

# ROSTRO ROBÓTICO ASISTENTE DE PSICÓLOGOS PARA EL TRATAMIENTO DE TRASTORNOS DE APRENDIZAJE

## *ROBOTIC FACE ASSISTANT TO PSYCHOLOGISTS FOR THE TREATMENT OF LEARNING DISORDERS*

Andrés Rodríguez<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0004-4297-8231>

Rafael Flores<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0009-0000-7672-5487>

Recibido: 06-08-2023

Aceptado: 27-09-2023

### Resumen

En la presente investigación se elaboró un asistente con rostro robótico para psicopedagogos en el diagnóstico de trastornos de aprendizaje con la finalidad de mejorar la ejecución en los tratamientos para estas patologías en niños con edades comprendidas entre 7 y 9 años. Para elaborar el rostro robótico se establecieron objetivos como estudiar las variables involucradas en los test de tratamientos, acoplar un software al rostro robótico, desarrollar un software con la capacidad de reconocimiento de comando de voz, diseñar un circuito capaz de modular señal de audio y por último construir un rostro robótico con libertad de movimiento. La investigación está enmarcada en la línea innovación de procesos industriales y productos tecnológicos, bajo el paradigma cuantitativo, en la modalidad de proyecto técnico. Se utilizaron materiales reciclables, junto a un software de alto nivel, por último, se elaboró el módulo de control integrado por un microcontrolador arduino encargado de la comunicación entre el software de alto nivel y servos motores para el movimiento del rostro, cuenta a su vez con un circuito electrónico para controlar el servo motor de la mandíbula. Se concluye que el prototipo elaborado fue capaz de llevar una conversación de maestro esclavo (Pregunta-Respuesta) junto con el psicopedagogo, realizando pruebas a un paciente previamente seleccionado, cuyo diagnóstico final fue que el paciente no posee trastorno alguno en el área de aprendizaje.

**Palabras clave:** Prototipo; mecánica articulada; microcontrolador Arduino; servos motores; conversación dinámica.

### Abstract

In the present research a robotic face assistant was developed for psycho-pedagogues in the diagnosis of learning disorders in order to improve the execution of treatments for these

<sup>1</sup> Universidad Yacambú. Venezuela. Correo: [andres.rodriguez@uny.edu.ve](mailto:andres.rodriguez@uny.edu.ve)

<sup>2</sup> Universidad Yacambú. Venezuela. Correo: [rafael.flores@uny.edu.ve](mailto:rafael.flores@uny.edu.ve)

pathologies in children between 7 and 9 years of age. In order to elaborate the robotic face, objectives were established such as studying the variables involved in the treatment tests, coupling a software to the robotic face, developing a software with the capacity of voice command recognition, designing a circuit capable of modulating audio signal and finally building a robotic face with freedom of movement. The research is framed in the line of innovation of industrial processes and technological products, under the quantitative paradigm, in the modality of technical project. Recyclable materials were used, together with a high-level software, finally, the control module integrated by an arduino microcontroller in charge of the communication between the high level software and servo motors for the movement of the face was elaborated, it also has an electronic circuit to control the servo motor of the jaw. It is concluded that the prototype developed was able to carry out a master-slave conversation (Question-Answer) together with the psychopedagogue, testing a previously selected patient, whose final diagnosis was that the patient does not have any disorder in the learning area.

**Keywords:** Prototype; articulated mechanics; arduino microcontroller; servo motors; dynamic conversation.

## Introducción

Los avances que ha tenido la tecnología en la medicina han hecho un gran aporte a la mejora y la evolución de los diferentes tratamientos o procedimientos médicos que se les practican a los pacientes, tal es el caso de mujeres embarazadas que hoy en día pueden practicarse ecografías 5D y 6D, a través de las cuales puede realizar un constante seguimiento al desarrollo gestacional del bebé; conocer desde sus latidos cardiacos hasta movimientos respiratorios, el estado de la piel, la grasa, músculos o líquidos; además, permite detectar con precisión quistes, adherencias o cualquier tipo de mal que pueda afectar el embarazo.

