

**DESARROLLO DE PROTOTIPO TECNOLÓGICO PARA LA ESTIMULACIÓN
EMOCIONAL EN NIÑOS DE 4 A 8 AÑOS CON PROBLEMAS DE CONDUCTA
EXTERNALIZANTE ASOCIAL**

INGRID LORENA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

LAURA FERNANDA RUBIANO GIRALDO

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BOGOTÁ

2021

**DESARROLLO DE PROTOTIPO TECNOLÓGICO PARA LA ESTIMULACIÓN
EMOCIONAL EN NIÑOS DE 4 A 8 AÑOS CON PROBLEMAS DE CONDUCTA
EXTERNALIZANTE ASOCIAL**

INGRID LORENA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

LAURA FERNANDA RUBIANO GIRALDO

Requisito parcial para optar al título de ingenieras Electrónicas

Modalidad Auxiliar de investigación

Ing. JANNET ORTIZ AGUILAR

DIRECTOR

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BOGOTÁ

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRIMER JURADO

SEGUNDO JURADO

Bogotá, mayo 2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por darnos salud y vida para culminar este proyecto, a nuestros padres por ser personas dedicadas y devotas. Por apoyarnos y brindarnos esta gran oportunidad de crecimiento personal y profesional, impulsando nuestros estudios universitarios y siendo el pilar principal para la culminación de esta etapa universitaria. A la ingeniera Janneth Ortiz por liderar al semillero de investigación y siempre apoyar las iniciativas e ideas de proyecto articulando nuestros intereses y capacidades. A la facultad y el programa por darnos las bases en conocimiento para el desarrollo del proyecto, por la inclusión y confianza en diferentes proyectos de esta; a todos los que de alguna forma hicieron parte del proceso académico y del proyecto para culminar satisfactoriamente la carrera profesional.” Muchas gracias.

DEDICATORIA

Dedicamos este triunfo principalmente a Dios por darnos la voluntad y la sapiencia de superar cada una de las dificultades encontradas y permitirnos culminar satisfactoriamente la carrera profesional, por darnos la salud y la vida hasta el día de hoy. Por darnos la voluntad y la sapiencia de superar cada una de las dificultades encontradas y permitir superarlas. A nuestras madres que con tanto cariño y empeño nos cuidaban, ayudaban y apoyaban en todo cotidianamente, madrugaban y trasnochaban para brindarnos compañía. A nuestros padres que con el arduo esfuerzo laboral y apoyo emocional con voz de aliento en todo momento; contribuyeron para que se llevara a cabo el sueño esperado con la consolidación del proyecto profesional. tanto empeño trabaja día y noche para apoyarnos. Por darnos palabras de fuerza para nunca desfallecer, por ser ese rol de fuerza que nos acogían en la dificultad y nos impulsaban con ternura a continuar. A nuestros hermanos que en ocasiones se unieron a nuestras noches de desvelo, que con paciencia y complicidad soñábamos con grandes

proyectos y que hoy nos acompañan a finalizar esta etapa que solo es un peldaño en la materialización de todos esos grandes sueños juntos.

Tabla de Contenido

1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	8
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo general.....	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. JUSTIFICACIÓN	9
3.1.1. Justificación práctica.....	10
3.1.2. Justificación teórica.....	11
3.1.3. Justificación metodológica.....	11
4. DELIMITACION DEL PROYECTO	12
4.1.1. Delimitación temática	12
4.2. Delimitación espacio – temporal.....	13
5. MARCO REFERENCIAL	13
5.1. MARCO TEÓRICO	13
5.1.1. Programación por librería	13
5.1.2. Principios de funcionamientos de servomotor	14
5.1.3. Embebidos.....	15
5.1.4. Divisor de voltaje	15
5.2. MARCO CONCEPTUAL	16
5.2.1. Conceptos psicológicos.....	16
5.2.2. Conceptos tecnológicos.....	17
5.3. MARCO DE ANTECEDENTES	21
5.4. MARCO LEGAL	24
5.5. MARCO INSTITUCIONAL	25
5.5.1. Universidad Cooperativa de Colombia	25
5.5.2. Programa de Ing. Electrónica.....	26
5.5.3. Macroproyecto	27
5.6. MARCO AMBIENTAL	27
6. DISEÑO METODOLOGICO	28
6.1. Tipo de investigación	28
6.2. METODOLOGIA	29
6.2.1. Metodología para definición de variables psicológicas y electrónicas	29
6.2.2. Metodología diseño de circuito Arduino.....	30
6.2.3. Metodología para diseño de circuitos proteus.....	30

6.2.4.	Metodología para modelamiento 3d en SolidWorks.....	31
6.2.5.	Metodología para impresión en 3D.....	32
6.2.6.	Metodología para la creación del manual de usuario y ficha técnica.....	34
7.	RECURSOS Y PRESUPUESTO	35
7.1.	Recursos físicos y financieros	35
7.2.	RECURSOS HUMANOS	36
8.	DISEÑO INGENIERIL	37
9.	CONCLUSIONES	38
	Bibliografía	39

1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los niños con conducta externalizante normalmente la desarrollan a partir de sucesos en su vida, en donde de una u otra manera, fueron vulnerados, maltratados y ultrajados, desarrollaron afecciones en aspectos emocionales y sociales de su comportamiento. Por lo anterior se tiene en cuenta que en Colombia existen muchas comunidades vulnerables donde se presentan todos esos sucesos anteriormente mencionados; también se encontraran niños que poseen esta conducta, y necesiten una intervención didáctica.

Adicionalmente algunos de estos niños nunca reciben una estimulación emocional que ayude a retornar su conexión con el mundo y a raíz de esto, dicha conducta se vuelve una constante en su vida, haciéndola parte de su propia personalidad. En su etapa de adolescencia o adultez esta conducta puede desencadenar el nacimiento de otro tipo de conductas o trastornos psicológicos. Por ello en la etapa de la niñez mediante el juego y la estimulación temprana, el niño poseerá una intervención amigable que se enfoque y se centre en tratar estas conductas.

A partir de una consulta con relación a prototipos similares al que se desea realizar, se encontró que internacionalmente no existe un prototipo físico que proporcione una interacción personalizada, para niños con conductas externalizantes que los estimule de manera emocional. Esta atención personalizada es importante, puesto que, cada niño posee necesidades y personalidades distintas y la manera en la que reaccionen ante esta estimulación varíe. Por lo tanto, para solucionar todo lo anterior se requiere la creación de un

prototipo tecnológico a especie de juguete didáctico electrónico que interactúe de manera adecuada con esta población.

