

Un Robot para la Interacción Social con Niños con Autismo

Ademir Bermúdez Aguilar

Weder Jeziel González Sosa

Unidad de investigación

Universidad de Gerardo Barrios

Kilómetro 113 carretera El Litoral Usulután, El Salvador

ademirbermudez@ugb.edu.sv, w_gonzalez@ugb.edu.sv

RESUMEN:

La presente investigación se basó en la creación, el desarrollo e implementación de un robot con apariencia de un niño de seis años, el cual su función principal es de servir como una herramienta de apoyo en las actividades en salones de clases tanto para los terapeutas como para docentes, todo esto enfocado para la interacción social de niños con autismo.

El robot titulado “Robi”, es un robot de forma humanoide con apariencia de un niño, el cual es capaz de realizar diferentes tipos actividades básicas enfocadas a la interacción social de los niños con necesidades especiales, entre ellas autismo; con base en una investigación previa [1] se construyó un robot para apoyar en terapias a los niños con necesidades especiales.

En la nueva investigación se desarrolló en cuatro años, un año más de lo planteado debido a los sucesos de la pandemia, en el 2021 se procedió a rediseño del robot, posteriormente se realizó el trabajo de campo en la Escuela de Educación Especial del departamento de Usulután, El Salvador.

Se contó con especialistas en mecatrónica, salud, psicología y educación en apoyo para la creación de los indicadores y validación de estos para medir los resultados en las terapias con los niños.

Al finalizar la investigación los niños que realizaron las actividades con el robot mostraron avances en la interacción de los niños bajo ciertos criterios y recomendaciones a seguir para nuevas investigaciones y con ello dar un mejor resultado que los obtenidos en la investigación.

Términos de índice: Robi, Autismo, Robot, Terapias.

I. INTRODUCCIÓN

Los índices de prevalencia del trastorno del espectro autista (TEA) han aumentado notablemente en los últimos años. El TEA está cada vez más presente en las escuelas y en la sociedad y es por ello por lo que resulta imprescindible conocer más sobre este trastorno y las posibilidades de intervención con el apoyo de las diferentes áreas de la ciencia[2].

A su vez, los robots están en pleno desarrollo en muchas áreas de ciencias, tanto laborales como en la vida cotidiana de la misma sociedad, dentro de ellos existen muchos robots que están enfocados a diferentes áreas como en la Industria, la Educación, la Agricultura, la Salud, la Seguridad, el

entretenimiento, entre otros; una de las áreas que más ha tomado interés en los últimos años es aquella de los llamados robots terapéuticos, los cuales están enfocados en la salud, entre ellos las terapias para niños, de lo cual muchas universidades, empresas y emprendimientos desarrollan sus propios robots con estos fines, siendo esta la base de la investigación, las cuales se realizan mediante el desarrollo de actividades tales como terapia ocupacional, de habla, de lenguaje y de movimientos, las cuales son fundamentales en las actividades con los terapeutas.

Muchos de estos robots se enfocan en alguna o varias terapias como es el caso del robot Zeno[3].

Muchas de estas terapias son de procesos repetitivos y monótonos, que el terapeuta debe hacer constantemente, generando cansancio, estrés entre otros, para solventar este problema se creó un robot con forma humanoide, llamado Robi el cual se basa en tres etapas de investigación:

1. La creación de un robot de forma humanoide con apariencia de un niño y que sea funcional en las actividades recomendadas por expertos del área.
2. La integración del robot con los niños en base a pruebas tanto de diseño y funcionabilidad.
3. El análisis e interpretación de resultados en base a indicadores estadísticos creados para medir el grado de aceptación e interacción de los niños con el robot.

La identificación: los padres de familia que sospechan de la conducta o actividades de los niños pueden visitar a especialistas del área que con base a una serie de pruebas determinan si el niño o niña posee TEA, dicha pruebas se realizan en los niños desde los dos años y de lo cual año con año se tienen aumentos de casos alrededor del mundo[4].

Teniendo en cuenta que cada niño debe ser tratado de forma independiente para su diagnóstico, posteriormente su tratamiento lo que conlleva a tener atenciones personalizadas para cada niño, esto implica que por cada niño o niña el terapeuta debe tener una sección de trabajo, con un tiempo determinado de treinta minutos a una hora por niño, muchas de las actividades que se realizan suelen ser repetitivas pero a su vez de vital importancia para los niños, pero a su vez generan estrés, cansancio y otros problemas para el terapeuta y por ende problemas en la atención y medición de terapias con los niños.