A su vez, los constantes avances de la tecnología en la medicina han posibilitado el descubrimiento de nuevos medicamentos, así como también ha permitido el desarrollo distintas especialidades de la medicina que permiten detectar, tratar y curar enfermedades; tal es el caso de la medicina nuclear, implementada para eliminar tumores malignos.

Otro beneficio importante de la tecnología en la medicina son los equipos que se utilizan en el campo de la salud, los cuales han permitido que los procedimientos o intervenciones quirúrgicas sean menos dolorosas y con menos riesgos para los pacientes.

A pesar de esta ola de avances tecnológicos en la mayoría de las ramas de la medicina, existe un sector donde la implementación de estos avances ha sido en menor grado como es el área de la psicología, sin embargo, existen ciertos avances tecnológicos muy resaltantes tales como la realidad virtual que permite crear un ciberespacio en el que se puede interactuar con personas u objetos. La realidad virtual ha sido utilizada para los trastornos de ansiedad, por ejemplo, ya que

se expone a los pacientes de forma gradual a las situaciones que temen. Otra aplicación de la realidad virtual se ha producido en el tratamiento de los trastornos alimenticios cuando las personas que padecen anorexia o bulimia tienen una imagen distorsionada de sí mismas.

La utilización de internet en el campo de la psicología ha sido útil para proporcionar tratamientos a distancia a personas con movilidad reducida o que se encuentran en lugares poco accesibles. Se pierde un poco la relación de cercanía entre paciente y psicólogo, pero se puede atender a personas que de otra forma no sería posible asistir.

La realidad aumentada es otra herramienta que proporcionan las nuevas tecnologías a la psicología. Supone la introducción de elementos virtuales en el mundo real. Se ha utilizado en el tratamiento de fobias a arañas y cucarachas. El terapeuta puede controlar el número, tamaño y movimientos de los insectos.

Esta área posee un amplio abanico de trastornos y enfermedades que su tratamiento y diagnóstico puede ser llevado a una automatización en totalidad, tal es el caso de los trastornos de aprendizaje en niños.

De acuerdo con Sans et al. (2012), los problemas del aprendizaje no se relacionan con la inteligencia. Son causados por diferencias en la estructura del cerebro y afectan la forma en que el cerebro procesa la información. En general, estas diferencias están presentes desde el nacimiento. Sin embargo, el tratamiento y diagnóstico hoy en día se considera arcaico pues los test que se aplican a los niños para el diagnóstico no es 100% eficiente, estos pacientes se caracterizan por ser tímidos y cerrados, sin embargo, al momento de interactuar con juguetes o psicólogos disfrazados de algún súper héroe la calidad del diagnóstico y tratamiento mejora significativamente, es por esto que estudiando la cantidad de niños que sufren algún trastorno de aprendizaje en la actualidad (2019) es un 5-15% de la población en la edad escolar según la Unidad de trastornos del aprendizaje escolar (UTAE) del servicio de neurología del hospital Sant Joan de Déu, Esplugues, Barcelona, surge la necesidad de aportar posibles soluciones por lo cual se propone a la realización de un rostro robótico asistente de psicólogos para el diagnóstico de trastornos de aprendizaje.

### **Justificación**

Con la tarea principal de ayudar a los expertos del área psicológica y pedagógica, de manera que pueda realizar entrevistas y test de conocimiento a los pacientes, también será el asistente personal del psicólogo el cual lo ayudara a administrar mediante comandos de voz su computador

personal. Por otra parte, cabe mencionar que se podrían dar diagnósticos a distancia con accesos remotos. El prototipo también se ve justificado en cuanto a la mejora en los tiempos de respuesta, aumento de la calidad al reducir la tasa de error, es capaz de realizar operaciones con equipos con adiestramiento de personas para tareas complejas, son más baratos y puede realizar operaciones en entornos peligrosos.