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Diseñar un prototipo tecnológico para la estimulación emocional en niños de 4 a 8 años en comunidades vulnerables, con problemas de conducta externalizante asociales, con el fin de establecer una herramienta de interacción y posible mejora conductual para dicha población.

2.2.Objetivos específicos

- Identificar variables de software y hardware para el control de un prototipo tecnológico de estimulación emocional en niños de 4 a 8 años.
- Establecer las herramientas físicas y tecnológicas apropiadas para la realización del diseño de simulación, programación y esquematización.
- Elaborar un prototipo tecnológico de estimulación emocional para niños con conducta externalizante.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1.1. Justificación práctica

Dentro del semillero clínica de juguetes se han realizado diferentes brigadas de recolección y entrega de juguetes rediseñados, en ellas se evidencia que no todos los niños se integran de la misma manera. Una experiencia específica se realizó en una entrega de juguetes a comunidad vulnerable de la ciudad de Villavicencio, allí una niña llamó la atención puesto que estaba separada de las actividades del grupo y a la hora de la entrega de los juguetes no mostró interés alguno. Se indagó con los funcionarios de la fundación quienes informaron que había sido vulnerada sexualmente. A partir de este caso nace la necesidad de idear un prototipo de juguete que permita que los niños vulnerados tanto psicológica como físicamente puedan volver a interactuar con normalidad en la sociedad.

El prototipo busca generar una reacción positiva en niños con conducta externalizante ya que no tienen un desarrollo psicosocial normal, debido a las condiciones conflictivas y abusivas a las que se han visto sometidos, creando estas conductas asociales. Proporciona un apoyo psicológico basado en software para que los niños mediante el juego y la interacción puedan transformar su manera de ver y afrontar malas experiencias. Para ello se partirá de variables psicológicas que se puedan estimular por medio de la tecnología. Dentro de la electrónica se valorarán conocimientos básicos y otros que se han ido adquiriendo en la carrera.

Adicionalmente este prototipo intentará convertirse en un aporte investigativo sobre la incidencia de la tecnología y la ingeniería al tratamiento de conductas externalizantes sociales producidas principalmente por trastornos de eventos traumáticos, por medio de la interacción, el juego y estimulación emocional que este logre producir.

3.1.2. Justificación teórica

A lo largo de todas las ingenierías se observan y estudian modelos y teorías matemáticas y físicas para el apoyo y base de cada una ellas. Esto cobra gran importancia de la vida profesional y en la vida real puesto que el manejo de datos numéricos hace más fácil la justificación de los resultados, proporcionan un medio de predicción mediante comportamientos anteriores y establece una presión y exactitud a procesos. Este proyecto toma adicionalmente a ello teorías electrónicas para diseño de circuitos y funcionamiento de embebidos de la misma manera con los algoritmos programación que permiten el control y manejo de datos adquiridos y transmitidos por el prototipo. A lo largo de todo el proyecto se manejará la ley de ohm, el protocolo IC2, la teoría de transmisión y recepción de datos, la utilización de embebido Arduino, la teoría de fuentes switcheadas, diseño de amplificadores operacionales, tipos de batería según si material base de almacenamiento y modos de carga de energía.

3.1.3. Justificación metodológica

Es importante tener en cuenta que existen muchos softwares para la implementación de proyectos como este, en el caso de los diseños e 3D cualquier programa CAD podría servir y no se necesita un en específico, en este caso se selección en software SolidWorks puesto que la universidad presta con licencia para manejar todos los complementos de este programa. Ya con los diseños CAD con ayuda de un software de impresión sea Z-Suite o uno por defecto dependiendo de la impresora 3D que se use se transformara en un archivo STL con todos los

detalles exigidos de tiempo, capa y grosor para realizar la impresión de cada una de las piezas. Por otro lado, para el diseño de circuitería, impresión de placa y simulación del comportamiento Proteus de cualquier versión, cuenta con herramientas idóneas para ellos y es fácil de usar e implementar, a lo largo de la carrera; se hacen varias simulaciones de práctica con este software y por estas razones este es el elegido como la herramienta para este proyecto, adicionalmente las simulaciones serán apoyadas matemáticamente con el programa Matlab, también licenciado por la universidad de manera completa y libre, siendo una de las herramientas de simulación más usadas en el campo de la ingeniería mediante modelación numérica.

4. DELIMITACION DEL PROYECTO

4.1.1. Delimitación temática

Este proyecto se enfoca en la realización de un prototipo tecnológico a especie de juguete didáctico electrónico para niños en edades de entre 4 a 8 años que posean conductas externalizantes. El prototipo este compuesto por una carcasa externa diseñada en software de modelación 3d he impresa 3d en filamento plástico, posee una tarjeta de desarrollo Arduino que, por medio de programación en software libre basado en lenguaje java, C y C++, permite controlar el prototipo, adquirir, procesar y transmitir información del entorno. Todo lo anterior usando modelamiento apoyadas en teorías matemáticas, físicas y electrónicas.

4.2. Delimitación espacio – temporal

El presente proyecto está desarrollado como proyecto de grado dentro de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Bogotá, facultad de ingeniería programa de ingeniería electrónica durante el año 2019, como enmarcado dentro proyecto de investigación Validación de un prototipo tecnológico para estimulación de habilidades de reconocimiento emocional en niños con problemas de conducta externalizante desarrollado a partir del semillero Clínica de juguetes.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. MARCO TEÓRICO

5.1.1. Programación por librería

Las librerías son pequeños fragmentos de código previamente realizados, para lograr una programación más corta, eficiente y rápida según Acosta, F. A., Segura, O. M., & Ospina, Á. E. (2012). Guía y fundamentos de la programación en paralelo. Estas librerías pueden ser externas o internas, las externas son archivos con fragmentos de programación general que se guardan las carpetas del mismo equipo o programa y que previamente son llamados en el programa a usar y se ejecutan de manera simultánea con el programa principal. Las librerías archivos internos que se comprimen dentro del mismo.

De otra parte, al revisar en las librerías Arduino, según su portal web (<https://www.arduino.cc>) estos son archivos comprimidos realizados por terceros que pueden ser cargados y descargados de manera libre, estas siempre contienen un archivo *.cpp* (código de C++), un archivo *.h* o encabezado de C, que contiene las propiedades y métodos o funciones de la

librería, un archivo `Keywords.txt`, que contiene las palabras clave que se resaltan en el IDE (opcional), y posiblemente la librería incluye un archivo *readme* con información adicional de lo que hace y con instrucciones de cómo usarla y un directorio denominado `exámenes` con varios *sketchs* de ejemplo que nos ayudará a entender cómo usar la librería (opcional).

