



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN ALTERNATIVA Y AUMENTATIVA
PARA REDUCIR LA DIFICULTAD DE INTERACCIÓN SOCIAL, EL
APRENDIZAJE Y LA EXPRESIÓN EN NIÑOS ECUATORIANOS CON
TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros en Ciencias de la Computación

**AUTORES: KEVIN PAÚL JIMÉNEZ PORTILLA
ANDERSON BOLIVAR LADINO PINTO**

TUTOR: DANIEL GIOVANNY DÍAZ ORTIZ

Quito - Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Kevin Paúl Jiménez Portilla con documento de identificación N°1724442361 y Anderson Bolivar Ladino Pinto con documento de identificación N°1751423144; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 28 de febrero de 2024

Atentamente,



.....
Kevin Paúl Jiménez Portilla
1724442361



.....
Anderson Bolivar Ladino Pinto
1751423144

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Kevin Paúl Jiménez Portilla con documento de identificación N°1724442361 y Anderson Bolívar Ladino Pinto con documento de identificación N°1751423144, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “Prototipo de comunicación alternativa y aumentativa para reducir la dificultad de interacción social, el aprendizaje y la expresión en niños ecuatorianos con trastornos del espectro autista”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en Ciencias de la Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 28 de febrero de 2024

Atentamente,

.....
Kevin Paúl Jiménez Portilla
1724442361

.....
Anderson Bolívar Ladino Pinto
1751423144

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniel Giovanni Díaz Ortiz con documento de identificación N°1716975501, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN ALTERNATIVA Y AUMENTATIVA PARA REDUCIR LA DIFICULTAD DE INTERACCIÓN SOCIAL, EL APRENDIZAJE Y LA EXPRESIÓN EN NIÑOS ECUATORIANOS CON TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA, realizado por Kevin Paúl Jiménez Portilla con documento de identificación N°1724442361 y por Anderson Bolívar Ladino Pinto con documento de identificación N° 1751423144, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 28 de febrero de 2024

Atentamente,



.....
Ing. Daniel Giovanni Díaz Ortiz, MSc
1716975501

Prototipo de comunicación alternativa y aumentativa para reducir la dificultad de interacción social, el aprendizaje y la expresión en niños ecuatorianos con trastornos del espectro autista.

1st Kevin Paúl Jiménez Portilla
kjimenezp1@est.ups.edu.ec

2nd Anderson Bolivar Ladino Pinto
aladino@est.ups.edu.ec

3st Daniel Giovanny Díaz Ortiz
ddiaz@ups.edu.ec

Resumen—El trastorno del espectro autista (TEA) constituye una condición neurobiológica que emerge durante las primeras etapas de la infancia, ejerciendo un impacto significativo en el desarrollo de habilidades sociales, comunicativas y comportamentales. Un reto fundamental que enfrentan los niños que son diagnosticados con TEA reside en la dificultad para expresarse verbalmente y comprender el lenguaje no verbal, dando lugar a complicaciones en las interacciones sociales y limitaciones en la expresión de sus necesidades y deseos. Ante este escenario, el diseño y desarrollo de un prototipo de comunicación alternativa y aumentativa se presenta como una herramienta esencial destinada a proporcionar apoyo, buscando facilitar la interacción y la comunicación en el contexto específico de los niños afectados por el TEA. Este enfoque innovador no solo representa un recurso valioso para superar los desafíos comunicativos asociados al TEA, sino que también abre nuevas perspectivas en el ámbito de la intervención terapéutica, promoviendo un entorno propicio para el desarrollo integral de estos niños.

Palabras Clave—TEA, Comunicación alternativa y aumentativa, Expresión, Interacción Social.

Abstract—Autism spectrum disorder (ASD) is a neurobiological condition that emerges during the early stages of childhood, exerting a significant impact on the development of social, communicative and behavioral skills. A fundamental challenge faced by children diagnosed with ASD lies in the difficulty in expressing themselves verbally and understanding non-verbal language, leading to complications in social interactions and limitations in the expression of their needs and desires. Given this scenario, the design and development of an alternative and augmentative communication prototype is presented as an essential tool aimed at providing support, seeking to facilitate interaction and communication in the specific context of children affected by ASD. This innovative approach not only represents a valuable resource to overcome the communication challenges associated with ASD, but also opens new perspectives in the field of therapeutic intervention, promoting an environment conducive to the comprehensive development of these children.

Keywords—ASD, Alternative and Augmentative Communication, Expression, Social Interaction.

I. INTRODUCCIÓN

La comunicación es esencial para las personas porque nos da la oportunidad de tomar la iniciativa al interactuar, expresar nuestras necesidades, compartir experiencias, sentimientos y deseos. Por tal motivo en ocasiones se puede dar por sentado que todas las personas tienen esta capacidad comunicativa. Sin

embargo, la práctica clínica ha demostrado que el proceso de comunicación no ocurre automáticamente para todos.

