
    Dim t As Thread
    t = New Thread(Sub() Me.Accion(str))
    t.Start()
End Sub
```

Consulta a la base de datos en busca de los campos: imagen, descripción y audio que coincidan con el código de necesidad recibido desde el transmisor, Ej: 01N1 y los despliega en la interfaz para completar el comando.

- Confirmación enviada al transmisor al conectarse (Escribir al Puerto)

```
'Envia confirmación OK al recibir un comando desde el transmisor
If RS232 Is Nothing Then
    txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " " & Me.cmbPuertosDisponibles.Text & " Puerto cerrado, confirma: Error" & vbCrLf)
Else
    RS232.WriteLine("ok")
    txtConsole.AppendText(Now.ToLongTimeString & " " & RS232.PortName & " Confirma: OK" & vbCrLf)
End If
```

## BASE DE DATOS

---

- Conexión base de datos SQL Express 2005

```
Public ReadOnly CadenaDB As String = "Server=USUARIO-PC\TRANSMISOR;Database=transmisor;User Id=sa;Password=ipca"
```

- Tabla tutor

```
Private Sub ObtieneDatosTutor()
    Me.dgTutor.DataSource = SqlHelper.ExecuteDataset(CadenaDB.ToString, CommandType.Text, "select * from tutor order by nombre").Tables(0)
End Sub
```

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
▶	id	varchar(10)	<input type="checkbox"/>
	nombre	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	apellido	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Configuración
Tutores
Alumnos
Necesidades
Asignar

Datos del tutor

Código:

Nombres:

Apellidos:

	id	nombre	apellido
	1	JUAN	ARIAS
▶	327	PAUL	ANDRADE

- Tabla Alumno

```
Private Sub ObtieneDatosAlumno()
    strSql = New StringBuilder("select a.id, a.nombre, a.apellido, a.edad, t.nombre + ' ' + t.apellido as tutor, d.nombre as dispositivo ")
    strSql.Append("from tutor t, alumno a, dispositivo d where t.id=a.tutor and d.id=a.dispositivo")
    Me.dgAlumno.DataSource = SqlHelper.ExecuteDataset(CadenaDB.ToString, CommandType.Text, strSql.ToString).Tables(0)
End Sub
```

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
🔑	id	varchar(10)	<input type="checkbox"/>
	nombre	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	apellido	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	edad	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	tutor	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	dispositivo	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	op	bit	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Configuración Tutores Alumnos Necesidades Asignar

**Datos del alumno**

Código:

Nombres:

Apellidos:

Edad:

Tutor:

Dispositivo:

	id	nombre	apellido	edad	tutor
▶	1212	FELIPE	PALACIOS	10	PAUL AN
	666	MARCELO	COELLO	5	JUAN AR

- Tabla Necesidad

```
Private Sub ObtieneDatosNecesidad()
    Me.dgNecesidad.DataSource = SqlHelper.ExecuteDataset(CadenaDB.ToString, CommandType.Text, "select * from dbo.necesidad order by comando").Tables(0)
End Sub
```

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
▶	comando	varchar(10)	<input type="checkbox"/>
	audio	varchar(200)	<input checked="" type="checkbox"/>
	imagen	varchar(200)	<input checked="" type="checkbox"/>
	descripcion	varchar(100)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Configuración Tutores Alumnos Necesidades Asignar

Necesidades

Comando:

Audio:  ...

Imagen:  ...

Descripción:  

	comando	audio
	01N1	c:\respaldogdv\gdv.net\puertocom\rrecur
	01N2	c:\respaldogdv\gdv.net\puertocom\rrecur
	01N3	c:\respaldogdv\gdv.net\puertocom\rrecur
▶	01ON	c:\respaldogdv\gdv.net\puertocom\rrecur

- Tabla Registro

```
Private Sub btnTodos_Click(sender As System.Object, e As System.EventArgs) Handles btnTodos.Click
    strSql = New StringBuilder("select * from registro order by fecha desc, hora desc")
    dgRegistro.DataSource = SqlHelper.ExecuteDataset(CadenaDB.ToString, CommandType.Text, strSql.ToString).Tables(0)
    dgRegistro.AutoSizeColumns()
End Sub
```

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir v...
▶	alumno	varchar(100)	<input checked="" type="checkbox"/>
	edad	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	fecha	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	hora	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	necesidad	varchar(100)	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Receptor
Registro y reportes

**Crterios de búsqueda**

Por Alumno

Por Necesidad

Por Fecha

	alumno	edad	fecha	hora	necesidad
▶	FELIPE PALACIOS	10	26/01/2015	09:19:01	ESTOY TRI
	FELIPE PALACIOS	10	26/01/2015	09:19:01	ESTOY TRI
	FELIPE PALACIOS	10	26/01/2015	09:12:57	ESTOY EN
	FELIPE PALACIOS	10	26/01/2015	09:12:43	ESTOY TRI
	MARCELO COELLO	5	25/01/2015	13:22:15	ESTOY EN

## REPORTES