Lo ideal para conocer el funcionamiento de estas librerías es realizar una inspección del código, leer la información anexa en la librería y ejecutar los ejemplos que estén anexos a ella. Hay que referenciar las definiciones

5.1.2. Principios de funcionamiento de servomotor

Los servomotores son motores con mayor precisión que permiten realizar control de su posición angular, aceleración y velocidad de manera más efectiva que la de un motor DC normal. Los servomotores son una combinación de un motor DC y una caja reductora también conocida como sistema de control de bucle cerrado.

Los servomotores se controlan realizando el envío de un pulso eléctrico de ancho variable o PWM por medio de un cable de control, adicional se debe tener los cables de positivo y neutro de una alimentación. Hay un pulso mínimo, un pulso máximo y una frecuencia de repetición estas características proporcionan un control más preciso de los movimientos realizados por el motor. La mayoría de los servomotores que realizan un giro máximo de 90° tanto a la derecha como a la izquierda, proporcionando un movimiento total de máximo 180° . La posición neutra del motor se define como la posición en la que el servo tiene la misma cantidad de rotación potencial tanto en el sentido de las agujas del reloj como en el sentido contrario.

Existen dos tipos de servomotores, los CA o CC que son los predilectos para aplicaciones de velocidad constante y los servomotores CC para aplicaciones de velocidad variable. Los motores internos usados para estos servomotores utilizan principios magnéticos que usando la repulsión que ejercen los polos magnéticos para convertir la energía eléctrica en mecánica.

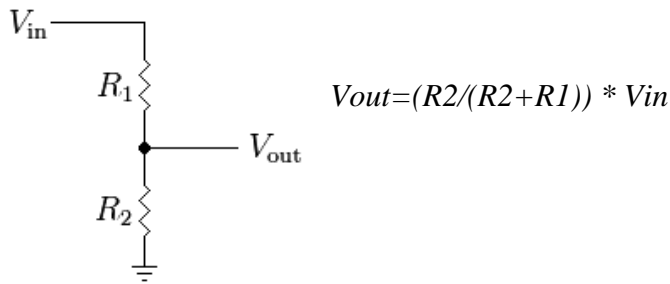
5.1.3. Embebidos

Cuando se habla de embebidos se refiere a un sistema diseñado para realizar funciones dedicadas frecuentemente en la vida real. Están diseñados para cubrir una amplia gama de necesidades, dispositivos que se pueden aplicar a diferentes escenarios y sistemas de control, los procesadores son relativamente pequeños y hay una amplia gama de ellos los cuales se ajustan a la necesidad del usuario.

Un sistema de tiempo real responde a eventos externos mediante la ejecución de tareas asociadas a eventos, un sistema embebido utiliza apoyo de un sistema operativo para ejecutar los programas según los requerimientos del programador. La elección del sistema embebido se realiza para hacer una interacción en tiempo real y que la respuesta sea en tiempo real con las diferentes determinaciones que se anidan dentro de los requerimientos psicológicos y técnicos de este.

5.1.4. Divisor de voltaje

Un divisor de voltaje es un circuito simple que convierte una gran cantidad de tensión en una más pequeña, consta de una fuente de voltaje conectada en serie a dos o más resistencias, sus aplicaciones están ligadas a la electrónica



5.2.MARCO CONCEPTUAL

5.2.1. Conceptos psicológicos

El primer concepto para tener en cuenta es el de conductas externalizantes, este se puede resumir como aquellas actitudes o comportamientos que posee un individuo donde demuestra un bajo control de sus emociones, dificultades con las relaciones interpersonales, en el respeto con las reglas, irritabilidad y agresividad. Estas conductas se dan en gran medida en etapas de niñez y adolescencia. Estas conductas normalmente están relacionadas con factores como las características familiares, las ambientales, establecimiento de normas, límites y contingencias, medios de comunicación masiva, exposición a material violento, temperamento, y predisposición biológica.

Ahora bien, continuando con el mismo título del proyecto, el concepto de estimulación es una o varias actividades que se realizan con el fin de convencer o persuadir a un individuo, en este caso al usuario, de continuar con una actividad, con una actitud o en este caso con una emoción mediante el juego. Es decir, lo que buscamos es que mediante el juego logremos persuadir al niño de seguir conociendo y practicando su desarrollo a nivel de emociones.

De igual manera, se debe establecer las emociones como una reacción psicofisiológica, conductual y orgánicas que experimenta un individuo ante ciertas situaciones, objetos, personas, recuerdos, influenciadas por experiencias ya vividas o conocimientos previos.

Existen emociones primarias que son aquellas que son innatas, básicas tales como la tristeza, felicidad, temor, ira o enojo, desagrado y sorpresa. Luego de estas se encuentran las emociones secundarias que se generan enseguida de las primarias tales como la vergüenza, la angustia, los celos, la ansiedad entre otras, y finalmente las emociones positivas y negativas, son las clasificaciones de las emociones según nuestras acciones, es decir, lo que lleva a una emoción a ser positiva o negativa no es la emoción en si es la consecuencia que tiene en nuestro actuar, si nos lleva a hacer o actuar impulsivamente o nos lleva a perder el control.

5.2.2. Conceptos tecnológicos

Por otro lado, a nivel de tecnología se debe establecer que un prototipado busca dar al creador idea de lo que puede ser o llegar a ser el producto, cuando se habla de un prototipo se enlazan muchas variables que adoptan gran importancia, dentro de esas variables se tienen, según la elección de la placa de programación se accede a un software de programación, en este caso la elección de Arduino que es una plataforma libre que por medio de programación basada en C y su circuito embebido permite el uso del microcontrolador programable y una serie de pines hembra y macho estableciendo conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla . Cuando se implementan sensores en Arduino se debe verificar que sean funcionales y la forma correcta de hacerlo es revisar y comparar los datos que arroja cuando se hace una caracterización “Describen el comportamiento del equipo tras ser expuesto o durante la exposición a determinadas condiciones ambientales externas. Estas variables no se refieren a la magnitud que mide el

sensor, después de revisar la fiabilidad del sensor se procede a la implementación la cual genera un código que debe ser revisado varias veces para el funcionamiento del dispositivo a crear, en nuestro caso el programa detecta el error para su verificación.