### **Alcance**

Este prototipo tendrá un alcance de cumplir con las tareas típicas de un asistente virtual, dando a su vez movimiento a un rostro robótico para simular gestos y entablar una conversación secuencial con el paciente, sin embargo, se limita a dar un diagnóstico final del paciente, este solo interactuará con el niño realizará test con la supervisión del experto en el área.

No solo el alcance y la idea innovadora justifican este proyecto ya que también es un avance significativo al área de la robótica en nuestra institución, Robótica y Electrónica (2019), pues sería el primer rostro humanoide realizado en la Universidad Yacambú, que puede ser programado incluso para cualquier otra área requerida.

### **Metodología de la Investigación**

La investigación está enmarcada en la línea innovación de procesos industriales y productos tecnológicos, bajo el paradigma cuantitativo, en la modalidad de proyecto técnico. El diseño propuesto está basado en el prototipo de un asistente humanoide que sea capaz de desarrollar diálogos con el paciente que padece o se tenga duda que pueda tener algún tipo de trastorno de aprendizaje, mientras el terapeuta lleva el registro de la conversación que permita observar cómo responde el paciente al dialogo para tener una visión clara y objetiva al momento de dar un diagnóstico final, a su vez facilitar las herramientas comunes de un asistente virtual. Estudiando las variables que intervienen en el diseño del prototipo, el mismo será construido con la similitud de un rostro humano el cual realizará movimientos en sus ojos pestañas y mandíbula, para poder dialogar con el niño de una forma más amena y confiada para realizar las distintas pruebas y test necesarios, contará con un hardware y software capaz de poder llevar sus acciones de la forma más precisa posible. Así mismo, en la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de bloque del sistema desarrollado en la investigación, sus respectivos diagramas de software y hardware, finalmente, para lograr el prototipo con las características antes descritas.

**Figura 1**

Diagrama de bloque jerárquico del sistema



*Nota.* Elaboración propia.

En cuanto a la base de datos implementada en el asistente personal se usó SQL Server, con la implementación de dos tablas principales (Sociales y Test). Como entrada de audio se requiere un micrófono semi-profesional donde permita que la señal de audio sea la más nítida posible para así facilitar el reconocimiento de voz al asistente personal, esta entrada de audio se conecta directamente al computador donde estará alojado el software de alto nivel.

El cerebro de todo el prototipo se encuentra en este módulo, es el encargado de procesar los comandos de voz, para posteriormente realizar una búsqueda en la base de datos, luego con los datos obtenidos poder realizar una acción y dar una respuesta de voz, este módulo realiza a su vez la comunicación con la base de datos y el arduino, Arduino (2018).

### Respuesta por Voz

El módulo de salida de audio es imprescindible al momento de usar el prototipo pues es el medio de comunicación directa con el que el asistente nos da una respuesta, para el momento de las pruebas se usó un mono estero con la finalidad de tener una salida de audio completamente nítida.

## Comunicación Arduino

En esta etapa mediante comunicación serial se comunica el software de alto nivel con el software de bajo nivel. De acuerdo a Gómez (2017), este último funciona como un traductor de las diferentes respuestas que pueda realizar el asistente virtual, para así lograr controlar 3 servos motores.

**Alimentación:** Para la alimentación de este circuito se requirió un transformador AC/DC de 5V, garantizando el funcionamiento óptimo de todos los componentes electrónicos incluso en su mayor estado de consumo.

## Señal de Audio

Esta señal la tendremos desde la salida de audio (R) del mono estero, la cual se le aplica una serie de filtros y modulación para obtener la señal requerida al momento de entrar al astable.

## Filtro de la Señal

En la presente etapa se desempeña el proceso para filtrar la señal de audio, pasarla de una señal sinodal a una señal cuadra.