Especialmente, en los trastornos del espectro autista (TEA) el déficit es claramente visible en el campo del lenguaje y la comunicación social. Este trastorno neuropsicológico a menudo es vinculado con discapacidades intelectuales que aparecen antes de los 3 años y esto representa un cambio cualitativo en la interacción social y la comunicación, con comportamiento restringidos y repetitivos con distintos grados de severidad que se pueden manifestar mediante acciones o palabras repetidas, una rutina rígida o un patrón regular de comportamiento [1].

En el aspecto socioemocional, aquellos individuos afectados por trastornos del espectro autista emplean un enfoque social atípico y presentan dificultades para comenzar o responder a interacciones sociales. Estas personas pueden tener comportamientos de comunicaciones verbales y no verbales alteradas, es decir su lenguaje puede no aparecer o puede retrasarse a pesar de tener habilidades intelectuales obvias, A su vez, les resulta difícil adaptar su comportamiento en distintos contextos sociales y no muestran interés en otras personas.

Los niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) presentan una amplia gama de niveles estructurales en su lenguaje, que van desde aquellos con un vocabulario extenso y variado hasta aquellos que muestran una incapacidad total para expresarse verbalmente. De hecho, una proporción considerable de individuos con autismo, entre el (30% y el 50%), nunca alcanza un nivel de habilidad lingüística adecuado para satisfacer sus necesidades comunicativas cotidianas. [2].

Por ende, aunque las personas con trastornos del espectro autista desarrollan el lenguaje verbal, presentan dificultad para asignar correctamente significados para comunicarse de forma eficaz y funcional. Por tal motivo necesitan ayuda para entender las tareas y hacer del lenguaje un medio de comunicación natural y eficaz.

Por lo tanto, es importante utilizar sistemas de comunicaciones alternativas y aumentativas que ayuden a las personas a avanzar en la comprensión de este trastorno y mejorar la calidad de vida de las personas afectadas. Asimismo, organizar actividades y entornos de una forma visual clara nos ayuda

a cambiar el contexto a uno más entendible y que puedan manipular, reduciendo así su ansiedad y frustración.

En la actualidad, el desarrollo de prototipos es esencial para la detección temprana del TEA y es crucial para brindar intervenciones tempranas y adecuadas. Además, puede tener un impacto significativo en la sociedad en términos de inclusión, conciencia y política [3].

El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un prototipo de comunicación alternativa y aumentativa que proporcione a los niños con trastorno del espectro autista herramientas efectivas para la expresión de sus necesidades, emociones y pensamientos, promoviendo así una comunicación e interacción más fluida en el ámbito ecuatoriano.

El diseño del prototipo de comunicación alternativa y aumentativa se basa en una exhaustiva revisión de la literatura científica sobre las necesidades de comunicación de niños con TEA y las estrategias efectivas para abordar sus dificultades. Se ha considerado la aplicación de diversos enfoques y tecnologías de CAA, como sistemas de pictogramas, tableros de comunicación, dispositivos con voz sintetizada y aplicaciones móviles interactivas.

Por lo tanto, el prototipo se concibe como una plataforma personalizable y adaptable a las necesidades específicas de cada niño, lo que permitirá a los profesionales de la salud y educadores ajustar el sistema a los intereses y habilidades individuales. Además, se presta especial atención a la usabilidad y la interfaz amigable para garantizar que el niño pueda utilizar el sistema de manera efectiva y autónoma.

Este proyecto de investigación estará basado en software donde se utilizarán para desarrollar el prototipo, lenguajes de programación, frameworks, además de determinar la plataforma o el entorno en el que se ejecutará el prototipo como lo es en una aplicación web y móvil. La elección de los recursos dependerá de las necesidades y preferencias de los niños además de la disponibilidad de recursos tecnológicos en Ecuador

A. Trabajos Relacionados

La revisión de la literatura científica está relacionada con el campo de interés de esta investigación, permitió identificar algunos trabajos relacionados con la comunicación alternativa y aumentativa en niños con trastornos del espectro autista. Estos trabajos brindan información valiosa del tema y, además, nos permite conocer su entorno, la interacción social, el aprendizaje y la expresión.

En la revista publicada por Conforme Guerra, Zambrano Franco y Alcívar Pincay (2023), se señala que el Trastorno del Espectro Autista está vinculado a deficiencias tanto cuantitativas como cualitativas en la comunicación social en el desarrollo. En este contexto, se destaca la importancia de los Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación como medios significativos para abordar y compensar estas dificultades. El propósito de la presente investigación es implementar el Sistema Pictográfico de Comunicación (SPC) en un niño de 8 años diagnosticado con Trastorno del Espectro Autista de grado 2. Este estudio adopta un enfoque mixto, utilizando un

diseño de caso simple y holístico, compuesto por tres fases: una evaluación en pretest, una intervención en la comunicación como segunda etapa, y una evaluación en posttest como tercera etapa. Los instrumentos aplicados incluyen la Entrevista con los Padres sobre el Autismo - Versión Clínica en español, el Inventario Secuencial del Desarrollo de AITTEA y la Matriz de Comunicación. Los resultados indican que la implementación del SPC condujo a un aumento en el nivel de desarrollo y en las habilidades comunicativas del niño [4].