```

Private Sub btnExportar_Click(sender As System.Object, e As System.EventArgs) Handles btnExportar.Click
    Dim app As Microsoft.Office.Interop.Excel._Application = New Microsoft.Office.Interop.Excel.Application()
    Dim workbook As Microsoft.Office.Interop.Excel._Workbook = app.Workbooks.Add(Type.Missing)
    Dim worksheet As Microsoft.Office.Interop.Excel._Worksheet = Nothing

    Try
        'worksheet.PageSetup.Orientation = Microsoft.Office.Interop.Excel.XlPageOrientation.xlPortrait
        worksheet = workbook.Sheets("Hoja1")
        worksheet = workbook.ActiveSheet

        worksheet.Cells(1, 1) = "Universidad Politécnica Salesiana"
        worksheet.Rows.Item(1).Font.Size = 16

        worksheet.Cells(2, 1) = "Registro del transmisor de necesidades básicas"
        worksheet.Rows.Item(2).Font.Size = 10

        worksheet.Shapes.AddPicture("C:\ipca\logo_ipca.png", Microsoft.Office.Core.MsoTriState.msoFalse, Microsoft.Office.Core.MsoTriState.msoCTrue, 0, 40, 100, 60)
        worksheet.Shapes.AddPicture("C:\ipca\logo_ups.png", Microsoft.Office.Core.MsoTriState.msoFalse, Microsoft.Office.Core.MsoTriState.msoCTrue, 80, 40, 80, 80)

        'Aca se agregan las cabeceras de nuestro datagrid.
        For i As Integer = 1 To Me.dgRegistro.Columns.Count
            worksheet.Cells(9, i) = Me.dgRegistro.Columns(i - 1).HeaderText.ToUpper
        Next
    