## Modulador de la Señal 555

En esta etapa, la señal filtrada de audio llegara al clock del 555 que está en una configuración astable, obteniendo como señal de salida (q) para el servo con los flancos de subida y bajada modulados a tal punto que se vea afectado por los altos y bajos de la señal de audio, simulando el movimiento de la mandíbula, para ir sincronizado con el sonido emitido.

## Servomotor

En la presente etapa se desempeña el proceso de rotación de los ejes del motor a la posición y velocidad previamente establecida por el modulador de audio.

## Módulo de Alimentación

La alimentación para este proceso es dará directamente desde el protocolo USB, es decir que la capacidad del arduino es capaz de alimentar los 3 servos motores conectados y garantizar su funcionamiento al 100% sin caídas de tensión.

## Módulo de Control

Módulo con microcontrolador Arduino UNO encargado de la comunicación y procesamiento de las señales entre el Software de alto y bajo nivel, para poder accionar secuencias programadas de movimientos, los cuales controlara con salidas digitales hacia los servos motore.

## Módulo de Comunicación Serial

La comunicación entre el software de alto y bajo nivel será mediante el protocolo USB, es decir la placa del Arduino UNO estará conectada al CPU por el puerto serial (USB) a una velocidad de 9600 baudios garantizando así el funcionamiento óptimo del sistema.

## Secuencias de Movimientos Predefinidos

En esta etapa el sistema del microcontrolador tiene programada una secuencia de activaciones en las salidas digitales que van conectas a los servos, estas secuencias están previamente estudiaras y probadas para que los movimientos mecánicos sean lo más preciso posible.

- Dato recibido del sistema de alto nivel: esta etapa va enlazada con el módulo de comunicación, aquí el micro-controlador almacena el dato recibido del puerto serial en una variable.
- Activación de secuencia: en esta etapa el arduino activada la secuencia según el dato recibido del sistema de alto nivel, la programación interna está diseñada para que una secuencia se active dependiendo del valor de una variable, variable la cual es utilizada para almacenar el dato de entrada del sistema de alto nivel.
- Salidas Digitales: en este módulo el micro-controlador definida las salidas del Arduino UNO (7,8,9) como salidas digitales y con el uso de la librería Servo.h y Servo.attach() podremos controlar esas salidas para el uso de los servos motores.
- Servo Motores: en esta etapa se sincroniza lo mecánico con lo digital, pues los motores darán su movimiento de rotación según las señales digitales dadas por el microcontrolador, a su vez estos servos están conectados a engranajes los cuales poseen una mecánica dinámica para otorgar los movimientos requeridos.

## Desarrollo

Para el desarrollo del prototipo se procedió a trabajar por etapas, capa física, hardware y software.

### Capa Física

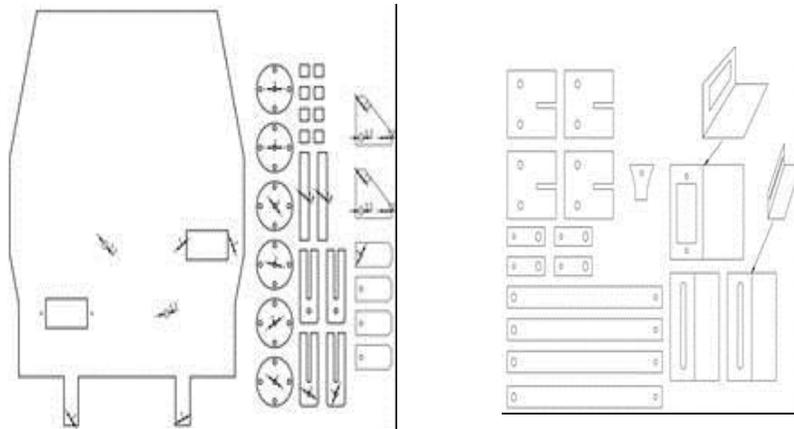
Esta capa, abarca toda la estructura robótica y se subdivide en dos fases, la primera fase denominada como fase superior es la encargada de los movimientos de ojos y pestañas del rostro. A su vez la fase inferior es la encargada de otorgar el movimiento a la mandíbula y cuello. El material implementado para la construcción del rostro robótico es una plancha de plástico PVC que es de uso reciclable.