Sandoval Ríos y Aponte Sosa (2022) buscan crear un sistema de comunicación alternativa y aumentativa (CAA) destinado a personas con enfermedades neuromusculares. Su objetivo principal es detallar las actividades necesarias para un análisis adecuado de los requisitos funcionales de sistemas de Comunicación Alternativa y Aumentativa. Este análisis se aplica a un sistema existente, utilizando el modelado UML basado en escenarios. Según Tendero (2014), este enfoque de modelado facilita la interacción entre el sistema y el usuario, representado mediante diagramas de actividades que describen el comportamiento operativo en términos de acciones. El diagrama de actividades, similar al caso de uso pero más completo, ofrece una representación del flujo de interacción en escenarios específicos. Se destaca el uso del patrón de arquitectura de Software Modelo-Vista-Controlador (MVC) en el desarrollo del sistema, ya que proporciona beneficios como un diseño mejorado y modularidad para clasificar la información, la lógica del sistema y la interfaz de usuario. Concluyen que el teclado virtual es un software bien estructurado, mejorando la calidad de vida de las personas con enfermedades neuromusculares. A través de esta aplicación, los usuarios pueden expresar opiniones e interactuar con otros. Para futuras versiones, sugieren incorporar una opción que permita la apertura de un navegador web, brindando a los usuarios la capacidad de realizar consultas de manera autónoma, sin depender de la asistencia de terceros [5].

En el trabajo llevado a cabo por Bueno Marín (2023), se busca diseñar una propuesta con el objetivo de facilitar el desarrollo de la comunicación oral. El proyecto fue realizado en el campo de la de integración curricular y se enfoca en un estudio de caso exclusivo de un niño de 10 años con Trastornos de Espectro Autista. La meta general consiste en plantear un conjunto de actividades académicas basadas en el método de comunicación mediante el intercambio de imágenes y así fomentar la comunicación verbal. Asimismo, la indagación se adhiere al enfoque cualitativo, centrándose en un análisis de caso exclusivo que, a lo largo de las fases proactiva, interactiva y postactiva, recopila datos caracterizando así el caso. Entonces en la conclusión, se identifica que el resultado de esta investigación es un sistema de actividades académicas implementado en una agenda comunicativa, destinado a trabajar conjuntamente con el método de intercambio de imágenes con la intención de impulsar el desarrollo de la comunicación oral, promoviendo así habilidades comunicativas que contribuyan a mejorar el bienestar de este niño que padece el trastorno del espectro autista [6].

(Camargo Gómez y Parra Pulido 2021) se enfocó en el

subcampo del comportamiento cognitivo en la infancia y la escuela con el propósito de recopilar información sobre el valor que tiene adoptar sistemas de comunicación alternativa y aumentativa (SAAC) en niños diagnosticados con trastorno del espectro autista. En esta investigación la metodología utilizada fue la Revisión Bibliográfica Sistemática, la cual implica examinar estudios previos sobre un tema específico. Los resultados buscan proporcionar aportes valiosos para profesionales que trabajan con esta población, facilitando la creación de herramientas más estructuradas y adaptadas a las necesidades particulares de los niños con dicho diagnóstico. En resumen, el proyecto se presenta como una guía que permite acceder a esta revisión y desarrollar herramientas y programas estructurados para una posible implementación en entornos educativos. [7].

En el estudio de Alava Ganchozo (2023), se exploraron los impactos de la comunicación en niños autistas al aplicar el método PECS en el Centro Integral UPA. Este método puesto en un sistema de comunicación aumentativa y alternativa, está enfocado en instruir sobre la comunicación espontánea a niños y personas mayores con Trastorno del Espectro Autista (TEA) mediante el uso de conductas comunicativas que emplean diversas técnicas conductuales a través del intercambio de imágenes. El principal objetivo de este estudio era el validar la eficacia de los métodos de intercambio de imágenes esto se realizó mediante la observación continua y aplicando el sistema alternativo, evaluando así que tan efectivo es su impacto en el desarrollo de la comunicación en niños autistas. Se optó por un enfoque cuantitativo, facilitando así la realización de la indagación descriptiva, no práctica y de tipo transversal en el campo. La técnica utilizada fue la encuesta, y la muestra consistió en 17 personas que asistían a sus consultas de seguimiento en el Centro Integral UPA en Guayas, especializado en el tratamiento de niños autistas. La valoración de los resultados se basó en la recolección de información y análisis de datos cuantitativos a través de encuestas para obtener información relevante sobre el tratamiento de los pacientes con TEA en el centro. Los resultados fueron presentados e interpretados para abordar las preguntas de investigación y los objetivos del estudio. Se observó, a través de los resultados, un aumento notable en la comunicación espontánea de los niños que utilizan los métodos PECS. Esto se atribuye al hecho de que el método facilita que los niños soliciten objetos a sus progenitores, expresen sus pensamientos y construyan frases para pedir lo que necesitan. [8].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Software de CAA