```

	A	B	C	D	E
1	Universidad Politécnica Salesiana				
2	Registro del transmisor de necesidades básicas				
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9	<b>ALUMNO</b>	<b>EDAD</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>NECESIDAD</b>
10	FELIPE PALACIOS	10	26/01/2015 00:00	09:19:01	ESTOY TRISTE
11	FELIPE PALACIOS	10	26/01/2015 00:00	09:19:01	ESTOY TRISTE
12	FELIPE PALACIOS	10	26/01/2015 00:00	09:12:57	ESTOY ENOJADO
13	FELIPE PALACIOS	10	26/01/2015 00:00	09:12:43	ESTOY TRISTE
14	MARCELO COELLO	5	25/01/2015 00:00	13:22:15	ESTOY ENOJADO

### Software usado y referencias:

---

Desarrollo: Visual Studio 2010 Express (Lenguaje Visual Basic.Net)

Librerías .NET:

Imports System.Text

Imports System.IO

Imports System.Threading

Base de datos: SQL Server Express 2005

Librerías .NET para acceso a datos:

Imports Microsoft.ApplicationBlocks

Imports Microsoft.ApplicationBlocks.Data

### Requerimientos mínimos del Sistema

---

- Windows XP/Vista/ 7/ 8
- .Net frameworks 2.0 o superior
- Memoria RAM 2GB
- Procesador Dual Core en adelante
- Espacio en disco duro 1Gb



# PIC18F2525/2620/4525/4620

## 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with 10-Bit A/D and nanoWatt Technology

### Power Management Features:

- Run: CPU on, Peripherals on
- Idle: CPU off, Peripherals on
- Sleep: CPU off, Peripherals off
- Ultra Low 50nA Input Leakage
- Run mode Currents Down to 11  $\mu$ A Typical
- Idle mode Currents Down to 2.5  $\mu$ A Typical
- Sleep mode Current Down to 100 nA Typical
- Timer1 Oscillator: 900 nA, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 1.4  $\mu$ A, 2V Typical
- Two-Speed Oscillator Start-up

### Flexible Oscillator Structure:

- Four Crystal modes, up to 40 MHz
- 4x Phase Lock Loop (PLL) – Available for Crystal and Internal Oscillators
- Two External RC modes, up to 4 MHz
- Two External Clock modes, up to 40 MHz
- Internal Oscillator Block:
  - Fast wake from Sleep and Idle, 1  $\mu$ s typical
  - 8 use-selectable frequencies, from 31 kHz to 8 MHz
  - Provides a complete range of clock speeds from 31 kHz to 32 MHz when used with PLL
  - User-tunable to compensate for frequency drift
- Secondary Oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Fail-Safe Clock Monitor:
  - Allows for safe shutdown if peripheral clock stops

### Peripheral Highlights:

- High-Current Sink/Source 25 mA/25 mA
- Three Programmable External Interrupts
- Four Input Change Interrupts
- Up to 2 Capture/Compare/PWM (CCP) modules, one with Auto-Shutdown (28-pin devices)
- Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) module (40/44-pin devices only):
  - One, two or four PWM outputs
  - Selectable polarity
  - Programmable dead time
  - Auto-shutdown and auto-restart

### Peripheral Highlights (Continued):

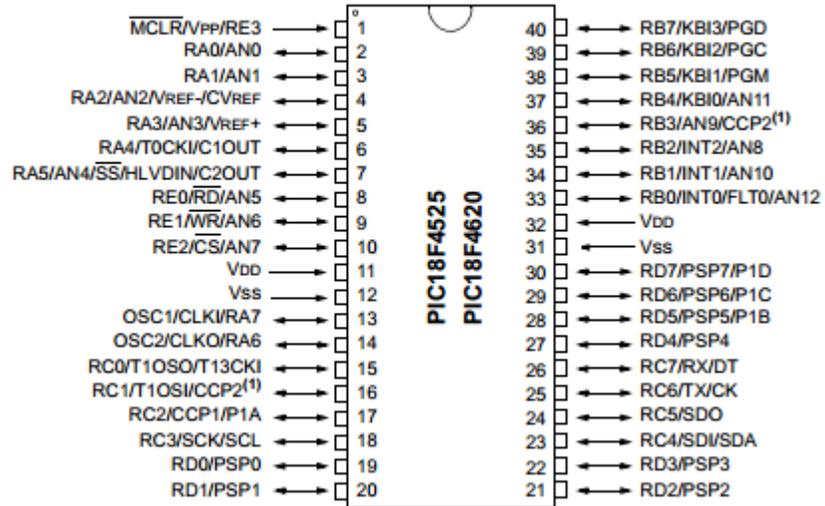
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module Supporting 3-Wire SPI (all 4 modes) and I<sup>2</sup>C™ Master and Slave modes
- Enhanced Addressable USART module:
  - Supports RS-485, RS-232 and LIN/J2602
  - RS-232 operation using internal oscillator block (no external crystal required)
  - Auto-wake-up on Start bit
  - Auto-Baud Detect
- 10-Bit, up to 13-Channel Analog-to-Digital (A/D) Converter module:
  - Auto-acquisition capability
  - Conversion available during Sleep
- Dual Analog Comparators with Input Multiplexing
- Programmable 16-Level High/Low-Voltage Detection (HLVD) module:
  - Supports interrupt on High/Low-Voltage Detection

### Special Microcontroller Features:

- C Compiler Optimized Architecture:
  - Optional extended instruction set designed to optimize re-entrant code
- 100,000 Erase/Write Cycle Enhanced Flash Program Memory Typical
- 1,000,000 Erase/Write Cycle Data EEPROM Memory Typical
- Flash/Data EEPROM Retention: 100 Years Typical
- Self-Programmable under Software Control
- Priority Levels for Interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
  - Programmable period from 4 ms to 131s
- Single-Supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via Two Pins
- In-Circuit Debug (ICD) via Two Pins
- Wide Operating Voltage Range: 2.0V to 5.5V
- Programmable Brown-out Reset (BOR) with Software Enable Option

Device	Program Memory		Data Memory		IO	10-Bit A/D (ch)	CCP/ ECCP (PWM)	MSSP		EUSART	Comp.	Timers 8/16-Bit
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)				SPI	Master I <sup>2</sup> C™			
PIC18F2525	48K	24576	3968	1024	25	10	2/0	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F2620	64K	32768	3968	1024	25	10	2/0	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4525	48K	24576	3968	1024	36	13	1/1	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4620	64K	32768	3968	1024	36	13	1/1	Y	Y	1	2	1/3

### 40-Pin PDIP



G

# PRESUPUESTO DE HARDWARE Y SOFTWARE DEL PROYECTO

• **PRESUPUESTO DE HARDWARE**

<b>DESCRIPCION DE MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Módulos XBEE Series 1mW	2	36	72
Pantalla LCD	1	12	12
Led bajo/alto brillo	6	0,1	0,6
Materiales Varios	50	30	30
Arduino Mega 2560 R3	1	45	45
Módulo DFPlayer mini	1	28	28
Modulo GSM Smart SIM 340z	1	65	65
XBEE Shield	1	20	20
XBEE USB Explorer	1	18	18
Botones Push Arcade	6	6	36
Pictogramas Emplastificados	77	0,1	7,7
Velcro	1	4.5	4.5
Fibra de Vidrio	1	40	40
Parlante 0.5Watts	1	3.5	3.5
PCB's	2	40	80
Batería	1	10	10
Cargador de batería	1	24	24
Pintura	1	10	10
Acrílico	1	2	2
Tipos de Cables	2	7	14
<b>Total</b>			<b>514,3</b>

- **PRESUPUESTO DE SOFTWARE**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Interfaz de usuario	Horas de Diseño, Programación, Base de datos, Filtros para Reportes	1	300
Interfaz de configuración	Open source	1	0
		<b>Total</b>	<b>300</b>