Si bien se necesitan más personas preparadas en el área, también los terapeutas necesitan una herramienta de apoyo de

fácil uso, para poder solventar el problema en corto tiempo, una herramienta de fácil uso y de bajo costo, para atender a cada niño de una forma independiente, es decir caso por caso, “las estadísticas muestran que los casos de niños con autismo han aumentado y más frecuente en niños que en niñas, esto aún hoy sin tener una clara razón de ser en todo América” [4]. Ver fig. 1.

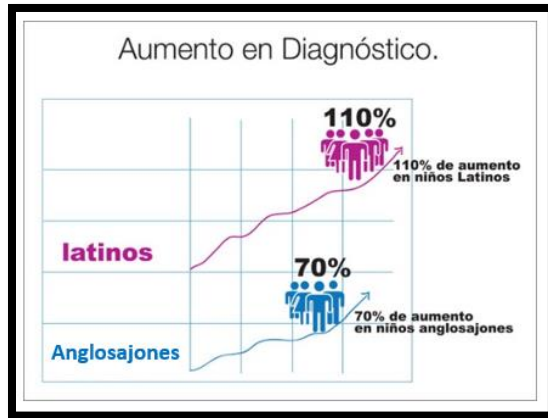


Fig. 1 Aumento en diagnóstico, Según [1]

Las terapias e intervenciones conductuales están diseñadas para minimizar los síntomas específicos y pueden aportar una mejoría sustancial de la calidad de vida[5].

Existen muchos tipos de tratamiento para el autismo, por ejemplo, el tratamiento auditivo, el tratamiento con pruebas discretas, la terapia con vitaminas, la comunicación facilitada, la musicoterapia, la terapia ocupacional, la fisioterapia y la integración sensorial, el tratamiento precoz mejora significativamente los síntomas en muchos casos y es esencial para que los niños desarrollen habilidades sociales y adapten su comportamiento.

De hecho, un diagnóstico tardío está relacionado con la aparición de problemas asociados como trastornos de la alimentación, ansiedad o depresión. El plan de tratamiento ideal coordina las terapias e intervenciones que cubren las necesidades específicas de los niños a nivel individual. El tipo de intervención más efectiva es la psicoeducativa, proporcionada por psiquiatras y psicólogos [2].

Muchas de estas terapias son de procesos repetitivos, monótonos, pero a su vez con una implementación de mucho cuidado para los niños según su grado de autismo; estos procesos que son repetitivos conllevan una secuencia a seguir que en países desarrollados las han transformado en rutinas adaptadas a robots[6].

Alrededor del mundo, se buscó alternativas para contribuir a solucionar esta problemática, que hasta la fecha no se tiene claros los indicios, pero sí han determinado cómo solventarla y ayudar a las personas con autismo; dentro de ellos se consideró a la robótica social.

Los robots sociales constituyen una herramienta de apoyo adicional tanto para los docentes como para los padres o encargados de los niños y fundamentalmente en que los niños puedan percibir al robot como un amigo, la paradoja es curiosa: muchos de los niños con autismo que tienen problemas para

comunicarse con su entorno, no los tienen en cambio para comunicarse con un robot, de los denominados robots emocionales, que son pequeños, sencillos, que poseen ojos y extremidades[6].

Un punto crucial es el reconocimiento de expresiones faciales, a través de las cuales el robot pueda determinar un estado de ánimo de un niño; existen investigaciones que han avanzado a través de métodos de redes neuronales, como la investigación de Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Tecnológico Nacional de México, Chiapas, México. en la que usaron el software Matlab y el entrenamiento de neuronas en los puntos cejas, boca y ojos para reconocer las expresiones de un niño, como el caso de niños con autismo[7].

Para crear estos vínculos sociales es esencial identificar correctamente el comportamiento más adecuado que debe presentarse en el robot durante su interacción con niño. Además es necesario entender las diferencias reacciones emocionales o preferencias del niño hacia el comportamiento mostrado por el robot. Identificar correctamente estas reacciones emocionales y preferencias, permitirá adaptar mejor las estrategias, acciones y tipo de comunicación que el robot debe general durante las sesiones interactivas para maximizar la aceptación e intereses del niño[8], dichos indicadores se basan en acciones y reacciones de los niños.