Otro termino bastante recurrente es Arduino, este es una marca registrada, es una plataforma de desarrollo libre basada en una tarjeta de circuito impreso que posee su propio microcontrolador, es decir es un embebido reprogramable. Dichas tarjetas dependiendo del modelo poseen pines macho y/o hembra que permite la fácil conexión y desconexión de dispositivos externos como sensores, motores, pulsadores, entre otros y que posee entradas y salidas de información tanto análogas como digitales obteniendo una gran variedad de usos sin necesidad de muchos aditivos. La programación de este microcontrolador se realiza mediante programa Arduino IDE de descarga gratuita que permite crear programación basada en C. Esta por medio de una conexión USB con la placa permite reprogramar tanto como sea deseado las acciones del microcontrolador y poder recibir la información de periféricos y lograr visualizarla en el monitor de un equipo de cómputo. Cabe aclarar que un pin es una terminal metálica que permite la conexión entre dos elementos electrónicos.

Así pues, en este caso en específico el Arduino se uso es el UNO, esta placa electrónica cuenta con microcontrolador ATMEGA ATmega328P, equipada con pines periféricos E/S, es decir que a la vez cumplen funciones de entrada o de salida según se establezca en su programación. Son en total 14 pines digitales de los cuales 6 proporcionan salida PWM y analógicos son 6. en el pin 13 se cuenta con un led incorporado. Un Pin de salida voltaje para alimentación de periféricos de 5v y otro de 3.3v de máximo 50mA. Cuenta con 3 pines de conexión GND. La velocidad de reloj es de 16MHz. En cuanto a su fuente de alimentación

posee un puerto USB a 5v, uno JACK que se puede alimentar de 7 a 12 v o por *pin* o por el *Vin* a 5v.

De otro lado, el termino Arduino fue añadido de manera recurrente en el uso de los sensores, estos son dispositivos que pueden variar sus propiedades ante cambios de características físicas, químicas conocidas también como variables de instrumentación que permiten la de la misma manera una variación en el campo eléctrico que pase por él. Un sensor no es lo mismo que un transductor, esto debido a que el sensor está siempre en contacto con la magnitud o variable que la condiciona. Es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo por medio de cambios eléctricos. Existe gran variedad de sensores dependiente de su finalidad, su uso, variables a medir, materiales, propiedades, entre otras clasificaciones. Estos sensores se deben acondicionar para obtener la respuesta de señal en los rangos deseados y poder realizar una interpretación correcta.

En tal sentido, el servomotor es un elemento electromecánico (motor eléctrico) que cuenta con un juego de engranes y una tarjeta de control, todo dentro de una coraza de plástico. Se controla entorno a la posición de 0 a 180°, se puede modificar de tal forma que gire hasta las 360°. Los servos se usan en varias áreas como lo son la robótica, electrónica y demás. Existen servos para todo tipo de necesidad. En la industria, la robótica, en el interior de las impresoras, máquinas CNC, entre otras.

Un *sensor* es un dispositivo que recepta señales dependiendo del tipo de interacción que se tenga, en la industria existen diferentes sensores como lo son eléctricos, resistivos, inductivos, capacitivos, de presión entre otros que son usados según la necesidad del cliente o

la medida que se desea tomar, en este documento se tratara sobre sensores *piezorresistivos* que serán usados para determinar la presión que se ejerce sobre un punto del prototipo

Cuando se habla de diseño se hace a la definición de las partes del prototipo ya sean exteriores o interiores, para el exterior se hará un diseño en 3D en el programa definido y licenciado. En tal sentido Para el diseño electrónico se realiza por medio de una simulación la cual se probará físicamente cuando se implemente en el prototipo y también se hará la respectiva impresión del diseño exterior para hacer pruebas y obtener el diseño final.

Además, cuando se habla de a váquela se hace referencia a una placa usada para imprimir un circuito eléctrico con el fin de reducir espacios y daños en cableado, esta váquela ayudara a tener un mejor funcionamiento electrónico y reducirá las fallas que se puedan dar por la manipulación de prototipo.

Cabe resaltar que dentro del prototipo se usará un lenguaje de programación el cual permitirá el diseño de software del prototipo, el programa a usar es el software Arduino que permite integrar sensores y actuadores para el uso establecido en el diseño

Una *protoboard* se usa para hacer pruebas eléctricas con dispositivos electrónicos, esta placa permite hacer cambios si son necesarios y así corregir los errores que puedan presentarse en los dispositivos

El voltaje o tensión de entrada se adecua a los dispositivos, sensores y actuadores del circuito por tanto se debe tener en cuenta para no generar daños, un voltaje incorrecto daña irremediablemente el dispositivo

Con modulo, se hace alusión a un dispositivo de lectura con funciones definidas para administrar información, como principal modulo tenemos el *cardadapter* para lectura de la *microSD* que funciona como administrador de información y datos

En efecto, un sensor *piezorresistivo* cambia según la presión, calor y esfuerzo. Este se somete a un estrés mecánico y aumenta o disminuye la resistencia según el mismo, por tanto, la lectura se da en resistencia variable que es usada en aumento para la definición de una acción dentro del prototipo

Cuando se habla de un pulsador es un dispositivo que genera un cambio de neutro a positivo, esta entrada se lee como subida o cambio de estado, el cambio de estado se toma para generar una función cuando entra en acción.

Con actuador se refiere a un dispositivo que entra a generar señal o cambio dentro del circuito planteado.

5.3. MARCO DE ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta la idea de prototipo que se desea diseñar, López y Valera (Varela, 2014) establecen que por medio del interés que los niños sienten hacia la tecnología se puede incentivar y estimular su manera de aprender y comprender. A través de un prototipo móvil en 3d integrando diseño gráfico, herramientas de gráfica y programación de manera lúdica y estratégica ellos incentivan el aprendizaje en niños con déficit de atención o dificultades cognitivas centrándose en el uso de planos, comandos y objetos virtuales.

Lo anterior permite concluir que la tecnología en especial los videojuegos pueden ser acciones de manera innovadora para la estimulación de niños de 5 a 7 años aprovechándola para áreas del conocimiento y la enseñanza permitiendo generar mayor interés del individuo a la educación y sus diferentes áreas. Este apoya el proyecto puesto que su aporte en de la tecnología en el área de la pedagogía y la enseñanza y el estímulo en niños nos acercan más a entender el uso de variables no cuantitativas o físicas para la implementación de un prototipo tecnológico.