### Fase Superior

Para la elaboración de esta etapa fue prescindible el uso de planos craneales para robots tipo animatronic, estos planos fueron encontrados en un foro en línea denominado “Todo en robótica”, se procedió a imprimir para enmárcalos en la placa PBC de plástico, una vez se han trazados las líneas guía, se ejecutaron los cortes mediante una herramienta de tipo esmeril. Una vez fabricadas las piezas se llevó a cabo el proceso de ensamblaje y montura tal cual indica los planos.

### Figura 2

*Diagrama de flujo del sistema desarrollado*



*Nota. Elaboración propia*

### *Fase Inferior*

Esta etapa se realizó mediante prueba y error, ya que para esta donde se encuentra la mandíbulas y mejillas no conto con un plano pre-diseñado, se fueron usando moldes de cartulina para ir probando la forma más adecuada posible, posteriormente al obtener un modelo indicado se procedió a estampar la forma en una placa de PBC de plástico, y así realizar los cortes requeridos. una vez se fabricaron todas las piezas necesarias para esta etapa se ejecutó el proceso de montura de estas.

### **Figura 3**

*Diagrama de flujo del sistema desarrollado*



*Nota.* Elaboración propia.

### **Hardware**

Para el desenvolvimiento de este módulo se requirió el estudio de la señal de audio de salida de un mono estero, la cual se procede a una serie de filtros y modulaciones para otorgar el movimiento requerido de la mandíbula y simular el habla. En la etapa de filtros se requirió estudiar y analizar la señal para poder convertirla en una señal lo más cuadrada posible, y así poder llegar como señal de clock al modulador de audio (555), en la etapa de modulación se implementó un circuito integrado 555 de forma astable, de tal forma que su señal de salida varié su tiempo en flanco de subida y bajada según la señal del clock recibida.

### **Software**

Este módulo al ser el cerebro del robot, se necesitó la implementación de una lógica programable y seguir un diagrama de acciones según las variables resultados a obtener, este sistema se desarrolló desde la plataforma de Microsoft Visual Studio 2019 y requirió a su vez un

sistema de base datos de SQL Server 2019, fue necesario el uso de un software de bajo nivel con que el software de alto nivel fuese capaz de interactuar con el mundo físico, para esto se diseñó un software tipo traductor desde arduino, el cual interactuara de forma directa con los servos motores de la primera fase.

### **Consideraciones Funcionales**

Al momento de desarrollar el proyecto se tomaron en cuenta los grados de funcionalidad del prototipo de tal forma de que fuese factible el uso y la implantación como asistente de un psicólogo y hasta qué punto se puede llegar en una primera fase de su desarrollo:

- Dar movimientos en sus ojos pestañas cuello y mandíbula.
- Poder realizar mediante comando de voz acciones tanto en un CPU como ejecutar movimiento al rostro robótico.
- Realizar una entrevista con el robot de manera dinámica y fluida

### **Consideraciones de Fabricación**

Se tomaron consideraciones al momento de construcción del prototipo de tal forma que su elaboración fuese lo menos contaminante al ambiente y de uso asequible económicamente, que contara a su vez con un fácil manejo al momento de requerir algún cambio de pieza o mantenimiento.

### **Consideraciones Estéticas**

Para la creación del prototipo fue imprescindible realizar un rostro animatronic lo más estéticamente gustoso posible, pues al momento de tratar niños es requerido que cuente con un físico agradable y confiable, que genere un ambiente de amistad y tranquilidad, se usaron colores llamativos y diseños gráficos en tendencia para robots en 2019.