La investigación con el robot Robi se desarrolló en cuatro años; desde 2018 al 2021, comprendiendo desde el diseño y la impresión 3D, construcción y la programación del robot, hasta tener un robot funcional lo más parecido a un niño de alrededor de seis años, con una apariencia agradable y de fácil comprensión y uso, tanto para docentes, terapistas y padres de familia, a su vez que garantice la seguridad de las personas que interactúen con él.

II. METODOLOGÍA

La metodología de la investigación es experimental, la cual se divide en dos pasos:

1. La creación de un robot humanoide que simule emociones, pláticas, movimientos de cuerpo, con funciones preprogramadas y controladas desde un celular, una computadora, o a través de movimientos corporales.
2. En el paso dos consistió en la creación e implementación de las mediciones en base indicadores en las actividades con los niños, para ello se trabajó en conjunto con la docente y psicóloga Lcda. Nelly Mejía, docente de Escuela de educación especial de niños del departamento de Usulután de El Salvador, a su vez se contó con el apoyo del docente investigador Lic. Weder González de la Universidad Gerardo Barrios en el área de salud y en el área de mecatrónica el docente investigador Jonathan Villanueva Tavira de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, Morelos México, y de apoyo de estudiantes de la facultad de Enfermería de la Universidad Gerardo

Barrios para apoyo en las actividades con los niños.

La investigación se ha desarrollado desde su primer año (2018) en la construcción de un robot humanoide desde planos en bosquejos de dos dimensiones o conocidos mejor como planos 2D, posteriormente se utilizó el software TinkerCAD, para la creación de las piezas en 3D, dichas piezas “STL” para posteriormente transformar a entornos reales con el software CURA, software para transformar una figura de 3D a un código de impresión 3D, previamente en la parte de diseño se hacen las consideraciones de la parte electrónica donde se determinan los componentes que deberá tener el robot como servos, matrices led, sensores como ultrasónico para distancia, módulos de comunicación entre el terapeuta y el robot como el módulo de bluetooth y módulo de reconocimiento de colores o patrones, a su vez la lógica matemática del robot, es decir que valores son válidos para sus movimientos, esto se realizó para cada parte del cuerpo del robot: brazos, cabeza, cuello, a través de valores en ángulos y condiciones que deben estar pensadas y transformadas en funciones dentro del robot, así se realizó para cada versión, donde se hicieron visitas de pruebas entre versiones.

De esto se plasma la programación que es la mezcla de todas las observaciones técnicas para la implementación del robot, posteriormente las pruebas previas antes de realizar trabajo de campo (atención con niños con autismo), hasta su implementación en pruebas piloto para las mejoras de este como lo muestra la figura 2 y 3, de tal forma que el niño podrá dar cierta facilidad al terapeuta para poder medir su grado de avance en su relación tanto con el robot como con la sociedad.



Fig.2 robot Robi 3.6

En las figuras 2 y 3 se realizaron visitas al Centro Escolar de Educación Especial de Usulután donde se estuvo con diez niños entre ellos seis con autismo.



Fig.3 robot Robi 3.6

Las actividades se basaron en: escuchar, saludar, repetir e imitar a ROBI, si el saluda todos los niños debían saludar, se observaban sus reacciones con el robot, las limitantes del robot en las pruebas para las mejoras en las siguientes versiones tanto en diseño, así como en funcionamiento del robot, de esta forma, se recogían datos de las terapias a niños, con base a las observaciones de personal de psicología asignado en ese momento, lo cual facilitó la construcción del robot en versiones, cada una mejorando a su predecesor.

Versión 4.0

Parte del diseño del robot.

La versión 4.0 se destacó por tener un rostro más interactivo, siendo un robot desarmable y con una apariencia de un niño de alrededor de 5 años.