En el prototipo de enseñanza para niños sordos de Hernández, (Cesar Hernández*, 2015) establece la creación de un dispositivo tecnológico del tamaño de un celular, que por medio de una pantalla táctil busca en los niños sordos la enseñanza del lenguaje de señas. Se realizaron dos versiones, una en el 2013 que contaba con menor vocabulario y menos calidad de material, por ello, buscando mejorar, realizaron una nueva versión en el 2015 que mejore el aprendizaje teniendo más cantidad de conocimiento multimedia, mayor capacidad y mejoraron los materiales se la estructura externa. La patente se presentó ante la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia. Finalmente, se observó que en la tercera versión las habilidades de alfabetización manejando capacitación con el software Omega-is-d. Esto se pudo comprobar con un pequeño grupo de estudiantes de una escuela primaria estatal de Suecia para personas sordas y con problemas de audición. Omega-is-d1 es un programa de computador basado en un modelo pedagógico multimedia e interactivo. que demostró eficiencia con niños durante su desarrollo de lectura, mejoraron sustancial y significativamente en el transcurso de la formación.

Según Dautenhahn (2007) da a conocer en su libro *Imitación y aprendizaje social en robots, humanos y animales* donde establece que los robots sociales o interactivos poseen características dentro de su lógica con la capacidad de reconocer emociones y realizar comunicación verbal. Desde su análisis los robots pueden utilizar señales naturales (mirada, gestos, etc.), y poder actuar o retroalimentar inteligencia artificial desarrollando algo similar a una personalidad y de esta manera, también, puede desarrollar una interacción social. esto viene sujeto al ambiente y al desarrollo tecnológico que cada robot posea y sus debido a ello dichas características no se pueden generalizar, pero ello radica un gran avance donde los robots se asemejan a rasgos cada vez más similares o los humanos y a los animales.

Adicional a ello, los autores Juan Carlos Cruz y Yeliza Andrea Salazar (2014) expresan que una de las grandes ventajas de estos dispositivos es que pueden programarse para responder y “aprender” de manera diferente ante la variedad de circunstancias que pueden afectar o según la información que puedan receptor. Por ello, sus respuestas e interacciones pueden ser variadas y permiten que la motivación y atención del niño vaya creciendo, focalizándose. Sin embargo, también se advierte que aún no se conoce con claridad los efectos adversos o negativos que esto puede llegar a producir en un largo plazo. Aún faltan estudios que busquen una respuesta a la posibilidad que esto genere una falta de apego humano.

Considerando más a fondo en la temática del proyecto se encontraron algunos robots similares que interactúan con niños tales como el elaborado por Robins B. et al., 2007 El proyecto IROMEC donde se desarrolló un robot de juguete para los niños. El proyecto investiga cómo los juguetes robóticos pueden convertirse en mediadores sociales y anima a los niños con discapacidad a descubrir una gran variedad de estilos de juego. Los resultados presentan una lista de cuestiones claves para tener en cuenta en el diseño de un juguete

robótico, dependiendo del tipo de juego y el movimiento. Similar a ello está Kozima H. et al., 2008, 2017, manifiesta que KEEPON ,es un diseño minimalista producido para demostrar intuitivas y cómodas expresiones del robot de acuerdo con las emociones y la atención. La investigación se ha centrado en niños de 2 a 4 años con autismo y llamó la atención la manera como el robot es capaz de llamar su atención, según la dirección de su mirada y las emociones (placer y excitación).

Consultando varias bases de datos no se encuentra mucha información con respecto a prototipos eléctricos o electrónicos de estimulación de niños con conductas externalizantes en repositorios universitarios de Colombia que ofertan la carrera de ingeniería electrónica y demás por ello se hace de suma importancia la información de otras bases de datos nacionales e internacionales.

5.4.MARCO LEGAL

Partiendo de la idea de que el prototipo esté enfocado a niños de 4 a 8 años su uso será lo más similar posible a un juguete electrónico de fácil manipulación y de acuerdo con los lineamientos legales vigentes actualmente en Colombia. Según el Ministerio de protección social (2008) Resolución 3388 el cual establece los requisitos sanitarios, técnicos, componentes y accesorios de juguetes que se comercializan en el territorio nacional establece, dicta la concentración máxima de ciertos químicos nocivos, y sus características de venta con el fin de reglamentar los juguetes. Estipula los estándares de tamaño, pruebas y calidad.

Adicional a ello se tiene en cuenta los derechos de autor y de patentes para no llegar a incurrir en plagio. En la constitución política de Colombia artículo 61 establece define la propiedad intelectual y establece dos grandes ramas, propiedad industrial y derecho de autor; de igual forma se deberá tomar en consideración a ley la ley 44 de 1993 que establece las causales de sanciones con su correspondiente remuneración social y económica.

Dentro de la normatividad que se debe tener en cuenta esta la IPC-T-50 Terms and Definitions for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits, IPC-D-325 Documentation Requirements for Printed Boards, Assemblies and Support Drawing, IPC 2251 Design Guide for the Packaging of High Speed Electronic Circuits, IPC JSTD 001 Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies que delimitan los estándares de los circuitos impresos, cableado, soldado y diseño manuales y esquemas electrónicos con el fin de que estos sean comprendidos por otras casas fabricantes similares y la información que estos contengan no se vea tergiversada por otros, al igual establecen la simbología correspondiente a diseños electrónicos.

5.5.MARCO INSTITUCIONAL

5.5.1. Universidad Cooperativa de Colombia

La universidad Cooperativa de Colombia es una institución educación superior con gran carácter social, ya que permite a su comunidad educativa un desarrollo integro, ampliando el panorama profesional y laborar. Otorga a sus miembros nuevos conocimientos, nuevos puntos de vista, nuevas oportunidades, entre otros, que aumenta los horizontes del conocimiento, de los valores y las cualidades humanas, permitiendo así, poder usarlos de

manera oportuna, buscando dar solución a situaciones y problemas cercanas a sus realidades individuales o colectivas.

La universidad promueve el cooperativismo y la unión entre los miembros de la comunidad buscando un crecimiento colectivo y mejorando su situación socioeconómica. Es facilitadora de espacios de esparcimiento, recreación y creación de conocimiento y aprendizaje, brindando espacios óptimos, con las herramientas y equipos adecuados en cada una de las disciplinas que imparte, brindando la capacidad del autoaprendizaje, y autodescubrimiento.

No solo se desarrollan destrezas académicas, sino que, permite conocer situaciones externas a las realidades individuales de cada miembro de la comunidad, brinda cercanía a diferentes estratos y situaciones en Bogotá, en Colombia, en el exterior, en diferentes ramas y como estas pueden trabajar de manera mancomunada para presentar propuestas de mejora. También, facilita la unión de comunidades en todo el país con infraestructura multi-campus, sus 26 pregrados y 46 posgrados.