Con el objetivo de facilitar la comunicación de estos niños, se propone el desarrollo de una plataforma integral utilizando tecnologías avanzadas, tales como Ionic, Angular y Firebase, que abarcan tanto la esfera web como las plataformas móviles Android e iOS. La investigación se basa en el desarrollo de una interfaz intuitiva y personalizable que se adapte a cada una de las necesidades específicas de los niños con TEA. La combinación de Ionic y Angular permite la creación de una experiencia de usuario fluida y consistente en múltiples

dispositivos, proporcionando acceso desde cualquier lugar a través de una plataforma web.

La integración de Firebase como backend ofrece un entorno seguro y eficiente para el almacenamiento y gestión de datos, garantizando la sincronización instantánea entre dispositivos y facilitando las actualizaciones en tiempo real. Además, se aborda la importancia de la accesibilidad en dispositivos móviles, tanto en la plataforma Android como en iOS, mediante el desarrollo de aplicaciones nativas que aprovechen al máximo las capacidades específicas de cada sistema operativo.

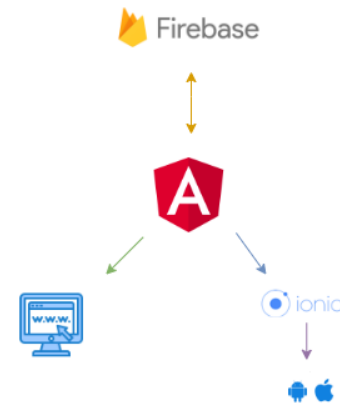


Fig. 1: Arquitectura del prototipo

La propuesta se valida mediante evaluaciones prácticas con niños con TEA y sus cuidadores, donde se analizan aspectos de usabilidad, efectividad y aceptación. Se espera que este proyecto no solo mejore la capacidad de comunicación de los niños con TEA, sino que también facilite la labor de sus cuidadores y educadores al proporcionar una herramienta integral, flexible y personalizable.

B. Metodología Aplicada

Sistemas de Comunicación Alternativa y Aumentativa

El objetivo de los SAAC es instruir, a través de procedimientos ordenados específicamente, una serie de códigos no vocales estructurados que podrían requerir o no apoyo físico y que van a permitir la realización de actos de comunicación funcionales, espontáneos y generalizables. Es un método diseñado para mejorar cualquier habilidad comunicativa [9].

Cuando se decide optar por un Sistema Alternativo y Aumentativo de Comunicación (SAAC), es crucial considerar las características cognitivas, perceptuales y sociales del niño, así como comprender la naturaleza de los mecanismos compensatorios voluntarios o inductivos. Entonces, previo a implementar un SAAC, es esencial evaluar las capacidades, habilidades y necesidades del niño, además de tener en cuenta las demandas de su entorno familiar y escolar. Las estrategias de mediación, así como el vocabulario con señas o pictográfico, deben ser elegidos de manera individual y personalizada. [10].

Dado que aquellos con trastorno del espectro autista enfrentan desafíos al procesar información auditiva que varía velozmente, se considera necesario emplear sistemas de apoyo

que integren vocabulario y respaldo visual. De esta manera, se logra un mensaje estable que perdura durante el proceso de información, facilitando así el incremento del lenguaje oral.

Por lo tanto, la aplicación de sistemas de este tipo tiene como objetivo proporcionar a aquellos que no hablan un medio de comunicación eficiente, permitiéndoles convertirse en participantes activos en la comunicación. Esta iniciativa resulta en una mejora en la calidad de vida al promover el desarrollo de la independencia, así como al fomentar relaciones interpersonales y la autoestima.

PECS

Es un método de comunicación muy utilizado para ayudar a personas con dificultades comunicativas, especialmente aquellas con trastorno del espectro autista (TEA) y otras incapacidades del desarrollo, y se basa en el uso de tarjetas con imágenes o pictogramas que representan objetos, acciones o conceptos. El objetivo principal de PECS es enseñar a las personas a comunicarse funcionalmente intercambiando estas tarjetas para expresar sus necesidades y deseos. Este sistema tiene 6 fases o pasos para aprender a comunicarte poco a poco [11].