Parte de su diseño en las figuras 4 y 5

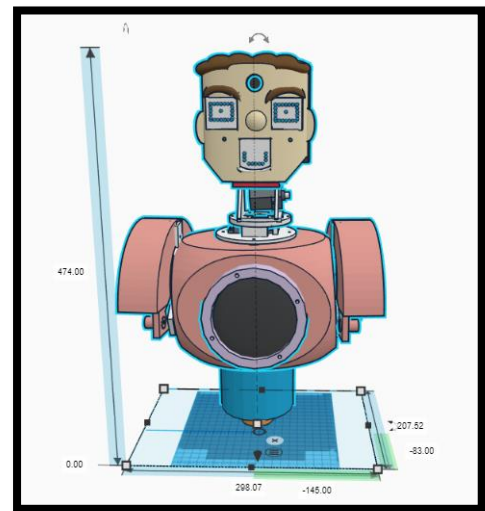


Fig.4 robot Robi 4.0

En la figura 4 se muestran las dimensiones del robot por partes en milímetros, en donde un centímetro equivale a diez milímetros, en el programa utilizado llamando TinkerCad.

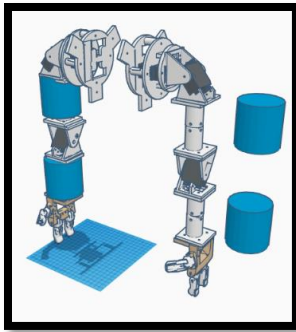


Fig.5 robot Robi 4.0

De esta versión se realizaron algunas demostraciones en congresos



Fig.6 robot Robi 4.0 congreso UTEC 2019



Fig.7 robot Robi 4.0 congreso UTEC 2019

Para la versión 4.3 a 4.5 para el año 2020, se realizarían los cambios para que el robot realizara simulación de caminar como lo muestran las siguientes figuras.

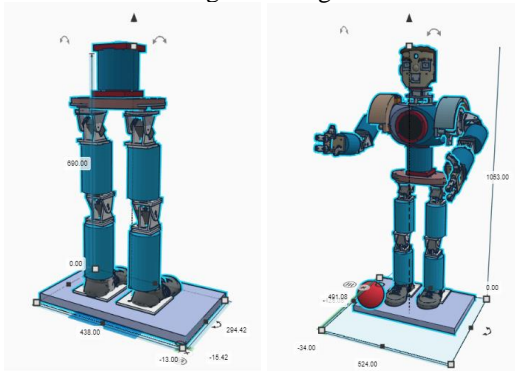


Fig.8 robot Robi

Debido a la pandemia no se continuo con la propuesta de la simulación de caminar.

Versión final 4.5

Para continuar y recuperar un poco el tiempo por la pandemia, se rediseño el robot y surgió la versión 4.5.

La cual posee una forma más agradable, con más procesos y mejor diseño que las versiones anteriores, siempre de forma desarmable, como lo muestra la figura 9 con la diferencia que no se podría hacer la simulación de caminar como se tenía previamente previsto en la investigación.

Con una interfaz de fácil uso tanto para terapistas o docentes, como lo muestra la figura 10.



Fig.9 robot Robi 4.5



Fig.10 robot Robi 4.5

Una vez que se realizaron pruebas dentro de la universidad con estudiantes se tenía lista el robot 4.5 para la realización de visitas en el centro Escolar de educación especial.

Para la creación de los indicadores se trabajó con base a la investigación aplicación robótica para realizar terapias en niños con autismo [8].

Tabla 1: Indicadores de reacción de los niños al Robot

Indicadores de reacción de los niños al Robot	Descripción
Ignora el robot	El indicador es para medir las reacciones ante las actividades del robot por sección
Desvía su atención	El indicador es para medir el nivel de atención de los niños en cada actividad realizada.

Se Escapa	El indicador es para medir la intención de aceptación del niño ante el robot.
Muestra manifestaciones motoras específicas	El indicador es para medir la interacción del niño al hacer actividades repetitivas que el robot hace o pide en las actividades por sección.
Fija con cierto detalle	El indicador es para medir los detalles de atención de cada niño en la sección de clase con el docente y el robot.
Manifestaciones emocionales: sobresaltos; contentamiento (risas...)	El indicador para determinar sus gestos tanto del estado de ánimo como físicos de cada niño, en cada sección.



Fig.11 presentación con padres de familia

Tabla 2: Indicadores de acción (conductas iniciadas voluntariamente)

Indicadores de acción (conductas iniciadas voluntariamente)	Descripción
Utiliza diferentes tipos de exploración sensorial del objeto: (miradas, fijas), visuales tacto, el gusto, el olfato	Indicadores de sensoriales en base los cinco sentidos del humano, para la interacción con el robot y su entorno.