5.5.2. Programa de Ing. Electrónica

Se encuentra en modalidad presencial. jornada mixta, cuenta con 10 semestres con una totalidad de 159 créditos. Un promedio aproximado de 16 créditos por semestre. Esta desarrollado pensando en dar solución a problemas electrónicos a partir de las ciencias matemáticas y exactas, de manera segura a partir de creatividad, dinamismo, iniciativa entre otros permitiendo el diseño, rediseño, adaptación, creación y reparación se sistemas y disociativos electrónicos.

Con relación a lo anterior, un ingeniero electrónico de la Universidad Cooperativa de Colombia logra desempeñarse en el campo de la industria, comercio, comunicaciones industriales, desarrollando diversas actividades tales como consultoría, asesoría, interventoría, planeación y ejecución de proyectos, y los estudios de factibilidad para dichos proyectos, evaluación de presupuestos, supervisión, portazgo, evaluación de seguridad, normatividad, desempeño, planes de mejora, estabilización y puesta en marcha entre las más relevantes. Ofrece un profundo conocimiento en control, automatización, electrónica de potencia e instrumentación, que son un diferenciador importante dentro del ámbito empresarial, laboral y social.

5.5.3. Macroproyecto

Es de aclarar, que este proyecto es una etapa del macroproyecto “validación de un prototipo tecnológico para estimulación de habilidades de reconocimiento emocional en niños con problemas de conductas externalizantes” desarrollado por el semillero de investigación SIIR3J (semillero de investigación en ingeniería para el rediseño, reciclaje y reutilización de juguetes).

5.6.MARCO AMBIENTAL

Debido a que este prototipo deberá tener prueba de ensayo de funcionalidad y lo más probable es que la impresión 3d de plástico ABS que se va a manejar inicialmente se va a tener que realizar varias veces para mejoras, pruebas y eliminación de errores se desecharon

una o varias piezas defectuosas en esta labor. Estos desechos plásticos se recolectan y se entregan a empresas recolectoras o recicladoras de plásticos.

De la misma manera, la parte electrónica como dispositivos, circuitos impresos, cableado y demás desechos que se desprendan del proyecto se irá almacenando en un contenedor plástico o e cartón y luego será entregado a plantas de recolección de mismo con conexión de parte del programa de ingeniería ambiental de la misma universidad.

Las baterías del prototipo eran recargables para lograr conseguir una vida útil mucho larga para reducir el consumo excesivo de pilas de un solo uso y ayudar a impactar positivamente el medio ambiente en general.

6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1. Tipo de investigación

Este trabajo está enmarcado en una investigación de tipo exploratorio debido a que dentro de las diferentes consultas de proyectos y prototipos iguales al que se describe aquí no se encontró ni nacional ni internacionalmente uno igual. Por ello es un campo nuevo de acción con estas características y bajo las condiciones que se proponen en este documento. A pesar de que existen ya prototipos similares pero dirigido a niños y adultos con una característica como discapacidad, espectro autista, con alguna enfermedad o en su defecto niños sanos sin ninguna característica de las mencionadas anteriormente.

6.2.METODOLOGIA

6.2.1. Metodología para definición de variables psicológicas y electrónicas

Para tal fin se contó con la valiosa asesoría de una psicóloga profesional para la orientación y aporte con relacionado al objeto de estudio para dicho trabajo. Se realizaron sesiones en las que se estableció un concepto más claro de la temática psicológica de la conducta externalizante, características, contexto, comportamientos, entre otros aspectos. Al ir conociendo, apropiando y viendo videos de niños con este tipo de conductas, para buscar ejemplificaciones de ello; al respecto, se analizan los aspectos más relevantes a nivel conductual presentado en la mayoría de los individuos y con la guía del profesional en esta rama se definieron unas características físicas y electrónicas del juguete que deben de tenerse en cuenta para la realización del juguete. Estas características a niveles electrónicos se volvieron variables, es decir si se quisiera encender una luz para hacer el juguete llamativo esta luz se volverá una variable electrónica de encendido y apagado de un bombillo para poder realizar la programación lógica.

En tal sentido, las conductas externalizantes basadas en las reacciones emocionales se trabajaron por medio de sesión en donde se definió de manera más clara el concepto, características y relación de los niños con las emociones, la manera de reconocerlas y las situaciones más comunes en las que los niños pueden experimentarlas partiendo de relaciones con los demás. Esto con el fin de contextualizar las situaciones, lograr una relación emocional y poder usarlas en el prototipo.

6.2.2. Metodología diseño de circuito Arduino

Se realizó un análisis de los datos que se querían adquirir, una vez establecidos las variables a trabajar se realizó un listado de sensores para Arduino que adquirieran datos de la interacción del prototipo con el niño según las variables que se trabajaron, adicional también se realizó un listado de los actuadores que se podían usar para obtener las acciones que se desea que realice el prototipo para con el usuario. Con lo anterior, se analizaron las posibles opciones y se escogieron los sensores y actuadores más adecuados según se apariencia y tamaño más adecuados. Luego, se procedió a establecer el tipo de comunicación entre el sensor o actuador y el Arduino, ya fuese digital, análogo o por protocolo, y con dicha identificación se escogió la placa Arduino más pequeña con el número de pines suficiente para la conexión de todos los componentes.

Para el uso de los pulsadores y leds con el fin de proteger los dispositivos se usarón resistencia de entre 10ohm con configuración de división de voltaje y para el sensor se estableció en conjunto con el *datasheet* la resistencia para divisor de voltaje que más se adecue a la sensibilidad con la que se deseó trabajar el sensor.

6.2.3. Metodología para diseño de circuitos proteus

Lo primero que se hace es descargar cualquier versión del programa proteus, lo más recomendado trabajar en la más actual. Ya descargado el programa licenciado y completamente funcional se procedió a instalar las librerías necesarias según nuestra selección de materiales, estas son Arduino uno, LCD oled, sensor de fuerza, microSD y

servomotor. Se buscaron en las librerías los componentes necesarios y se extrajeron en la ventana de componentes. Se arrastran los componentes en el área de trabajo y se procedió a realizar las conexiones correspondientes al diseño del circuito teniendo en cuenta los requerimientos de cada sensor y los protocolos de comunicación que este posee con el Arduino. La forma de realizar la conexión con el Arduino se encuentra en el datasheet de cada dispositivo. La LCD oled y el módulo de microSD, ambos se conectan por configuración protocolo I2C, este protocolo permite la comunicación entre un Arduino o maestro y estos dos dispositivos (esclavos) conectados ya que cada uno con un direccionamiento que permite la comunicación bajo el mismo protocolo con uno o varios dispositivos a la vez.