- Aprendes a pedir algo que deseas con un pictograma.
El niño adquiere la noción de que, cuando requiere algo pero no puede acceder a ello, debe transmitir una representación visual a alguien con quien desee comunicarse. Es crucial tener en cuenta que la comunicación implica un intercambio entre dos individuos. El "hablante" proyecta una representación visual al "oyente", quien, tras comprender el mensaje, proporciona al niño el objeto deseado. Durante esta etapa, es preferible no indagar directamente sobre las preferencias del niño, ya que él expresará de inmediato su necesidad al mostrarla.
- Aprendes a pedir lo que quieres con pictogramas, se lo pedimos a personas diferentes y en sitios diferentes.
En esta fase se aprende a generalizar una nueva habilidad, la capacidad de generalización implica la habilidad para compartir información con diversas personas en distintos contextos y situaciones. Durante esta etapa, destacamos la importancia de perseverar en la comunicación..
- Aprende a elegir lo que quieres entre varios pictogramas.
El niño adquiere la habilidad de seleccionar entre dos o más imágenes con el fin de obtener el elemento que verdaderamente desea. Inicialmente, se le enseña a elegir entre elementos altamente deseados y aquellos que no lo son. Es fundamental, durante este intercambio, mencionar verbalmente los nombres de los elementos mientras se los proporciona al niño. Avanzamos a la siguiente fase únicamente si el niño elige el elemento que refleja sus deseos en ese instante.
- Aprendes a hacer frases cortas con pictogramas.
El proceso implica que el niño adquiera la habilidad de formar oraciones simples a través de una secuencia visual que comienza con la palabra "Quiero" seguida de la imagen del objeto deseado. Este enfoque estimula al niño a expresarse verbalmente, y es fundamental incrementar los intentos de comunicación exitosos. Avanzamos a la

siguiente etapa del proceso solo si se considera que los niños logran crear su propia secuencia de oraciones de manera autónoma.

- Aprendes a contestar preguntas con pictogramas.
El niño adquiere la habilidad de emplear el Método PECS para contestar la interrogante: "¿Qué quieres?". Es crucial alternar entre instancias en las que el niño tiene la oportunidad de plantear y responder la pregunta "¿Qué quieres?". La progresión a la fase siguiente solo se da cuando el niño responde a la pregunta de manera afirmativa y, de manera espontánea, realiza solicitudes por iniciativa propia.
- Aprendes a comentar cosas que ocurren.
Durante esta etapa, el niño adquiere habilidades para comentar y responder preguntas tales como "¿Qué observas?", "¿Qué escuchas?", "¿Qué sientes?", y "¿Qué es?". También aprende a formar oraciones empleando expresiones como "Puedo ver...", "Puedo oír...", "Puedo sentir...", "Esto es...", entre otras. Al llegar al final de este proceso, se espera que el niño pueda formular preguntas de manera espontánea, responderlas utilizando un vocabulario estructurado en una oración y realizar comentarios acerca del entorno que le rodea.

Método TEACCH

El Método TEACCH (Tratamiento y Educación para Niños con Autismo y Problemas Relacionados con la Comunicación) constituye una estrategia terapéutica y educativa diseñada específicamente para niños que presentan trastornos del espectro autista (TEA). Desarrollado por la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, este método se enfoca en ofrecer estructura y respaldo visual con el propósito de mejorar las habilidades de comunicación, sociales y de comportamiento en individuos con TEA. Emplea tácticas particulares, como la organización física del entorno, la utilización de horarios visuales, sistemas de trabajo personalizado y actividades con estructura para fomentar la independencia y reducir la ansiedad. Este enfoque reconoce el valor de adaptar las intervenciones según las necesidades específicas de cada niño, empleando elementos visuales y materiales tangibles para posibilitar la comprensión y el aprendizaje. Se ha comprobado que el Método TEACCH es eficaz para mejorar la autonomía y la participación de los niños con TEA en diversos entornos, incluyendo contextos educativos y comunitarios, y ha llegado a ser ampliamente aceptado como un marco de referencia en la intervención del autismo a nivel mundial [12].

C. Instrumentos

En la investigación:

- Se realizaron encuestas con el objetivo de recabar información, se formularon preguntas abiertas a las profesionales de APADA acerca de los desafíos y limitaciones que experimentaban los niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), así como sus intereses y preferencias. Este proceso posibilitó la identificación de los requisitos para el desarrollo de nuestra aplicación.

D. Descripción del funcionamiento del prototipo

El prototipo maneja un diseño responsive, es decir esta diseñado para adaptarse de manera óptima a diferentes dispositivos y tamaños de pantalla, proporcionando una experiencia de usuario consistente y eficiente en dispositivos móviles, tabletas y computadoras.