## **Pruebas y Resultados**

A continuación, se muestran las pruebas y resultados

**Tabla 1**

*Prueba 1 de funcionamiento mecánico los ojos*

Prueba	Resultado
Esta prueba se realizó sin la utilización del rostro robótico y fue de uso exclusivo del software, donde se entablo un diálogo con el sistema y probar los diferentes comandos a ejecutar dentro del sistema operativo.	El resultado de esta prueba fue 100% positiva, el reconocimiento de voz y la ejecución de los comandos fue llevada a una precisión y velocidad a tiempo real, sin tener tiempos de retardos.

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 2**

*Prueba 2 de funcionamiento mecánico de los ojos*

Prueba	Resultado
Para la realización de esta y las demás pruebas de calibración mecánica- software se diseñó un software con la capacidad de mover el servo de forma manual para así precisar sus movimientos.	En esta primera prueba se obtuvo resultados muy beneficiosos pues el primer acople entre la mecánica de movimiento de los ojos con el software permitió realizar todos los movimientos requeridos.
La prueba consto de ir realizando todos los movimientos en el eje “X” y “Y” de los ojos, y probar las diferentes vistas que tendrá el robot (Arriba, Abajo, Izquierda, Derecha).	Y se precisó los grados donde los servos culminan los movimientos para posteriormente establecer estos grados como los predeterminados para los distintos movimientos.

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 3**

*Prueba de comando de voz y obediencia del sistema*

Prueba	Resultado
<p>En esta prueba se utilizó el software principal ASIR, con la finalidad de usar comandos de voz para el movimiento de la vista.</p>	<p>Se logró observar que los comandos de voz dictados eran comunicados al microcontrolador y posteriormente realizaba el movimiento de los ojos.</p> <p>Sin embargo, la calibración del movimiento no resultó ser completamente adecuada, por lo que se procedió a realizar el mismo procedimiento de la primera prueba y así lograr la calibración adecuada</p>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 4**

*Prueba 1 del movimiento mecánico de pestaña*

Prueba	Resultado
<p>Esta se llevó a cabo con el software de prueba.</p> <p>Consistió en dar el movimiento y calibración al servo que dirige el movimiento de las pestañas.</p>	<p>Esta prueba fue fallida ya que la mecánica utilizada en el movimiento quedó corta y dobló el eje entre el servo motor y el acople de las pestañas.</p>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 5**

*Prueba 2 del movimiento mecánico de pestañas*

Prueba	Resultado
<p>Esta se llevó a cabo con el software de prueba.</p> <p>Consistió en dar el movimiento y calibración al servo que dirige el movimiento de las pestañas.</p> <p>Y se implementó un nuevo sistema en la mecánica de pestañas, con el fin de que el eje sufra menos a la hora de ejercer la fuerza sobre el soporte.</p>	<p>Esta prueba dio un resultado positivo, se logró observar como el movimiento se hacía de forma precisa y mecánicamente correcta.</p> <p>Posteriormente se llevó el control de cuantos grados de movimientos requería el servo para dar como resultado el movimiento de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abierto</li> <li>• Intermedio</li> <li>• Cerrado</li> </ul>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Prueba 3 del movimiento de pestañas*

Prueba	Resultado
<p>En esta prueba se utilizó el software principal ASIR, con la finalidad de usar comandos de voz para el movimiento de las pestañas.</p>	<p>El resultado de esta prueba fue positiva, las órdenes dictadas y posteriormente las acciones de movimiento fue realizado de manera efectiva y sin tiempos de retardos.</p>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 7**

*Prueba de calibración y unión de todos los movimientos de la parte superior del rostro*

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
Esta prueba fue realizada con toda la estructura del rostro en su parte superior (ojos y pestañas), junto al software principal ASIR, para probar el movimiento sincronizado de tanto de los ojos como el movimiento de los ejes “X” y “Y” de los ojos.	Se observó que los movimientos realizados eran acorde al comportamiento de las órdenes dadas a ASIR. Se comprobó a su vez que el arduino tiene la capacidad de mover los 3 servos motores sin una caída de tensión.