Tabla 3: Los indicadores de inversión en el objeto

Los indicadores de inversión en el objeto	Descripción
Tiempo dedicado entre actividades realizadas con el robot	El tiempo que el niño/niña se centra entre actividad con el robot.
Tiempo de atención a intercambiar con otras personas la exploración/manipulación del robot	El tiempo de realizar e imitar las actividades con el robot y los compañeros.

Tabla 4: Indicadores de uso del robot

Indicadores de uso del robot	Descripción
Tocar al robot	La interacción de estar, tocar e interactuar con el robot
Juegos con el robot	Realización de sus propios juegos para el robot y compañeros
Escuchar y repetir Cuentos con el robot	Indicador para aprendizaje de atención y retención de memoria de las actividades

Tabla 5: Indicadores de reacción/acción de retirada Robot

Indicadores de reacción/acción de retirada Robot	Descripción
Indiferencia	Reacción de cada niño al retirarse el robot mediante acciones físicas
Manifestaciones de desagrado, ira, enojo	Reacción de cada niño al retirarse el robot mediante gestos o sonidos

Se realizó la visita al centro escolar para invitar a los padres de familia a participar en la investigación con sus hijos como lo muestra la figura 11.

Se realizaron en total cinco reuniones en el Centro Escolar de Educación Especial, con los niños, la profesora y psicóloga Nelly Mejía y los dos investigadores, cada reunión duro una hora, en ellas la docente realizaba sus actividades programadas con la diferencia que contaba con el robot de apoyo, como lo muestra la figura 12 y 13



Fig.12 personal de centro educativo



Fig.13 personal de centro educativo

III. RESULTADOS

A través del tiempo, se fueron realizando las mejoras posibles entre cada versión, logrando tener un robot aceptable tanto en diseño, procesos y uso, haciéndolo de fácil traslado, a pesar de las diversas dificultades que se encontraron entre cada versión desde los materiales hasta el problema de la pandemia, que atraso tanto el desarrollo del robot como el tiempo de ejecución de este con los niños, como lo muestra la figura 14.



Fig.14 Historia del Robot Robi

Para determinar si el robot logra cumplir con dar un aporte significativo en la interacción social de los niños, se crearon indicadores[8], de los cuales se logró cumplir con las metas esperadas, aun con algunas justificaciones entre ellas, esto debido a que solo se lograron ocho visitas cuando se esperaban quince reuniones, se deseaba hacer las reuniones de la forma niño robot y no todos los niños a su vez, pero los tiempos no permitieron cumplir con ello.

Al final se trabajó con cinco niños con autismo de los cuales desde un inicio mostraron interés por el robot Robi como lo muestra la figura 15 y 16.



Fig.15 Robi en clases

Desde la reunión 1 o clase 1, la profesora organizaba a los estudiantes seleccionados, se les indicaba la actividad a realizar con el robot, dichas actividades se habían preparados con anticipación con el personal de la universidad (estudiantes que colaboraron el documentar las actividades de cada niño, el docente Weder revisaba las actividades y se establecían en los indicadores, el investigador Ademir controlaba el robot, la profesora realizaba la actividad), todo el personal que participaba no interactuaba con los niños, ese fin lo realizaba únicamente la profesora y el robot.



Fig.16 Robi y sus amigos

Se logró por el tiempo cinco reuniones con los niños con autismo (cinco niños), la clasificación de los indicadores fue:

1. Indicadores de reacción de los niños con el robot
2. Indicadores de acción (conductas iniciadas voluntariamente)
3. Los indicadores de inversión en el objeto
4. Indicadores de uso del robot
5. Indicadores de reacción/acción de retirada robot

Las actividades realizadas fueron:

Reunión 1: Conozcan a Robi.

Reunión 2: Interactuar con Robi.

Reunión 3 y 4: Actividad monstruo de colores.

Reunión 5: Modales en la mesa

Dentro de los resultados se mostrará indicadores de reacción de los niños al robot (de cada niño).

Los siguientes gráficos son solo una parte de los resultados obtenidos en las actividades en base a los indicadores, por se muestran solo los resultados del niño 1.