- **Interfaz de inicio de sesión.**

En la página principal de la herramienta web, hemos desarrollado un sistema de inicio de sesión que prioriza la simplicidad y la accesibilidad. Al acceder al prototipo, los usuarios son recibidos con una interfaz amigable y segura. Los usuarios tienen la opción de acceder al sistema utilizando un método convencional de correo electrónico y contraseña.

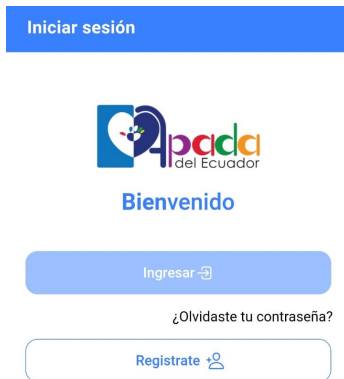


Fig. 2: Interfaz principal de la aplicación móvil

Esta elección proporciona a los padres y cuidadores una alternativa práctica y familiar para gestionar el acceso al prototipo.

- **Interfaz para agregar pictogramas.**

Incorporamos una funcionalidad única y personalizable que permite a los padres enriquecer la experiencia del niño mediante la adición de pictogramas visuales. Los padres tienen la capacidad de agregar imágenes personalizadas que representen las actividades específicas que el niño llevará a cabo.

Esta funcionalidad intuitiva ofrece dos opciones principales: la posibilidad de seleccionar pictogramas preexistentes o la opción de capturar nuevas imágenes directamente desde la interfaz. En el caso de seleccionar pictogramas preexistentes, el padre del niño deberá cargar el pictograma de las actividades y situaciones cotidianas. Esto facilita la personalización rápida y sencilla de la interfaz de comunicación según las necesidades específicas del niño.

Además, para una mayor adaptabilidad y relevancia, hemos integrado la opción de que los padres tomen fotografías en tiempo real de las actividades planificadas. Esto implica simplemente utilizar la cámara del dispositivo para capturar imágenes de los entornos y objetos con los que el niño interactuará. Estas imágenes se convierten instantáneamente en pictogramas personalizados que reflejan con precisión las situaciones particulares del niño, ofreciendo una representación visual directa y significativa.

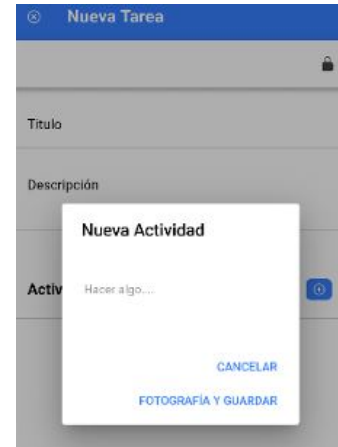


Fig. 3: Interfaz para agregar pictogramas

Esta funcionalidad no solo permite una mayor conexión entre la interfaz y las experiencias diarias del niño, sino que también ofrece a los padres un control total sobre la personalización de la herramienta. Así, garantizamos que la comunicación sea más efectiva y contextualizada, facilitando la comprensión y participación activa del niño en sus actividades cotidianas.

- **Indicador de progreso de una actividad.**

Esta función se centra en ofrecer una experiencia intuitiva y estimulante, permitiendo que el niño tenga una comprensión clara de cuánto le falta para completar una actividad.

La interfaz presenta un indicador de progreso que se actualiza dinámicamente a medida que el niño avanza en la realización de las tareas o actividades asociadas a los pictogramas seleccionados. Este indicador adopta una forma visual en forma de un círculo que se va llenando.

Cuando el niño comienza una actividad, el indicador refleja el inicio de la tarea y, a medida que progresa, se llena gradualmente. Este enfoque visual proporciona una representación clara y tangible del avance, ayudando al niño a anticipar y comprender cuánto tiempo le queda para completar la actividad.



Fig. 4: Progreso de una actividad

La interfaz no solo facilita la comunicación visual y la comprensión de las actividades planificadas, sino que también promueve la autonomía y el sentido de logro del niño al ofrecer una representación gráfica del progreso en tiempo real.

III. EXPERIMENTOS Y RESULTADOS

El diseño del prototipo se centró en proporcionar a los cuidadores la capacidad de asignar tareas a los niños mediante una interfaz intuitiva y amigable. Para llevar a cabo el estudio, se reclutaron participantes de la fundación APADA, niños con edades comprendidas entre los 3 y 9 años, diagnosticados con TEA, junto con sus respectivos cuidadores. Se establecieron criterios específicos de inclusión, asegurando la diversidad en el grado de afectación del TEA, siendo así el objetivo principal medir la efectividad y la usabilidad del prototipo, así como recopilar retroalimentación detallada sobre la experiencia de los niños y sus cuidadores.

A. Selección de Participantes

Se reclutó a un grupo de niños con edades comprendidas entre los 3 y 9 años, con niveles de TEA leves.