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 8**

*Prueba 1 del circuito controlador de la mandíbula*

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
Esta prueba fue realizada con un protoboard, osciloscopio, punta lógica, en las instalaciones de la universidad Yacambú. La prueba consto de analizar las señales de audio, y el comportamiento de estas por las distintas etapas del circuito para el modulador de la mandíbula.	Esta prueba resulto fallida, la señal de audio era muy baja por no poseer amplificadores. El protoboard poseía varias regletas defectuosas por lo cual se procedió a cambiarlo.

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 9**

*Prueba 2 circuito controlador de la mandíbula*

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
<p>Esta prueba fue realizada con un protoboard, osciloscopio, punta lógica, amplificador monos estero, en las instalaciones de la universidad Yacambú.</p> <p>La prueba consto de analizar las señales de audio, y el comportamiento de estas por las distintas etapas del circuito para el modulador de la mandíbula.</p>	<p>El resultado de esta prueba fue exitoso, la señal analizada de audio se vio completamente.</p> <p>La señal modulada es adecuada para el comportamiento del servo de la mandíbula.</p> <p>La modulación funciona a un 75% resultado óptimo para el funcionamiento.</p>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 10**

*Prueba de acoplamiento de los movimientos de todo el sistema*

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
<p>Esta prueba fue realizada con un protoboard, osciloscopio, punta lógica, amplificador monos estero, en las instalaciones de la universidad Yacambú.</p> <p>Consto de supervisar el comportamiento del sistema completo y empezar unos diálogos de prueba.</p>	<p>El resultado de esta prueba fue exitoso, el comportamiento de todo el sistema acoplado se comportó según lo esperado.</p> <p>El movimiento de toda la mecánica funciono en toda la prueba aproximadamente 20 minutos tanto los servos de la parte superior y el servo que controla la mandíbula se mantuvieron en perfecto estado.</p> <p>El circuito se comportó en excelente estado y se monitoreo que la temperatura de los componentes estuviesen en condiciones optimas.</p>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 11**

*Prueba 1 Test*

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
<p>Para esta prueba se requirió de un paciente de 6 años de edad sexo femenino.</p> <p>Dentro del sistema de ASIR se programó un test donde la niña se sienta a gusto y de respuestas precisas al sistema.</p> <p>Se usó el prototipo del rostro robótico.</p>	<p>El comportamiento de la paciente al interactuar con el robot fue muy llamativo para el psicólogo ya que esta se desenvolvió de una manera muy abierta y quiso entablar comunicación con el robot.</p> <p>Sin embargo, el sistema de reconocimiento de voz fallo ya que la niña posee problemas de habla, el asistente virtual no pudo reconocer las respuestas dadas por la niña, cabe resaltar que el resultado de esta prueba no se considera 100% fallida ya que se pudo analizar que el comportamiento del infante fue positivo con el robot lo cual nos da como resultado un 60% fallida y un 40% positivo.</p>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 12**

*Prueba 2 Test*

Prueba	Resultado
<p>Para esta prueba se requirió de un paciente de 17 años de edad sexo femenino.</p> <p>Dentro del sistema de ASIR se programó un test donde la adolescente se sienta a gusto y de respuestas precisas al sistema.</p> <p>Se usó el prototipo del rostro robótico.</p>	<p>Al tratarse de un paciente de adolescencia no se esperaba un buen resultado por parte la psicólogo, sin embargo la interacción con el robot y la adolescente fue muy positiva.</p> <p>La emoción de que un robot le preguntara cosas hizo de que fuese abierta a preguntas que son ciertamente muy delicadas y acostumbran a ser cerradas en este tipo de pacientes</p> <p>El resultado de esta prueba fue 100% exitosa, el test se realizó a su totalidad, y la psicólogo quedo impresionada con el comportamiento de la adolescente.</p>

*Nota.* Elaboración propia.