6.2.4. Metodología para modelamiento 3d en SolidWorks

En primera instancia se creó un esquema en papel o mental de como serían las piezas, su diseño en cuanto estética y funcionalidad con sus medidas correspondientes, en el programa se inició un nuevo proyecto y con las herramientas de diseño y con las formas geométricas que presenta, se fue dando forma a cada una de las piezas requeridas tanto externa como internas, se fueron estableciendo medidas fijas para las 3 dimensiones de cada detalle de la pieza, si es hueca o rellena, esto con el fin de que guarden proporción entre partes de la misma pieza y el ensamble con las demás.

El programa SolidWorks tiene como cualidad que desde el inicio del diseño (croquis) está modelando una pieza en 3D, a partir de este diseño se pueden crear dibujos en 2D o subensambles necesarios para la unión de las partes. El programa cuenta con herramientas en

las que se puede reflejar el avances y caras de cada una de las piezas así generando una visión más global del producto diseñado.

Las imágenes en 2D pueden ser tomadas y modificadas y de esa forma facilitar el diseño, tiene gran variedad de herramientas para el diseño según las especificaciones del diseñador, el programa cuenta con herramientas necesarias y guarda los archivos finales con la extensión adecuada para la impresión, los archivos pueden ser reutilizados facilitando así su modificación para la mejora constante de las partes del prototipo.

El programa con una terminología que es conocida y de uso abierto de esta forma facilitando el conocimiento de las herramientas, la licencia que otorga la universidad genera que el diseño de las piezas se haga con un programa aprobado, conocido y licenciado para el uso de los estudiantes.

Las interfaces de usuario se encuentran en paneles que se pueden manipular según la necesidad, ya sea para la pieza general o para un punto específico de pieza, las funciones y comandos permiten personalizar de manera oportuna la pieza y de esta forma bloquear de ser necesario la modificación de un elemento o de la totalidad de la pieza.

6.2.5. Metodología para impresión en 3D

Una vez realizado el diseño 3D en el programa CAD, se usó un software específico para impresoras 3D, en este caso, el programa Z-Suite en el cual se pasó el archivo a “.STL” esto con el fin de permitir a la impresora leer, interpretar e iniciar las instrucciones de impresión. En este proceso se seleccionó el tipo de plástico AVC que es con el filamento que se trabajó; ya que, es necesario realizar esta selección ya que los plásticos que se manejan en impresión

3D tienen una temperatura determinada de impresión para ser derretidos y permitiendo que el filamento se deje moldear de la mejor manera, la temperatura está establecida con la selección del tipo de plástico de manera automática y se debe evitar modificaciones en ella, puesto que a temperatura mayor la necesaria el material se derrita y se deforme y con una temperatura un poco más fría no compacte entre capa y capa.

El programa posee una opción donde se estableció el tamaño de filamento, esto estará en las características del filamento adquirido, se introdujo el dato en el software, a continuación de ello se seleccionó el grosor de cada capa de impresión, entre más fina la capa más compacta será la pieza, se verán más los detalles y se distinguirá menos de manera visual, la división entre capa y capa, pero de la misma manera al ser una impresión más detallada y pulida se demorará mucho más tiempo; continuando el procedimiento, se observó el modelado 3D de la figura que se realizó, se movió con respecto a los ejes para ubicar la pieza de tal manera que se obtuviera la superficie con mayor soporte en la base de la impresora, en los casos necesarios se añadieron soportes adicionales en forma de columnas con filamento de la misma impresora para que tenga el soporte necesario e imprima de manera correcta.

Finalizando Se estableció el relleno interno de la figura, en este caso las piezas se fabricaron totalmente macizas sin ningún diseño ni espacio interno entre sus paredes.

En tal sentido, para el procedimiento de impresión, luego de encenderla, como primero se realizó un procedimiento de verificación y sincronización de los carretes para que este ubique los puntos iniciales 0 en X, Y, Z. Enseguida se preparó la base adherente colocándola en sus soportes, en posición horizontal. También, se transfirieron todas las piezas diseñadas convertidas con anterioridad a extensión “.STL”, a una SD o una USB y se insertó en el puerto de la impresora dependiendo del estilo de la impresora y su especificación para

proceder a la impresión. Se dio la instrucción de calentar el ocluser y luego de que este en los 100°C se introdujo el filamento de la impresora. Posteriormente, se dio la orden de iniciar la impresión, el dispositivo iniciara a calentar el ocluser junto con el material de impresión y una vez listo la impresora mostrar que ya está preparada para la impresión y se inició el proceso de impresión; el tiempo de impresión de cada pieza varió según su tamaño.

Siguiendo el proceso, una vez impresa la pieza, se extraerá la base metálica de la impresora y con ayuda de una espátula metálica, se empezó a empujar la pieza de la base de manera suave para despegar la pieza sin causar daño alguno; en cuanto a este movimiento se hará siempre apoyando la espátula en la base de la impresora sin retirarla o dar golpes en la pieza con la espátula en el aire, este proceso se repitió una vez finalizada la impresión de todas las piezas.

6.2.6. Metodología para la creación del manual de usuario y ficha técnica

Para tal efecto, se elaboró un manual donde se introduce a la documentación de diseño, prototipo y funcionalidad de cada una de las partes del prototipo, para este tendremos una división electrónica y otra física exterior (Armazón). En la electrónica se verán los datos de los sensores, actuadores y dispositivos electrónicos que se usaron para el diseño, también encontrara su funcionamiento y aplicación dentro del circuito; en el área de diseño físico se hablará de las características físicas del dispositivo como funciona cada parte y como se deben manipular con el fin de que no se hagan daños en la estructura.

En las dos áreas se especificará el uso y cuidado para que la duración del prototipo sea optima, el manual se da con el fin de que no se generen daños que puedan provocar cortos y demás, se especificara el voltaje de alimentación para la carga de este, la forma en la que se

debe limpiar el material exterior y la correcta manipulación de los actuadores y sensores, todo esto será ubicado de forma organizada en una tabla para que sea más fácil de entender y que no se generen inconvenientes.