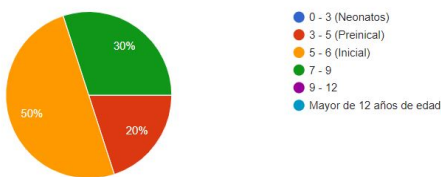


Fig. 5: Edades de los participantes

B. Entrenamiento Inicial

Los participantes recibieron una breve sesión de entrenamiento para familiarizarse con la aplicación y su funcionamiento básico.

C. Recopilación de Datos Cuantitativos y Cualitativos

Se implementaron encuestas para obtener datos cuantitativos (por ejemplo, frecuencia de uso) y cualitativos (opiniones y percepciones).

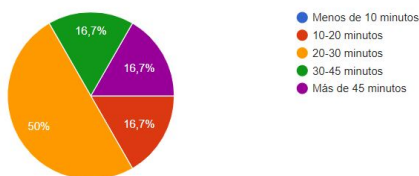


Fig. 6: Tiempo de uso de la aplicación

D. Resultados de la Evaluación del prototipo

- 1) *Acceso y Navegación:* La mayoría de los participantes demostraron una capacidad sólida para iniciar sesión en la aplicación de manera autónoma. Sin embargo, algunas respuestas sugirieron que algunos niños podrían beneficiarse de una mayor claridad en la interfaz de usuario para optimizar la experiencia de inicio de sesión.
- 2) *Diseño Visual:* La mayoría de los participantes encontraron los colores y las imágenes utilizadas cómodos y no abrumadores. La presentación ordenada de la información en pantalla fue generalmente bien recibida, aunque se señaló la importancia de mantener un equilibrio visual para evitar posibles distracciones.
- 3) *Interactividad:* Las funciones interactivas fueron consideradas fáciles de entender y utilizar por la mayoría de los participantes. La retroalimentación clara y los indicadores visuales para mostrar el progreso fueron destacados como aspectos positivos. Sin embargo, algunas sugerencias apuntaron a mejoras potenciales en la consistencia de la interactividad a lo largo de la aplicación.
- 4) *Comunicación:* La aplicación fue elogiada por utilizar un lenguaje claro y directo, así como por las instrucciones concisas. La posibilidad de personalizar la comunicación fue un aspecto muy valorado, aunque se sugirió explorar opciones adicionales para adaptarse aún más a las preferencias individuales de los usuarios.
- 5) *Feedback del Usuario:* La mayoría de los participantes describieron su experiencia general con la aplicación como positiva. Algunos destacaron funciones específicas que encontraron especialmente útiles. Se identificaron áreas de mejora en la consistencia del diseño e interacción, así como la necesidad de abordar problemas de rendimiento experimentados por algunos participantes.
- 6) *Feedback Emocional:* Algunos participantes informaron notar cambios positivos en el estado de ánimo y comportamiento de los niños después de utilizar la aplicación, sugiriendo un impacto emocional positivo.

Aunque el prototipo ha demostrado ser prometedor, estas conclusiones resaltan áreas específicas que pueden ser mejoradas para optimizar la accesibilidad, usabilidad y experiencia emocional de los niños con TEA al interactuar con la aplicación de CAA. Las sugerencias y observaciones adicionales proporcionadas por los participantes servirán como guía valiosa para futuras iteraciones y mejoras en el diseño y funcionalidad de la aplicación.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La identificación de las necesidades y preferencias de comunicación de los niños con TEA ha sido un componente fundamental de este proyecto. A través de la recopilación minuciosa de información sobre las habilidades, intereses y desafíos específicos de cada niño, hemos logrado una comprensión de sus perfiles individuales. Esta base de conocimiento ha sentado las bases para abordar de manera personalizada las

dificultades de comunicación, aprendizaje e interacción social que enfrentan.

El análisis de los recursos y tecnologías disponibles en Ecuador ha sido esencial para contextualizar el desarrollo del prototipo de Comunicación Alternativa y Aumentativa (CAA). La evaluación de accesibilidad y disponibilidad ha guiado la selección y adaptación de herramientas tecnológicas, asegurando que el prototipo sea viable y relevante en el contexto ecuatoriano. Este enfoque considerado ha fortalecido la conexión entre la tecnología y las necesidades específicas de los niños con TEA en la región.

El diseño del prototipo de CAA ha seguido una filosofía de personalización, buscando adaptarse a las necesidades individuales de los niños ecuatorianos con dificultades de interacción social, aprendizaje y expresión. Considerando aspectos culturales y lingüísticos, se ha creado una herramienta que no solo es funcional y efectiva, sino también culturalmente sensible y pertinente.