### Conclusiones

El nivel de afectados por algún tipo de trastorno de aprendizaje representa un alto índice la educación a nivel mundial. Estos pacientes no cuentan con una atención como es debida, puesto a que los tratamientos tratados hasta el momento son simples repetitivos y resultan tediosos, inclusive en algunos casos estos pacientes al aplicar los tratamientos terminan cerrándose más con la sociedad y la intención de aprender.

Durante la elaboración del proyecto, se llevó a cabo una ardua investigación teórica en cuanto al comportamiento de estos pacientes y cuál sería la forma de tratarlo más adecuada, de tal forma que se aproveche la tecnología y el conocimiento del experto para crear un prototipo capaz de cumplir y realizar tratamientos de una forma dinámica efectiva e innovadora.

Por otro lado, con la colaboración de un especialista en el área de psicología se llevó a cabo la realización de un test de tal forma que el robot pregunte a los niños de sus actividades, su escuela, su familia, conocimiento en el área de aritmética y literatura.

Así, mismo se realizaron estudios en el área de la robótica, para desarrollar un rostro con similitudes humanoides, junto a la colaboración de un técnico mecánico, para poder diseñarlo que fuese de agrado al paciente y público en general y a su vez que todo su funcionamiento mecánico sea de fácil uso.

Finalmente, la implementación de este prototipo ha mejorado notablemente el tipo de consulta médica a los pacientes que parezcan de algún trastorno de aprendizaje, según la opinión del especialista nota una conexión entre el robot y el niño de tal forma que se puede indagar en el test de una manera que especialista – paciente no hubiese logrado.

### Recomendaciones

Esta investigación de rostro robótico asistentes de psicólogos para el tratamiento de trastornos de aprendizaje propone diferentes áreas de trabajo, por lo que permite a la ingeniería y otras disciplinas colaborar en conjunto para desarrollar por completo el prototipo y tratar como sistema experto en predicción de enfermedades en distintas ramas de la medicina. Primeramente, se recomienda en el área de la psicopedagogía a realizar mayores estudios a una mayor población de niños que sufran algún tipo de trastorno de aprendizaje o se tenga la duda que lo posea, su respuesta a la tecnología esto para sacar una medida de mejora entre los métodos tradicionales contra los métodos tecnológicos para el tratamiento de este. A su vez, implementar un algoritmo de inteligencia que sea capaz de dialogar con el usuario de una forma dinámica y pueda varias sus respuestas dependiendo del contexto que vaya la conversación. Optar, por implementar sensores de tal forma que el robot dirija la mirada hacia donde le hablen.

Recomendable, desarrollar una etapa en el software que funcione como sistema de predicción de enfermedades, tantos cardiovasculares, cáncer, diabetes, alzhéimer. De tal forma que el robot funcione como sistema experto en estas áreas, es recomendable al momento de llevar acabo esta modificación crear a su vez un método de guardar las respuestas obtenidas por el paciente para que posteriormente sea revisado por los expertos de las distintas áreas medicinales.

En su momento, implementar un juego de luces en los ojos del robot de tal forma que pudiese simular un estado de ánimo al robot, esta funcionaria como sistema experto y dependiendo de las respuestas de la persona con la que este dialogando este variando su estado emocional, con la finalidad de sentir más vivo el robot.

## Referencias

- Arduino (2018). *Qué es Arduino*. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>
- Gómez, C. (2017). *Desarrollo de un asistente virtual para el control de un sistema domótico*. [Trabajo de grado no publicado]. Universidad Yacambú, Cabudare Venezuela.
- Robótica y electrónica. (2019). Foro tutorial de Animatronic, Buenos Aires Argentina. <https://www.facebook.com/roboticayelectronica/>
- Sans, A., Boix, C., Colomé, R., López-Sala, A. y Sanguinetti, A. (2012). *Trastornos del aprendizaje*. *Pediatría Integral*. <https://www.pediatriaintegral.es/numeros-antteriores/publicacion-2012-11/trastornos-del-aprendizaje/>