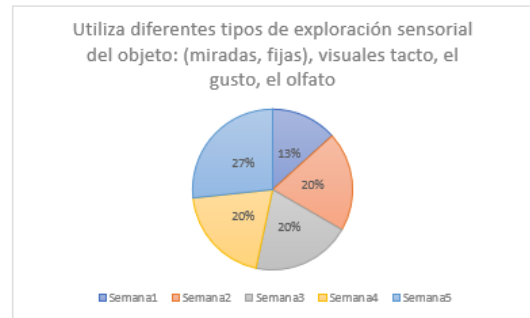


Fig.17 Niño 1

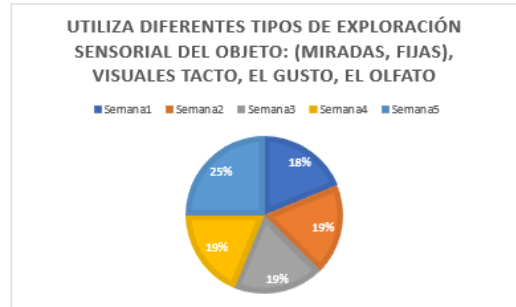


Fig.18 Niño 2



Fig.19 Niño 3

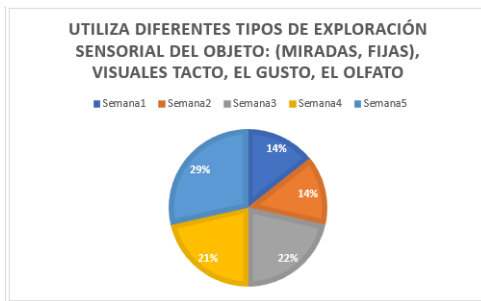


Fig.20 Niño 4

IV. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación (2021), se ha logrado desarrollar la versión 4.5, superando grandemente a su predecesor tanto en tamaño, su diseño, sus procesos, los componentes electrónicos para tener un robot que posee una mejor forma de imitar emisiones, con una apariencia más de un niño de seis años, con sus componentes incluidos en el robot y pueda desarmarse en siete piezas para guardarlo.

A pesar de que la investigación no se logró completar en el tiempo esperado los resultados mostraban grandes avances en la consulta de los niños, se espera que posteriores estudios sigan abonando en los resultados de esta investigación y a su vez los indicadores utilizados sirvan de referencia para próximas investigaciones ya sea en contar con un robot humanoide o crear robot para la interacción social de niños con autismo.

REFERENCIAS

- [1] A. Bermudez, "El uso de la robótica educativa como herramienta de enseñanza y aprendizaje para educación media en la zona oriental | ISBN 978-99961-60-22-6 - Libro." <https://isbn.cloud/9789996160226/el-uso-de-la-robotica-educativa-como-herramienta-de-ensenanza-y-aprendizaje-para-educacion-media/> (accessed Feb. 21, 2022).
- [2] "INTERVENCIÓN EN HABILIDADES SOCIALES DE LOS NIÑOS CON TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA INTERVENTION IN SOCIAL SKILLS OF CHILDREN WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDER: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW Inmaculada March-Miguez, Maite Montagut-Asu", doi: 10.23923/pap.psicol2018.2859.
- [3] M. J. Salvador, S. Silver, and M. H. Mahoor, "An emotion recognition comparative study of autistic and typically-developing children using the zeno robot," *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, vol. 2015-June, no. June, pp. 6128–6133, Jun. 2015, doi: 10.1109/ICRA.2015.7140059.
- [4] M. Sánchez-Monge, "Autismo: síntomas, diagnóstico y tratamiento." <https://cuidateplus.marca.com/enfermedades/neurologicas/autismo.html> (accessed Nov. 03, 2022).
- [5] "Tratamiento y servicios de intervención para el trastorno del espectro autista | Trastornos del espectro autista | NCBDDD | CDC." <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/autism/treatment.html> (accessed Nov. 03, 2022).
- [6] A. P. Costa *et al.*, "More Attention and Less Repetitive and Stereotyped Behaviors using a Robot with Children with Autism," *RO-MAN 2018 - 27th IEEE Int. Symp. Robot Hum. Interact. Commun.*, pp. 534–539, Nov. 2018, doi:

10.1109/ROMAN.2018.8525747.

- [7] "Full article: Sistema de reconocimiento de expresión facial para niños con autismo." https://www.researchgate.net/publication/342026175_Sistema_de_reconocimiento_de_expresion_facial_para_ninos_con_autismo (accessed Nov. 03, 2022).
- [8] J. C. Cruz Ardilla and Y. Andrea Salazar, "Aplicación robótica para realizar terapias en niños con autismo," 2014.