La evaluación del prototipo ha sido una fase crítica para medir su efectividad en abordar las necesidades específicas de los niños con TEA. La retroalimentación recopilada de los usuarios ha proporcionado información valiosa para identificar áreas de éxito y oportunidades de mejora. Este enfoque centrado en el usuario asegura que el prototipo cumpla con su propósito principal de facilitar la comunicación y el aprendizaje, mejorando la calidad de vida de los niños con TEA en Ecuador.

En definitiva, con esta investigación se evidencia la necesidad de que cualquier niño con TEA disponga de un sistema de comunicación que le permita establecer relaciones con el medio que le rodea porque “hay duros silencios cargados que ocultan un rico mundo interior, hay también silencios estruendosos para los demás, lo que no hay son silencios impuestos que sean aceptables para los profesionales y los familiares que viven con personas con necesidades educativas especiales” [13].

Para asegurar la continuidad del éxito y la relevancia de la aplicación, se proponen diversos trabajos futuros. En primer lugar, se sugiere una adaptación cultural continua para incorporar más elementos que resuenen con la identidad ecuatoriana. Asimismo, se propone la ampliación de contenido y funciones para abordar áreas adicionales del desarrollo, tales como habilidades académicas avanzadas y autonomía en actividades cotidianas.

La capacitación y apoyo continuo a cuidadores y educadores se considera esencial para maximizar el impacto de la CAA en entornos educativos y domésticos. La integración de retroalimentación de usuarios en un proceso estructurado permitirá mejoras iterativas basadas en experiencias y necesidades específicas. La colaboración cercana con profesionales de la salud especializados en TEA garantizará que la aplicación esté alineada con las mejores prácticas terapéuticas.

Finalmente, se propone la realización de evaluaciones longitudinales para medir el impacto a largo plazo de la aplicación en áreas clave como la autonomía y la inclusión social. Estos trabajos futuros ofrecen una hoja de ruta integral para el

desarrollo continuo y la optimización de la CAA, asegurando su relevancia y efectividad en el contexto ecuatoriano y más allá.

REFERENCES

- [1] López, S. y Rivas, R. (2019): “El trastorno del espectro del autismo: Retos, oportunidades y necesidades”. *Informes psicológicos*, 14 (2): 13-31
- [2] Moreno, N. (2018): “Trastornos del lenguaje. Diagnóstico y tratamiento”. *Revista de Neurología*, 57 (1): 85-94.
- [3] Alcalá, Gustavo Celis, y Ochoa Madrigal, Marta Georgina. (2022). *Trastorno del espectro autista (TEA)*. Revista de la Facultad de Medicina (México), 65(1), 7-20. Epub 30 de marzo de 2022. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2022.65.1.02>
- [4] María Fernanda Conforme Guerra, Katuska Jahaira Zambrano Franco, y Gloria Anabel Alcívar Pinca. (2023). *Trastorno del Espectro Autista sistemas aumentativos y alternativos de comunicación*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8146763>
- [5] Sandoval, D. V. y Aponte, M. d. (2022). *Desarrollo de un sistema de comunicación alternativa y aumentativa (CAA) para personas que sufren de enfermedades neuromusculares*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/48697>
- [6] Bueno, M y Japón, C (2023): “Sistema de actividades educativas basado en el método de Intercambio de Imágenes PECS para el desarrollo de la comunicación verbal en un estudiante de diez años con TEA.”
- [7] Camargo, G y Parra, P (2021): “Revisión bibliográfica de los sistemas aumentativos y alternativos de la comunicación dentro del aula, en niños con diagnóstico de trastorno espectro autista.”
- [8] Alava-Ganchozo, J., Alcívar-Montesdeoca, L., y Villón-Lindao, J. (2023). Efectos de comunicación en niños con autismo aplicando métodos PECS en centro integral UPA . *MQRInvestigar*, 7(3), 4483-4495. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.4483-4495>
- [9] Martos, J. y Llorente, M. (2019): “Tratamiento de los trastornos del espectro autista: unión entre la comprensión y la práctica basada en la evidencia”. *Revista de Neurología*, 56 (Supl.1): 85-91.
- [10] Valencia, S. E. (2014): “Los sistemas aumentativos y alternativos y su relación con la comunicación de los jóvenes con discapacidad intelectual de 15 a 20 años que asisten a la fundación “calidad de vida independiente” (tesis doctoral)”. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- [11] Pol. Con. (Edición núm. 58) Vol. 6, No 5 Mayo 2021, pp. 87-99.
- [12] Alava-Ganchozo, J., Alcívar-Montesdeoca, L., y Villón-Lindao, J. (2023). Efectos de comunicación en niños con autismo aplicando métodos PECS en centro integral UPA . *MQRInvestigar*, 7(3), 4483-4495. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.4483-4495>
- [13] Rivèire, A. (1993): “Prólogo”, en Sotillo, M. (coord.): *Sistemas alternativos de comunicación*. Madrid: Trotta.