7. RECURSOS Y PRESUPUESTO

7.1. Recursos físicos y financieros

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR
Arduino mega	1	75000
Jumper Macho-Macho	80	15000
Jumper Macho-Hembra	80	15000
Filamento ABS de impresora rollo	1	200000
Impresora 3D	1	Suministrado por la UCC
Parlante	1	30000
Batería recargable de litio 10000 mA	1	100000
Sensores	3	100000
Computador de mesa	1	Suministrado por la UCC
Micro memorias SD 4gb	1	30000
Motores, servomotores y/o motorreductores	2	50000

Programa Matlab	1	Suministrado por la UCC
Programa Proteus	1	Suministrado por la UCC
Programa SolidWorks	1	Suministrado por la UCC
Programa Z-Suite para impresión 3D	1	Suministrado por la UCC
Impresión de baquelita	1	300000
Soldadura rollo	1	30000
Protoboard	1	20000
Osciloscopio	1	Suministrado por la UCC
Sonda de osciloscopio	2	Suministrado por la UCC
Cable caimán-banana	2	10000
Fuente de voltaje variable	1	Suministrado por la UCC
Cable caimán- caimán	4	20000
TOTAL	1005000	

7.2. RECURSOS HUMANOS

Con respecto al desarrollo de este proyecto se hace necesaria la participación de dos autores del proyecto estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Cooperativa de

Colombia, se estableció un asesor principal de dicho proyecto jefe del macroproyecto en la que está enmarcado Jannet Ortiz, Ingiriera electrónica y Máster Diseño, Gestión y Dirección de proyectos. Adicional a ello se requiere asesorías internas de profesores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Bogotá, para asesorías adicionales con temáticas muy puntuales y la intervención de los laboratoristas de APA trabajadores de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá, para que permitan y regulen el acceso a los laboratorios de electrónica y automatización del bloque 15 para práctica libre.

8. DISEÑO INGENIERIL

8.1. Definición de variables

Al iniciar el diseño electrónico lo primero que se establecido fueron las variables a controlar, para ello se requirió reunión con una especialista en psicología quien según su conocimiento en el tema y sus experiencias en la psicología infantil se definió que la edad más apropiada para enfocar el prototipo seria entre 7 a 8 años esto dividido a que en esta edad lo niños son más asertivos al aprendizaje de emociones y logran entender con mayor facilidad las situaciones y como deberían reaccionar a ellos asociando así las emociones con las situaciones. Para estas edades los estímulos más eficientes son los sonidos, los colores y las formas.

Este tema de variables está estrechamente ligado con el diseño lógico, ya que es allí donde las variables físicas se convierten en variables lógicas, donde los pulsadores y los sensores toman valores y se logra establecer las acciones de los motores donde se moverán cierto grado según lo asignado y de la misma manera la LCD mostrara en pantalla la imagen establecida.

Por motivos de registro de prototipo no se entrega más información debido a que será presentado como producto del proyecto.

8.2. Diseño de la estructura externa

Por motivos de registro de prototipo no se entrega más información debido a que será presentado como producto del proyecto.

8.3. Diseño electrónico

Siguiendo la metodología establecida y los protocolos de cada uno de los dispositivos a utilizar, por medio del programa Proteus se realiza descargas de librerías de Arduino, actuadores sensor de fuerza y modulo SD. En el diseño se tiene en cuenta las necesidades que se requieren cubrir para obtener resultados en el estudio psicológico, las cuales se ven reflejadas en los diferentes dispositivos que interactúan entre sí para generar el movimiento facial y entregar una respuesta acorde a lo que se quiere reflejar en cada emoción

Por motivos de registro de prototipo no se entrega más información debido a que será presentado como producto del proyecto.

8.4. Diseño de la estructura lógica

Por motivos de registro de prototipo no se entrega más información debido a que será presentado como producto del proyecto.

9. CONCLUSIONES

Se realizo un acompañamiento de parte de psicología para determinar esas variables importantes que serían estratégicas a la hora de la creación del prototipo logrando una apariencia amable y amigable.; además, del acompañamiento de Ingenieros de Sistemas para la interacción y almacenamiento de datos.

Bibliografía

- Ferrari, Ester & Robins, Ben & Dautenhahn, Kerstin. (2009). Therapeutic and educational objectives in Robot Assisted Play for children with autism. Proceedings of the 18th International Symposium on Human Robot Interaction Communication (RO-MAN 2009). 108 - 114. 10.1109/ROMAN.2009.5326251.
- Arocena Perez, I., Huegun Burgos, A., & Rekalde Rodríguez, I. (2021). LA ROBÓTICA COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA PERSONAS CON DESÓRDENES EN EL ESPECTRO DEL AUTISMO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Etic@net. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 21(1), 51–82. <https://doi.org/10.30827/eticanet.v21i1.18137>
- Balconi, M., Amenta, S., & Ferrari, C. (2012). Emotional decoding in facial expression, scripts and videos: A comparison between normal, autistic and Asperger children. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1), 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.04.005>
- Dautenhahn, K. (2007). Socially intelligent robots: dimensions of human–robot interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1480), 679–704. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.2004>
- Gómez Prada, U. E. (2010). Diseño de un software para favorecer el aprendizaje de estudiantes con necesidades especiales. *Revista Colombiana de Educación*, 58, 154. <https://doi.org/10.17227/01203916.641>
- Hernández, C., Márquez, H., & Martínez, F. (2015). Propuesta Tecnológica para el Mejoramiento de la Educación y la Inclusión Social en los Niños Sordos. *Formación universitaria*, 8(6), 107–120. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062015000600013>
- Lozano-Martínez, J., & Alca, S. (2011a). SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DE COMPETENCIAS EMOCIONALES EN ALUMNADO CON TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA. *Educación XXI*, 14(2). <https://doi.org/10.5944/educxx1.14.2.250>

Lozano-Martínez, J., & Alca, S. (2011b). SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DE COMPETENCIAS EMOCIONALES EN ALUMNADO CON TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA. *Educación XX1*, 14(2). <https://doi.org/10.5944/educxx1.14.2.250>

Suárez-Pico, P., Bonelo-Cuellar, G., & Utria, O. (2019). Diseño de un software para estimulación del componente socio-emocional en niños con trastorno del espectro autista. *Psychologia*, 13(1), 111–124. <https://doi.org/10.21500/19002386.4080>

Kozima, H., Michalowski, M. P., & Nakagawa, C. (2008). Keepon. *International Journal of Social Robotics*, 1(1), 3–18. <https://doi.org/10.1007/s12369-008-0009-8>

Arduino - Home. (s. f.). Arduino. Recuperado 29 de julio de 2021, de <https://www.arduino.cc/>

Salazar, Y. A. Aplicación robótica para realizar terapias en niños con autismo. Universidad Libre Cali, Valle del Cauca, Colombia.

FREED TOOLS .(2021). Prototipo: qué es y para qué sirve. Recuperado de:

<https://freed.tools/blogs/ux-cx/prototipo>

Arduino.(2021). ¿Qué es Arduino? Recuperado de: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

PCE Instruments. (2014). Sensores. Recuperado de: <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/sensores.htm>

Vicent Ferrer. (2021). Que es una Protoboard o Breadboard. Recuperado de:

<https://vicentferrer.com/protoboard-breadboard/>